

(19)



(11)

EP 3 109 337 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.12.2016 Patentblatt 2016/52

(51) Int Cl.:
C22F 1/18 (2006.01) **B22D 13/02** (2006.01)
B22D 13/06 (2006.01) **C22C 14/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16175160.7**

(22) Anmeldetag: **20.06.2016**

(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: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

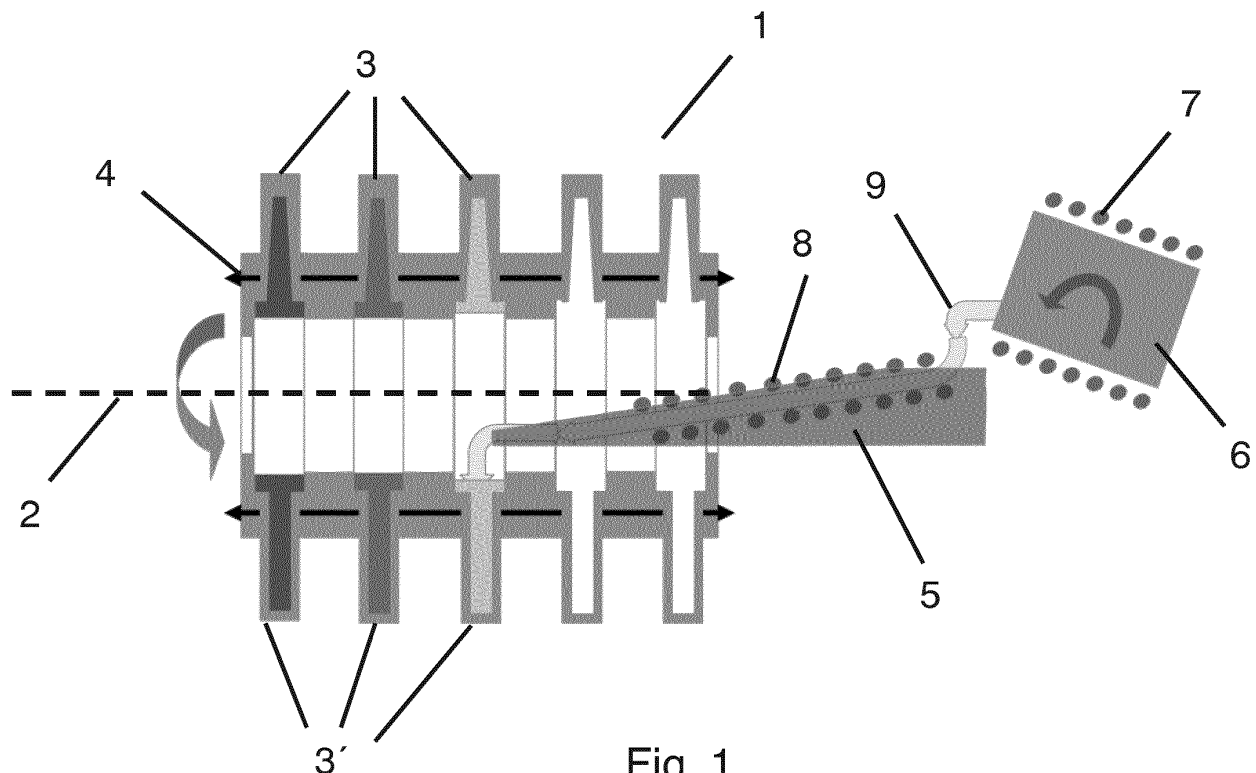
(72) Erfinder:
• **Schloffer, Martin**
81247 München (DE)
• **Smarsly, Wilfried**
81669 München (DE)
• **Haltrich, Marc**
83059 Kolbermoor (DE)

(30) Priorität: **24.06.2015 DE 102015211718**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON TIAL SCHMIEDEBAUTEILEN

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von geschmiedeten Bauteilen aus TiAl - Legierungen, bei welchem eine Schmelze (9) einer TiAl - Legierung bereitgestellt wird, welche in einem horizontalen Schleuderguss vergossen wird, sodass mindestens ein TiAl - Gusshalbzeug erzeugt wird, wobei das TiAl - Gusshalbzeug durch Schmieden zu einem TiAl - Schmiedeteil umgeformt wird.

Die Erfindung betrifft ebenfalls eine Vorrichtung für den horizontalen Schleuderguss von TiAl - Halbzeugen mit mindestens einer Kokille (1), die um eine horizontal angeordnete Drehachse drehbar ist, und mindestens einem Speiser (5), der in die Kokille hineinragen kann, um eine Schmelze (9) in die Kokille einzubringen, wobei der Speiser (5) induktiv beheizbar ist.

