

(19)



(11)

EP 3 248 710 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.11.2017 Patentblatt 2017/48

(51) Int Cl.:
B22C 7/02 (2006.01) **B22C 9/04** (2006.01)
B22C 9/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16170817.7**

(22) Anmeldetag: **23.05.2016**

(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 MD

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

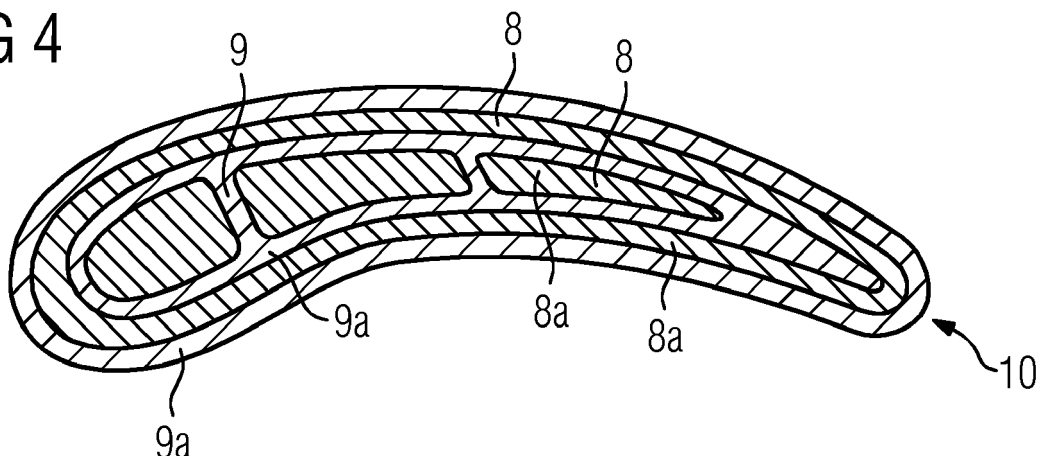
(72) Erfinder: **Groß, Heinz-Jürgen**
45478 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER GUSSFORM FÜR WERKSTÜCKE MIT HOHLRÄUMEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Gussform für ein Werkstück, das in seinem Inneren zumindest einen Hohlraum definiert, insbesondere für eine Turbinenschaufel, das die Schritte aufweist:
a) Fertigen eines vollständigen Modells, dessen äußere und innere Konturen im Wesentlichen mit den äußeren und inneren Konturen des zu gießenden Werkstücks übereinstimmen, mittels eines additiven Herstellungs-

verfahrens aus einem Modellmaterial;
b) Aufbringen eines Gussformmaterials auf sämtliche Außenflächen und Innenflächen des Modells derart, dass das Modell mit Ausnahme zumindest einer Gießöffnung vollständig von dem Gussformmaterial umhüllt ist; und
c) Trennen und Entfernen des Modellmaterials von dem Gussformmaterial, wobei das Modell zerstört wird.

FIG 4



EP 3 248 710 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Gussform für ein Werkstück, das in seinem Inneren zumindest einen Hohlraum definiert.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Gießen einer Turbinenschaufel unter Verwendung einer Gussform, die in einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist.

[0003] Verfahren zur Herstellung von Gussformen für Werkstücke, die in ihrem Inneren zumindest einen Hohlraum definieren, sind im Stand der Technik in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt und werden beispielsweise angewandt, um Gussformen zum Feingießen gekühlter Turbinenschaufeln herzustellen.

[0004] Gängige Turbinenschaufeln für Strömungsmaschinen umfassen jeweils mindestens eine Schaufelplattform und ein Schaufelblatt, das von der Schaufelplattform in einer Längsrichtung vorsteht. Sie definieren in ihrem Inneren häufig zumindest einen Hohlraum, der während des Betriebs der Strömungsmaschine von einem Kühlfluid durchströmt wird.

