

(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
24. November 2016 (24.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/184685 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 3/105 (2006.01) *C22C 1/04* (2006.01)
F01D 5/34 (2006.01) *F04D 29/22* (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/059982

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Mai 2016 (04.05.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 006 463.0 20. Mai 2015 (20.05.2015) DE

(71) Anmelder: MAN DIESEL & TURBO SE [DE/DE];
Stadtachstr. 1, 86153 Augsburg (DE).

(72) Erfinder: THON, Ralf; Schubertweg 10, 16727 Velten
(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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST,
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)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A ROTOR OF A FLOW ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES ROTORS EINER STRÖMUNGSMASCHINE

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a rotor of a flow engine, namely an integrally bladed rotor with an integral outer shroud, comprising at least the following steps: a rotor blank comprising the integral rotor blades and the integral outer shroud is first produced by means of a generative production method; the rotor blank is then subjected to a separating surface treatment at flow-guiding sections and is subjected, separately therefrom, to a machining surface treatment at non-flow-guiding sections.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine, nämlich eines integral beschauften Rotors mit integralem Außendeckband, mit zumindest folgenden Schritten: zunächst wird ein die integralen Laufschaufeln und ein das integrale Außendeckband aufweisender Rotorrohling über ein generatives Herstellverfahren hergestellt; anschließend wird der Rotorrohling an strömungsführenden Abschnitten einer trennenden Oberflächenbehandlung und getrennt hiervon an nicht strömungsführenden Abschnitten einer spanenden Oberflächenbehandlung unterzogen.



WO 2016/184685 A1

Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine.

Eine Strömungsmaschine, die als Verdichter oder auch als Turbine ausgebildet sein kann, verfügt einerseits über statorseitige Baugruppen und andererseits über
10 rotorseitige Baugruppen. Zu den rotorseitigen Baugruppen gehört ein Rotor, der sogenannte Laufschaufeln trägt. Besonders bevorzugt kommen in Strömungsmaschinen integral beschaufelte Rotoren zum Einsatz, bei welchen die Laufschaufeln integraler Bestandteil eines Rotorgrundkörpers sind. Ferner sind aus dem Stand der Technik Rotoren bekannt, die radial außen über ein Außendeckband verfügen.

15

Aus der DE 102 61 262 A1 ist ein integral beschaufelter Rotor mit Außendeckband bekannt, bei welchem die Laufräder mit einem Rotorgrundkörper durch Verschweißen fest verbunden sind. Dabei kommt als Schweißen entweder Laserstrahlschweißen oder Elektronenstrahlschweißen zum Einsatz. Das Außendeckband kann radial außen mit den Laufschaufeln ebenfalls durch Verschweißen fest
20 verbunden sein.

Das Herstellen eines integral beschaufelten Rotors mit Außendeckband durch Verschweißen ist aufwendig und fehleranfällig. So müssen zunächst der Rotorgrundkörper, die Laufschaufeln und das Außendeckband als separate Baugruppen hergestellt und anschließend durch Verschweißen miteinander verbunden werden. Beim Verschweißen besteht die Gefahr, dass die miteinander zu verschweißenden Baugruppen beschädigt werden. Hierdurch kann es zum Beispiel erforderlich werden, beschädigte Baugruppen auszutauschen.

30

Es besteht daher Bedarf an einem neuartigen Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine, bei welchem auf Schweißverfahren verzichtet werden kann.

5 Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine zu schaffen. Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird zunächst ein die integralen Laufschaufeln und ein ein integrales Außendeckband aufweisender Rotorrohling über ein generatives Herstellverfahren
10 hergestellt. Anschließend wird der Rotorrohling an strömungsführenden Abschnitten einer trennenden Oberflächenbehandlung und getrennt hiervon an nicht strömungsführenden Abschnitten einer spanenden Oberflächenbehandlung unterzogen.

15 Die hier vorliegende Erfindung stellt eine völlig neuartige Prozesskette zum Herstellen eines integral beschauelten Rotors mit Außendeckband bereit. So wird ein Rotorrohling, der die Laufschaufeln und das Außendeckband umfasst, über ein generatives Herstellverfahren hergestellt. Es ist keine Schweißverbindung zwischen dem Rotorgrundkörper, den Laufschaufeln und dem Außendeckband erforderlich. Nachfolgend erfolgt eine Oberflächenbehandlung des durch das generative Herstellverfahren hergestellten Rotorrohlings, nämlich getrennt im Bereich von
20 strömungsführenden Abschnitten des Rotorrohlings sowie im Bereich von nicht-strömungsführenden Abschnitten des Rotorrohlings durch entsprechend angepasste Methoden der Oberflächenbehandlung.

