

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. August 2009 (13.08.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/098111 A1

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01D 5/30 (2006.01) *F01D 25/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/050363

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Januar 2009 (14.01.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
08002388.0 8. Februar 2008 (08.02.2008) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHLOSSER, Reimund [DE/LU]; rue Charles Quint, 62, L-2380 Luxembourg (LU). ZIMMERMANN, Adam [DE/DE]; Hofstr. 48, 45476 Mülheim a.d. Ruhr (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

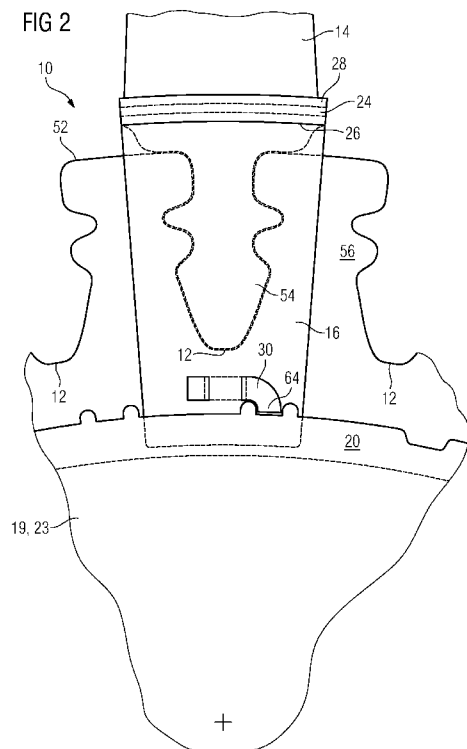
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARRANGEMENT FOR AXIALLY SECURING BLADES IN A ROTOR OF A GAS TURBINE

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUR AXIALSICHERUNG VON LAUFSCHAUFELN IN EINEM ROTOR EINER GASTURBINE



(57) Abstract: The invention relates to an arrangement (10) for axially securing blades (14) of a rotor (23) of a gas turbine. The arrangement has a sealing element (16) arranged on the end side surface of the rotor (23), which can be particularly reliably attached to the rotor (23) by means of a sheet metal strip made of a shape-memory alloy.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Anordnung (10) zur Axialsicherung von Laufschaufeln (14) eines Rotors (23) einer Gasturbine. Die Anordnung umfasst ein an der stirnseitigen Fläche des Rotors (23) angeordnetes Dichtelement (16), welches mittels eines Blechstreifens aus einer Formgedächtnis-Legierung besonders zuverlässig am Rotor (23) befestigt werden kann.

WO 2009/098111 A1

WO 2009/098111 A1



SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Anordnung zur Axialsicherung von Laufschaufeln in einem Rotor einer Gasturbine

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Axialsicherung von Laufschaufeln in einem Rotor einer Gasturbine gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

10

Aus der WO 2007/028703 A1 ist beispielsweise eine derartige Anordnung bekannt und in den FIG 1 und 2 hier abgebildet. Die Anordnung 10 umfasst einen von einer Rotorscheibe 19 gebildeten Wellenbund 21, welcher Wellenbund 21 Teil des Rotors 23 einer Gasturbine ist. Am Außenumfang 52 des Rotors 23, in der Rotorscheibe 19, sind in Axialrichtung verlaufende Nuten 12 vorgesehen. In den Nuten 12 sind die Laufschaufelfüße 54 der jeweiligen Laufschaufeln 14 eingesetzt, die gegen eine Verschiebung entlang der Nut 12 gesichert sind. Zur Sicherung sind sogenannte Dichtelemente 16 vorgesehen, die die stirnseitige Öffnung der jeweiligen Nut 12 zumindest teilweise überdecken und die zusammengesetzt einen stirnseitigen Dicht-ring bilden. An der Stirnseite 56 des Wellenbunds 21 ist eine Ringnut 20 vorgesehen, in der die im wesentlich rechteckigen Dichtelemente 16 sitzen. Radial außen liegen die Dichtelemente 16 in Nuten 24, welche an den Unterseiten 26 der Plattformen 28 der Laufschaufeln 14 vorgesehen sind. Um die Dichtelemente 16 gegen eine Verschiebung in Umfangsrichtung zu sichern, umfasst mindestens eines der Dichtelemente 16 einen an diesen befestigten Blechstreifen 30 mit einem Schenkel 64, welcher Schenkel 64 entweder an den Laufschaufeln 14 bzw. deren Plattformen 28 (FIG 1) oder an der Rotorscheibe 19 (FIG 2) selber formschlüssig anliegt. Neben der Sicherung der Laufschaufeln 14 haben die Dichtelemente 16 auch die Aufgabe, eine Kühlluftströmung entlang der Stirnseite der Rotorscheibe 19 zu führen.

35

Bei der Montage der Dichtelemente sowie beim Einbiegen des Blechstreifens können diese jedoch unsachgemäß plastisch verformt werden, so dass das Dichtblech unter zu großem Spiel in der Ringnut sitzen kann. Hierdurch kann es zu Kühlluftverlusten kommen. Außerdem kann durch die nicht vorgesehene plastische Verformung die Integrität des Dichtelements und des Blechstreifens negativ beeinflusst werden. Nachteilig ist zudem das geringfügige Zurückfedern des Blechstreifens nach dem Einbiegevorgang aufgrund seiner Elastizität.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Bereitstellung einer Anordnung zur Axialsicherung von Laufschaufeln in einem Rotor einer Gasturbine, bei welcher die Dichtelemente besonders zuverlässig montierbar und demontierbar sind.