[0005] Bei der Herstellung solcher Turbinenschaufeln ist es üblich, in einem ersten Verfahrensschritt Gießkerne zu fertigen, deren Außenkonturen im Wesentlichen den Innenkonturen der gewünschten Hohlräume entsprechen. Diese Gießkerne werden häufig selbst mittels eines Gießverfahrens hergestellt. Dazu wird beispielsweise ein Keramikslicker in eine entsprechende Gießkern-Gussformen eingefüllt und erhärtet in dieser unter Bildung eines Grünkörpers. Dann wird der Grünkörper aus der Gießkern-Gussform gelöst und durch Sintern bzw. Brennen ausgehärtet.

[0006] Zur Positionierung und Fixierung der erhaltenen Gießkerne innerhalb der herzustellenden Gussform werden dann Abstandselemente an den Gießkernen befestigt, die sich zwischen den Gießkernen und ausgehend von den Gießkernen nach außen erstrecken.

[0007] In einem weiteren Verfahrensschritt werden dann die Gießkerne, welche die Hohlräume der späteren Turbinenschaufel freihalten, mit einem Modellmaterial, beispielsweise einem Wachs derart umgeben, dass die Außenkontur des Modellmaterials außerhalb der Außenkontur der herzustellenden Turbinenschaufel angeordnet ist. Dann wird das Modellmaterial derart bearbeitet, dass seine Außenkontur im Wesentlichen der Außenkontur der zu gießenden Turbinenschaufel entspricht.

[0008] Das auf diese Weise vorbereitete Modell wird schließlich in mehreren Schichten besandet, wobei jeweils eine Mischung aus einem Bindemittel wie beispielsweise ein Klebstoff sowie Sand von außen auf das Modell aufgebracht wird. Dabei muss jede Sandschicht erstarrten, bevor eine weitere aufgetragen werden kann. Die Besandung des Modells wird wiederholt, bis die resultierende Sandschicht auf dem Modell die gewünschte Dicke erreicht hat.

[0009] Anschließend wird die Außenwand der Gussform durch Sintern oder Brennen ausgehärtet, wobei be-

vorzugt auch das Modellmaterial durch Schmelzen oder Sublimieren aus der Gussform entfernt wird.

[0010] Dieses bekannte Verfahren ist fehleranfällig und zeitintensiv. Beispielsweise sind die Gießkerne infolge ihrer länglichen Gestalt und ihres relativ spröden keramischen Materials sehr bruchempfindlich und daher schwierig in der Handhabung. Die Herstellung der Gießkerne leidet daher an einer besonders hohen Ausschussrate.

[0011] In Bezug auf den hohen Zeitbedarf des bekannten Verfahrens wird auf die mehrschichtige außenseitige Besandung des Modells hingewiesen, die wegen der jeweils erforderlichen Erstarrungsdauer sehr viel Zeit erfordert. Die hohe Fehleranfälligkeit und der hohe Zeitbedarf führen zu entsprechend hohen Kosten für mit derartigen Gussformen hergestellte Turbinenschaufeln.

[0012] Abgesehen davon verursachen während der Entwicklung erforderliche Veränderungen an der Innenkontur der Hohlräume erhebliche Kosten, die aus der aufwendigen Herstellung immer wieder neuer Gießkern-Gussformen resultieren. Zudem ist die Form der Hohlräume hinsichtlich ihrer Innenkontur verfahrensbedingt stark eingeschränkt, da die erforderlichen Gießkerne auf die beschriebene Weise nicht oder zumindest nicht wirtschaftlich hergestellt werden können.

[0013] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das kostengünstig ist, eine geringe Fehleranfälligkeit aufweist und Hohlräume beliebiger Innenkontur erlaubt.

[0014] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, das die Schritte aufweist:

a) Fertigen eines vollständigen Modells, dessen äußere und innere Konturen im Wesentlichen mit den äußeren und inneren Konturen des zu gießenden Werkstücks übereinstimmen, mittels eines additiven Herstellungsverfahrens aus einem Modellmaterial;

b) Aufbringen eines Gussformmaterials auf sämtliche Außenflächen und Innenflächen des Modells derart, dass das Modell mit Ausnahme zumindest einer Gießöffnung vollständig von dem Gussformmaterial umhüllt ist; und

c) Trennen und Entfernen des Modellmaterials von dem Gussformmaterial wobei das Modell zerstört wird.