**Fig. 1****EP 3 109 337 A1**

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von geschmiedeten Bauteilen aus TiAl - Legierungen, insbesondere für Strömungsmaschinen, wie stationäre Gasturbinen oder Flugtriebwerke.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bauteile aus TiAl - Werkstoffen, die also als Hauptbestandteile Titan und Aluminium umfassen, sind für Anwendungen, bei denen Bauteile schnell bewegt werden müssen, wie beispielsweise als Schaufeln von Strömungsmaschinen, sehr interessant, da sie bei einem niedrigen spezifischen Gewicht eine hohe Festigkeit aufweisen. Allerdings sind derartige Werkstoffe schwierig zu verarbeiten, da zur Erzielung des gewünschten Eigenschaftsprofils der Bauteile, die Werkstoffe ein definiertes Gefüge mit einer bestimmten Mikrostruktur aufweisen müssen.

[0003] Beim Gießen von TiAl-Werkstoffen kann es jedoch zu Seigerungen und Aluminiumsegregationen kommen, sodass sich eine inhomogene Mikrostruktur einstellen kann. Außerdem können sich grobe Gefüge ausbilden, die die mechanischen Eigenschaften negativ beeinflussen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0004] Entsprechend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von TiAl - Bauteilen anzugeben, welches eine effiziente Herstellung von Bauteilen aus TiAl - Legierungen mit einem definierten Eigenschaftsprofil und einer gewünschten Mikrostruktur ermöglicht, wobei insbesondere geschmiedete TiAl - Bauteile für den Einsatz in Strömungsmaschinen bereitgestellt werden soll. Darüber hinaus soll eine geeignete Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bereitgestellt werden.

TECHNISCHE LÖSUNG

[0005] Die oben genannte Aufgabenstellung wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung schlägt vor, TiAl - Bauteile aus TiAl - Werkstoffen durch Schmieden zu erzeugen, wobei als Halbzeug für das Schmieden ein TiAl - Gusshalbzeug verwendet wird, welches durch horizontalen Schleuder-

guss erzeugt wird. Es hat sich gezeigt, dass durch horizontalen Schleuderguss hergestellte TiAl - Gusshalbzeuge vorteilhaft für die weitere Verarbeitung durch Schmieden verwendet werden können, um so auf einfache und effiziente Weise TiAl - Bauteile mit insbesondere vorteilhaftem Eigenschaftsprofil für den Einsatz in Strömungsmaschinen bereitzustellen.

[0007] Das horizontale Schleudergießen, welches gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung von TiAl - Gusshalbzeugen für das nachfolgende Schmieden eingesetzt werden soll, zeichnet sich dadurch aus, dass eine Kokille, in die die Schmelze des abzugießenden Werkstoffs eingefüllt wird und die die entsprechenden Formen für die Halbzeuge bereitstellt, um eine horizontale Achse gedreht wird. Horizontal bedeutet hierbei, dass die Achse quer, insbesondere senkrecht zur Richtung der Schwerkraft ausgerichtet ist, wobei Abweichungen um einige Grad im Rahmen der technischen Durchführungsgenauigkeit zulässig sind, also beispielsweise Abweichungen von bis zu $\pm 10^\circ$, vorzugsweise $\pm 5^\circ$. Durch das horizontale Schleudergießen lassen sich bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Kokille hohe Abkühlraten erzielen, sodass Entmischungen in der TiAl - Legierung vermieden werden können und ein feines Gefüge erzeugt werden kann. Außerdem können materialsparend Halbzeug mit großen Wanddicken bzw. Halbzeuge in Form von Zylindern und Kegeln hergestellt werden.

[0008] Unter TiAl - Legierung wird bei der vorliegenden Erfindung ein Werkstoff verstanden, der als Hauptbestandteile Titan und Aluminium umfasst, sodass diese die größten Legierungsbestandteile bilden. Insbesondere werden darunter Werkstoffe verstanden, die intermetallische Phasen, wie α_2 -Ti₃Al und γ -TiAl aufweisen und zwar vorzugsweise ebenfalls als Bestandteile, die voluminmäßig den größten Anteil eines aus einem derartigen Werkstoff gefertigten Bauteils ausmachen.

