

(19)



(11)

EP 3 112 589 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.01.2017 Patentblatt 2017/01

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15175301.9**

(22) Anmeldetag: **03.07.2015**

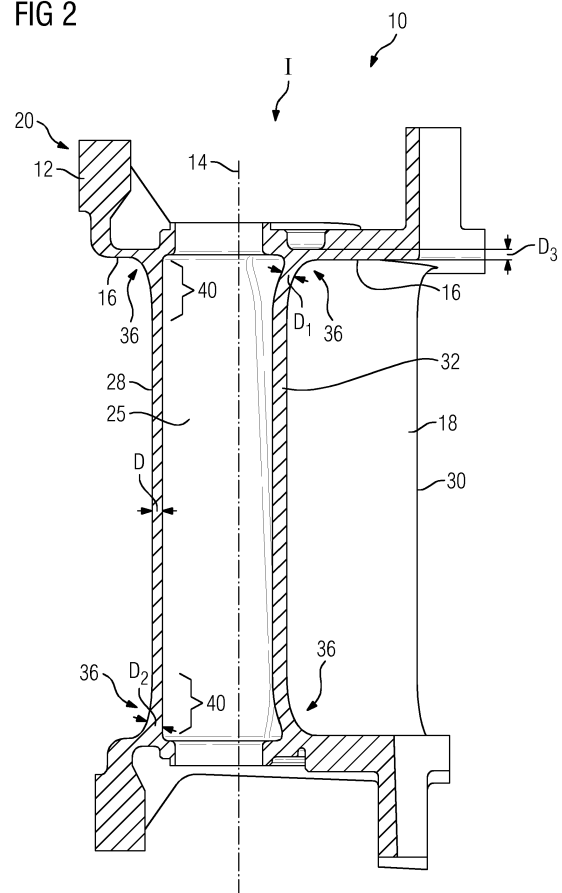
(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Buchholz, Björn**
46535 Dinslaken (DE)
• **Gossilin, Ralph**
46049 Oberhausen (DE)
• **Koch, Daniela**
45130 Essen (DE)
• **Schüler, Marco**
45131 Essen (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) TURBINENSCHAUFEL

(57) Die Erfindung betrifft eine gegossene Turbinenschaufel (10) mit einer Plattform (16) und mit einem daran angeordneten hohlen Schaufelblatt (18), wobei das Schaufelblatt (18) eine druckseitige Schaufelwand (34) und eine saugseitige Schaufelwand (32) umfasst, die sich längs einer mittig davon angeordneten gewölbten Profilmittellinie (42) von einer gemeinsamen Vorderkante (28) zu einer gemeinsamen Hinterkante (30) erstrecken sowie mit einem einen äußeren Konturverlauf aufweisenden Übergang (36) zwischen Schaufelblatt und Plattform (36), wobei die Schaufelwände (32, 34) jeweils eine lokal zu erfassende Schaufelwanddicke (D) aufweisen, wobei die Turbinenschaufel im Inneren einen Konturverlauf aufweist, welcher teilweise dem äußeren Konturverlauf des Übergangs (36) in der Weise angepasst ist, dass im Bereich des Übergangs (36) eine im Wesentlichen gleichmäßige Schaufelwanddicke vorhanden ist. Um die Lebensdauer einer derartigen Turbinenschaufel weiter zu verbessern ist vorgesehen, dass im Übergang (36) der Konturverlauf an einem der Vorderkante (28) gegenüberliegenden Flächenabschnitt (40) des Schaufelblatts dergestalt ist, dass dort die Schaufelwanddicke vergrößert ist, verglichen mit der Schaufelwanddicke des Übergangs abseits der Vorderkante.

FIG 2**EP 3 112 589 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenschaufel gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Hohle Turbinenschaufeln, insbesondere Gasturbinenschaufeln, weisen im Bereich eines Übergangs vom Schaufelblatt zur Plattform eine belastungsmäßig und gusstechnisch notwendige Krümmung auf einer Außenoberfläche auf, wobei es in diesem hohlkehligartigen Übergang insgesamt zu lokalen Massenanhäufungen kommt, die durch ein im Innern strömbares Kühlmedium schwerer kühlbar sind. Eine derartige Turbinenschaufel ist aus der US 6,019,579 bekannt. Des Weiteren zeigt das Dokument US 2,861,775 eine aus gebogenen Blechen hergestellte Turbinenschaufel.