Die Lösung sieht vor, dass das Material des Blechstreifens eine Formgedächtnislegierung ist. Durch die Verwendung der Formgedächtnislegierung als Material für den Blechstreifen kann sowohl die Montage als auch die Funktionszuverlässigkeit des Blechstreifens gesteigert werden. Zudem ist vorgesehen dass der Blechstreifen spielfrei oder unter einer Vorspannung am Dichtelement anliegt. Hierdurch kann ein ungewolltes Wandern des Dichtelements in Umfangsrichtung sicher vermieden werden. Die sichere Vermeidung ist darauf zurückzuführen, dass nun kein Spalt mehr zwischen Dichtelement und Blechstreifen vorhanden ist und so der Blechstreifen vom daran anliegenden Maschinenbauteil - d.h. von der Plattform der Laufschaufel oder von der Nocke der Rotorscheibe - sicher blockiert wird. Bei Vorhandensein eines Spaltes zwischen Dichtelement und Blechstreifen könnte schlimmstenfalls - je nach dessen Größe - eine Relativbewegung zwischen Dichtelement und Maschinenbauteil auftreten, bei der sich das Maschinenbauteil in den Spalt einschieben würde. Letztgenanntes wird jedoch mit der Erfindung verhindert, so dass eine besonders zuverlässige Sicherung des Dichtelements gegen eine Umfangsverschiebung erreicht werden kann.

Aus Formgedächtnislegierungen hergestellte Bauteile zeichnen sich dadurch aus, dass diese durch Temperatureinwirkung ihre äußere Form unter Aufrechterhaltung großer Festigkeit dauerhaft ändern können. Diese Bauteile können also eine erste
5 Geometrie d.h. Form, Kontur und eine zweite Geometrie aufweisen. Diese Bauteile können von der zweiten Geometrie in die erste Geometrie allein durch eine Wärmebehandlung zurückverformt werden. Diejenige Geometrie, welche der Blechstreifen nach erfolgter Wärmebehandlung einnimmt, wird nachfolgend
10 auch Funktionsgeometrie genannt. Die zweite Geometrie kann nahezu beliebig sein und lässt sich beim Herstellen des Bauteils vorgeben.

Der in der Veröffentlichung WO 2007/028703 A1 beschriebene
15 Inhalt wird durch diese Bezugnahme in diese Anmeldung vollständig aufgenommen. Insbesondere die im Stand der Technik der WO 2007/028703 A1 beschriebene Anordnung gemäß FIG 1 und FIG 2 und insbesondere die gemäß der WO 2007/028703 A1 erfindungsgemäße Anordnungen bezüglich FIG 3 und FIG 4 können
20 durch die in dieser Anmeldung beschriebene Erfindung weiter verbessert werden.

Der Blechstreifen wird in einer derartigen Form hergestellt, wie er später in eingebautem Zustand die Lage der Dichtelemente sichern soll. Diese vorläufige Form entspricht der ersten
25 Geometrie. Noch vor dem Einbau wird der Blechstreifen dann in einer geeigneten Weise in die zweite Geometrie verformt, so dass er an das Dichtelement befestigt werden kann. Anschließend wird das Dichtelement an den Wellenbund montiert. Nach dem Einbau erfolgt eine Temperaturbehandlung,
30 wodurch der Blechstreifen versucht, sich in seine erste Geometrie zurückzuformen. Die Temperaturbehandlung kann entweder noch vor Inbetriebnahme der Gasturbine durch eine Aufheizung mittels einer externen Heizquelle erfolgen. Oder der Erstbetrieb der Gasturbine, bei dem hohe Temperaturen auftreten,
35 kann die Verformung des Blechstreifens auslösen. Es ist auch möglich, dass beide Temperaturbehandlungen angewendet werden, um eine endgültige Verformung des Blechstreifens zu errei-

chen. Nach der Temperaturbehandlung hat der Blechstreifen seine Funktionsgeometrie angenommen und sichert das Dichtelement sowohl gegen Verlust aus auch gegen eine Verschiebung in Umfangsrichtung. Sofern Funktionsgeometrie und erste Geometrie voneinander abweichen, kann eine vorgespannte Befestigung von Dichtelement resp. Blechstreifen erreicht werden.

Insgesamt wird hierdurch eine besonders einfache und sichere Montage des Blechstreifens resp. des Dichtelementes am Wellenbund des Rotors ermöglicht, wodurch die beim Stand der Technik auftretenden Nachteile vermieden werden können. Ein manuelles Einbiegen des Blechstreifens braucht somit nur in eingeschränktem Umfang zu erfolgen, oder bestenfalls gar nicht. Dementsprechend können manuelle Fehlmontagen ausgeschlossen werden, was die Zuverlässigkeit der damit ausgestatteten Gasturbine erhöht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Vorzugsweise weist das Material einen Einweg-Effekt auf. Dies bedeutet, dass beim Aufheizen des zuvor im martensitischen Zustand pseudoplastisch verformten Blechstreifens eine einmalige Formänderung erfolgt. Das Abkühlen nach erfolgter Aufheizung bewirkt keine Formänderung mehr. Der Blechstreifen verbleibt in seiner ersten Geometrie bzw. Funktionsgeometrie.