25

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung wird der die integralen Laufschaufeln und das integrale Außendeckband aufweisende Rotorrohling über selektives Laserschmelzen hergestellt, wobei der Rotorrohling an strömungsführenden Abschnitten einem Strömungsschleifen und an nicht-strömungsführenden Abschnitten einem Drehen unterzogen wird. Dies erlaubt eine besonders vorteilhafte Herstellung
30 eines integral beschauelten Rotors mit integralem Außendeckband.

Vorzugsweise wird als Metallpulver zum selektiven Laserschmelzen ein Metallpulver verwendet, welches in Gewichtsprozent folgende Zusammensetzung aufweist: 5,50-6,75 Al, 3,50-4,50 V, $\leq 0,30$ Fe, $\leq 0,08$ C, $\leq 0,05$ N, $\leq 0,20$ O, $\leq 0,015$ H, und Ti im Rest. Ein derartiges Metallpulver eignet sich besonders vorteilhaft zum generativerativen Herstellen des Rotors über selektives Laserschmelzen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird der Rotorrohling vor der trennenden Oberflächenbehandlung an strömungsführenden Abschnitten und vor der spanenden Oberflächenbehandlung an den nicht strömungsführenden Abschnitten einer Wärmebehandlung und/oder einem heißisostatischen Pressen unterzogen. Hiermit kann das Verfahren zum Herstellen eines Rotors weiter verbessert werden. Durch die Wärmebehandlung und/oder das heißisostatische Pressen kann der durch das generative Herstellverfahren hergestellte Rotorrohling vor der Oberflächenbehandlung hinsichtlich seiner Eigenschaften gezielt beeinflusst werden.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1: ein Blockschaltbild zur Verdeutlichung von Verfahrensschritten des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine.

25

Die hier vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine, insbesondere eines Verdichters oder alternativ einer Turbine.

Das Verfahren dient dabei der Fertigung eines integral beschaukelten Rotors mit integrelem Außendeckband, bei welchem also Laufschaufeln des Rotors integraler Bestandteil eines radial inneren Rotorgrundkörpers sind, und wobei der Rotor weiterhin radial außen ein Außendeckband aufweist, welches radial außen mit den

5 Laufschaufeln fest verbunden ist.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird zunächst ein Rotorrohling über ein generatives Herstellverfahren hergestellt, der integrale Laufschaufeln und das integrale Außendeckband aufweist. Die Laufschaufeln sind demnach integraler Bestandteil eines Rotorgrundkörpers, ebenso ist das Außendeckband integraler Bestandteil des Rotorrohlings. Anschließend wird der Rotorrohling an strömungsführenden Abschnitten einer trennenden Oberflächenbehandlung und getrennt hiervon an nicht strömungsführenden Abschnitten einer spanenden Oberflächenbehandlung unterzogen.

10

15

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Fertigung eines integral beschaukelten Rotors mit integrelem Außendeckband kommt ohne Schweißverbindungen aus.

Weitere Details des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nachfolgend unter Bezugnahme auf das Blockschaltbild der Fig. 1 beschrieben, wobei in Fig. 1 in durchgezogener Linienführung gezeigte Blöcke obligatorische Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens sind, wohingegen in gestrichelten Linienführungen gezeigte Blöcke nicht zwingende Bestandteil des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Fertigung eines integral beschaukelten Rotors mit integrelem Außendeckband sind.

20

25

In Schritt 10 der Fig. 1 werden Geometriedaten des herzustellenden Rotors bereitgestellt, wobei die Geometriedaten des Schritts 10 konstruktive Daten sind, die auf Grundlage von Prozessbedingungen sowie auf Grundlage einer Werkstoffauswahl für den zu fertigenden Rotor beruhen.

30

Auf Basis der in Schritt 10 bereitgestellten Geometriedaten erfolgt in einem Schritt 11 die Fertigung des Rotorrohlings über ein generatives Herstellverfahren, wobei der Rotorrohling einen Rotorgrundkörper, integrale Laufschaufeln und ein integra-

5 les Außendeckband aufweist.

Als generatives Herstellverfahren in Schritt 11 kommt vorzugsweise selektives Laserschmelzen zum Einsatz, wobei verfahrenstechnische Details des selektiven Laserschmelzens dem hier angesprochenen Fachmann grundsätzlich bekannt

10 sind.

