

(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. März 2014 (13.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/037521 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F01D 5/06 (2006.01) **F04D 29/054** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/068505
- (22) Internationales Anmeldedatum:
6. September 2013 (06.09.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 215 886.3
7. September 2012 (07.09.2012) DE
- (71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder: **COSTAMAGNA, Karin**; Kappenstr. 76, 45473
Mülheim a.d. Ruhr (DE). **DUNGS, Sascha**; Kleine Stege
24, 46485 Wesel (DE). **HOELL, Harald**; Wolfgrabenstr.
56, 63607 Wächtersbach (DE). **HULL, Henrik**;
Herdegatan 3, S-602 10 Norrköping (SE). **KOLK,**
Karsten; Bülowstr. 48, 45479 Mülheim a.d. Ruhr (DE).
LAUDAGE, Ulf; Lohstraße 49C, 45359 Essen (DE).
NIMPTSCH, Harald; Am Frommen Joseph 62, 45136
Essen (DE). **SCHRÖDER, Peter**; Stolzingweg 33, 45307
Essen (DE). **VEITSMAN, Vyacheslav**; Ebertstr. 24,
45879 Gelsenkirchen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

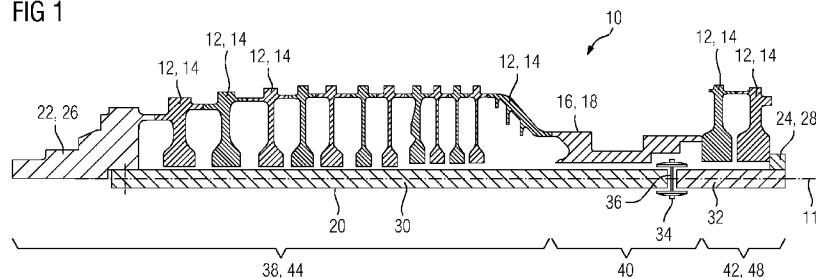
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTOR FOR AN AXIAL FLOW TURBOMACHINE AND DOUBLE NUT FOR CONNECTING TWO TIE-ROD
ELEMENTS

(54) Bezeichnung : ROTOR FÜR EINE AXIAL DURCHSTRÖMBARE TURBOMASCHINE UND DOPPELMUTTER ZUM
VERBINDEN ZWEIER ZUGANKERELEMENTE

FIG 1



(57) Abstract: Rotor for an axial flow turbomachine and double nut for connecting two tie-rod elements. The invention relates to a rotor (10) for an axial flow turbomachine, comprising a number of a plurality of disc-shaped (12) or drum-shaped (16) rotor components and at least one pin-shaped tie-rod (20) extending through the rotor components (14), wherein a counter-bearing (26, 28) is screwed onto each of the projecting ends of said tie-rod for axially bracing the rotor components (14) arranged therebetween. The aim of the invention is to provide a rotor (10) by which shorter service intervals can be achieved. In order to achieve said aim, the tie-rod (20) comprises at least two axially adjacent tie-rod elements (30, 32) which are each connected to one another in a detachable manner by a connecting means (34). Double nut (35) for connecting two tie-rod elements (30, 32).

(57) Zusammenfassung: Rotor für eine axial durchströmbare Turbomaschine und Doppelmutter zum Verbinden zweier Zugankerelemente. Die Erfindung betrifft einen Rotor (10) für eine axial durchströmbare Turbomaschine, umfassend eine Anzahl von mehreren scheibenförmigen (12) oder trommelförmigen (16) Rotorbauteilen und zumindest einen sich durch die Rotorbauteile (14) hindurch erstreckenden stiftförmigen Zuganker (20), an dessen überstehenden Enden jeweils ein Gegenlager (26, 28) zum axialen Verspannen der dazwischen angeordneten Rotorbauteile

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/037521 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(14) aufgeschraubt ist. Um einen Rotor (10) bereitzustellen, mit dem sich kürzere Serviceintervallzeiten erreichen lassen, ist vorgesehen, dass der Zuganker (20) zumindest zwei axial benachbarte Zugankerelemente (30, 32) umfasst, die jeweils über ein Verbindungsmittel (34) lösbar miteinander verbunden sind. Doppelmutter (35) zum Verbinden zweier Zugankerelemente (30, 32).

Beschreibung

Rotor für eine axial durchströmbare Turbomaschine und Doppel-
mutter zum Verbinden zweier Zugankerelemente

5

Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine axial durchström-
bare Turbomaschine, umfassend eine Anzahl von mehreren schei-
benförmigen oder trommelförmigen Rotorbauteilen und zumindest
10 einen sich durch die Rotorbauteile hindurch erstreckenden
Zuganker, an dessen überstehenden Enden jeweils ein Gegen-
lager zum axialen Verspannen der dazwischen angeordneten Ro-
torbauteile aufgeschraubt ist.

15 Derartige Rotoren sind aus dem umfangreichen vorhandenen
Stand der Technik zu stationären Gasturbinen bestens bekannt.
Beispielsweise ist im Buch „Stationäre Gasturbinen“ der Her-
ausgeber Christoph Lechner und Jörg Seume ein eingangs ge-
nannter Rotor auf Seite 629 gezeigt. Der Rotor ist in so ge-
20 nannter Scheibenbauweise ausgeführt, wobei die Rotorscheiben
an ihrem äußeren Umfang Schaufeln, entweder für den Verdich-
ter oder für die Turbineneinheit der Gasturbine, tragen. Zwi-
schen den Verdichterscheiben und Turbinenscheiben ist eine
mittlere Hohlwelle als trommelförmiges Bauteil angeordnet.
25 Durch alle Rotorbauteile durchgestreckt sich ein zentraler Zug-
anker, der mit Hilfe zweier Gegenlager, der vorderen Hohl-
welle und der hinteren Hohlwelle, die zwischen diesen beiden
Hohlwellen angeordneten Rotorbauteile miteinander verspannt.
Dabei wird der Zuganker bis an seine Streckgrenze elastisch
30 gedehnt, wodurch die einzelnen Rotorbauteile miteinander ver-
spannt werden.