Insbesondere, wenn der Schenkel unter einer Vorspannung an den Laufschaufeln oder am Wellenbund anliegt, kann eine besonders zuverlässige Verbindung und Befestigung des Dichtelements am Wellenbund bzw. am Rotor ermöglicht werden. Vorzugsweise können die in aus dem Stand der Technik bekannten Ausgestaltungen derartig weitergebildet werden. Die vom erfindungsgemäßen Blechstreifen erzeugte Vorspannung wirkt dann nämlich so zwischen Laufschaufel und Dichtelement, dass das in der Nut sitzende äußere Ende des Dichtelements aufgrund der Vorspannung gegen eine Seitenwand der Nut, welche in der Unterseite der Plattform der Laufschaufel angeordnet ist,

flächig angepresst werden kann. Das flächige Anpressen führt zu einem besonders dichten Anliegen des Dichtelements in der äußeren Nut. Eine Leckage von vom Dichtelement geleiteter Kühlluft, welche Leckage zwischen dem äußeren Ende des Dicht-
5 elements und der Nut auftreten könnte, kann dadurch verringert und bestenfalls vermieden werden. Gleiches gilt für das radial innen in der Ringnut angeordnete innere Ende des Dichtelements, wenn der Blechstreifen sich am Wellenbund vorgespannt abstützt und dabei das innere Ende des Dichtelements
10 an eine Seitenwand der Ringnut dicht und flächig anpresst.

Es ist auch denkbar, dass am Blechstreifen ein weiteres Bauteil aus einer nicht Formgedächtnislegierung angebracht ist, um einen verbesserten Formschluss zur Sicherung des Dichtele-
15 ments zu erreichen.

Die Erfindung wird anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert, wobei identische Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Aus der
20 Erläuterung ergeben sich weitere Vorteile und Merkmale.

FIG 1, 2 zeigen zwei Anordnungen von Axialsicherungen von Laufschaufeln.

25 FIG 3 - 7 zeigen weitere unterschiedliche Konstruktionen der Befestigung des aus dem Stand der Technik bekannten Dichtelements mit einem erfindungsgemäßen Blechstreifen aus einer Formgedächtnislegierung in rein schematischer Darstellung.

30

Bezug nehmend auf die Beschreibung der FIG 1 und FIG 2 im Stand der Technik kann der dort dargestellte Blechstreifen 30 erfindungsgemäß aus einer Formgedächtnislegierung sein. Die in FIG 1 und FIG 2 dargestellte Geometrie des Blechstreifens
35 30 stellt die erste Geometrie dar. Zum Einbau des Blechstreifens 30 ist dieser vorab in die zweite Geometrie zu verformen, so dass das Dichtelement 16 in eine Ringnut 20 eingesetzt werden kann. Nach der Montage des Dichtelements 16 kann

sich dann der Blechstreifen 30 durch eine Wärmebehandlung in die Funktionsgeometrie zurückverformen und den Formschluss zwischen sich und den Plattformen 28 (FIG 1) oder der Rotor-scheibe 19 (FIG 2) herstellen. Sofern die Funktionsgeometrie der ersten Geometrie entspricht, sitzt der Blechstreifen 30 und somit das Dichtelement 16 ungespannt oder mit Spiel am Rotor 23.

Besonders bevorzugt ist dagegen diejenige Ausgestaltung des erfindungsgemäß ausgebildeten Blechstreifens 30, welche eine Funktionsgeometrie aufweist, die sich zumindest geringfügig von der ersten Geometrie unterscheidet, um so eine Vorspannung zwischen Laufschaufel 14 resp. Wellenbund 21 einerseits und Dichtelement 16 andererseits zu erzeugen. Eine Vorspannung wird erreicht, wenn die erste Geometrie des Blechstreifens 30 so gewählt ist, dass diese trotz der Wärmebehandlung aufgrund einer mechanischen Blockade durch andere Maschinenbauteile nicht erreicht werden kann. In diesem Fall verbleibt nach erfolgter Wärmebehandlung der Blechstreifen 30 in der Funktionsgeometrie und liegt dabei vorgespannt an dem blockierenden Maschinenbauteil an. Das blockierende Maschinenbauteil kann von der Nut 24, der Ringnut 20, der Plattform 28 der Laufschaufel 14 oder auch vom Wellenbund 21 gebildet werden. Sofern die Funktionsgeometrie so gewählt wird, dass sich eine senkrecht zur Zeichnungsebene gerichtete Vorspannung ergibt, kann das Dichtelement 16 radial außen an die Seitenwand der in der Unterseite 26 der Plattform 28 angeordneten Nut 24 und/oder radial innen an eine Seitenwand der Ringnut 20 flächig dichtend angepresst werden, wodurch eine Leckage von vom Dichtelement geführter Kühlluft reduziert und ggf. sogar vermieden werden kann.

Anstelle der in FIG 1 und FIG 2 dargestellten Ausgestaltungen kann die Erfindung auch alternativen Ausgestaltungen erfindungsgemäß angewendet werden. Hierzu sind in den Figuren 3 bis 7 unterschiedliche Ausgestaltungen mit unterschiedlichen Blechstreifen 30 gezeigt. Allen darin gezeigten Blechstreifen 30 ist gemein, dass sie in geeigneter Weise an einem Dicht-

element 16 befestigt sind. Jede der Figur 3 - 7 enthält drei Teildarstellungen, welche entweder den Suffix a, b oder c haben. Die Teildarstellungen gemäß Suffix a zeigen den erfindungsgemäßen Blechstreifen 30 in seiner Ursprungsgeometrie, d.h. ersten Geometrie, wobei der Blechstreifen 30 mit geeigneten, aber nicht weiter dargestellten Mitteln an dem Dichtelement 16 befestigt ist. Die Blechstreifen 30 werden durch eine pseudoplastische Verformung in die zweite Geometrie überführt. Die Teildarstellungen gemäß Suffix b zeigen den jeweiligen Blechstreifen 30 die zweite Geometrie aufweisend in der Einbau- bzw. Montagesituation. In den Teildarstellungen gemäß Suffix c sind jeweils die Blechstreifen 30 in ihrer Funktionsgeometrie gezeigt, welche Sie nach einmaliger erfolgter Erwärmung erreichen und welche sie dann dauerhaft mit hoher Festigkeit beibehalten. In den Teildarstellungen gemäß Suffix b und c ist jeweils zusätzlich auch Verschlusselement 40 gezeigt, mit welchem der Blechstreifen 30 in Formschluss gebracht werden kann. Hierzu ist der Blechstreifen 30 lediglich der Wärmebehandlung zu unterziehen, so dass dieser versucht, aus der zweiten Geometrie in die erste Geometrie zu gelangen. Das Verschlusselement 40 kann beliebig ausgestaltet sein und stellt in den Figuren 3 - 7 stellvertretend entweder die am Wellenbund 21 angeordnete Tasche oder die zwischen den Plattformen 26 benachbarter Laufschaufeln 14 angeordnete, spitz zulaufende Ausnehmung in abstrakter Weise dar.

