

(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
14. Mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/052052 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C22C 38/04 (2006.01) F01D 5/28 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/061749

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. September 2009 (10.09.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 056 395.1
7. November 2008 (07.11.2008) DE

(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): **BODE, Ralf** [DE/DE];
Julius-Leber-Str. 9, 47441 Moers (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; 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, 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, 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, PE, 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.

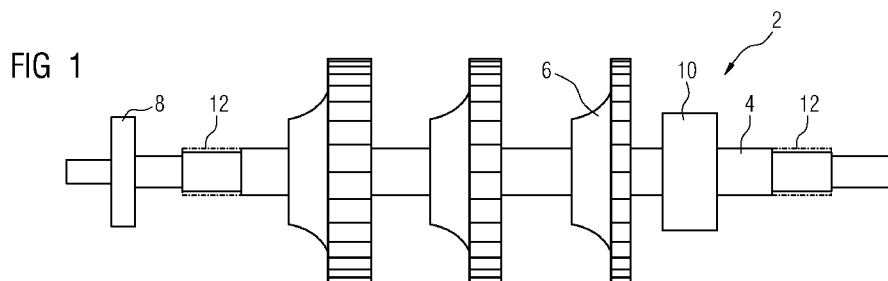
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,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

(54) Title: ROTOR FOR A TURBOMACHINE

(54) Bezeichnung : ROTOR FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a rotor (2, 14) for a turbomachine, having a shaft (4, 16) and rotational elements arranged thereon, which are produced at least partially from steel. It is proposed that at least one of the rotational elements is produced at least partially from a steel having a light metal content of at least 20%. A rotor (2, 14) is produced having a lightweight and resistant rotational element.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einem Rotor (2, 14) für eine Strömungsmaschine mit einer Welle (4, 16) und daran angeordneten Rotationselementen, die zumindest teilweise aus Stahl gefertigt sind. Es wird vorgeschlagen, dass zumindest eines der Rotationselemente zumindest teilweise aus einem Stahl mit einem Leichtmetallanteil von zumindest 20% hergestellt ist. Es kann ein Rotor (2, 14) mit einem leichten und widerstandsfähigen Rotationselement hergestellt werden.

WO 2010/052052 A1

Beschreibung

Rotor für eine Strömungsmaschine

- 5 Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine Strömungsmaschine mit einer Welle und daran angeordneten Rotationselementen, die zumindest überwiegend aus Stahl gefertigt sind.

10 In einer Strömungsmaschine, wie einer Gasturbine, einer Dampfmaschine, einem Axialverdichter oder einem Radialverdichter, dreht ein großer Rotor mit hoher Umdrehungszahl, so dass erhebliche Fliehkräfte auf Rotationselemente des Rotors wirken. Bei der Entwicklung von neuen Strömungsmaschinen spielen daher die Werkstoffauswahl und die Suche nach neuen geeigneten Werkstoffen, die den mit den Fliehkräften einhergehenden Beanspruchungen gewachsen sind, eine wichtige Rolle. Insbesondere beim Einsatz von Dampfmaschinen sind Schaufeln großer Länge ein wirksames Mittel zur Verbesserung der thermischen Effizienz der Dampfmaschine. Daher geht der Trend zu immer

20 längeren Niederdruck-Schaufeln der letzten Stufe. Für solche Schaufeln wird ein Material von hoher Festigkeit und hoher Zähigkeit benötigt.

Je länger die rotierenden Elemente sind, desto höher ist die auf sie wirkende Fliehkraft. Die Höhe der Fliehkraft hängt hierbei direkt vom spezifischen Gewicht des verwendeten Materials ab. Im Material des Rotors wirkt die Fliehkraft als Spannung, deren Höhe die Dehngrenze des jeweiligen Materials nicht überschreiten darf, um die Integrität der Maschine nicht zu gefährden. Daher ist die höchste zulässige Drehzahl der Maschine in der Regel von den Eigenschaften des verwendeten Rotormaterials bestimmt. Entscheidend ist dabei das Verhältnis von Dehngrenze und spezifischem Gewicht, die so genannte spezifische Festigkeit.