Eine ähnliche Konstruktion ist auch mit dezentralen Zugankern
möglich, wobei auf einem gleichen Radius liegend beispiels-
35 weise zwölf Zuganker gleich verteilt angeordnet sind.

Ebenso ist es bekannt, die scheibenförmigen oder auch trom-
melförmigen Rotorbauteile miteinander zu verschweißen. Selbst

Kombinationen der vorgenannten Ausführungen, bei dem beispielsweise der Verdichterrotor verschweißt ist und die Rotorbauteile der Turbineneinheit über eine Verschraubung mit Bolzen am Umfang verspannt sind, sind auch bekannt.

5

Aufgabe der Erfindung ist es, eine dazu alternative Bauform von Rotoren für eine axial durchströmbare Turbomaschine anzugeben. Weitere Aufgabe der Erfindung ist es, die dazu erforderlichen Bauteile bereitzustellen.

10

Die auf den Rotor bezogene Aufgabe wird mit einem Rotor gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die auf die Bauteile gerichtete Aufgabe wird mit einer Doppelmutter gemäß den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

15

Die Erfindung wendet sich von der bisherigen Ausführungsform von Zugankern ab, bei denen diese monolithisch ausgebildet sind. Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass der bzw. die Zuganker in zumindest zwei Zugankerelemente axial geteilt ist bzw. sind, wobei die unmittelbar benachbarten Zugankerelemente jeweils über einem Verbindungsmittel lösbar miteinander verbunden sind.

25

Vorzugsweise umfasst der Rotor entlang seiner Längserstreckung einen ersten Rotorendabschnitt, zumindest einen weiteren Rotorabschnitt und einen zweiten Rotorendabschnitt, wobei das Verbindungsmittel axial gesehen in einem der weiteren Rotorabschnitte angeordnet ist. Besonders bevorzugt ist die Ausgestaltung, bei dem das Verbindungsmittel und eines der Rotorbauteile derart ausgestaltet sind, dass nach dem Lösen des am zweiten Rotorendabschnitts angeordneten Gegenlagers das zum zweiten Rotorendabschnitt benachbarte Verbindungsmittel mit dem am ersten Rotorendabschnitt angeordneten Gegenlager die dazwischen angeordneten Rotorbauteile miteinander verspannt. Besonderer Vorteil dieser Ausgestaltung ist es, das in einem ersten Montageschritt die auf dem ersten Zug-

30

35

ankerelement aufgefädelten Rotorbauteile von einem der beiden Gegenlager und dem Verbindungsmittel bereits verspannt werden können, obwohl der Rotor noch nicht vollends mit Rotorbauteilen bestückt ist. Erst nach dem Befestigen des zweiten oder
5 weiteren Zugankerelements sind die weiteren scheibenförmigen oder trommelförmigen Rotorbauteile auf dieses aufzufädeln, wonach anschließend am Ende des zweiten bzw. weiteren Zugankerelements das zweite Gegenlager aufgeschraubt werden kann, wodurch alle scheibenförmigen oder trommelförmigen Ro-
10 torbauteile des Rotors schlussendlich miteinander verspannt werden können. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die Verspannung, welche von einem der beiden Gegenlager und dem Verbindungselement auf einen Teil der scheibenförmigen oder trommelförmigen Rotorbauteile zwischenzeitlich einwirkt, da-
15 bei wieder gelöst wird. Insofern sind die elastischen Dehnungen der beiden Zugankerelemente derart aufeinander abgestimmt, dass mit dem Verspannen der Rotorbauteile zwischen den beiden Gegenlagern die Erstverspannung von Gegenlager und Verbindungselement zumindest teilweise, vorzugsweise jedoch
20 vollständig gelöst wird. Dies ist insbesondere für Gasturbinenanlagen von Interesse, bei denen anstelle eines geschweißten Verdichterrotors ein modularer Rotor in Scheibenbauweise zum Einsatz gelangen soll, der weiterhin mit dem Turbinenrotor und mit Hilfe von Zugankern ebenso verspannt werden
25 soll. Dies verbessert die Handhabbarkeit des Rotors während Wartungsarbeiten einer betriebsbeanspruchten Gasturbine und verkürzt die Zeitdauer zur Durchführung der Wartungsarbeiten, da nicht der gesamte Rotor entstapelt werden muss, sondern nur der turbinenseitige Rotorabschnitt. Besonders bevorzugt
30 ist das Verbindungsmittel als Schraubenmutter ausgebildet, in welche die einander gegenüberliegende Enden von axial benachbarten Zugankerelementen eingeschraubt sind. Anstelle dessen ist es selbstverständlich auch denkbar, dass das Verbindungselement monolithisch mit einem der Zugankerelemente verbunden
35 ist. Mit anderen Worten: Ein Zugankerelement kann an einem Ende auch ein Innengewinde als Verbindungsmittel zum Anschrauben eines anderen Zugankerelements aufweisen.