Bezüglich der Figuren 3a, 3b, 3c weist der erfindungsgemäße, aus einer Formgedächtnislegierung bestehende, zur Sicherungen des Dichtelements 16 gegen eine Verschiebung in Umfangsrichtung daran befestigte Blechstreifen 30 eine im Querschnitt L-förmige, erste Geometrie auf. Somit umfasst der Blechstreifen zwei Schenkel 62, 64. Einer der beiden Schenkel des Blechstreifens, beispielsweise der Schenkel 62, wird mit geeigneten Mitteln an dem Dichtelement 16 befestigt. Beispielsweise kann der Schenkel 62 des Blechstreifens 30 mit dem Dichtelement 16 verlötet sein. Der andere Schenkel 64 dient dann zur formschlüssigen Befestigung des Dichtelements 16 bzw. des

Blechstreifens 30 in einer Aussparung 38. Die Aussparung 38 kann auch alternativ, wie in FIG 1 gezeigt, spitz zulaufend zwischen den Plattformen 28 zweier unmittelbar benachbarten Laufschaufeln 14 angeordnet sein. Oder die Aussparung 38 kann
5 dabei von zwei an der Rotorscheibe 19 angeordneten Zähnen 68 gebildet sein (FIG 2).

Eine zu FIG 3 alternative Ausgestaltung des Blechstreifens 30 zeigt FIG 4. Anstelle eines zweiten Schenkels 64 umfasst der
10 Blechstreifen 30 in der ersten Geometrie gemäß FIG 4a, 4c ein wulstartiges Ende 65, welches durch eine pseudoplastische Verformung in eine zweite Geometrie überführt werden kann. In der zweiten Geometrie gemäß FIG 4b ist das Ende 65 plattenförmig ausgebildet, was die Montage des Dichtelements in der
15 Anordnung ermöglicht.

Den Ausgestaltungen gemäß FIG 3 und FIG 4 ist gemein, dass die Funktionsgeometrie und die zweite Geometrie übereinstimmen und demnach das Dichtelement 16 mit Spiel in der Aussparung 38 befestigt sein kann.
20

FIG 5 und FIG 6 zeigen Ausgestaltungen eines Verschlusselements 40 und eines Blechstreifens 30, bei dem die Geometrie des Verschlusselements 40 und die erste Geometrie des Blechstreifens so gewählt sind, dass eine Vorspannkraft von Blechstreifen 30 auf das Verschlusselement 40 einwirken kann. Mittels der Vorspannkraft wird eine spielfreie Befestigung von Blechstreifen 30 resp. Dichtelement 16 an dem Verschlusselement 40 erzielt. Im dies zu erreichen, unterscheidet sich die
25 Funktionsgeometrie von der ersten Geometrie. Das Erreichen der ersten Geometrie des aus der Formgedächtnislegierung bestehenden Blechstreifens 30 während erfolgreicher Wärmebehandlung wird aufgrund der gewählten Form des Verschlusselements 40 verhindert, indem die vollständige Zurückverformung des
30 Blechstreifens 30 zumindest in geringem Maße durch das Verschlusselement 40 blockiert wird. Hierdurch kann eine spielfreie und vorgespannte Befestigung von Dichtelement 16 und Verschlusselement 40 erreicht werden. Folglich unterscheidet

sich die Ausgestaltung gemäß FIG 5 von FIG 3 lediglich in Form und Kontur des Verschlusselements.

FIG 7 zeigt eine weiterentwickelte Konstruktion gemäß FIG 3.

5 An dem „beweglichen“ zweiten Schenkel 64 ist ein weiteres Element 60 aus einer nicht Formgedächtnislegierung befestigt. Das Element 60 kann dabei zapfenförmig ausgebildet sein. Nach erfolgter Wärmebehandlung befindet sich das Element 60 in einer Ausnehmung 70, wodurch der Blechstreifen 30 resp. das
10 Dichtelement 16 formschlüssig gegen eine Bewegung gegenüber dem Verschlusselement 40 verriegelt wird.

Allen Ausführungsbeispielen ist gemein, dass durch die Verwendung einer Formgedächtnislegierung als Material des Blech-
15 streifens eine besonders zuverlässige Montage des Dichtelements erreicht werden kann, ohne dass es aufgrund von manuellen Biegeprozessen zu ungewollten Beschädigungen des Dichtelements kommen kann. Außerdem kann durch geschickt aufeinander abgestimmte Bauteile eine vorgespannte Befestigung des
20 Dichtelements am Rotor erzielt werden, was eine Leckage von Kühlluft durch den ansonsten vorhandenen spielbehafteten Sitz des Dichtelements in der Nut verringert.

Insgesamt wird mit der Erfindung eine Anordnung zur Axial-
25 sicherung von Laufschaufeln eines Rotors einer Gasturbine angegeben, welches ein an der stirnseitigen Fläche des Rotors angeordnetes Dichtelement umfasst, welches mittels eines aus einer Formgedächtnislegierung bestehenden Blechstreifens besonders zuverlässig befestigt werden kann.