Vorzugsweise wird zum selektiven Laserschmelzen in Schritt 11 als Metallpulver ein Pulver genutzt, welches in Gewichtsprozent folgende Zusammensetzung aufweist:

15

5,50-6,75 Al (Aluminium)

3,50-4,50 V (Vanadium)

$\leq 0,30$ Fe (Eisen)

$\leq 0,08$ C (Kohlenstoff)

20

$\leq 0,05$ N (Stickstoff)

$\leq 0,20$ O (Sauerstoff)

$\leq 0,015$ H (Wasserstoff)

Ti (Titan) im Rest.

25 Aus einem solchen Metallpulver lässt sich ein Rotor für eine Strömungsmaschine mit integralen Laufschaufeln und integralem Außendeckband besonders vorteilhaft durch selektives Laserschmelzen herstellen.

Der in Schritt 11 durch selektives Laserschmelzen hergestellte Rotorrohling kann in dem optionalen Verfahrensschritt 12 einer Wärmebehandlung und/oder einem heißisostatischen Pressen unterzogen werden. Hiermit können Bauteileigenschaften des Rotorrohlings vor den nachfolgenden Verfahrensschritten 13 und 14 ein-
5 gestellt bzw. beeinflusst werden.

In den obligatorischen Verfahrensschritten 13 und 14 erfolgt eine Oberflächenbehandlung des Rotorrohlings an strömungsführenden Abschnitten und an nicht strömungsführenden Abschnitten getrennt voneinander durch unterschiedliche
10 Oberflächenbehandlungsverfahren, wobei vorzugsweise zunächst in einem Schritt 13 strömungsführende Abschnitte und anschließend in einem Schritt 14 nicht strömungsführende Abschnitte des Rotorrohlings der Oberflächenbehandlung unterzogen werden.

15 Im Schritt 13, in welchem die strömungsführenden Abschnitte des Rotorrohlings einer Oberflächenbehandlung unterzogen werden, kommt eine trennende Oberflächenbehandlung zum Einsatz, vorzugsweise ein Strömungsschleifen.

Anschließend erfolgt im Verfahrensschritt 14 eine spanende Oberflächenbehandlung des Rotorrohlings an nicht strömungsführenden Abschnitten, vorzugsweise
20 durch Drehen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich einen integral beschauelten Rotor mit integralem Außendeckband ohne Restriktionen hinsichtlich Geometriefreiheit herzustellen. Ein Rotorrohling wird durch ein generatives Fertigungsverfahren, vorzugsweise durch selektives Laserschmelzen, gefertigt, und zwar vorzugsweise aus einem Metallpulver einer Titanlegierung. Der durch selektives Laserschmelzen hergestellte Rotorrohling wird dann einer Oberflächenbehandlung unterzogen, und zwar getrennt voneinander über entsprechend angepasste Oberflächenbehandlungsverfahren an strömungsführenden Abschnitten sowie an nicht strömungsführenden Abschnitten.
25
30

Die erfindungsgemäße Prozesskette erlaubt die Herstellung von aerodynamisch und thermodynamisch optimierten, integral beschaufelten Rotoren mit integralem Außendeckbändern, die ohne Schweißverbindungen auskommen und in Leicht-
5 bauweise realisiert werden können.

Bezugszeichenliste

	10	Schritt
	11	Schritt
5	12	Schritt
	13	Schritt
	14	Schritt

Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Rotors einer Strömungsmaschine, nämlich eines integral beschaufelten Rotors mit integralem Außendeckband, mit zumindest folgenden Schritten:
 - zunächst wird ein die integralen Laufschaufeln und ein das integrale Außendeckband aufweisender Rotorrohling über ein generatives Herstellverfahren hergestellt;
 - anschließend wird der Rotorrohling an strömungsführenden Abschnitten einer trennenden Oberflächenbehandlung und getrennt hiervon an nicht strömungsführenden Abschnitten einer spanenden Oberflächenbehandlung unterzogen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die integralen Laufschaufeln und das integrale Außendeckband aufweisende Rotorrohling über selektives Laserschmelzen hergestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Metallpulver zum selektiven Laserschmelzen ein Metallpulver verwendet wird, welches in Gewichtsprozent folgende Zusammensetzung aufweist:
 - 5,50-6,75 Al
 - 3,50-4,50 V
 - $\leq 0,30$ Fe
 - $\leq 0,08$ C
 - $\leq 0,05$ N
 - $\leq 0,20$ O
 - $\leq 0,015$ H
 - Ti im Rest.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorrohling an strömungsführenden Abschnitten einem Strömungsschleifen unterzogen wird.
- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorrohling an nicht-strömungsführenden Abschnitten einem Drehen unterzogen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
10 Strömungsschleifen vor dem Drehen durchgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorrohling vor der trennenden Oberflächenbehandlung und vor der spanenden Oberflächenbehandlung einer Wärmebehandlung unterzogen wird.
15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotorrohling vor der trennenden Oberflächenbehandlung und vor der spanenden Oberflächenbehandlung einem heißisostatischen Pressen unterzogen wird.