Gemäß einer ersten vorteilhaften Weiterbildung weist das Verbindungsmittel mehrere Öffnungen zur Durchleitung eines Fluids von einem der Rotor(end)abschnitte zu einem anderen der Rotor(end)abschnitte auf. Besonders bevorzugt ist die Ausgestaltung, bei der das jeweilige Verbindungsmittel einen am Umfang angeordneten umlaufenden Wellenbund aufweist, indem die Öffnungen als Durchtrittsöffnungen für Kühlfluid angeordnet sind. Bei Verwendung des Rotors in einer Gasturbine ist es dann beispielsweise möglich, im Verdichter abgezapfte Verdichterluft in das Innere des Rotors zu leiten und diese Luft durch das Verbindungsmittel hindurch in einen Turbinenrotor zu führen, wo die Kühlluft zu Kühlzwecken eingesetzt werden kann. Durch die Verwendung eines Wellenbunds am Umfang des Verbindungsmittels ist es möglich, die zur Durchleitung des Fluids benötigten Durchtrittsöffnungen auf einem größeren Radius anzuordnen. Hiermit lassen sich größere Durchströmungsquerschnitte realisieren und damit einhergehend einen größeren Kühlluftmassenstrom druckverlustarm durchleiten.

Weiter bevorzugt kann das Verbindungsmittel auch dazu eingesetzt werden, eine Stützung des Zugankers zur Reduktion von Schwingungen während des Betriebs der Turbomaschine zu realisieren. Dazu ist lediglich eine radiale Abstützung zumindest eines der Rotorbauteile am betreffenden Verbindungsmittel erforderlich.

Besonders bevorzugt ist die Ausgestaltung, bei der der Rotor als ein Gasturbinenrotor ausgebildet ist, der erste Rotorendabschnitt als ein Verdichterrotor, der weitere Rotorabschnitt als ein mittlerer Rotorabschnitt und der zweite Rotorendabschnitt als ein Turbinenrotor. Dabei kann der mittlere Rotorabschnitt allein von einer Hohlwelle oder von mehreren schaufellosen Rotorscheiben gebildet sein und die Rotorendabschnitte von Rotorscheiben. Weiter ist vorgesehen, dass die Doppelmutter zum Verbinden zweier Zugankerelemente mittig zwischen den beiden Einschrauböffnungen einen nach innen gerichteten Kranz oder einen Trennsteg aufweist, welcher ver-

hindert, dass die Zugankerelemente zu tief in die Doppelmut-
ter eingeschraubt werden.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in den
5 Figuren näher erläutert. Dabei sind weitere Merkmale und Vor-
teile in der Figurenbeschreibung angegeben. Es zeigen:

- Figur 1 einen Teillängsschnitt durch einen erfindungs-
 gemäßen Rotor für eine stationäre axial durch-
10 strömte Turbomaschine;
- Figur 2 einen Ausschnitt aus dem Längsschnitt nach Figur
 1 im Bereich zweier miteinander verbundenen Zug-
15 ankerelemente;
- Figur 3 den gleichen Ausschnitt nach Figur 2, gemäß eines
 alternativen Ausführungsbeispiels;
- Figur 4 ein Verbindungselement zum Verbinden zweier Zug-
20 ankerelemente mit einem am Umfang angeordneten
 Wellenbund;
- Figur 5 in perspektivischer Darstellung das Verbindungs-
 element nach Figur 4 und
25
- Figur 6 ein sich am Rotorbauteil radial abstützendes Ver-
 bindungselement im Längsschnitt nach Figur 2.

In allen Figuren sind identische Merkmale mit gleichen Be-
30 zugszeichen versehen.

FIG 1 zeigt einen Längsteilschnitt durch den Rotor 10 einer
axial durchströmbaren Turbomaschine. Im gezeigten Ausfüh-
35 rungsbeispiel ist der Rotor 10 als Gasturbinenrotor ausge-
 staltet, wobei die restlichen Bestandteile der Gasturbine
 hier nicht weiter dargestellt sind. Die Bauweise des Rotors
10 ist grundlegend modular und als Scheibenbauweise zu be-

zeichnen. Mithin umfasst der Rotor 10 eine Anzahl von Rotor-
scheiben 12, die hier auch als scheibenförmige Rotorbauteile
14 bezeichnet sind. Weiter umfasst der Rotor 10 auch ein
trommelförmiges Rotorbauteil 16, welches im Ausführungsbei-
5 spiel als mittlere Hohlwelle 18 bezeichnet ist. Neben der
mittleren Hohlwelle 18 existiert auch eine endseitig auf ei-
nen Zuganker 20 aufgeschraubte vordere Hohlwelle 22 sowie ei-
ne am gegenüberliegenden Ende aufgeschraubte hintere Hohl-
welle 24. Die vordere Hohlwelle 22 ist hier auch als erstes
10 Gegenlager 26 und die hintere Hohlwelle 24 als zweites Gegen-
lager 28 bezeichnet. Die beiden Gegenlager 26, 28 verspannen
mit Hilfe des Zugankers 20 die Rotorbauteile 14, 16 miteinan-
der und pressen diese fest aneinander. Um dies zu erreichen,
ist der gesamte Zuganker 20 von den beiden Gegenlagern 26, 28
15 elastisch gedehnt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Zuganker 20 zwei se-
parat hergestellte Zugankerelemente 30, 32 umfasst. Im ge-
zeigten Ausführungsbeispiel nach FIG 1 umfasst der Zuganker
20 20 zudem ein Verbindungsmittel 34, welches die beiden mono-
lithischen Zugankerelemente 30, 32 lösbar miteinander verbin-
det. Das Verbindungsmittel 34 ist als eine Schraubenmutter
bzw. als Doppelmutter ausgebildet, die mittig zwischen ihren
beiden Einschrauböffnungen 37 (FIG 5) einen nach innen ge-
25 richteten Kranz 36 aufweist.