[0003] Eine Turbinenschaufel mit einer verlängerten Lebensdauer ist zudem aus dem EP 1 355 041 A1 bekannt, wobei die Kontur des Übergangs vom Schaufelblatt zur Plattform im Schaufelinneren angepasst ist, um auch im Übergangsbereich eine Schaufelblatt-Wandstärke zu erhalten, die in etwa der Wandstärke des restlichen Schaufelblatts entspricht. Dabei ist die Kontur entlang des gesamten, geschlossenen Umlaufs, also entlang der Plattform, angepasst. Die verringerte Wandstärke kann aus Festigkeitsgründen jedoch die Lebensdauer der Turbinenschaufel negativ beeinflussen, was unerwünscht ist.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine gegossene Turbinenschaufel aufzuzeigen, bei der der Übergangsbereich vom Schaufelblatt zur Plattform weiterhin hinreichend kühlbar ist unter Erreichung einer verlängerten Lebensdauer.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Turbinenschaufel mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen wiedergegeben, deren Merkmale in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden können.

[0006] Erfindungsgemäß ist für eine dem Gattungsbegriff entsprechende Turbinenschaufel vorgesehen, dass im Übergang der Konturverlauf an einem der Vorderkante gegenüberliegenden Innenflächenabschnitt des Schaufelblatts dergestalt ist, dass dort die Schaufelwanddicke vergrößert ist, verglichen mit der Schaufelwanddicke des Übergangs, abseits des lokalen Innenflächenabschnitts. Damit weist die Turbinenschaufel im Inneren auf Höhe der Plattform eine Kontur auf, die längs des Umlaufs des Hohlraums unterschiedlich ist. Im Bereich der Vorderkante ist die innere Kontur des Hohlraums eher geradlinig und fluchtet mit derjenigen Innenfläche, welcher der Vorderkante abseits des Übergangs gegenüber liegt. Damit ist die die Masseanhäufungen vermeidende innere Kontur lediglich an denjenigen Bereichen des Schaufelblatts vorgesehen, die weiter stromab der Vorderkante zu finden sind.

[0007] Vorzugsweise erstreckt sich der Innenflächenabschnitt mit vergrößerter Schaufelwanddicke beginnend an der Vorderkante des Schaufelblatts entlang der

Saugseitenwand und/oder der Druckseitenwand längs der Profilmittenlinie bis zu einer Position, die gleich oder geringer ist als 9 % der Länge der Profilmittenlinie.

[0008] Mit der Erfindung kann die Festigkeit, insbesondere im Vorderkantenbereich der Turbinenschaufel, lokal vergrößert werden, was zu einer erhöhten Lebensdauer der betreffenden Bereiche führt.

[0009] Es hat sich dabei als besonders vorteilhaft herausgestellt, dass die Plattform eine Plattformwanddicke und das Schaufelblatt abseits des Übergangs eine Schaufelwanddicke aufweisen, wobei im Bereich mit im Wesentlichen gleichmäßiger Schaufelwanddicke des Übergangs, das Verhältnis von Schaufelwanddicke zu Plattformwanddicke zwischen 0,5 und 1 liegt.

[0010] Eine derartige Turbinenschaufel lässt sich besonders homogen kühlen, was thermomechanische Belastungen im Material der Turbinenschaufel reduziert.

[0011] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den nachfolgenden Figuren dargestellt.

[0012] In allen Figuren sind identische Merkmale mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0013] Es zeigen:

FIG 1 eine Draufsicht auf den Fußbereich einer als Leitschaufel ausgestalteten Turbinenschaufel und

FIG 2 einen Längsschnitt durch die Turbinenschaufel gemäß FIG 1, entlang der Schnittlinie II-II.

[0014] Die FIG 1 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Turbinenschaufel 10. Die Perspektive ist so gewählt, dass die Draufsicht auf einen Befestigungsbereich 12 der als Leitschaufel ausgestalteten Turbinenschaufel 10 dargestellt ist. In FIG 2 ist der Längsschnitt durch die Turbinenschaufel 10 gemäß der Schnittlinie II-II aus FIG 1 gezeigt. Die Turbinenschaufel 10 weist entlang einer Radialachse 14 aufeinanderfolgend den Befestigungsbereich 12, eine daran angrenzende Schaufelplattform 16 sowie ein Schaufelblatt 18 auf. Im Befestigungsbereich 12 ist ein Schaufelfuß 20 ausgebildet, der zur Befestigung der Turbinenschaufel 10 an einem nicht dargestellten Turbinenleitschaufelträger dient.