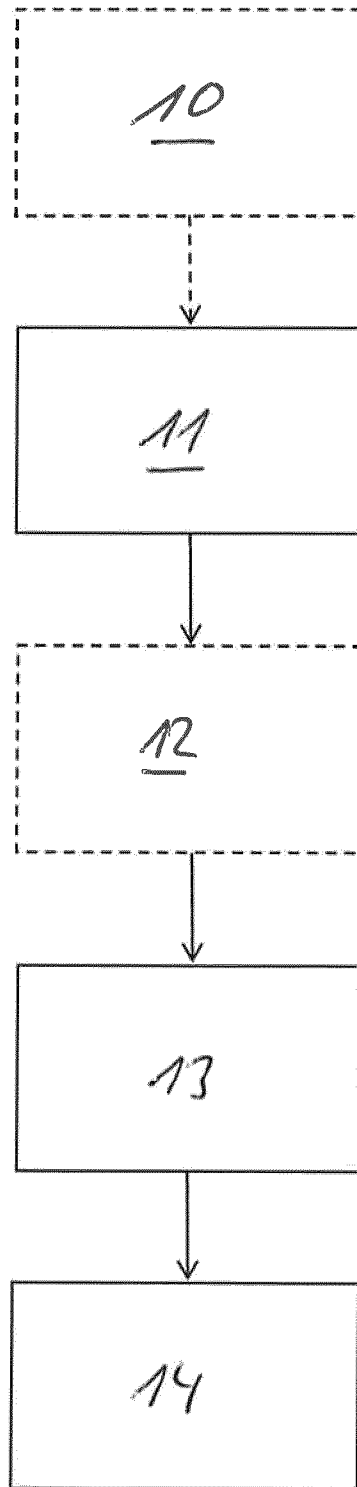


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059982

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B22F3/105 F01D5/34 B22F3/24 C22C1/04 F04D29/22 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) B22F F01D C22C F04D														
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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>DE 10 2006 049216 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24 April 2008 (2008-04-24) paragraph [0001] paragraphs [0006] - [0010] paragraphs [0015] - [0019] paragraphs [0025] - [0030] claims; figures -----</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2013/029584 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; MERKL EDGAR [DE]) 7 March 2013 (2013-03-07) page 2, paragraph 3 - page 3, paragraph 3 page 4, paragraph 6 - page 6, paragraph 1 page 7; figure 1 -----</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2008 291315 A (PANASONIC ELEC WORKS CO LTD) 4 December 2008 (2008-12-04) abstract; figures ----- -/-</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	DE 10 2006 049216 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24 April 2008 (2008-04-24) paragraph [0001] paragraphs [0006] - [0010] paragraphs [0015] - [0019] paragraphs [0025] - [0030] claims; figures -----	1-8	Y	WO 2013/029584 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; MERKL EDGAR [DE]) 7 March 2013 (2013-03-07) page 2, paragraph 3 - page 3, paragraph 3 page 4, paragraph 6 - page 6, paragraph 1 page 7; figure 1 -----	1-8	Y	JP 2008 291315 A (PANASONIC ELEC WORKS CO LTD) 4 December 2008 (2008-12-04) abstract; figures ----- -/-	1-8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	DE 10 2006 049216 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24 April 2008 (2008-04-24) paragraph [0001] paragraphs [0006] - [0010] paragraphs [0015] - [0019] paragraphs [0025] - [0030] claims; figures -----	1-8												
Y	WO 2013/029584 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; MERKL EDGAR [DE]) 7 March 2013 (2013-03-07) page 2, paragraph 3 - page 3, paragraph 3 page 4, paragraph 6 - page 6, paragraph 1 page 7; figure 1 -----	1-8												
Y	JP 2008 291315 A (PANASONIC ELEC WORKS CO LTD) 4 December 2008 (2008-12-04) abstract; figures ----- -/-	1-8												
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.														
* Special categories of cited documents : <table border="0"> <tr> <td> "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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			"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										
"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		Date of mailing of the international search report												
25 August 2016		01/09/2016												
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												
		Ceulemans, Judy												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/059982