30

Patentansprüche

1. Anordnung (10) zur Axialsicherung von Laufschaufeln (14)
5 in einem Rotor (23),
mit einem Wellenbund (21), an dessen Außenumfang (52) in
Axialrichtung des Rotors (23) verlaufende Laufschaufelhal-
tenuten (12) vorgesehen sind, in denen jeweils Laufschau-
feln (14) mit zur Laufschaufelhaltenut (12) korrespondie-
10 renden Schaufelfüßen (54) angeordnet sind,
mit einem an einer stirnseitigen Seitenfläche (56) des Wel-
lenbundes (21) im Bereich der Laufschaufelhaltenuten (12)
angeordnete, radial nach außen offene umlaufende Nut (20)
vorgesehen ist,
15 wobei zur Axialsicherung der Laufschaufeln (14) jeweils in
der umlaufenden Nut (20) blechförmige Dichtelemente (16)
sitzen, die in Umfangsrichtung einen stirnseitigen Dicht-
ring bilden,
wobei zur Sicherung der Dichtelemente (16) gegen eine Ver-
20 schiebung in Umfangsrichtung mindestens eines der Dichte-
elemente (16) einen an diesem befestigten Blechstreifen (30)
mit einem Schenkel (64) umfasst, welcher an den Laufschau-
feln (14) oder am Wellenbund (21) formschlüssig anliegt,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 das Material des Blechstreifens (30) eine Formgedächtnis-
Legierung ist und der Schenkel (64) des Blechstreifens (30)
nach erfolgter thermischer Behandlung spielfrei oder unter
einer Vorspannung am Dichtelement (16) anliegt.
- 30 2. Anordnung (10) nach Anspruch 1,
bei der das Material einen Einweg-Effekt aufweist.
3. Anordnung (10) nach Anspruch 1 oder 2,
bei der der Schenkel (64) des Blechstreifens (30) nach er-
35 folgter thermischer Behandlung unter einer Vorspannung an
den Laufschaufeln (14) oder am Wellenbund (21) anliegt und
dabei das Dichtelement (16) an eine Seitenwand der Nut (24)

resp. Ringnut (20) anpresst.

4. Anordnung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
bei der am Blechstreifen (30) ein weiteres Element aus
5 einer nicht Formgedächtnis-Legierung angebracht ist.