35

Um besonders beanspruchte Rotationselemente in Turbinen nicht zu überlasten, wurde hochfestes Material verwendet, wie Superlegierungen in Form von Titanlegierungen und Nickellegie-

rungen. Diese führen jedoch zu hohen Beschaffungs- und Fertigungskosten. Zusätzliche Kosten werden durch die Einschränkung der Anzahl der möglichen Fügeverfahren, die z.B. für Deckscheibenlaufräder benötigt werden, verursacht. Alternativ wurden Leichtmetalllegierungen verwendet, die jedoch weniger kriechbeständig und chemisch beständig sind und ebenfalls die Fügeverfahren einschränken. Durch diese Nachteile sind nach wie vor Stähle das am meisten verwendete Material.

Seit neuerer Zeit sind Stähle bekannt, deren spezifisches Gewicht durch einen hohen Anteil an Leichtmetallen unter 7 g/cm^3 gesenkt werden konnte und die eine hohe Festigkeit und Zähigkeit aufweisen. Solche Stähle sind in der WO 03/029504 A2 beschrieben und werden im Fahrzeugbau zur Herstellung von Karosserieteilen eingesetzt.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Rotor einer Strömungsmaschine anzugeben, der einfach herstellbar und mit hoher Umdrehung drehbar ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Rotor der eingangs genannten Art gelöst, bei dem zumindest eines der Rotationselemente zumindest teilweise aus einem Stahl mit einem Leichtmetallanteil von zumindest 20% hergestellt ist. Durch das Zulegieren eines Leichtmetalls kann das spezifische Gewicht des Stahls gegenüber üblichen Stählen maßgeblich verringert werden, ohne dass die Dehngrenze verringert wird. Dadurch steigt die spezifische Festigkeit, wodurch höhere Drehzahlen ermöglicht werden. Durch die Verwendung von Stahl sind gebräuchliche Fügeverfahren anwendbar und eine notwendige Kriechbeständigkeit ist ebenfalls gegeben.

Die Strömungsmaschine ist zweckmäßigerweise eine Turbomaschine und kann eine Gasturbine oder Dampfturbine sein. Ebenfalls möglich ist ein Axialverdichter oder ein Radialverdichter für den Kraftwerksgebrauch. Der Rotor weist zweckmäßigerweise einen größten Radius von zumindest 1 m, insbesondere zumindest 1,5 m auf. Als Leichtmetalle werden alle Metalle und ihre Le-

gierungen bezeichnet, deren Dichte unter $4,5 \text{ g/cm}^3$ liegt. Der Stahl mit einem Leichtmetallanteil von zumindest 20% hat vorzugsweise ein spezifisches Gewicht unter 7 g/cm^3 .

- 5 Allgemein ist ein Fe-Mn-Al-Mehrstoffsystem vorteilhaft. Durch das Aluminium kann eine außergewöhnliche Verringerung der spezifischen Dichte erreicht werden, da Aluminium eine hohe Gitterweite durch einen großen Atomradius von $0,147 \text{ nm}$ bewirkt, während der Atomradius von Eisen $0,126 \text{ nm}$ beträgt.
- 10 Auch Mangan bewirkt eine Absenkung der spezifischen Dichte durch seinen noch verhältnismäßig großen Atomradius von $0,134 \text{ nm}$ und auch damit eine Vergrößerung der Gitterweite der z.B. kfz-Basiszelle (kfz: kubisch flächenzentriert).
- 15 In einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Leichtmetallanteil zumindest 90% Aluminium und Mangan auf. Al und Mn bilden somit 90% des Leichtmetallanteils. Eine Legierung mit diesen beiden Leichtmetallen kann eine besonders hohe Zähigkeit erreichen.
- 20 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Stahl mit dem Leichtmetallanteil aus einem Fe-Mn-Al-C-Vierstoffsystem, Fe-xMn-yAl-zC , gebildet. Durch den Kohlenstoff, der insbesondere als κ -Karbide in Nanogröße in der
- 25 Festlösung gleichmäßig vorliegt, kann eine hohe Festigkeit des Stahls erreicht werden.