Der Rotor 10 lässt sich gedanklich axial in einen ersten Ro-
torendabschnitt 38, in einen weiteren Rotorabschnitt 40 und
in einen zweiten Rotorendabschnitt 42 einteilen, wobei das
30 Verbindungsmittel 34 axial gesehen im weiteren Rotorabschnitt
40 angeordnet ist. Bei dem gezeigten Gasturbinenrotor 10 ist
der erste Rotorendabschnitt 38 als Verdichterrotor 44 aus-
gebildet, und der zweite Rotorendabschnitt 42 als Turbinenrotor
48. Im Bereich des weiteren Rotorabschnitts 40 ist radial au-
35 ßerhalb des Rotors 10 eine Brennkammer der Gasturbine ange-
ordnet. Um im Servicefall der Gasturbine ggf. nur die Rotor-
scheiben 12 des Turbinenrotors 48 zu lösen, ohne dass gleich-
zeitig die mittlere Hohlwelle 18 und die im Verdichterrotor

44 angeordneten Rotorscheiben 12 sich lösen, ist vorgesehen, dass nach dem Lösen des am zweiten Rotorendabschnitts 42 angeordneten Gegenlagers 28 das zum zweiten Rotorendabschnitt 42 benachbarte Verbindungsmittel 34 mit dem am ersten Rotorendabschnitt 38 angeordnete Gegenlager 26 die dazwischen angeordneten Rotorbauteile 14, 16 miteinander verspannt. Um dies zu erreichen sind mehrere Ausführungsbeispiele denkbar. Hierzu zeigen die Figuren 2, 3 und 4 unterschiedliche Ausführungsbeispiele. Die Figuren 2 bis 4 zeigen einen Ausschnitt aus dem Übergangsbereich zwischen dem weiteren Rotorabschnitt 40 und dem zweiten Rotorendabschnitt 42 in einem Längsschnitt. Dargestellt sind die beiden Zugankerelemente 30 und 32 sowie eine deren beiden Enden miteinander verbindende Doppelmutter 35 als Verbindungsmittel 34. Radial zur Doppelmutter 35 benachbart ist die mittlere Hohlwelle 18 angeordnet. Die Doppelmutter 35 weist eine konische Fläche 50 auf, deren Steigung mit einer nach innen weisenden Fläche 52 der mittleren Hohlwelle 18 korrespondiert. Zudem ist mittig zwischen den beiden Einschrauböffnungen 37 der Doppelmutter 35 ein kleinerer Wellenbund 54 vorgesehen, dessen Seitenfläche 56 an einer dazu parallelen Seitenfläche 58 der mittleren Hohlwelle 18 anliegt. Beim Zusammensetzen des Rotors 10 wird zuerst das erste Gegenlager 26 auf das Zugankerelement 30 endseitig aufgeschraubt. Anschließend wird diese Baugruppe senkrecht aufgestellt, so dass die einzelnen scheibenförmigen oder trommelförmigen Rotorbauteile 14, 16 von oben auf das erste Gegenlager 26 abgelegt werden können. Anschließend wird die Doppelmutter 35 auf das noch freie Ende des Zugankerelements 30 aufgeschraubt, wobei währenddessen die zwischen der Doppelmutter 35 und dem ersten Gegenlager 26 liegenden Rotorbauteile 14, 16 miteinander verspannt werden. Anschließend wird das zweite Zugankerelement 32 in die Doppelmutter 35 eingeschraubt, wonach die für den Turbinenrotor 48 vorgesehenen Rotorscheiben 12 auf das zweite Zugankerelement 32 von oben aufgefädelt und abgelegt werden können. Schlussendlich wird das zweite Gegenlager 28 auf das noch freie Ende des Zugankerelements 32 aufgeschraubt. Dabei wird der gesamte Zuganker 20 derartig elastisch gedehnt, dass sich die Verspan-

nung von der Doppelmutter 35 bzw. dem Verbindungsmittel 34 und dem ersten Gegenlager 26 wieder löst.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach FIG 2 können sowohl in der
5 mittleren Hohlwelle 18 als auch in der Doppelmutter 35 sich axial erstreckende Bohrungen 60 vorgesehen sein, mit denen ein Kühlmittel von einem Rotor(end)abschnitt zu einem anderen Rotor(end)abschnitt geleitet werden kann.

10 FIG 3 zeigt den gleichen Ausschnitt wie FIG 2, wobei jedoch die Konstruktion zur axialen Verspannung im Bereich der Doppelmutter 35 und der mittleren Hohlwelle 18 verglichen mit der Konstruktion nach FIG 2 geringfügig abgewandelt ist. Die zur Errichtung der axialen Verspannung erforderliche radiale
15 Überlappung von Doppelmutter und mittlerer Hohlwelle 18 erfolgt hier unter Einsatz einer dazwischen angeordneten mit einem Kragen versehene Hülse 62.

FIG 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel zum Verspannen
20 der Rotorbauteile 14, 16 zwischen einem ersten Gegenlager (in FIG 4 nicht dargestellt) und dem Verbindungsmittel 34. Das Verbindungsmittel 34 ist erneut als Doppelmutter 35 mit zwei einander gegenüberliegenden Einschrauböffnungen 37 ausgestaltet. Mittig zwischen den Einschrauböffnungen 37 ist am Außen-
25 umfang ein größerer Wellenbund 54 vorgesehen, in dem über den Umfang gleichmäßig verteilte Öffnungen 64 zur Durchführung eines Kühlfluids vorgesehen sind. Die beiden parallelen Seitenflächen 56 des Wellenbundes 54 gehen über einen Radius in gewölbte abfallende Flanken 57 über, die an den Einschraub-
30 öffnungen 37 enden. Diese Doppelmutter 35 mit der Einschrauböffnung 37 sowie vier gleichmäßig verteilte Durchtrittsöffnungen 64 zeigt FIG 5 in perspektivischer Darstellung.