FIG 1

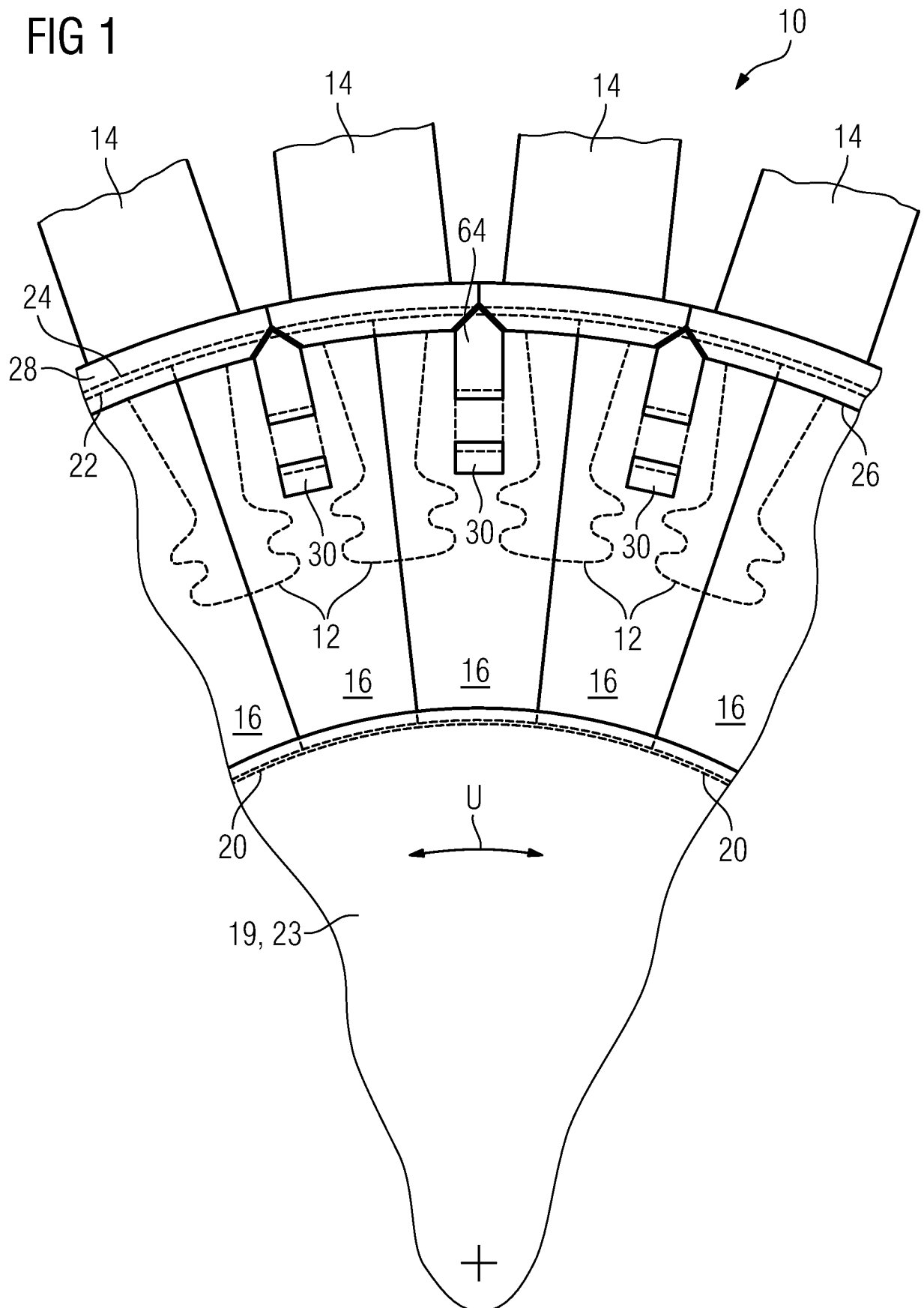


FIG 2

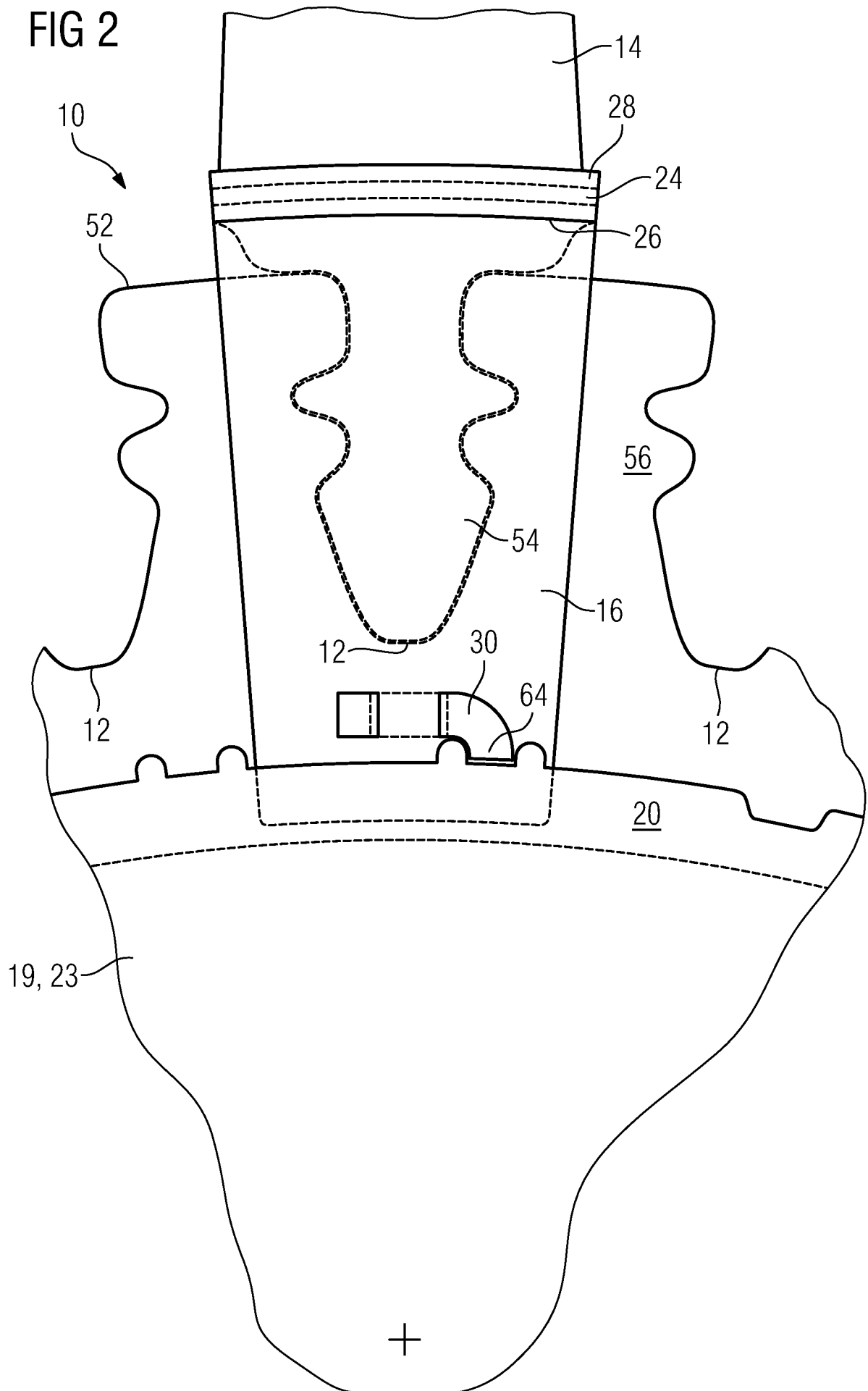


FIG 3

FIG 3A

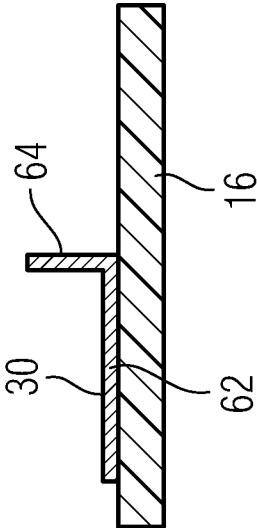


FIG 3B

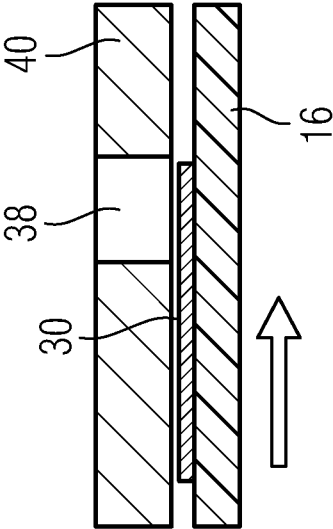


FIG 3C

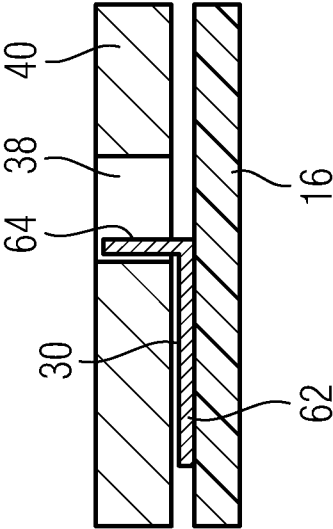


FIG 4

FIG 4A

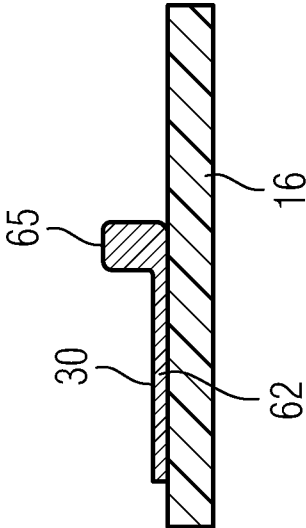


FIG 4B

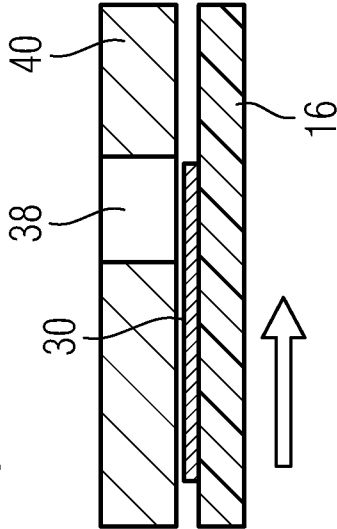


FIG 4C

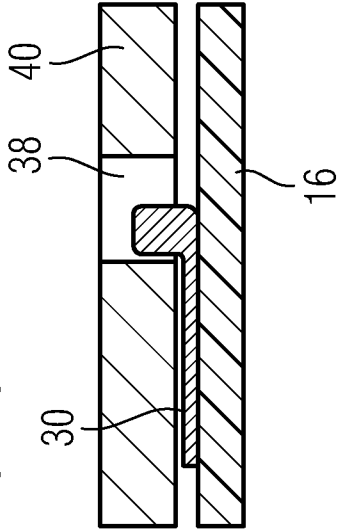


FIG 5

FIG 5A

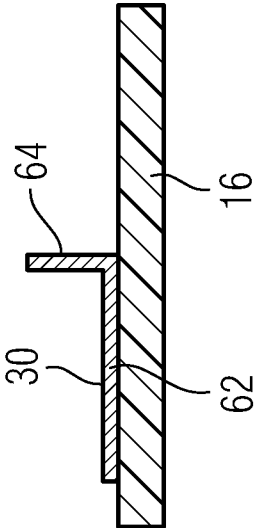


FIG 5B

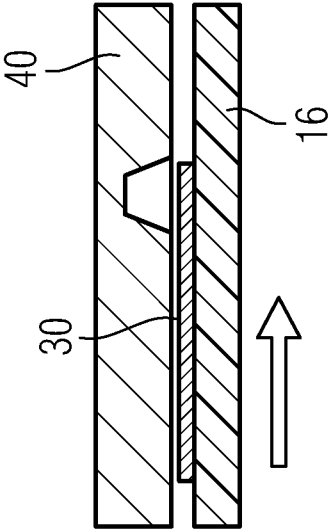


FIG 5C

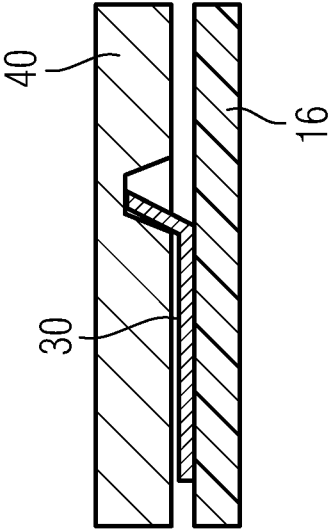


FIG 6

FIG 6A

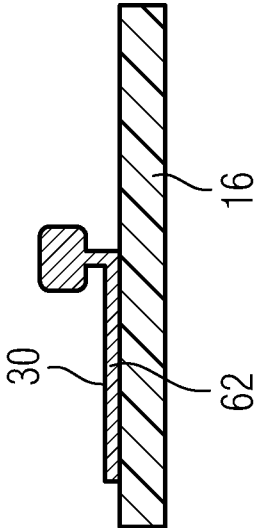


FIG 6B

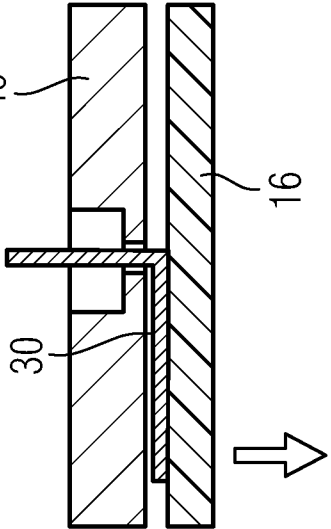


FIG 6C

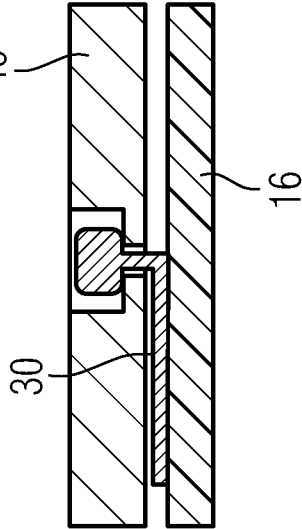


FIG 7

FIG 7A

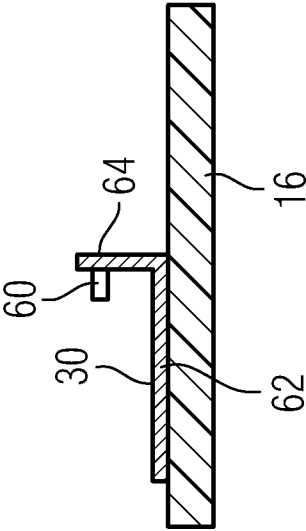


FIG 7B

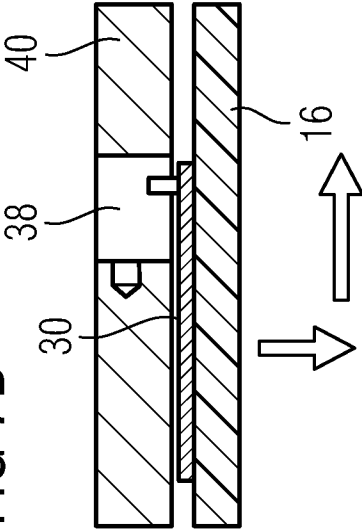
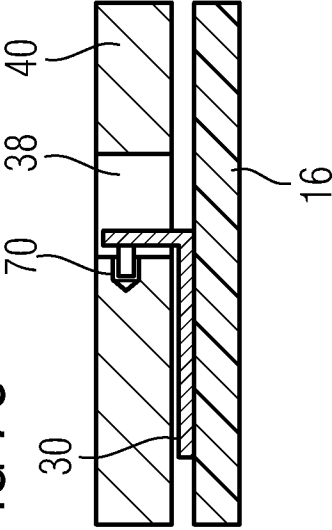


FIG 7C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/050363

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D5/30 F01D25/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2007/028703 A (SIEMENS AG [DE]; BRILLERT DIETER [DE]; HOELL HARALD [DE]; HUELFFENHAUS) 15 March 2007 (2007-03-15) cited in the application the whole document	1,2
Y	FR 2 715 968 A (SNECMA [FR]) 11 August 1995 (1995-08-11) figures 1-4 page 2, lines 12-15 page 4, lines 28-34	1,2
A	DE 10 2004 030965 A1 (FAG KUGELFISCHER AG & CO OHG [DE]) 9 February 2006 (2006-02-09) figures 1-5 paragraphs [0022], [0023]	1,2,4