[0015] Die Darstellung der Erfindung erfolgt beispielhaft anhand einer als Leitschaufel mit zwei Plattformen ausgestalteten Turbinenschaufel. Nichts desto trotz sind andere Ausgestaltungen möglich, insbesondere kann die Turbinenschaufel auch als Laufschaufel einer Turbine ausgestaltet sein. Zumindest der Grundkörper der Turbinenschaufel ist durch ein Gussverfahren hergestellt und umfasst wenigstens das Schaufelblatt 18, sowie wenigstens eine Plattform 16.

[0016] Wie aus den Figuren hervorgeht, ist die erfindungsgemäße Turbinenschaufel 10 und insbesondere deren Schaufelblatt 18 im Inneren hohl ausgeführt, so dass sie einen Hohlraum 25 umfasst, der in bekannter Art und Weise als Kühlkanal mit oder ohne Prallkühlung ausgestaltet sein kann.

[0017] Das Schaufelblatt 18 erstreckt sich von einer Vorderkante 28 zu einer Hinterkante 30. Dabei umfasst das Schaufelblatt 18 eine in FIG 1 nur schematisch angedeutete saugseitige Schaufelwand 32 sowie eine druckseitige Schaufelwand 34. Entlang der Radialrichtung 14 weisen die Schaufelwände 32, 34 eine Wanddicke D auf, die im Wesentlichen gleichbleibend ist.

[0018] Fertigungsbedingt besteht zwischen dem Schaufelblatt 18 und der Plattform 16 ein Übergang 36, der auf der äußeren Oberfläche der Turbinenschaufel 10 abgerundet und somit hohlkehlig ist.

[0019] Im Inneren weist das Schaufelblatt 18 eine den äußeren Flächen gegenüber liegende Innenfläche auf. Diese ist im Bereich der saugseitigen Schaufelwand 32 dergestalt, dass sie teilweise dem äußeren Konturverlauf des Übergangs angepasst ist, so dass auch dort im Übergang 36 eine im Wesentlichen gleichmäßige Schaufelwanddicke D₁ vorhanden ist.

[0020] Die Innenfläche im Bereich des Übergangs 36 umfasst einen der Vorderkante 28 gegenüberliegenden Innenflächenabschnitt 40, dessen Konturverlauf derartig ist, dass dort die Schaufelwanddicke (D₂) vergrößert ist, verglichen mit der Schaufelwanddicke D₁ des Übergangs abseits diesen Innenflächenabschnitts. Mit anderen Worten: der Innenflächenabschnitt ist lediglich in der näheren Umgebung der Vorderkante angesiedelt und bildet mit der Innenfläche des restlichen Schaufelblatts längs der Radialrichtung 14 sowie im Längsschnitt betrachtet eine Gerade, wohingegen die restliche Innenfläche der Saugund/oder Druckseite im Übergang unter Beibehaltung einer annähernd gleichmäßigen Schaufelwanddicke D₁ gekrümmt ist.

[0021] Hierdurch kann ein im Bereich der Vorderkante 28 aufgedickter Übergangsbereich einer Turbinenschaufel 10 bereit gestellt werden, der eine größere Steifigkeit aufweist als im restlichen Bereich. Dies kann die Lebensdauer der Turbinenschaufel 10 verbessern.