- Ein universell geeigneter Stahl mit dem Leichtmetallanteil umfasst vorteilhafterweise 18 - 28% Mangan, 9 - 12% Aluminium
- 30 und 0,7 - 1,2% Kohlenstoff in Massenprozenten. Weiter kann ein geringer Anteil metallische Unreinheiten vorliegen. Besonders geeignet für Anwendungen mit einer besonders hohen Beanspruchung ist eine Legierung mit 25 - 28% Mangan, 10 - 12% Aluminium und 0,9 - 1,2% Kohlenstoff.

35

Durch einen höheren Aluminium-Gehalt kann das spezifische Gewicht weiter verringert werden. Werte von bis zu 30% Aluminium führen noch zu einem zähen Leichtstahl mit einer hohen

Dehngrenze. Je nach Anwendungen sind auch höhere Al-Gehalte bis 38% denkbar, durch die zwar die Dehngrenze verringert wird, jedoch durch das geringe spezifische Gewicht noch eine akzeptable spezifischen Festigkeit erreicht werden kann.

5

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Leichtstahl ein Triplex-Stahl. Ein Triplex-Stahl kann durch drei miteinander vorliegende Feststoffphasen charakterisiert werden. Durch die hohe Zahl der Phasen können besonders einfach speziell auf besondere Anwendungen ausgerichtete mechanische Eigenschaften erreicht werden durch gezielte Einstellung der Anteile der verschiedenen Leichtmetalle und insbesondere des Kohlenstoffs.

15 Zweckmäßigerweise umfasst der Triplex-Stahl eine austenitische γ -Fe-Phase mit eingelagerten κ -Karbiden. Diese liegen vorteilhafterweise in Nanogröße vor. Eine Einheitszelle der κ -Karbide $(\text{Fe}, \text{Mn})_3 \text{AlC}$ kann ein gelöstes C-Atom an Oktaedern stellen im Zentrum der Einheitszelle umfassen. Eine solche
20 Einheitszelle kann eine durchschnittliche Gitterweite von 0,38 nm aufweisen, wobei die Gitterweite im Wesentlichen vom Aluminiumgehalt abhängt.

Es ist weiter vorteilhaft, wenn der Triplex-Stahl eine zusätzliche α -Fe-Phase aufweist. Die Mikrostruktur kann zusammengesetzt sein aus einer austenitischen γ -Fe(Mn, Al, C)-Mischkristallmatrix, die eine feine Dispersion aus κ -Karbiden in Nanogröße aufweist und α -Fe(Al, Mn) Ferrite in verschiedenen Volumenteilen. Hierdurch ist der Austenit sehr stabil
30 gegen eine Bildung von ε -Martensit bei Deformation. Der Triplexstahl weist eine niedrige Dichte zwischen 6,5 und 7 g/cm³ auf mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften, wie hohe Festigkeit zwischen 700 und 1100 MPa. Außerdem weist der Leichtstahl eine besonders gute Kaltverformbarkeit auf, was
35 eine Bearbeitung des Stahls vereinfacht.

Der Leichtstahl besteht hauptsächlich aus Austenit, weiter aus 5 - 15 vol% Ferrite und 6 - 9 vol% κ -Karbiden in Nanogröße, die in der kfz-Mischkristallmatrix fein verteilt sind.

5 Besonders vorteilhaft ist der Leichtstahl in der Anwendung als Material für eine Turbinenschaufel einer Gas- oder Dampfturbine. Mit gleichem Vorteil kann der Leichtstahl für die Herstellung von Verdichterschaufeln eines Axialverdichterrotors verwendet werden. In beiden Anwendungen sind durch das
10 geringe spezifische Gewicht des Leichtstahls besonders lange Schaufeln der letzten bzw. ersten Stufe energieeffizient einsetzbar, insbesondere im Bereich über 40 Zoll und vor allem über 48 Zoll.