[0015] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, ein vollständiges Modell des zu gießenden Werkstücks in einem Verfahrensschritt herzustellen. Dazu wird das Modell mittels eines additiven Herstellungsverfahrens aus einem Modellmaterial derart gebildet, dass seine äußeren und inneren Konturen im Wesentlichen mit den äußeren und inneren Konturen des zu gießenden Werkstücks übereinstimmen. Infolgedessen kann die bisher erforder-

liche separate Herstellung der Gießkerne vollständig entfallen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass mit dem vorgeschlagenen Verfahren auch solche Werkstücke auf einfache Weise hergestellt werden können, die aufgrund komplex konturierter Hohlräume mittels konventioneller Verfahren gar nicht oder nicht wirtschaftlich realisierbar sind. Beispielsweise lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch Gussformen für Werkstücke mit helixförmigen Hohlräumen oder Hohlräumen mit Hinterschnidungen fertigen, die mit bekannten Verfahren nicht oder zumindest nicht wirtschaftlich herstellbar sind.

[0016] Bevorzugt wird in Schritt a) ein thermisches Druckverfahren durchgeführt. Derartige Verfahren zeichnen sich durch einfache Durchführbarkeit und geringe Kosten aus.

[0017] Vorteilhaft wird in Schritt a) ein Wachs, ein insbesondere glasfaserverstärkter Kunststoff oder ein Metall als Modellmaterial verwendet. Die genannten Alternativen sind nicht abschließend zu verstehen. Praktisch jedes in einem additiven Herstellungsverfahren verarbeitbare Material, das nach Fertigstellung der Gussform aus dieser entfernt werden kann, ist für das vorgeschlagene Verfahren zur Herstellung einer Gussform geeignet.

[0018] In Schritt b) kann das Modell in einem Behälter derart eingesetzt werden, dass dessen Innenfläche beabstandet zu der Außenfläche des Modells angeordnet ist, und der Zwischenraum zwischen der Innenfläche des Behälters und der Außenfläche des Modells sowie der zumindest eine Hohlraum des Modells vollständig mit dem Gussformmaterial ausgefüllt wird. Die Innenkontur des Behälters definiert die Außenkontur der herzustellenden Gussform. Sie kann beispielsweise so gewählt werden, dass die Außenwand der Gussform im Wesentlichen eine konstante Dicke aufweist.

[0019] Vorteilhaft wird der Behälter in Schritt a) gleichzeitig mit dem Modelladditiv hergestellt. Dies führt zu einem besonders eleganten Verfahren, bei welchem die Außenformen der herzustellenden Gussform beliebig vorgegeben werden kann.

[0020] In an sich bekannter Weise wird ein Keramikschlicker als Gussformmaterial verwendet, der in dem Behälter unter Bildung eines Grünkörpers erstarrt, wobei der Grünkörper nach dem Schritt b) durch Zuführen thermischer Energie, insbesondere durch Sintern oder Brennen ausgehärtet wird.

[0021] Vorteilhaft erstarrt der Keramikschlicker durch Oxidation des Keramikschlickers, Verflüchtigung eines Lösungsmittels des Keramikschlickers oder eine chemische Reaktion wenigstens zweier Komponenten des Keramikschlickers. Bei einem derartigen Keramikschlicker ist zur Bildung des Grünkörpers keine Energiezufuhr erforderlich.

[0022] Zwischen dem Schritt b) und dem Schritt c) kann der Behälter von dem Gussmaterial getrennt werden, wobei insbesondere der Behälter zerstört wird. Dadurch wird die Gussform an ihrer Außenseite freigelegt.

[0023] In an sich bekannter Weise wird dem Modellm-

aterial in Schritt c) thermische Energie zugeführt, um ein Schmelzen oder Sublimieren des Modellmaterials zu bewirken, oder ein Lösungsmittel zugegeben, um das Modellmaterial aufzulösen. Auf diese Weise wird das Innere der Gussform freigelegt, die Gussform mit einem Gießmaterial zur Herstellung des Werkstücks zu füllen. Alternativ kann das Modellmaterial auch bei dem Einfüllen des Gießmaterials durch das Gießmaterial selbst aus der Gussform entfernt werden.