[0009] Insbesondere kann die TiAl - Legierung eine sogenannte TNM - Legierung sein, die als weitere Bestandteile Niob und Molybdän aufweist, da derartige Legierungen besonders gute mechanische Eigenschaften für den Einsatz in Strömungsmaschinen aufweisen. Insbesondere kann es sich um eine TNM - Legierung mit der Zusammensetzung 43,5 Gew.% Aluminium, 4 Gew.% Niob, 1 Gew.% Molybdän sowie 0,1 Gew.% Bor und der Rest Titan sowie unvermeidbare Verunreinigungen und/oder Legierungsbestandteile mit Anteilen von jeweils $< 0,5$ Gew.% bis zu einem Gesamtteil von ≤ 5 Gew.%, insbesondere ≤ 2 Gew.% handeln. Der Aluminiumanteil einer derartigen Legierung kann im Bereich von 40 bis 50 Gew. %, insbesondere 42 bis 45 Gew.% liegen, während der Niobanteil im Bereich von 2 bis 6 Gew.% und insbesondere 3 bis 5 Gew.% liegen kann. Der Molybdänanteil kann wiederum in einem Bereich von 0,5 bis 2 Gew.% liegen, während Bor in einem Bereich von 0,05 Gew.% bis 0,15 Gew.% vorliegen kann.

[0010] Das TiAl - Gusshalbzeug, das durch den horizontalen Schleuderguss hergestellt werden kann, kann eine Form aufweisen, welche ausgewählt ist aus der

Gruppe, die Zylinder, Kegel und Ringe umfasst, da diese Formen günstige Vormaterialien für den nachfolgenden Schmiedeprozess darstellen.

[0011] Das TiAl - Gusshalbzeug kann so im Schleudergussverfahren abgegossen werden, dass die entsprechenden Formen, wie Zylinder, Kegel, Ringe als separate Gusshalbzeuge entstehen. Darüber hinaus ist es auch möglich aus einem einzelnen Gussstück oder mehreren Gussstücken die gewünschten TiAl - Gusshalbzeuge durch Trennen, insbesondere Zerteilen oder Zerspannen herzustellen. Beispielsweise ist es möglich ein zylindrisches Rohr durch horizontalen Schleuderguss herzustellen und dieses anschließend durch mechanische Trennverfahren, wie Schneiden, Sägen, Fräsen oder dergleichen in entsprechende Ringstücke zu zerteilen bzw. zu trennen und diese Ringstücke als TiAl - Gusshalbzeuge für das nachfolgende Schmieden zu verwenden.

[0012] Durch das horizontale Schleudergussverfahren können TiAl - Gusshalbzeuge in Form von Ringen oder Rohren mit einer Länge von 5 bis 300 cm und/oder Wandstärken von 4 bis 30 cm und/oder Innendurchmessern von 10 bis 100 cm als einzelne Gussstücke abgegossen werden.

[0013] Durch die schnelle Abkühlung, die mittels des Schleudergussverfahrens möglich ist, kann das Gusshalbzeug mit einer Mikrostruktur hergestellt werden, die Kolonien aus α - Titan und γ - TiAl in einer β - Titan - Matrix aufweist, wobei in der β - Titan - Matrix zusätzlich γ - TiAl Ausscheidungen vorliegen können. Die γ - TiAl Ausscheidungen in der β - Titan - Matrix können linsenförmig ausgebildet sein und/oder die Kolonien aus α - Titan und γ - TiAl können eine langgestreckte Form aufweisen. Ferner kann das γ - TiAl in den Kolonien in Form von feinen Lamellen vorgesehen sein.

[0014] Die Phasenzusammensetzung des TiAl - Gusshalbzeugs kann bereits nahe der Gleichgewichtsphasenzusammensetzung bei Raumtemperatur sein und lediglich bis zu 10 Vol.% und insbesondere bis zu 8 Vol.% von der Gleichgewichtszusammensetzung bei Raumtemperatur abweichen. Dies bedeutet, dass das Gusshalbzeug lediglich in der Größenordnung von bis zu 10 Vol.% bzw. bis zu 8 Vol.% andere Phasen aufweist als dies für die Gleichgewichtszusammensetzung bei Raumtemperatur der Fall sein sollte.

[0015] Nach dem Herstellen des TiAl - Gusshalbzeugs kann dieses mit einem oder mehreren Umformschritten durch Schmieden und/oder mit mindestens einer Wärmebehandlung zu einem TiAl - Bauteil bzw. TiAl - Halbzeug gefertigt werden, welches lediglich durch geringfügige Nacharbeit zum gewünschten TiAl - Bauteil gefertigt werden kann, wobei die Nachbearbeitung insbesondere die entsprechende Oberflächenbearbeitung bzw. das Entgraten oder Entkanten umfassen kann.

[0016] Insbesondere kann ein TiAl - Gusshalbzeug in Form eines Ringes zu einer Ringscheibe geschmiedet werden, aus welcher entsprechende Schaufeln für Strömungsmaschinen herausgetrennt werden können.

[0017] Um sicherzustellen, dass die TiAl - Schmelze mit ausreichend hoher Temperatur, d.h. in einem überhitzten Zustand in die Kokille eingeführt werden kann, wird zudem vorgeschlagen, bei der Vorrichtung für den horizontalen Schleuderguss einen induktiv beheizbaren Speiser vorzusehen, mittels dem die Schmelze in die Kokille eingebracht wird. Zur induktiven Beheizung kann der Speiser von mindestens einer Spule umgeben sein.