15 In einer alternativen Ausführungsform ist das Rotationselement ein Verdichter-Radiallaufrad. Diese sind konstruktionsbedingt mit einer relativ hohen Masse im radial äußersten Bereich versehen, so dass das geringe spezifische Gewicht bei dieser Anwendung einen besonders hohen Vorteil ausspielen
20 kann.

Durch die hohe Zähigkeit und Festigkeit des Leichtstahls ist dieser des Weiteren vorteilhaft anwendbar bei der Herstellung von Wellenelementen, also Elementen die zur Welle an sich gehören. Besonders hervorzuheben wären in diesem Zusammenhang
25 ein Ausgleichskolben auf der Welle und eine Wellenhülse auf der Welle.

Eine besonders gute axiale Lagerung der Welle kann durch eine
30 große Axiallagerscheibe erreicht werden, die durch ihre radiale Größe hohen Fliehkräften ausgesetzt ist. Diese können durch die Verwendung des Leichtstahls gegenüber üblichen Stählen verringert werden, so dass - bei gleicher Dehngrenze - größere radiale Ausdehnungen der Axiallagerscheibe erreicht
35 werden können.

Des Weiteren ist vorteilhafterweise zumindest ein Teil der Welle selbst aus dem Leichtstahl gefertigt. Besonders hervor-

zuheben ist hierbei die Herstellung der gesamten Welle aus dem Leichtstahl.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in den Zeichnungen dargestellt sind.

Es zeigen:

FIG 1 einen Radialverdichterrotor mit Komponenten und

FIG 2 einen Axialverdichterrotor in einer Schnittdarstellung.

FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Rotors 2 eines Radialverdichters mit einer Welle 4, auf der mehrere Radiallaufräder 6 befestigt sind. Zur Aufnahme bzw. Kompensation von Axialkräften der Welle 4 trägt diese eine Axiallagerscheibe 8 und einen Ausgleichskolben 10. Außerdem ist die Welle 4 mit zwei Wellenhülsen 12 versehen. Die Radiallaufräder 6, die Axiallagerscheibe 8 und der Ausgleichskolben 10 sowie die Wellenhülsen 12 sind aus einem Leichtstahl Stahl mit einem Leichtmetallanteil von über 20% gefertigt. Auch die Welle selbst ist aus solchem Leichtstahl hergestellt.

FIG 2 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Rotors 14 eines Axialverdichters mit einer Welle 16 und mehreren Schaufelreihen mit jeweils einer Vielzahl von Schaufeln 18. Die Welle 16 und die Schaufeln 18 sind aus Leichtstahl hergestellt.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel stellt FIG 2 schematisch einen Schnitt durch einen Rotor 14 einer Dampfturbine oder Gasturbine dar. In diesem Fall sind die Schaufeln 18 Turbinenschaufeln und dienen zur Aufnahme von kinetischer bzw. thermischer Energie von Dampf bzw. Gas der Turbine zur Umwandlung in Rotationsenergie des Rotors 14.

Ein für die Wellen 4, 16, die Wellenhülsen 12, den Aus-

gleichskolben 10 und die Axiallagerscheibe 8 verwendeter Leichtstahl ist ein Triplex-Stahl, der im Induktionsschmelzverfahren in einer Argon-Atmosphäre unter 600 mbar Partialdruck hergestellt wurde. Die Zusammensetzung des leicht

5 schmiedbaren und walzbaren Leichtstahls ist Fe-26Mn-12Al-1,2C. Durch eine Wärmebehandlung nach dem Schmiede- bzw. Walzvorgang bei 1050°C für 30 min wurde eine Rekristallisation der Struktur erreicht, so dass eine Mikrostruktur aus einer austenitischen γ -Fe(Mn, Al, C) Mischkristallmatrix mit

10 einer feinen Dispersion aus κ -Karbiden in Nanogröße sowie α -Fe(Al, Mn) Ferrite vorliegen. Ein Ausfällen der κ -Karbide aus der Austenitstruktur während eines Abkühlvorgangs wurde durch ein Abschrecken mit Wasser weitgehend unterbunden.