[0024] Ferner schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Gießen einer Turbinenschaufel unter Verwendung einer Gussform, die in einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist, wobei das in Schritt a) gefertigte Modell hinsichtlich seiner äußeren und inneren Konturen im Wesentlichen mit den äußeren und inneren Konturen der zu gießenden Turbinenschaufel übereinstimmt. Mit diesem Verfahren lassen sich Turbinenschaufeln mit Hohlräumen nahezu beliebiger Innenkontur herstellen. Dadurch werden neue Kühlfluidströme im Inneren einer Turbinenschaufel ermöglicht, die zu einer stärkeren Kühlung der Turbinenschaufel während des Betriebs der Strömungsmaschine führen. Entsprechend kann die Eintrittstemperatur des Arbeitsfluids erhöht werden, was mit einer Erhöhung des Wirkungsgrades der Strömungsmaschine einhergeht.

[0025] Weitere Merkmale und Vorteile des Verfahrens zur Herstellung einer Gussform für ein Werkstück, das in seinem Inneren zumindest einen Hohlraum definiert, werden anhand einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung deutlich. Darin ist:

Figur 1 eine Seitenansicht einer in einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellten Turbinenschaufel;

Figur 2 eine Querschnittsansicht der in Figur 1 dargestellten Turbinenschaufel entlang der mit dem Bezugszeichen II bezeichneten Linie;

Figur 3 eine Querschnittsansicht eines in einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellten und in einem Behälter angeordneten Modells für die in Figur 1 dargestellte Turbinenschaufel entlang der dort mit dem Bezugszeichen II bezeichneten Linie;

Figur 4 eine Querschnittsansicht des mit einem Keramikschlicker gefüllten in Figur 3 dargestellten Behälters entlang der in Figur 1 mit dem Bezugszeichen II bezeichneten Linie; und

Figur 5 eine Querschnittsansicht einer in einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellten Gussform für die in Figur 1 dargestellte Turbinenschaufel entlang der dort mit dem Bezugszeichen II bezeichneten Linie.

[0026] Die Figuren 1 und 2 zeigen eine gängige Turbinenschaufel 1 für Strömungsmaschinen. Die Turbinenschaufel 1 umfasst eine Schaufelplattform 2 und ein Schaufelblatt 3, das in einer Längsrichtung L von der Schaufelplattform 2 vorsteht. Ferner umfasst die Turbinenschaufel 1 einen Schaufelfuß 4, der gegenüberliegend zu dem Schaufelblatt 3 von der Schaufelplattform 2 vorsteht. In dem Schaufelblatt 3 sind Hohlräume 5 vorgesehen, die während des Betriebs der Turbinenschaufel 1 von einem Kühlfluid durchströmt werden. Die Hohlräume 5 sind durch Stege 6 voneinander getrennt, die sich ausgehend von der Schaufelplattform 2 und/oder der Schaufelspitze 7 in der Längsrichtung L der Turbinenschaufel 1 erstrecken.

[0027] Die Figuren 3 bis 5 zeigen verschiedene Stadien eines Verfahrens zur Herstellung einer Gussform 8 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die dabei hergestellte Gussform 8 kann zum Feingießen der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Turbinenschaufel 1 verwendet werden.

[0028] Zunächst wird aus einem Modellmaterial 9a ein vollständiges Modell 9 gefertigt, dessen äußere und innere Konturen im Wesentlichen mit den äußeren und inneren Konturen der zu gießenden Turbinenschaufel 1 übereinstimmen. Zur Fertigung des Modells 9 wird ein thermisches Druckverfahren durchgeführt, beispielsweise unter Verwendung eines Lasers, jedoch können auch andere additive Herstellungsverfahren zum Fertigen des Modells 9 angewandt werden. Vorliegend wird ein Wachs als Modellmaterial 9a verwendet. Jedoch eignen sich auch abweichende Materialien wie beispielsweise glasfaserverstärkte Kunststoffe oder Metalle bzw. Metalllegierungen, sofern sie in einem additiven Herstellungsverfahren verarbeitet werden können.