[0018] Der Speiser kann als eine oben offene Rinne ausgeführt sein, die durch ein Fluid, wie beispielsweise Wasser kühlbar sein kann und die vorzugsweise aus Kupfer-, Niob- oder Molybdänwerkstoffen gebildet sein kann. Unter Kupfer-, Niob- oder Molybdänwerkstoffen werden diejenigen Werkstoffe verstanden, die als Hauptbestandteil Kupfer, Niob oder Molybdän aufweisen.

[0019] Die Kokille kann aus einem Stahl - und/oder Kupfer - und/oder Niobwerkstoff gebildet sein, um eine schnelle Wärmeableitung zu ermöglichen. Unter Kupfer- und Niobwerkstoffen werden wiederum Werkstoffe verstanden, die als Hauptbestandteil Kupfer bzw. Niob aufweisen.

[0020] Zur Verbesserung der Wärmeableitung aus der Kokille kann die Kokille auch geeignete Kühlkanäle für Fluide, wie Wasser und dergleichen, umfassen.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0021] Die beigefügten Zeichnungen zeigen in rein schematischer Weise in

- Fig. 1 eine Darstellung des horizontalen Schleudergussverfahrens zur Herstellung von kegelförmigen oder zylinderförmigen TiAl - Gusshalbzeugen,
- Fig. 2 eine Schnittdarstellung einer Kokille nach dem Schleuderguss,
- Fig. 3 eine perspektivische Darstellung der Kokille aus den Figuren 1 und 2,
- Fig. 4 eine weitere Darstellung einer Schleudergussvorrichtung zur Durchführung eines Schleudergussverfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 5 eine Schnittdarstellung der Kokille aus Figur 4 nach Beendigung des Schleudergusses,
- Fig. 6 eine perspektivische Darstellung der Kokille aus den Figuren 4 und 5,
- Fig. 7 eine Darstellung des Ablaufs des Schleudergussverfahrens in den Teilbildern a) bis e) bei der Ausführungsform, die in den Figuren 4 bis 6 dargestellt ist,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung des Gefüges ei-

nes TiAl - Gusshalbzeugs nach dem Schleuderguss und in

Fig. 9 eine Darstellung eines Schmiedeschritts zur Umformung eines Rings zu einer Scheibe.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0022] Weiter Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen deutlich, wobei die Erfindung nicht auf die entsprechenden Ausführungsformen beschränkt ist.

[0023] Die Figur 1 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Schleuderguss von TiAl - Gusshalbzeugen gemäß der vorliegenden Erfindung, aus welchen anschließend durch Umformen mittels Schmieden TiAl - Bauteilen hergestellt werden, die insbesondere bei Strömungsmaschinen, wie Flugtriebwerken, eingesetzt werden können.

[0024] Die Vorrichtung umfasst eine Kokille 1, die eine Vielzahl von Formen 3, 3' aufweist, in die der Gusswerkstoff eingefüllt wird. Bei der Kokille 1 der Ausführungsform, die in Figur 1 dargestellt ist, handelt es sich bei den Formen 3, 3' um Formen zur Herstellung von Kegeln und Zylindern, die entlang der Längsachse 2 der Kokille 1 und entlang der Umfangswand der Kokille 1 beabstandet zueinander angeordnet sind.

[0025] Die Kokille 1 wird beim Schleuderguss, mit dem die Formen 3, 3' der Kokille 1 mit entsprechender Schmelzflüssigkeit befüllt werden, um die Kokillenlängsachse 2 gedreht, sodass der Gusswerkstoff z.B. in Form einer TiAl - Legierung, der schmelzflüssig in die Kokille 1 eingeführt wird, durch die Zentrifugalkraft in die Formen 3, 3' gedrückt wird.

[0026] Die schmelzflüssige TiAl - Legierung 9 wird aus einem Schmelztiegel 6, der durch eine Heizung 7 beheizt werden kann, bereitgestellt, wobei die schmelzflüssige TiAl - Legierung über einen Speiser 5 in die Kokille 1 eingeführt wird.

[0027] Wie der Figur 1 zu entnehmen ist, wird der Speiser 5 in der Kokille 1 entlang der Längsachse 2 bewegt, sodass nacheinander die entlang der Längsachse 2 beabstandet angeordneten Formen 3, 3' befüllt werden können.

[0028] Um eine möglichst schnelle Erstarrung der TiAl - Legierung in der Kokille 1 bzw. in den Formen 3, 3' zu gewährleisten, sind in der Kokille 1 Kühlkanäle 4 vorgesehen, durch die Kühlflüssigkeit, wie beispielsweise Wasser, fließen kann.