Um im Betrieb Radialschwingungen des Zugankers 20 zu vermei-
35 den, kann an der mantelseitigen Fläche des Wellenbunds 54 eine umlaufende Nut 66 mit einem darin liegenden Stützdraht 68 vorgesehen sein, mit Hilfe dessen der Zuganker 20 sich radial

an einem der Rotorbauteile, nach FIG 6 an der mittleren Hohlwelle 18, abstützt.

Den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 2 bis 6 ist gemein, dass sie Gasturbinenrotoren 10 zeigen, bei denen das zweite Gegenlager 28 noch nicht auf das zweite Zugankerelement 32 aufgeschraubt ist, so dass nur die in den Figuren 2 bis 6 links von der Doppelmutter 35 dargestellten Rotorbauteile 14, 16 mit dem ersten Gegenlager 26 verspannt sind und die rechts davon gezeigten Rotorbauteile 14, 16 nicht.

Insgesamt betrifft die Erfindung somit einen Rotor 10 für eine axial durchströmbare Turbomaschine, umfassend eine Anzahl von mehreren scheibenförmigen oder trommelförmigen Rotorbauteilen 14, 16 und zumindest einen sich durch die Rotorbauteile 14, 16 hindurch erstreckenden stiftförmigen Zuganker 20, an dessen überstehenden Enden jeweils ein Gegenlager 26, 28 zum axialen Verspannen der dazwischen angeordneten Rotorbauteile 14, 16 aufgeschraubt ist.

20

Um einen Rotor 10 bereitzustellen, mit dem sich kürzere Serviceintervallzeiten erreichen lassen, ist vorgesehen, dass der Zuganker 20 zumindest zwei axial benachbarte Zugankerelemente 30, 32 umfasst, die jeweils über ein Verbindungsmittel 34 lösbar miteinander verbunden sind.

25

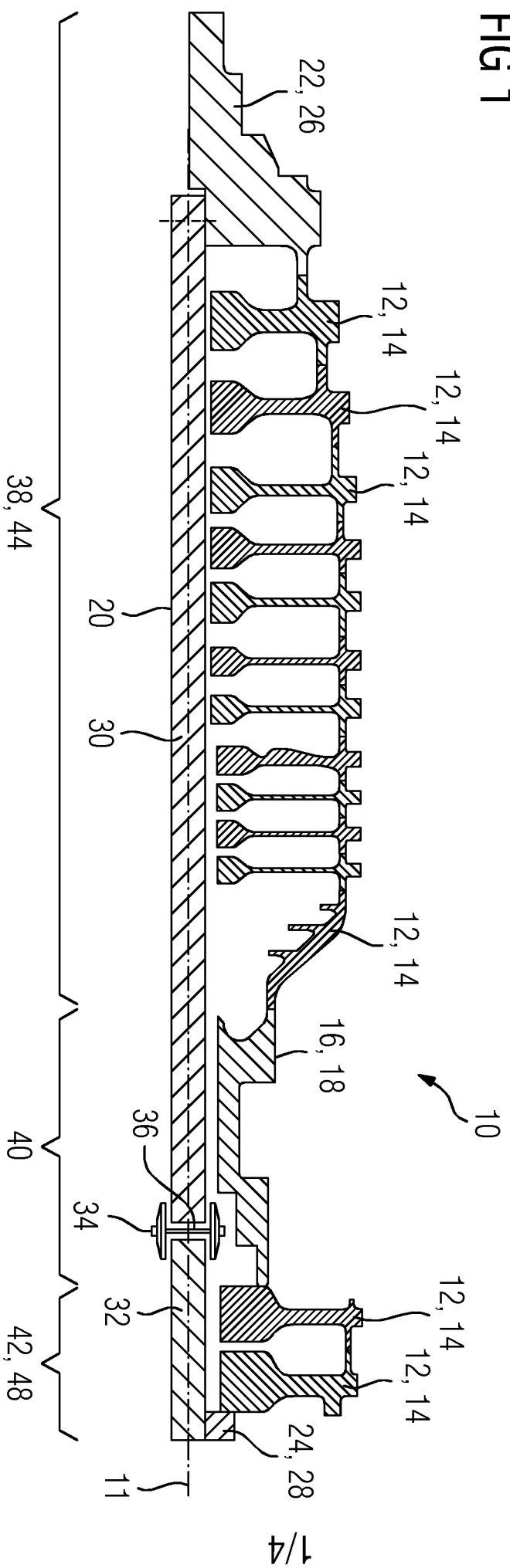
Patentansprüche

1. Rotor (10) für eine axial durchströmbare Turbomaschine,
5 umfassend
- eine Anzahl von mehreren scheibenförmigen (14) oder
trommelförmigen (16) Rotorbauteilen,
- zumindest einen sich durch die Rotorbauteile (14) hin-
durch erstreckenden Zuganker (20), an dessen überstehenden
10 Enden jeweils ein Gegenlager (26, 28) zum axialen Verspan-
nen der dazwischen angeordneten Rotorbauteile (14, 16)
aufgeschraubt ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zuganker (20) zumindest zwei axial benachbarte
15 Zugankerelemente (30, 32) umfasst, die jeweils über ein
Verbindungsmittel (34) lösbar miteinander verbunden sind.
2. Rotor (10) nach Anspruch 1,
bei der der Rotor (10) entlang seiner Längserstreckung ei-
20 nen ersten Rotorendabschnitt (38), zumindest einen wei-
teren Rotorabschnitt (40) und einen zweiten Rotorendab-
schnitt (42) umfasst,
wobei das Verbindungsmittel (34) axial gesehen in einem
der weiteren Rotorabschnitte (40) angeordnet ist.
- 25 3. Rotor (10) nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem die Verbindungsmittel (34) als Schraubenmutter
(35) ausgebildet sind, in welche die einander gegenüber-
liegenden Enden von axial benachbarten Zugankerelementen
30 (30, 32) eingeschraubt sind.
4. Rotor (10) nach Anspruch 3,
bei dem die Schraubenmutter als Doppelmutter (35) ausge-
bildet ist, die mittig zwischen den beiden Einschrauböff-
35 nungen (37) einen nach innen gerichteten Kranz (36) auf-
weist.