[0022] Insgesamt betrifft die Erfindung eine gegossene Turbinenschaufel 10 mit einer Plattform 16 und mit einem daran angeordneten hohlen Schaufelblatt 18, wobei das Schaufelblatt 18 eine druckseitige Schaufelwand 34 und eine saugseitige Schaufelwand 32 umfasst, die sich längs einer mittig davon angeordneten gewölbten Profilmittellinie 42 von einer gemeinsamen Vorderkante 28 zu einer gemeinsamen Hinterkante 30 erstrecken sowie mit einem einen äußeren Konturverlauf aufweisenden Übergang 36 zwischen Schaufelblatt und Plattform 36, wobei die Schaufelwände 32, 34 jeweils eine lokal zu erfassende Schaufelwanddicke D aufweisen, wobei die Turbinenschaufel im Inneren einen Konturverlauf aufweist, welcher teilweise dem äußeren Konturverlauf des Übergangs 36 in der Weise angepasst ist, dass im Bereich des Übergangs 36 eine im Wesentlichen gleichmäßige Schaufelwanddicke vorhanden ist. Um die Lebensdauer einer derartigen Turbinenschaufel weiter zu verbessern ist vorgesehen, dass im Übergang 36 der Konturverlauf an einem der Vorderkante 28 gegenüberliegenden Innenflächenabschnitt 40 des Schaufelblatts

dergestalt ist, dass dort die Schaufelwanddicke vergrößert ist, verglichen mit der Schaufelwanddicke des Übergangs abseits der Vorderkante.

Patentansprüche

1. Gegossene Turbinenschaufel (10), mit einer Plattform und mit einem daran angeordneten hohlen Schaufelblatt, wobei das Schaufelblatt (18) eine druckseitige Schaufelblattwand (34) und eine saugseitige Schaufelblattwand (32) umfasst, die sich längs einer mittig davon angeordneten gewölbten Profilmittellinie (42) von einer gemeinsamen Vorderkante (28) zu einer gemeinsamen Hinterkante (30) erstrecken sowie mit einem einen äußeren Konturverlauf aufweisenden Übergang (36) zwischen Schaufelblatt (18) und Plattform (16), wobei die Schaufelwände (32, 34) jeweils eine lokal zu erfassende Schaufelwanddicke (D) aufweisen, wobei die Turbinenschaufel (10) im Inneren einen Konturverlauf aufweist, welcher teilweise dem äußeren Konturverlauf des Übergangs in der Weise angepasst ist, dass im Bereich des Übergangs (36) in der Weise angepasst ist, dass im Bereich des Übergangs (36) eine im Wesentlichen gleichmäßige Schaufelwanddicke (D₁) vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Übergang (36) der Konturverlauf an einem der Vorderkante (28) gegenüberliegenden Innenflächenabschnitt (40) des Schaufelblatts (18) dergestalt ist, dass dort die Schaufelwanddicke (D₁) vergrößert ist, verglichen mit der Schaufelwanddicke (D₂) des Übergangs (36), abseits des Innenflächenabschnitts (40).
2. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1, bei der der Konturverlauf im Innenflächenabschnitt (40) geradlinig ist.
3. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Plattform eine Plattformwanddicke (D₃) und das Schaufelblatt (18) abseits des Innenflächenabschnitts (40) eine Schaufelwanddicke (D) aufweisen, wobei im Bereich mit im Wesentlichen gleichmäßiger Schaufelwanddicke das Verhältnis (D/D₃) von Schaufelwanddicke (D) zu Plattformwanddicke (D₃) zwischen 0,5 und 1 liegt.
4. Turbinenschaufel (10) nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der sich der Innenflächenabschnitt (40) mit vergrößerter Schaufelwanddicke (D₂) von der Vorderkante (28) ausgehend sich entlang der Saugseitenwand (32) und/oder entlang der Druckseitenwand (34) längs der Profilmittellinie (42) bis zu einer Position erstreckt, die geringer ist als 15 % der Länge der Profilmittellinie (42).