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 März 2009

Date of mailing of the international search report

11/03/2009

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brouillet, Bernard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/050363

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 258 754 A (MOTOREN TURBINEN UNION [DE]) 9 March 1988 (1988-03-09) column 2, line 53 - column 3, line 7 column 4, lines 9-12 column 5, lines 1-5 column 8, lines 33-54 figure 9	1-3
A	JP 01 069702 A (HITACHI LTD) 15 March 1989 (1989-03-15) abstract figures 1-7	1,4
A	WO 02/066844 A (SIEMENS AG [DE]; ZEININGER HEINZ [DE]; KAUTZ STEFAN [DE]) 29 August 2002 (2002-08-29) figures 1-6 page 3, lines 29,30 page 3, line 34 page 5, lines 1,2 page 7, lines 17-19	1,3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/050363

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007028703	A	15-03-2007	CN 101258305 A EP 1922471 A1	03-09-2008 21-05-2008
FR 2715968	A	11-08-1995	NONE	
DE 102004030965	A1	09-02-2006	NONE	
EP 0258754	A	09-03-1988	DE 3629910 A1 JP 63068701 A US 4859141 A	17-03-1988 28-03-1988 22-08-1989
JP 1069702	A	15-03-1989	NONE	
WO 02066844	A	29-08-2002	DE 10108956 A1	12-09-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/050363

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F01D5/30 F01D25/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2007/028703 A (SIEMENS AG [DE]; BRILLERT DIETER [DE]; HOELL HARALD [DE]; HUELFFENHAUS) 15. März 2007 (2007-03-15) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,2