5. Rotor (10) nach Anspruch 2 oder 3,
bei dem das Verbindungsmittel (34) und eines der Rotorbauteile (14) derart ausgebildet sind, dass nach dem Lösen
des am zweiten Rotorendabschnitt (42) angeordneten Gegen-
5 lagers (26, 28) das zum zweiten Rotorendabschnitt (42) benachbarte Verbindungsmittel (34) mit dem am ersten Rotor-
endabschnitt (38) angeordneten Gegenlager (26, 28) die dazwischen angeordneten Rotorbauteile (14) miteinander ver-
spannt.
10
6. Rotor (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
bei der das jeweilige Verbindungsmittel (34) mehrere Öff-
nungen (64) zur Durchleitung eines Fluids vom einem der
Rotor(end)abschnitte (38, 40, 42) zu einem anderen der Ro-
15 tor(end)abschnitte (38, 40, 42) aufweisen.
7. Rotor (10) nach Anspruch 6,
bei dem das jeweilige Verbindungsmittel (34) einen am Um-
fang angeordneten, umlaufenden Wellenbund (54) aufweist,
20 in dem die Öffnungen als Durchtrittsöffnungen (64) angeordnet sind.
8. Rotor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
bei dem das jeweilige Verbindungsmittel (34) sich radial
25 an zumindest einem der Rotorbauteile (14) abstützt.
9. Rotor (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
bei der
- der Rotor (10) als ein Gasturbinenrotor,
30 - der erste Rotorendabschnitt (38) als ein Verdichter-
rotor (44),
- der weitere Rotorabschnitt (40) als ein mittlerer Rotorabschnitt und
- der zweite Rotorendabschnitt (42) als ein Turbinenrotor
35 (48)
ausgebildet sind.

10. Rotor (10) nach Anspruch 8,
bei dem der mittlere Rotorabschnitt von einer Hohlwelle
(18) oder mehreren schaufellosen Rotorscheiben (12) und
die Rotorendabschnitte (38, 40, 42) von Rotorscheiben
5 (12) gebildet sind.
11. Doppelmutter (35) zum Verbinden zweier Zugankerelemente
(30, 32),
die mittig zwischen den beiden Einschrauböffnungen (64)
10 einen nach innen gerichteten Kranz (36) oder einen Trenn-
steg aufweist.
12. Doppelmutter (35) nach Anspruch 11,
die mittig zwischen den beiden Einschrauböffnungen (64)
15 an ihrem äußeren Umfang einen umlaufenden Wellenbund (54)
aufweist.
13. Doppelmutter (35) nach Anspruch 12,
bei dem im Wellenbund (54) eine Anzahl von sich axial er-
20 streckenden Durchtrittsöffnungen (64) vorgesehen ist.