FIG 1

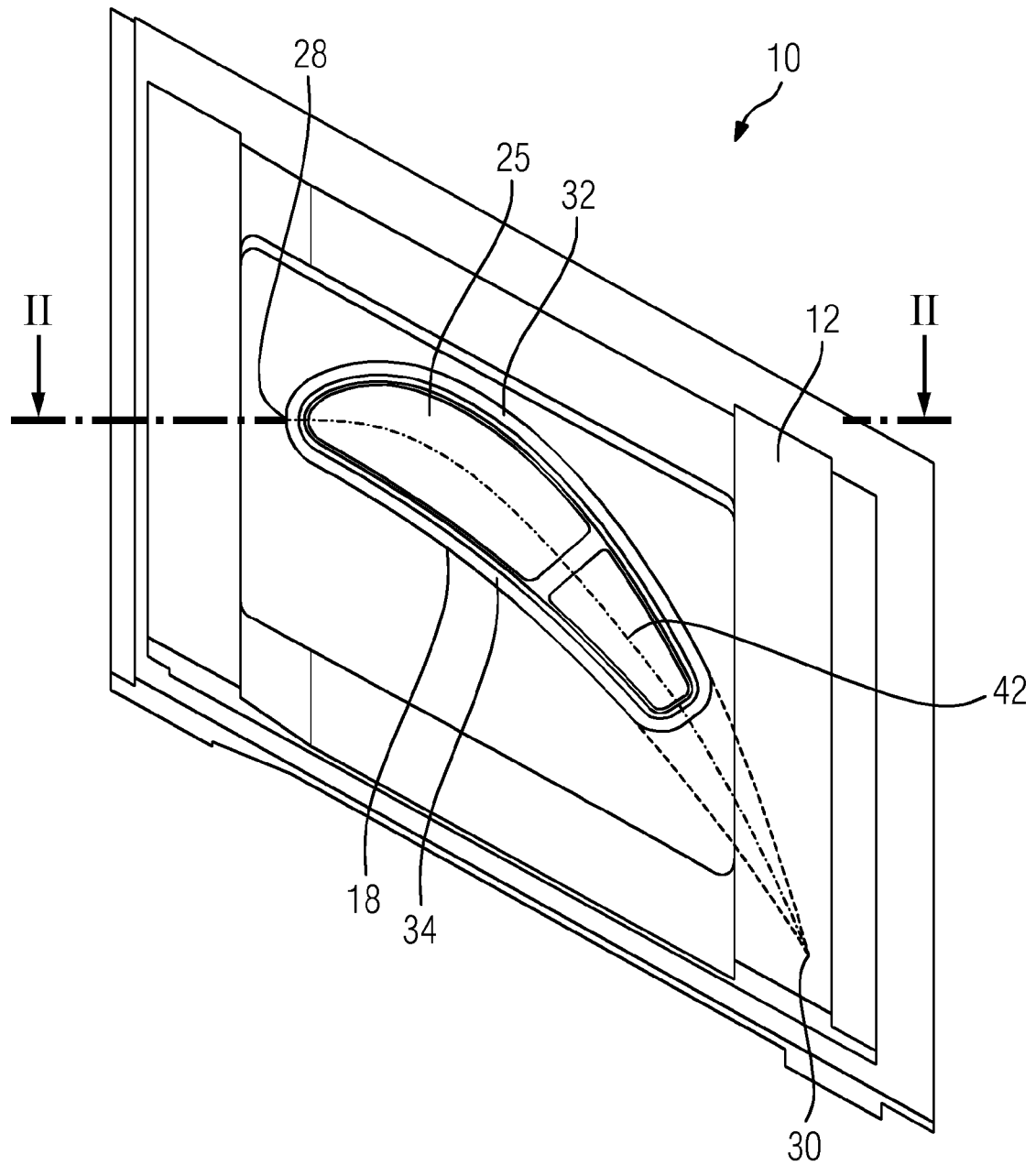
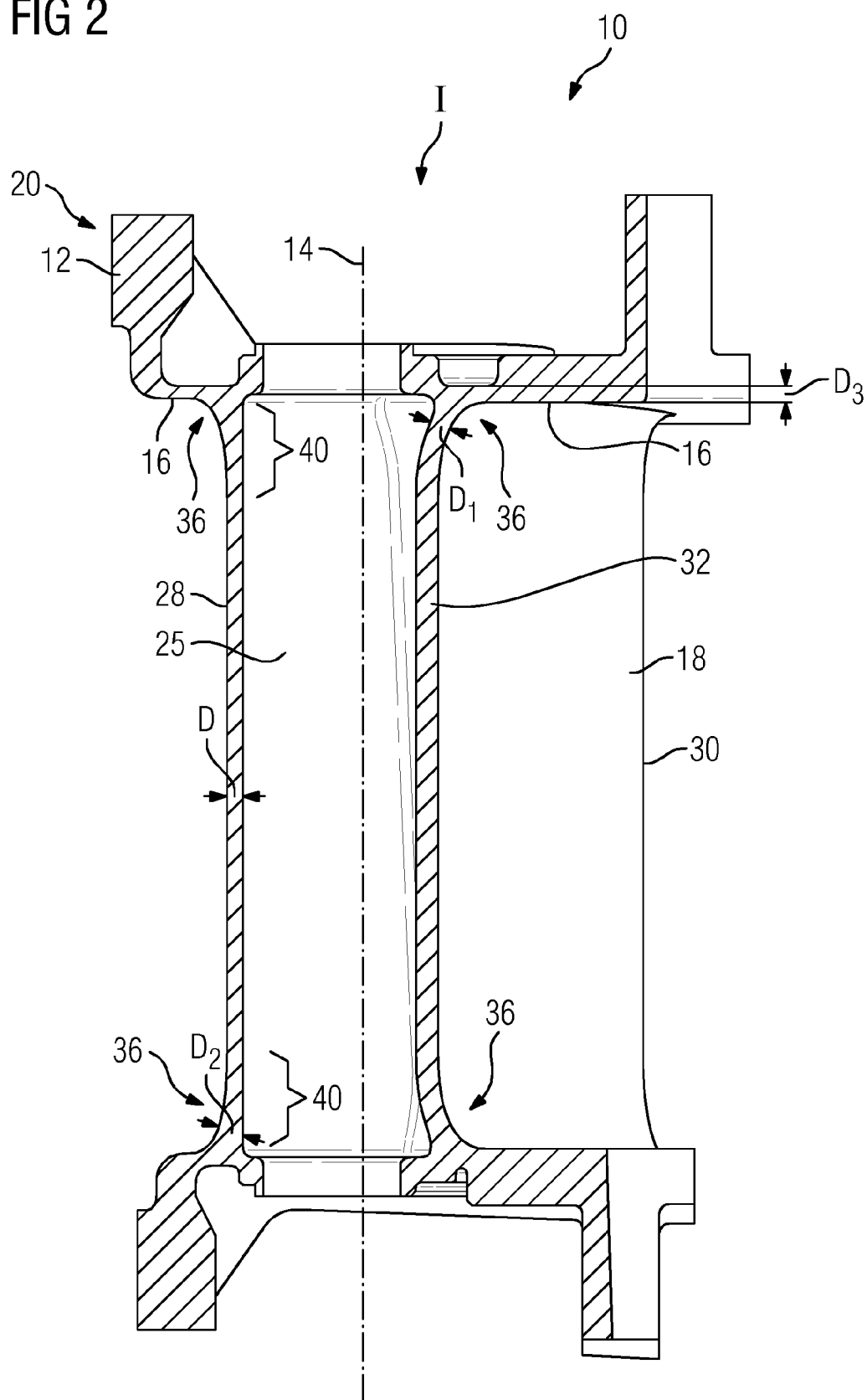