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/309230 A1 (LAUWERS OLIVIER [FR] ET AL) 22 December 2011 (2011-12-22) paragraphs [0007] - [0008] paragraphs [0017] - [0025] claims; figures -----	1,2,4
Y	EP 2 620 594 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 31 July 2013 (2013-07-31) claims; figures -----	1-8
A,P	WO 2015/088852 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 18 June 2015 (2015-06-18) the whole document -----	1-8
A	DE 102 61 262 A1 (WINTER LOTHAR [DE]; HANNEMANN ERIK [DE]) 8 July 2004 (2004-07-08) cited in the application the whole document -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/059982

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006049216 A1	24-04-2008	CA 2665069 A1	24-04-2008
		DE 102006049216 A1	24-04-2008
		EP 2089174 A1	19-08-2009
		EP 2218530 A1	18-08-2010
		US 2011052412 A1	03-03-2011
		WO 2008046388 A1	24-04-2008

WO 2013029584 A1	07-03-2013	NONE	

JP 2008291315 A	04-12-2008	JP 4655063 B2	23-03-2011
		JP 2008291315 A	04-12-2008

US 2011309230 A1	22-12-2011	BR PI0923465 A2	12-01-2016
		CN 102264493 A	30-11-2011
		EP 2382065 A2	02-11-2011
		FR 2940166 A1	25-06-2010
		JP 5555714 B2	23-07-2014
		JP 2012513911 A	21-06-2012
		US 2011309230 A1	22-12-2011
		WO 2010072960 A2	01-07-2010

EP 2620594 A1	31-07-2013	EP 2620594 A1	31-07-2013
		US 2013195673 A1	01-08-2013

WO 2015088852 A1	18-06-2015	NONE	

DE 10261262 A1	08-07-2004	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B22F3/105	F01D5/34
ADD.	B22F3/24	C22C1/04
		F04D29/22
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B22F F01D C22C F04D		
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.
Y	DE 10 2006 049216 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24. April 2008 (2008-04-24) Absatz [0001] Absätze [0006] - [0010] Absätze [0015] - [0019] Absätze [0025] - [0030] Ansprüche; Abbildungen -----	1-8
Y	WO 2013/029584 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; MERKL EDGAR [DE]) 7. März 2013 (2013-03-07) Seite 2, Absatz 3 - Seite 3, Absatz 3 Seite 4, Absatz 6 - Seite 6, Absatz 1 Seite 7; Abbildung 1 -----	1-8
Y	JP 2008 291315 A (PANASONIC ELEC WORKS CO LTD) 4. Dezember 2008 (2008-12-04) Zusammenfassung; Abbildungen ----- -/-	1-8
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. August 2016		01/09/2016
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 Ceulemans, Judy

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2011/309230 A1 (LAUWERS OLIVIER [FR] ET AL) 22. Dezember 2011 (2011-12-22) Absätze [0007] - [0008] Absätze [0017] - [0025] Ansprüche; Abbildungen -----	1,2,4
Y	EP 2 620 594 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 31. Juli 2013 (2013-07-31) Ansprüche; Abbildungen -----	1-8
A,P	WO 2015/088852 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) das ganze Dokument -----	1-8
A	DE 102 61 262 A1 (WINTER LOTHAR [DE]; HANNEMANN ERIK [DE]) 8. Juli 2004 (2004-07-08) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/059982

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006049216 A1	24-04-2008	CA 2665069 A1	24-04-2008
		DE 102006049216 A1	24-04-2008
		EP 2089174 A1	19-08-2009
		EP 2218530 A1	18-08-2010
		US 2011052412 A1	03-03-2011
		WO 2008046388 A1	24-04-2008

WO 2013029584 A1	07-03-2013	KEINE	

JP 2008291315 A	04-12-2008	JP 4655063 B2	23-03-2011
		JP 2008291315 A	04-12-2008

US 2011309230 A1	22-12-2011	BR PI0923465 A2	12-01-2016
		CN 102264493 A	30-11-2011
		EP 2382065 A2	02-11-2011
		FR 2940166 A1	25-06-2010
		JP 5555714 B2	23-07-2014
		JP 2012513911 A	21-06-2012
		US 2011309230 A1	22-12-2011
		WO 2010072960 A2	01-07-2010

EP 2620594 A1	31-07-2013	EP 2620594 A1	31-07-2013
		US 2013195673 A1	01-08-2013

WO 2015088852 A1	18-06-2015	KEINE	

DE 10261262 A1	08-07-2004	KEINE	