[0029] Um sicherzustellen, dass die geschmolzene TiAl - Legierung 9 in einem geschmolzenen, überhitzten Zustand in die Kokille 1 bzw. die Formen 3, 3' eingebracht werden kann, ist der Speiser 5 mit einer Induktionsheizung 8 versehen, wobei für die Induktionsheizung 8 eine Spule vorgesehen ist, die um eine nach oben offene Rinne des Speisers 5 angeordnet ist. Durch die Spule 8 kann die schmelzflüssige TiAl - Legierung 9 auf ihrem Weg

über den Speiser 5 zu den Formen 3, 3' induktiv auf Temperatur gehalten werden.

[0030] Die Figur 2 zeigt die Kokille 1 nach dem horizontalen Schleudergießen, wobei alle Formen 3, 3' mit dem abgegossenen TiAl - Material gefüllt sind und die TiAl - Gusshalbzeuge in Form von Kegeln 10 und Zylindern 11 entnommen werden können, wobei die Kokille 1, wie später noch in einem anderen Ausführungsbeispiel gezeigt wird, in entsprechende Einzelteile zerlegt werden kann, um die TiAl - Gusshalbzeuge entnehmen zu können.

[0031] Die Figur 3 zeigt die Kokille 1 in einer perspektivischen Darstellung, wobei hier die einzelnen Formen 3, 3' und ihre beabstandete Anordnung in Umfangsrichtung und Längsrichtung der zylinderförmigen Kokille 1 deutlich zu erkennen ist. Darüber hinaus erkennt man in der Figur 3, dass in der Umfangswand der Kokille 1 mehrere Kühlkanäle 4 nebeneinander angeordnet sind und in Längsrichtung der Kokille 1 verlaufen.

[0032] Die Figuren 4 bis 7 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung zur Herstellung von schleudergegossenen TiAl - Gusshalbzeugen als Vorstufe für die Herstellung von geschmiedeten TiAl - Bauteilen. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der vorangegangenen Ausführungsform lediglich darin, dass anders geformte TiAl - Gusshalbzeuge 12 gebildet werden und entsprechend die Kokille 1 andere Formen 3" aufweist. Statt den Kegeln und Zylindern, wie sie im Ausführungsbeispiel der Figuren 1 bis 3 hergestellt werden, wird gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 eine Vielzahl von Ringen bzw. Rohren 12 (siehe Figur 5) gebildet, wobei die entsprechenden Formen 3" durch umlaufende Vertiefungen in der Kokillenwand 1 gebildet sind. Darüber hinaus unterscheidet sich das Verfahren bzw. die Vorrichtung gemäß Figur 4 nicht weiter gegenüber der Ausführungsform der Figur 1, sodass die gleichen Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und auf eine wiederholte Beschreibung dieser identischen Komponenten verzichtet wird.

[0033] Die Figur 7 verdeutlicht in einer Zusammenstellung in den Teilbildern a) bis e) den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens hinsichtlich des Schleudergusses zur Herstellung von TiAl - Gusshalbzeugen als Vorstufe für das Schmieden von TiAl - Bauteilen aus den TiAl - Gusshalbzeugen.

[0034] Die Teilbilder a) bis d) entsprechen den Darstellungen der Figuren 4 bis 6, wobei im Teilbild a) der Beginn des Schleudergusses gezeigt ist, bei dem der Speiser 5 die erste Reihe der Formen 3" mit dem Gusswerkstoff füllt, während im Teilbild b) der Speiser 5 bereits entlang der Längsachse 2 der Kokille 1 bewegt worden ist und die dritte Reihe der Formen 3" mit geschmolzener TiAl - Legierung füllt.

[0035] Das Teilbild e) der Figur 7 zeigt wie die Kokille 1 aus mehreren Teilen, nämlich verschiedenen Ringsegmenten 13 bis 15 aufgebaut ist, die zum Entnehmen der gefertigten TiAl - Gusshalbzeuge in Form von Ringen 12

auseinandergebaut werden. Die Kokille 1 besteht in dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Figur 7 e) aus jeweils einer Endplatte 13 und einer Vielzahl von ringförmigen Formsegmenten 14 und Trennsegmenten 15, die abwechselnd nebeneinander angeordnet werden, um so die Formen 3" zu bilden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel der Figur 7 e) sind fünf Formen zur Bildung von Ringen 12 vorgesehen, wobei die Kokille 1 mit mehr Ringsegmenten 14, 15 auch länger ausgebildet sein kann, um mehr Ringe 12 zu bilden.