[0029] Gleichzeitig mit dem Modell 9 werden ein das Modell 9 umgebender Behälter 10 mit wenigstens einer (nicht dargestellten) Einfüllöffnung sowie (nicht dargestellte) Abstandselemente zwischen dem Behälter 10 und dem Modell 9 additiv hergestellt. Die Figur 3 zeigt das Modell 9 und den Behälter 10 nach Abschluss des Verfahrensschritts a).

[0030] Alternativ kann das Modell 9 auch in einen separat gefertigten Behälter eingesetzt sein. Dabei muss die Innenfläche des Behälters unter Bildung eines Zwischenraums 11 beabstandet zu der Außenfläche des Modells 9 angeordnet sein.

[0031] In einem weiteren Verfahrensschritt b) werden der Zwischenraum 11 und die Hohlräume 5 mit einem Keramikschlicker gefüllt. Der Keramikschlicker erstarrt in dem Behälter 10 unter Bildung eines Grünkörpers. Je nach verwendetem Keramikschlicker kann das Erstarren durch Oxidation des Keramikschlickers, Verflüchtigung eines Lösungsmittels des Keramikschlickers oder eine chemische Reaktion wenigstens zweier Komponenten des Keramikschlickers erfolgen. Selbstverständlich können auch von einem Keramikschlicker abweichende Gussformmaterialien verwendet werden, die in dem Behälter 10 erstarren.

[0032] Dieses Stadium des Verfahrens ist in Figur 4 als Ergebnis des Schrittes b) dargestellt.

[0033] Sobald der Keramikschlicker erstarrt ist, wird das Modellmaterial von dem Gussformmaterial 9a getrennt, wobei das Modell 9 zerstört wird. Dazu wird thermische Energie zugeführt, um ein Schmelzen oder Sublimieren des Modellmaterials 9a zu bewirken. Alternativ kann auch ein Lösungsmittel in den Behälter 10 eingefüllt werden, um das Modellmaterial 9a aufzulösen. Nach Abschluss dieses Verfahrensschrittes c) ist die in Figur 5 dargestellte Gussform 8 fertiggestellt. Die Gussform 8 wird verwendet, um in an sich bekannter Weise eine Turbinenschaufel zu gießen.

[0034] Ein Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens besteht darin, dass auf die sehr aufwändige Vorabfertigung von Gießkernen zum Freihalten der Hohlräume 5 verzichtet werden kann. Stattdessen werden die Gießkerne gleichzeitig mit der Außenwandung der Gussform 8 hergestellt. Weiterhin ist vorteilhaft, dass infolgedessen auch Werkstücke hergestellt werden können, deren Hohlräume aufgrund ihrer komplexen Konturen in bekannten Gießverfahren nicht herstellbar sind. Dazu zählen beispielsweise helixförmige Hohlräume oder Hohlräume mit Hinterschneidungen, wodurch im Fall von Turbinenschaufeln 1 Wege zu effektiveren Kühlsystemen eröffnet werden.

[0035] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Gussform für ein Werkstück, das in seinem Inneren zumindest einen Hohlraum definiert, insbesondere für eine Turbinenschaufel, das die Schritte aufweist:

a) Fertigen eines vollständigen Modells, dessen äußere und innere Konturen im Wesentlichen mit den äußeren und inneren Konturen des zu gießenden Werkstücks übereinstimmen, mittels eines additiven Herstellungsverfahrens aus einem Modellmaterial;

b) Aufbringen eines Gussformmaterials auf sämtliche Außenflächen und Innenflächen des Modells derart, dass das Modell mit Ausnahme zumindest einer Gießöffnung vollständig von dem Gussformmaterial umhüllt ist; und