15 Für die Verdichterschaufeln 18 wurde ein Triplex-Stahl der Zusammensetzung Fe-20Mn-22Al-0,9C gewählt, der zwar eine geringere Zähigkeit, dafür jedoch ein geringeres spezifisches Gewicht aufweist. Die mechanischen Eigenschaften des Triplex-Stahls für die Radiallaufräder 6 mit der Zusammensetzung Fe-

20 22Mn-18Al-1,0C liegen zwischen den zuerst genannten beiden Triplex-Stählen.

Patentansprüche

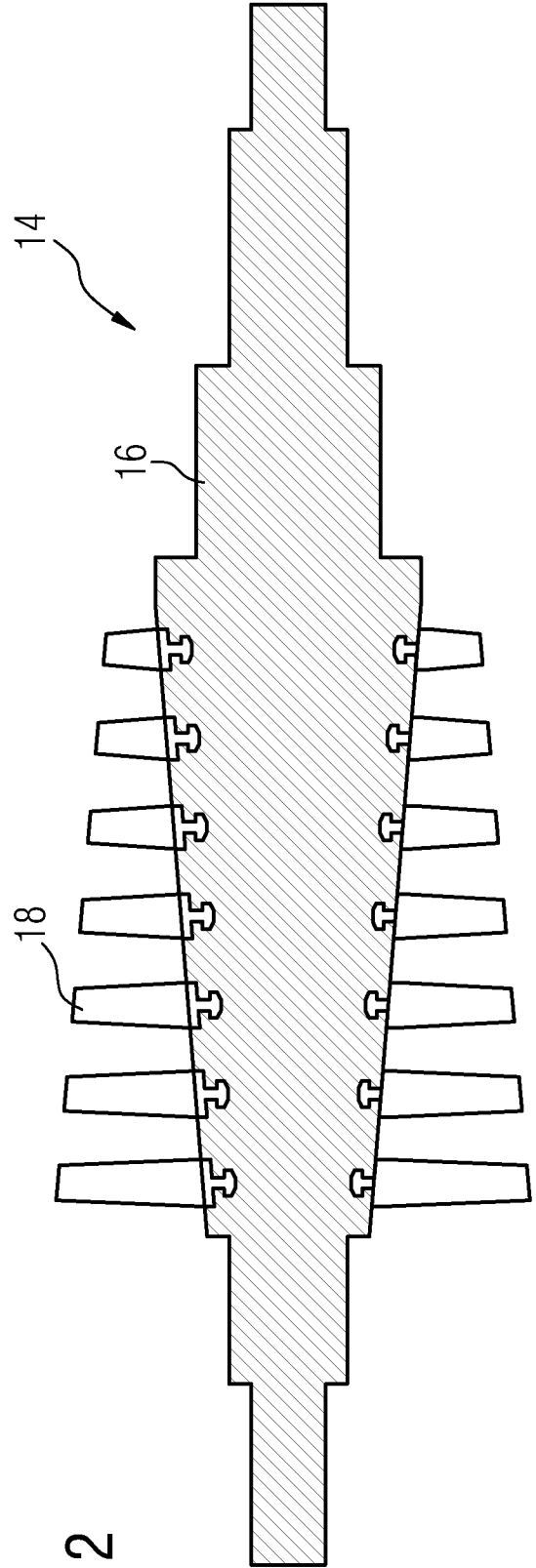
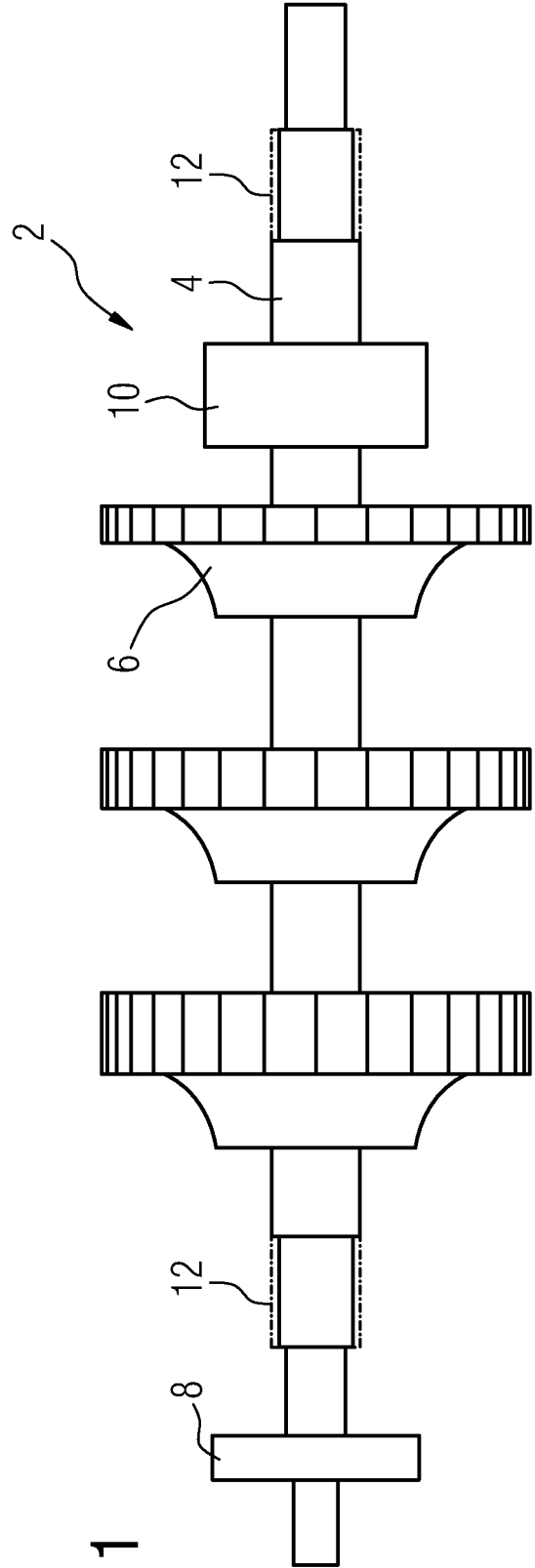
1. Rotor (2, 14) für eine Strömungsmaschine mit einer Welle (4, 16) und daran angeordneten Rotationselementen, die zumindest teilweise aus Stahl gefertigt sind,
5 dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Rotationselemente zumindest teilweise aus einem Stahl mit einem Leichtmetallanteil von zumindest 20% hergestellt ist.
- 10 2. Rotor (2, 14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leichtmetallanteil zumindest 90% Aluminium und Mangan aufweist.
3. Rotor (2, 14) nach Anspruch 1 oder 2,
15 dadurch gekennzeichnet, dass der Stahl 18 - 28% Mangan, 9 - 12% Aluminium und 0,7 - 1,2% Kohlenstoff aufweist.
4. Rotor (2, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stahl mit dem Leichtmetallanteil ein Triplex-Stahl ist.
20
5. Rotor (2, 14) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Triplex-Stahl eine austenitische γ -Fe-Phase mit eingelagerten κ -Karbiden aufweist.
25
6. Rotor (2, 14) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Triplex-Stahl eine zusätzliche α -Fe-Phase aufweist.
- 30 7. Rotor (2, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotationselement eine Schaufel (18) einer Turbine ist.
8. Rotor (2, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotationselement ein Verdichter-Radiallaufrad (6) ist.
35

9. Rotor (2, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotationselement ein Ausgleichskolben (10) auf der Welle (4, 16) ist.