[0036] Die Figur 8 zeigt schematisch ein Schliffbild zur Darstellung der Mikrostruktur eines TiAl - Gusshalbzeugs nach dem Schleuderguss. In Figur 8 ist dargestellt, dass die Mikrostruktur aus einer Vielzahl von Kolonien 16 aus α - Titan und γ - TiAl gebildet ist, wobei das γ - TiAl in Form von Lamellen 18 in den Kolonien 16 vorliegt. Die Kolonien 16 sind länglich gestreckt ausgebildet und in einer β - Titan - Matrix 17 eingelagert, die zusätzlich linsenförmige γ - TiAl - Ausscheidungen 19 aufweist. Das Gefüge weist keine globularen γ - TiAl - Körner auf und verleiht dem Werkstoff eine Zugfestigkeit von 650 bis 800 MPa bei einer Gesamtdehnung von 0,2 bis 0,9 %. Das Gefüge liegt bereits sehr nahe an der Gleichgewichtsphasenzusammensetzung bei Raumtemperatur, wobei die Abweichung von der Gleichgewichtsphasenzusammensetzung bei Raumtemperatur lediglich bis zu 10 Vol. %, vorzugsweise bis zu 8 Vol.% des Gefüges betrifft.

[0037] Die durch horizontalen Schleuderguss hergestellten TiAl - Gusshalbzeuge sind in hervorragender Weise für die Weiterverarbeitung zu TiAl - Schmiedebauteilen geeignet, wie dies in Figur 9 dargestellt ist. Gemäß der Figur 9 werden die TiAl - Gusshalbzeuge in Form von Ringen 12, wie sie beispielsweise gemäß dem Verfahren nach Figur 7 hergestellt worden sind, in einer Schmiede mit entsprechenden Schmiedewerkzeugen 20, 21 zu einem TiAl - Schmiedebauteil in Form einer ringförmigen Scheibe 22 (siehe Teilbild b) der Figur 9) umgeformt, aus welchem gemäß der Darstellung in Figur 9 c) entsprechende TiAl - Bauteile 23, wie Schaufeln oder dergleichen herausgetrennt werden können, wie dies durch die gestrichelten Linien in Figur 9 c) angedeutet ist.

[0038] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele detailliert beschrieben worden ist, ist für den Fachmann selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern dass vielmehr Abwandlungen in der Weise möglich sind, dass einzelne Merkmale weggelassen oder andersartige Kombinationen von Merkmalen verwirklicht werden können, solange der Schutzbereich der beigefügten Ansprüche nicht verlassen wird. Die vorliegende Offenbarung schließt sämtliche Kombinationen der vorliegenden Einzelmerkmale mit ein.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0039]

1 Kokille

2 Kokillenlängsachse
3,3',3" Form
4 Kühlkanal
5 Speiser
5 6 Schmelztiegel
7 Heizung
8 Induktionsspule
9 Schmelze
10 Kegel
11 Zylinder
12 Ring
13 Endplatte
14 Formsegment
15 Trennsegment
16 Kolonie
17 Matrix
18 Lamelle
19 linsenförmige Ausscheidung
20 Schmiedewerkzeug
21 Schmiedewerkzeug
22 Scheibe
23 Bauteil

25 **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung von geschmiedeten Bauteilen aus TiAl - Legierungen, bei welchem eine Schmelze (9) einer TiAl - Legierung bereitgestellt wird, welche in einem horizontalen Schleuderguss vergossen wird, sodass mindestens ein TiAl - Gusshalbzeug (10,11,12) erzeugt wird, wobei das TiAl - Gusshalbzeug durch Schmieden zu einem TiAl - Schmiedeteil (22) umgeformt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das TiAl - Gusshalbzeug ausgewählt ist aus der Gruppe, die Zylinder (11), Kegel (10) und Ringe (12) umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das TiAl - Gusshalbzeug durch Trennen, insbesondere Zerteilen oder Zerspannen eines Gussstücks erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die TiAl - Legierung in einer Kokille (1) zu mehreren getrennten TiAl - Gusshalbzeugen gegossen wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die TiAl - Legierung zu TiAl - Gusshalbzeug in Form von Ringen (12) oder Rohren mit einer Länge von 5 bis 300 cm und/oder Wandstärken von 4 bis 30 cm