c) Trennen und Entfernen des Modellmaterials von dem Gussformmaterial, wobei das Modell zerstört wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- in Schritt a) ein thermisches 3D-Druckverfahren durchgeführt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
in Schritt a) ein Wachs, ein insbesondere glasfaser-
verstärkter Kunststoff oder ein Metall als Modellma-
terial verwendet wird.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü- 10
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
in Schritt b) das Modell in einen Behälter derart ein-
gesetzt wird, dass dessen Innenfläche beabstandet
zu der Außenfläche des Modells angeordnet ist, und 15
der Zwischenraum zwischen der Innenfläche des
Behälters und der Außenfläche des Modells sowie
der zumindest eine Hohlraum des Modells vollstän-
dig mit dem Gussformmaterial ausgefüllt wird. 20
 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Behälter in Schritt a) gleichzeitig mit dem Modell
additiv hergestellt wird. 25
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Keramikschlicker als Gussformmaterial verwen-
det wird, der in dem Behälter unter Bildung eines
Grünkörpers erstarrt, wobei der Grünkörper nach 30
dem Schritt b) durch Zuführen thermischer Energie,
insbesondere durch Sintern oder Brennen ausge-
härtet wird.
 7. Verfahren nach Anspruch 6, 35
dadurch gekennzeichnet, dass
der Keramikschlicker durch Oxidation des Keramik-
schlickers, Verflüchtigung eines Lösungsmittels des
Keramikschlickers oder eine chemische Reaktion
wenigstens zweier Komponenten des Keramikschli- 40
ckers erstarrt.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass 45
zwischen dem Schritt b) und dem Schritt c) der Be-
hälter von dem Gussformmaterial getrennt wird, wo-
bei insbesondere der Behälter zerstört wird.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü- 50
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
in Schritt c) dem Modellmaterial thermische Energie
zugeführt wird, um ein Schmelzen oder Sublimieren
des Modellmaterials zu bewirken, oder ein Lösungs-
mittel zugegeben wird, um das Modellmaterial auf- 55
zulösen.
 10. Verfahren zum Gießen einer Turbinenschaufel unter

Verwendung einer Gussform, die in einem Verfahren
nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellt ist,
wobei das in Schritt a) gefertigte Modell hinsichtlich
seiner äußeren und inneren Konturen im Wesentli-
chen mit den äußeren und inneren Konturen der zu
gießenden Turbinenschaufel übereinstimmt.