5 10. Rotor (2, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotationselement eine Wellenhülse (12) auf der Welle (4, 16) ist.

10 11. Rotor (2, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Welle (4, 16) aus dem Stahl mit dem Leichtmetallanteil gefertigt ist.

15 12. Rotor (2, 14) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotationselement eine Axial-lagerscheibe (8) der Welle (4, 16) ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/061749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C22C38/04 C22C38/06 F01D5/28

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)

C22C 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, WPI Data, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 12 62 613 B (LANGLEY ALLOYS LTD) 7 March 1968 (1968-03-07)	1-3,7,11
Y	column 1, line 1 - line 31; claim 1	4-6
A	column 5, line 56 - column 6, line 9; examples 7,8	8-10,12
X	& GB 841 366 A (LANGLEY ALLOYS LTD) 13 July 1960 (1960-07-13)	1-3,7,11
A	page 1, line 9 - line 20	8-10,12
A	page 4, line 60 - line 79; claims 1,9 & US 3 193 384 A (HENRY RICHARDSON WILLIAM) 6 July 1965 (1965-07-06) claims 9,17; tables I,V	1-12
X	DE 14 33 111 A1 (ALLOYS LANGLEY LTD) 19 December 1968 (1968-12-19) page 1, paragraph 2 - page 2, paragraph 1 page 7, paragraph 3 - page 8, paragraph 1 ----- -/--	1-2,7-8

☒ 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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 December 2009

Date of mailing of the international search report

30/12/2009

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

Lilimpakis, Emmanuel

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/061749

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	BRÜX U ET AL: "HIGH STRENGTH LIGHT WEIGHT STEELS BASED ON FE-MN-AL-C MICROSTRUCTURES*MECHANICAL PROPERTIES" PROCEEDINGS OF PLASTICITY, XX, XX, 1 January 2003 (2003-01-01), pages 169-171, XP001248072 the whole document	4-6
X	GB 2 220 674 A (NAT SCIENCE COUNCIL [TW]) 17 January 1990 (1990-01-17) page 1, line 28 - line 32; example 5; table IX	1-3,7
A	ALEKSEENKO ET AL: - "Phase composition, structure and properties of low density steel 9G28Yu9MVB" METAL SCIENCE AND HEAT TREATMENT, SPRINGER, NEW YORK, NY, US, vol. 14, 1 January 1972 (1972-01-01), pages 187-189, XP001248124 ISSN: 0026-0673 page 187, paragraph 10 - page 188, paragraph end	4-6
A	DE 10 2005 057599 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 6 June 2007 (2007-06-06) claims 1-10	4-6
A	ALTSTETTER C J ET AL: "PROCESSING AND PROPERTIES OF Fe-Mn-Al ALLOYS" MATERIALS SCIENCE ENGINEERING, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 82, 1 September 1986 (1986-09-01), pages 13-25, XP002407487 ISSN: 0025-5416 page 14, right-hand column - page 18, left-hand column	1-6
A	WO 03/029504 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; EIPPER KONRAD [DE]; FROMMEYER GEORG [DE]; FU) 10 April 2003 (2003-04-10) cited in the application claim 1	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/061749

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1262613	B	07-03-1968	GB 841366 A	13-07-1960
			US 3193384 A	06-07-1965
GB 841366	A	13-07-1960	DE 1262613 B	07-03-1968
			US 3193384 A	06-07-1965
US 3193384	A	06-07-1965	DE 1262613 B	07-03-1968
			GB 841366 A	13-07-1960
DE 1433111	A1	19-12-1968	NONE	
GB 2220674	A	17-01-1990	NONE	
DE 102005057599	A1	06-06-2007	EP 1963542 A1	03-09-2008
			WO 2007062702 A1	07-06-2007
WO 03029504	A2	10-04-2003	AT 298009 T	15-07-2005
			EP 1430161 A2	23-06-2004
			ES 2242899 T3	16-11-2005
			JP 2005504175 T	10-02-2005
			US 2007125454 A1	07-06-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C22C38/04 C22C38/06 F01D5/28