und/oder Innendurchmessern von 10 bis 100 cm abgegossen wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die TiAl - Legierung eine TNM - Legierung mit Bestandteilen an Niob und Molybdän, insbesondere eine Ti - 43,5 Al - 4 Nb - 1 Mo - 0,1 B Legierung ist, die 43,5 Gew. % Al, 4 Gew. % Nb, 1 Gew. % Mo, 0,1 Gew. % B und Rest Ti sowie unvermeidbare Verunreinigungen und/oder Legierungsbestandteile mit Anteilen von jeweils kleiner 0,5 Gew. % bis zu einem Gesamtanteil von kleiner oder gleich 5 Gew. %, insbesondere kleiner oder gleich 2 Gew. % aufweist. 5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das TiAl - Gusshalbzeug eine Mikrostruktur aufweist, die durch insbesondere langgestreckte Kolonien (16) aus α - Ti und γ - TiAl gebildet ist, die in β - Ti eingelagert sind, wobei insbesondere linsenförmige γ - TiAl - Ausscheidungen (19) im β - Ti ausgebildet sind. 20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Phasenzusammensetzung des TiAl - Gusshalbzeugs von der Gleichgewichtsphasenzusammensetzung bei Raumtemperatur bis zu 10 Vol. %, insbesondere bis zu 8 Vol. % abweicht. 30
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das TiAl - Gusshalbzeug mehreren Umformschritten durch Schmieden und/oder mindestens einer Wärmebehandlung unterzogen wird. 35
40
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das TiAl - Gusshalbzeug in Form eines Ringes (12) zu einer Ringscheibe (22) geschmiedet wird, aus welcher Schaufeln (23) für Strömungsmaschinen herausgetrennt werden. 45
11. Vorrichtung für den horizontalen Schleuderguss von TiAl - Halbzeugen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mindestens einer Kokille (1), die um eine horizontal angeordnete Drehachse drehbar ist, und mindestens einem Speiser (5), der in die Kokille hineinragen kann, um eine Schmelze (9) in die Kokille einzubringen,
dadurch gekennzeichnet, dass 50
55

der Speiser (5) induktiv beheizbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Speiser (5) eine oben offene Rinne umfasst, die insbesondere durch ein Fluid kühlbar ist und vorzugsweise aus Kupfer - oder Niob - oder Molybdänwerkstoffen gebildet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Speiser von mindestens einer Spule (8) umgeben ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kokille aus Stahl und/oder Kupfer - Werkstoffen und/oder Niob - Werkstoffen gebildet ist.