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 17 5301

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2007/012592 A1 (SIEMENS AG [DE]; AHMAD FATHI [DE]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) * Seite 3, Zeile 15 - Seite 4, Zeile 20; Abbildungen 3,4 *	1-4	INV. F01D5/14
X	GB 2 395 987 A (ALSTOM [CH]; ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 9. Juni 2004 (2004-06-09) * Abbildungen 1,3,4 *	1-4	
X	EP 2 476 863 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18. Juli 2012 (2012-07-18) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 *	1-4	
X	WO 2012/172099 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; ENGL LARS [CH]; DUDA THOMAS [CH]; BRANDL H) 20. Dezember 2012 (2012-12-20) * Abbildungen 1b,1c *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Januar 2016	Prüfer Avramidis, Pavlos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 17 5301

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-01-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007012592 A1	01-02-2007	AT 413514 T	15-11-2008
		CN 101627182 A	13-01-2010
		EP 1907670 A1	09-04-2008
		ES 2314928 T3	16-03-2009
		JP 4689720 B2	25-05-2011
		JP 2009517574 A	30-04-2009
		US 2009035128 A1	05-02-2009
		WO 2007012592 A1	01-02-2007

GB 2395987 A	09-06-2004	DE 10355449 A1	09-06-2004
		GB 2395987 A	09-06-2004
		JP 2004183656 A	02-07-2004
		US 2004109765 A1	10-06-2004

EP 2476863 A1	18-07-2012	KEINE	

WO 2012172099 A1	20-12-2012	CH 705187 A1	31-12-2012
		WO 2012172099 A1	20-12-2012

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 6019579 A [0002]
- US 2861775 A [0002]
- EP 1355041 A1 [0003]