FIG 1

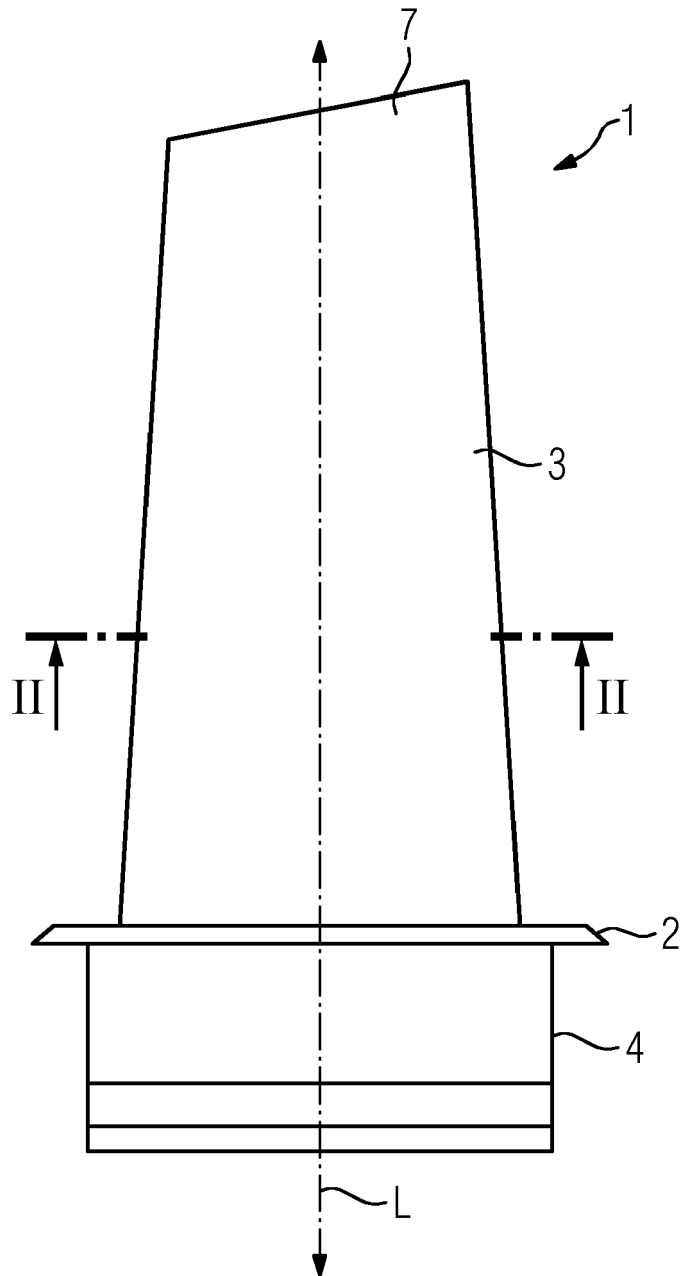


FIG 2

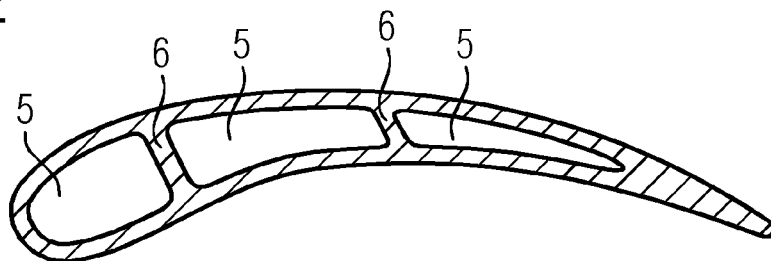


FIG 3

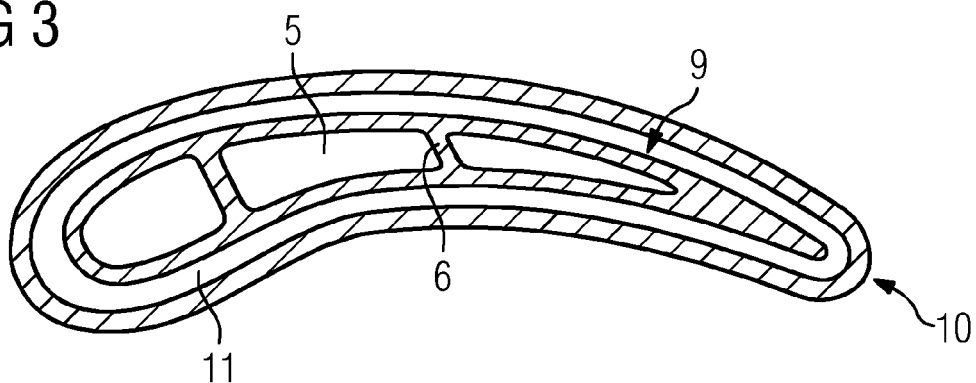


FIG 4

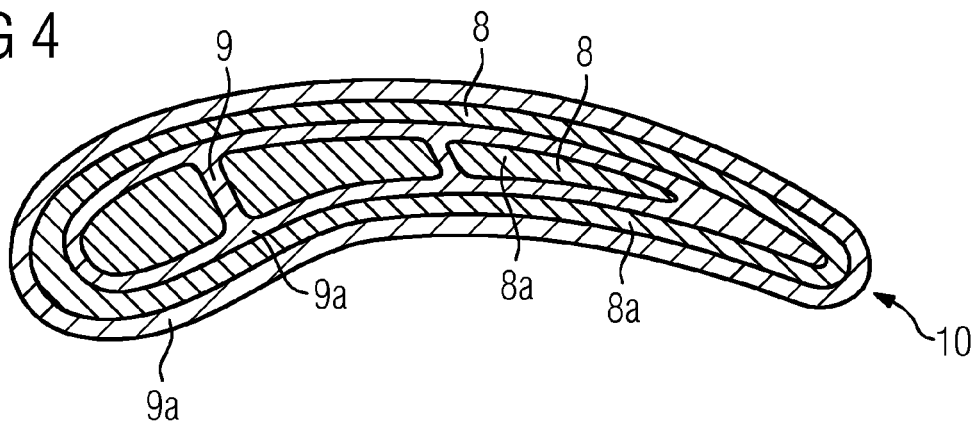
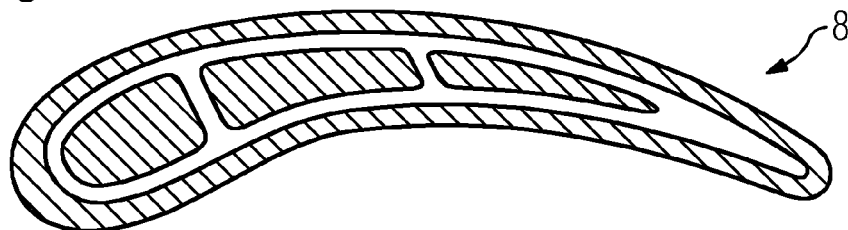


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 17 0817

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	CA 2 643 279 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 7. Mai 2010 (2010-05-07) * Seite 1 - Seite 14 * * Abbildungen 1-10 *	1-10	INV. B22C7/02 B22C9/04 B22C9/24
A	A. ROSOCHOWSKI, A. MATUSZAK: "Rapid tooling: the state of art", JOURNAL OF MATERIAL PROCESSING TECHNOLOGY, Bd. 106, 2000, XP002763850, * Seite 193 - Seite 194 *	2,3	
A	PAUL CALVERT: "Inkjet Printing for Materials and Devices", CHEM. MATER., Bd. 13, 2001, XP002763851, * Seite 3300 *	2,3	
A	GAIER D ET AL: "Applications of Rapid Prototyping Technologies at High Tech Castings, Inc", SAE TECHNICAL PAPER 941229,, 1. April 1994 (1994-04-01), Seiten 1-9, XP009190689, DOI: 10.4271/941229 * Seite 1 - Seite 2 *	8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22C
A	BRIAN ROOKS: "Rapid tooling for casting prototypes", ASSEMBLY AUTOMATION, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, GB, Bd. 22, Nr. 1, 1. Januar 2002 (2002-01-01), Seiten 40-45, XP009190683, ISSN: 0144-5154, DOI: 10.1108/01445150210416664 * Seite 41 - Seite 45 *	8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. November 2016	Prüfer Zimmermann, Frank