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

C22C 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, WPI Data, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 12 62 613 B (LANGLEY ALLOYS LTD) 7. März 1968 (1968-03-07)	1-3,7,11
Y	Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 31; Anspruch 1	4-6
A	Spalte 5, Zeile 56 - Spalte 6, Zeile 9; Beispiele 7,8	8-10,12
X	& GB 841 366 A (LANGLEY ALLOYS LTD) 13. Juli 1960 (1960-07-13)	1-3,7,11
A	Seite 1, Zeile 9 - Zeile 20 Seite 4, Zeile 60 - Zeile 79; Ansprüche 1,9	8-10,12
A	& US 3 193 384 A (HENRY RICHARDSON WILLIAM) 6. Juli 1965 (1965-07-06) Ansprüche 9,17; Tabellen I,V	1-12
X	DE 14 33 111 A1 (ALLOYS LANGLEY LTD) 19. Dezember 1968 (1968-12-19) Seite 1, Absatz 2 - Seite 2, Absatz 1 Seite 7, Absatz 3 - Seite 8, Absatz 1 ----- -/-	1-2,7-8

☒ 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" 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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Dezember 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/12/2009

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

Lilimpakis, Emmanuel

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.-
Y	BRÜX U ET AL: "HIGH STRENGTH LIGHT WEIGHT STEELS BASED ON FE-MN-AL-C MICROSTRUCTURES*MECHANICAL PROPERTIES" PROCEEDINGS OF PLASTICITY, XX, XX, 1. Januar 2003 (2003-01-01), Seiten 169-171, XP001248072 das ganze Dokument -----	4-6
X	GB 2 220 674 A (NAT SCIENCE COUNCIL [TW]) 17. Januar 1990 (1990-01-17) Seite 1, Zeile 28 - Zeile 32; Beispiel 5; Tabelle IX -----	1-3,7
A	ALEKSEENKO ET AL: "Phase composition, structure and properties of low density steel 9G28Yu9MVB" METAL SCIENCE AND HEAT TREATMENT, SPRINGER, NEW YORK, NY, US, Bd. 14, 1. Januar 1972 (1972-01-01), Seiten 187-189, XP001248124 ISSN: 0026-0673 Seite 187, Absatz 10 - Seite 188, Absatz end -----	4-6
A	DE 10 2005 057599 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 6. Juni 2007 (2007-06-06) Ansprüche 1-10 -----	4-6
A	ALTSTETTER C J ET AL: "PROCESSING AND PROPERTIES OF Fe-Mn-Al ALLOYS" MATERIALS SCIENCE ENGINEERING, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, Bd. 82, 1. September 1986 (1986-09-01), Seiten 13-25, XP002407487 ISSN: 0025-5416 Seite 14, rechte Spalte - Seite 18, linke Spalte -----	1-6
A	WO 03/029504 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; EIPPER KONRAD [DE]; FROMMEYER GEORG [DE]; FU) 10. April 2003 (2003-04-10) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1 -----	1-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/061749

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 1262613	B	07-03-1968	GB	841366 A	13-07-1960
			US	3193384 A	06-07-1965
GB 841366	A	13-07-1960	DE	1262613 B	07-03-1968
			US	3193384 A	06-07-1965
US 3193384	A	06-07-1965	DE	1262613 B	07-03-1968
			GB	841366 A	13-07-1960
DE 1433111	A1	19-12-1968	KEINE		
GB 2220674	A	17-01-1990	KEINE		
DE 102005057599	A1	06-06-2007	EP	1963542 A1	03-09-2008
			WO	2007062702 A1	07-06-2007
WO 03029504	A2	10-04-2003	AT	298009 T	15-07-2005
			EP	1430161 A2	23-06-2004
			ES	2242899 T3	16-11-2005
			JP	2005504175 T	10-02-2005
			US	2007125454 A1	07-06-2007