Y	FR 2 715 968 A (SNECMA [FR]) 11. August 1995 (1995-08-11) Abbildungen 1-4 Seite 2, Zeilen 12-15 Seite 4, Zeilen 28-34	1,2
A	DE 10 2004 030965 A1 (FAG KUGELFISCHER AG & CO OHG [DE]) 9. Februar 2006 (2006-02-09) Abbildungen 1-5 Absätze [0022], [0023]	1,2,4
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. März 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/03/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Brouillet, Bernard

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/050363

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 258 754 A (MOTOREN TURBINEN UNION [DE]) 9. März 1988 (1988-03-09) Spalte 2, Zeile 53 – Spalte 3, Zeile 7 Spalte 4, Zeilen 9-12 Spalte 5, Zeilen 1-5 Spalte 8, Zeilen 33-54 Abbildung 9 -----	1-3
A	JP 01 069702 A (HITACHI LTD) 15. März 1989 (1989-03-15) Zusammenfassung Abbildungen 1-7 -----	1,4
A	WO 02/066844 A (SIEMENS AG [DE]; ZEININGER HEINZ [DE]; KAUTZ STEFAN [DE]) 29. August 2002 (2002-08-29) Abbildungen 1-6 Seite 3, Zeilen 29,30 Seite 3, Zeile 34 Seite 5, Zeilen 1,2 Seite 7, Zeilen 17-19 -----	1,3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/050363

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007028703 A	15-03-2007	CN 101258305 A	03-09-2008
		EP 1922471 A1	21-05-2008
FR 2715968 A	11-08-1995	KEINE	
DE 102004030965 A1	09-02-2006	KEINE	
EP 0258754 A	09-03-1988	DE 3629910 A1	17-03-1988
		JP 63068701 A	28-03-1988
		US 4859141 A	22-08-1989
JP 1069702 A	15-03-1989	KEINE	
WO 02066844 A	29-08-2002	DE 10108956 A1	12-09-2002