FIG 1



1/4

FIG 2

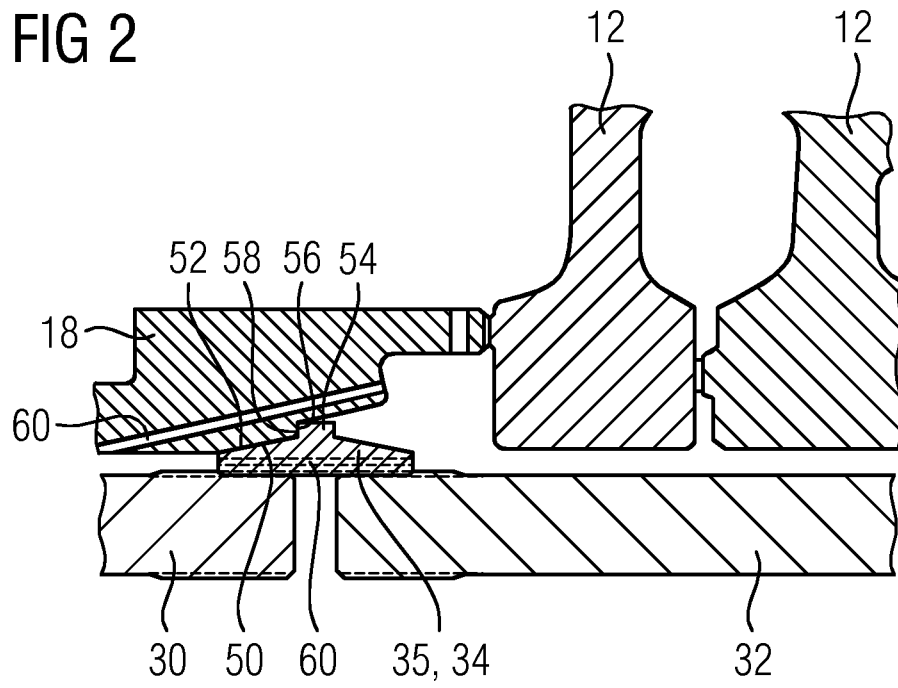


FIG 3

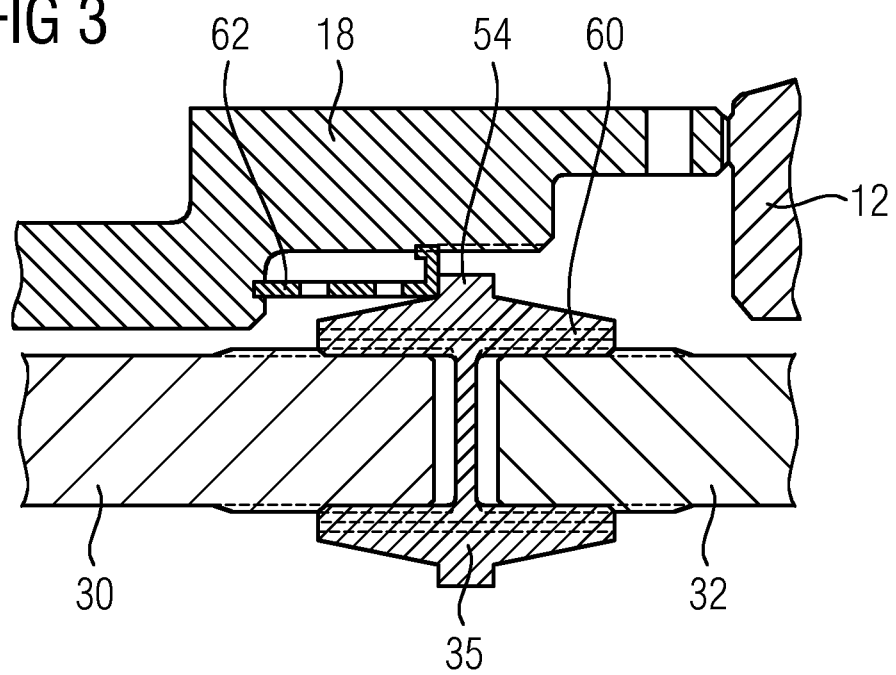


FIG 4

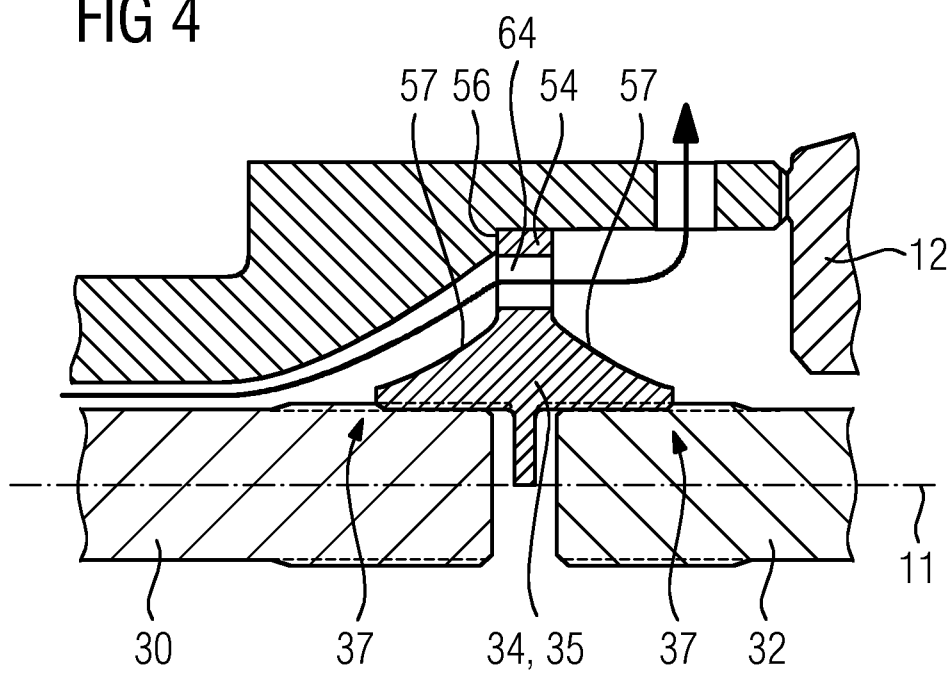


FIG 5

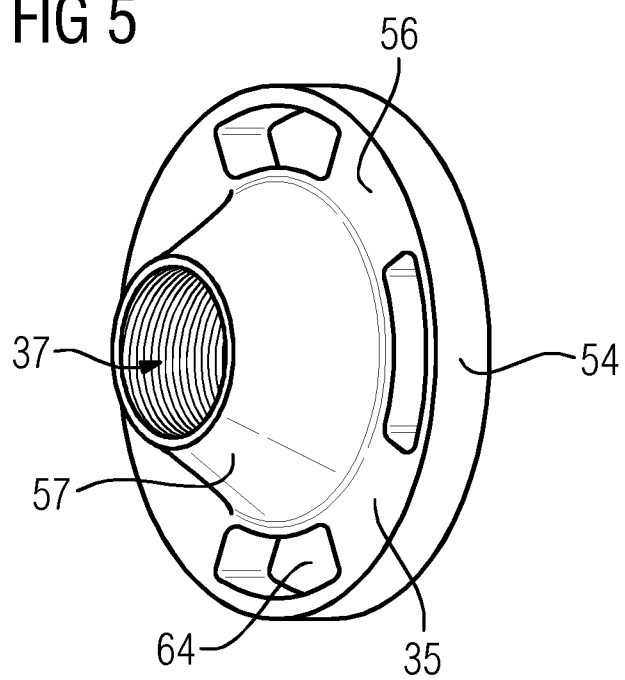
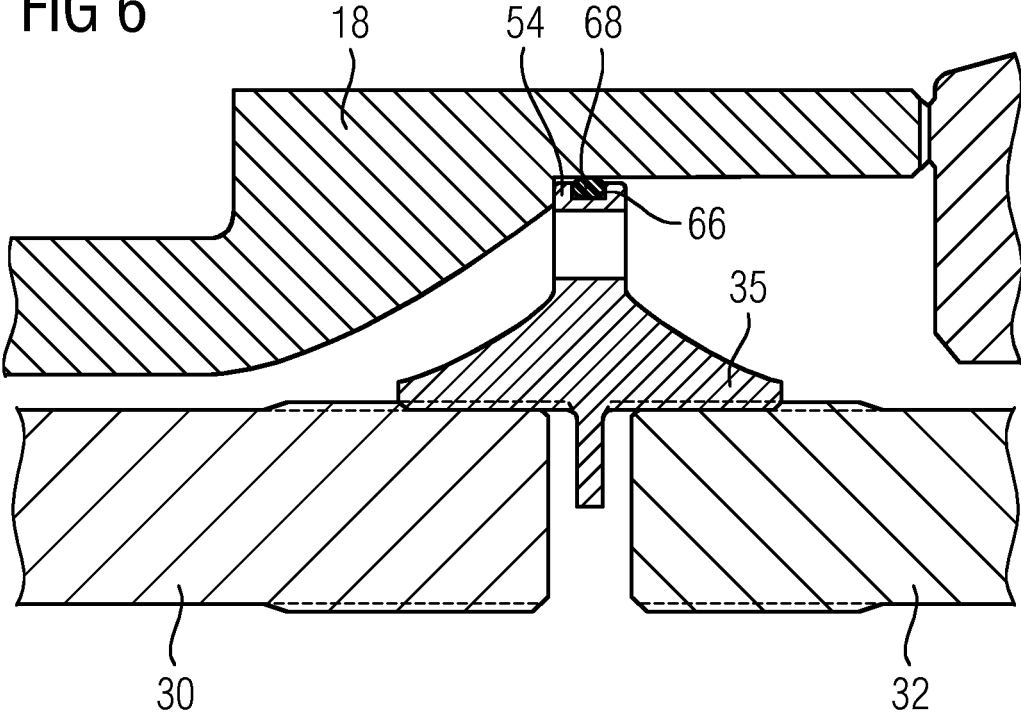


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/068505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D5/06 F04D29/054
ADD.

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 F04D F16B F16G

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 415 967 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8 February 2012 (2012-02-08) page 4, paragraphs 44, 47 page 5, paragraph 60 - paragraph 63; figure 3	1-10
X	----- DE 10 2005 052819 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 10 May 2007 (2007-05-10) page 3, paragraph 22 page 4, paragraphs 28, 30, 33	1-10
X	----- GB 308 260 A (ALBERT PAUL STREIT) 16 June 1930 (1930-06-16) page 1, line 74 - line 77; figures 7, 8 ----- -/-	11-13



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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 February 2014

Date of mailing of the international search report

12/02/2014

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

Delaitre, Maxime

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/068505

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 454 662 A (SKIBITZKE EDWARD P [US] ET AL) 3 October 1995 (1995-10-03) page 1, column 2, line 63 - page 2, column 3, line 2; figure 1 -----	11-13
X	FR 2 640 014 A1 (LINZ EMILE [FR]) 8 June 1990 (1990-06-08) page 1, line 1 - line 6; figure 3 -----	11-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/068505

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2415967	A1	08-02-2012	EP 2415967 A1 08-02-2012
			EP 2601384 A1 12-06-2013