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 Patentedokument, 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 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 17 0817

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)
A	US 2006/065383 A1 (ORTIZ MILTON [US] ET AL) 30. März 2006 (2006-03-30) * das ganze Dokument *	1-10	
A	US 2014/209268 A1 (BEWLAY BERNARD PATRICK [US] ET AL) 31. Juli 2014 (2014-07-31) * das ganze Dokument *	1-10	
A	K. WANCZYK, A. GIL, P. KOWALSKI: "The Use of Rapid Prototyping Methods to Perform Flexible Pattern Mold for Compressor Turbine Casting in the Gypsum Molds", ARCHIVES OF FOUNDRY ENGINEERING, Bd. 15, Nr. 3, 2015, XP002763852, * das ganze Dokument *	1-10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. November 2016	Prüfer Zimmermann, Frank
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 16 17 0817

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.

07-11-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 2643279 A1	07-05-2010	KEINE	
US 2006065383 A1	30-03-2006	KEINE	
US 2014209268 A1	31-07-2014	CA 2898454 A1	07-08-2014
		CN 104968451 A	07-10-2015
		EP 2950943 A2	09-12-2015
		JP 2016504202 A	12-02-2016
		US 2014209268 A1	31-07-2014
		WO 2014120512 A2	07-08-2014

EPO FORM P0461

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