			US 2013125559 A1 23-05-2013
			WO 2012016981 A1 09-02-2012
DE 102005052819	A1	10-05-2007	DE 102005052819 A1 10-05-2007
			WO 2007051443 A1 10-05-2007
GB 308260	A	16-06-1930	NONE
US 5454662	A	03-10-1995	NONE
FR 2640014	A1	08-06-1990	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F01D5/06 F04D29/054
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F01D F04D F16B F16G

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 415 967 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8. Februar 2012 (2012-02-08) Seite 4, Absätze 44, 47 Seite 5, Absatz 60 - Absatz 63; Abbildung 3	1-10
X	----- DE 10 2005 052819 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 10. Mai 2007 (2007-05-10) Seite 3, Absatz 22 Seite 4, Absätze 28, 30, 33	1-10
X	----- GB 308 260 A (ALBERT PAUL STREIT) 16. Juni 1930 (1930-06-16) Seite 1, Zeile 74 - Zeile 77; Abbildungen 7, 8	11-13
	----- -/-	



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/02/2014

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

Delaitre, Maxime

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 454 662 A (SKIBITZKE EDWARD P [US] ET AL) 3. Oktober 1995 (1995-10-03) Seite 1, Spalte 2, Zeile 63 - Seite 2, Spalte 3, Zeile 2; Abbildung 1 -----	11-13
X	FR 2 640 014 A1 (LINZ EMILE [FR]) 8. Juni 1990 (1990-06-08) Seite 1, Zeile 1 - Zeile 6; Abbildung 3 -----	11-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/068505

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2415967 A1	08-02-2012	EP 2415967 A1	08-02-2012
		EP 2601384 A1	12-06-2013
		US 2013125559 A1	23-05-2013
		WO 2012016981 A1	09-02-2012

DE 102005052819 A1	10-05-2007	DE 102005052819 A1	10-05-2007
		WO 2007051443 A1	10-05-2007

GB 308260 A	16-06-1930	KEINE	

US 5454662 A	03-10-1995	KEINE	

FR 2640014 A1	08-06-1990	KEINE	