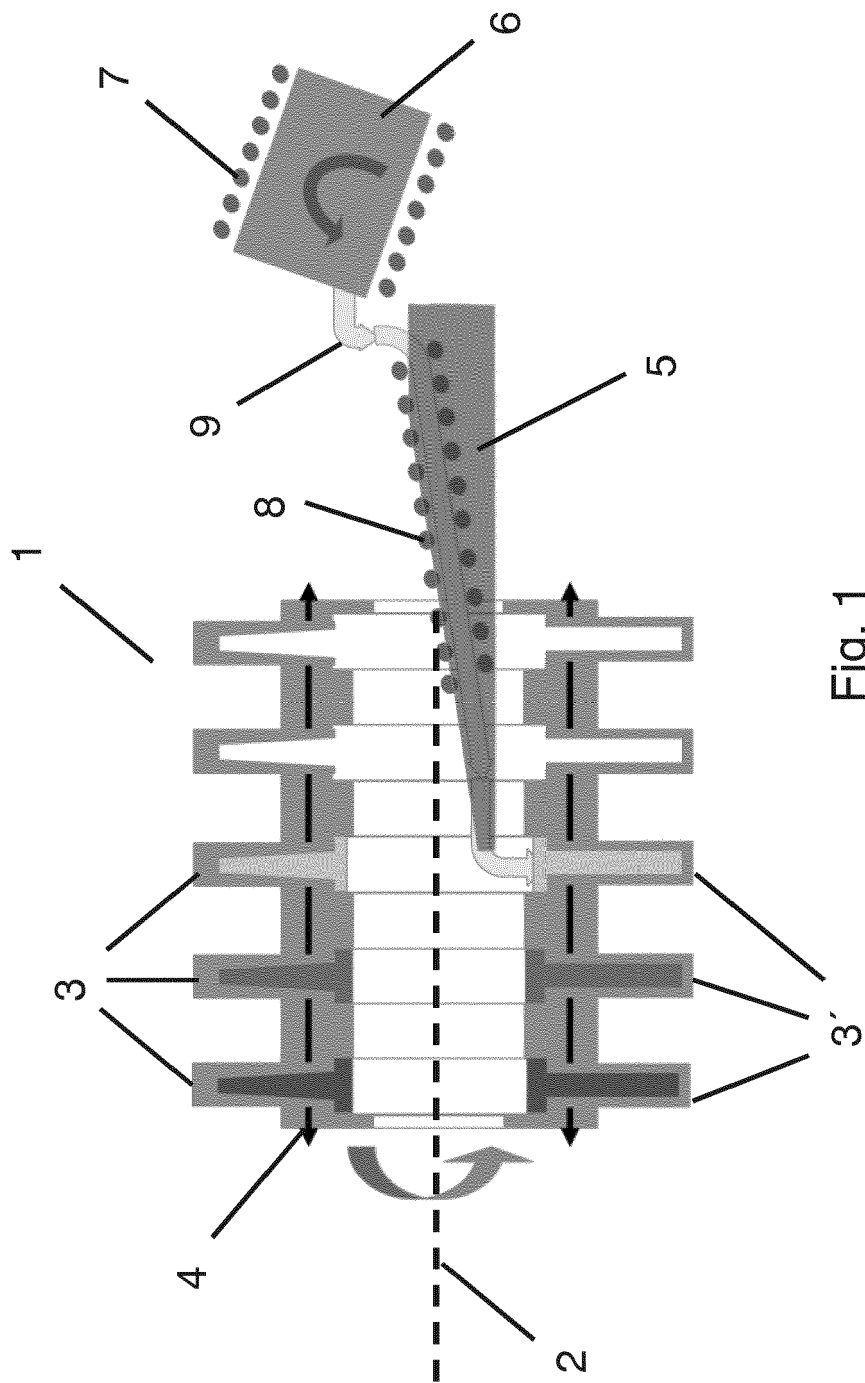


Fig. 1

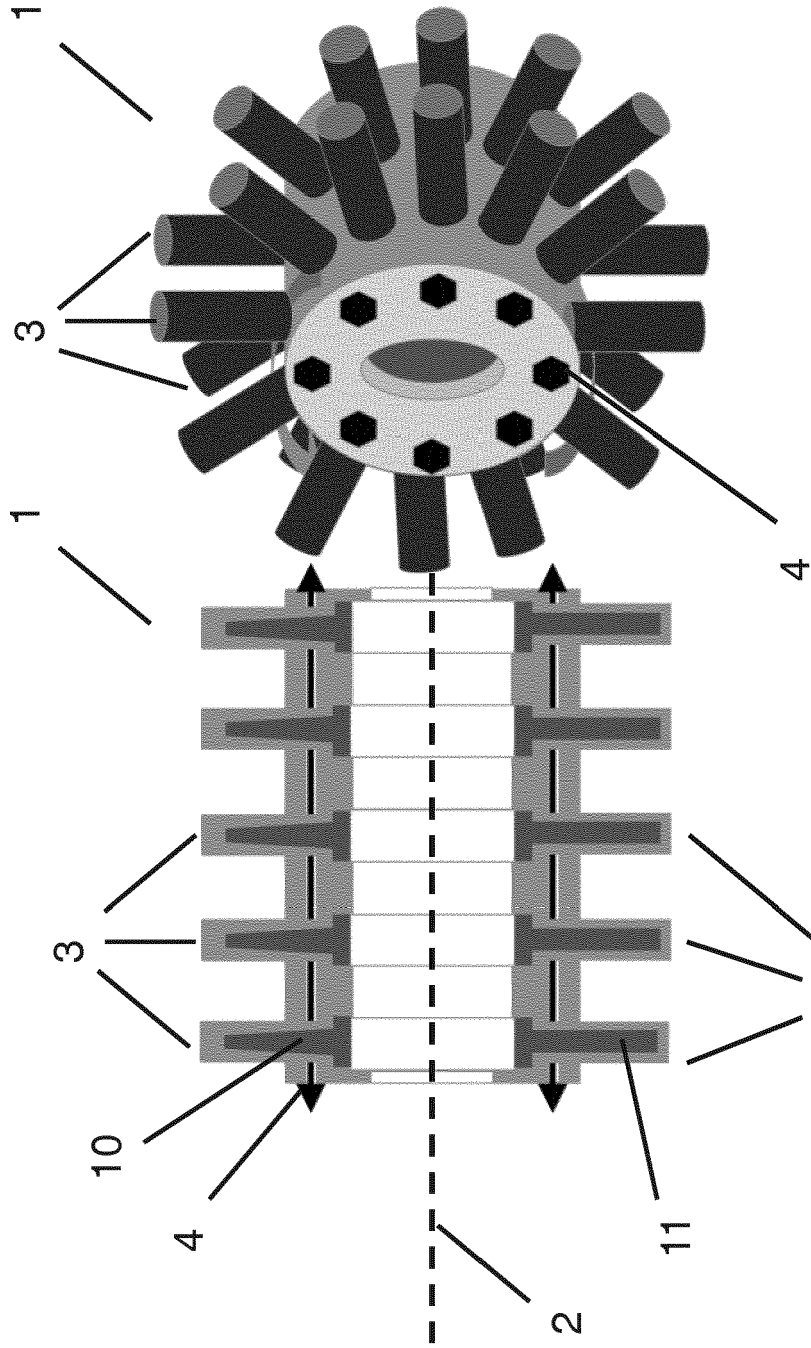
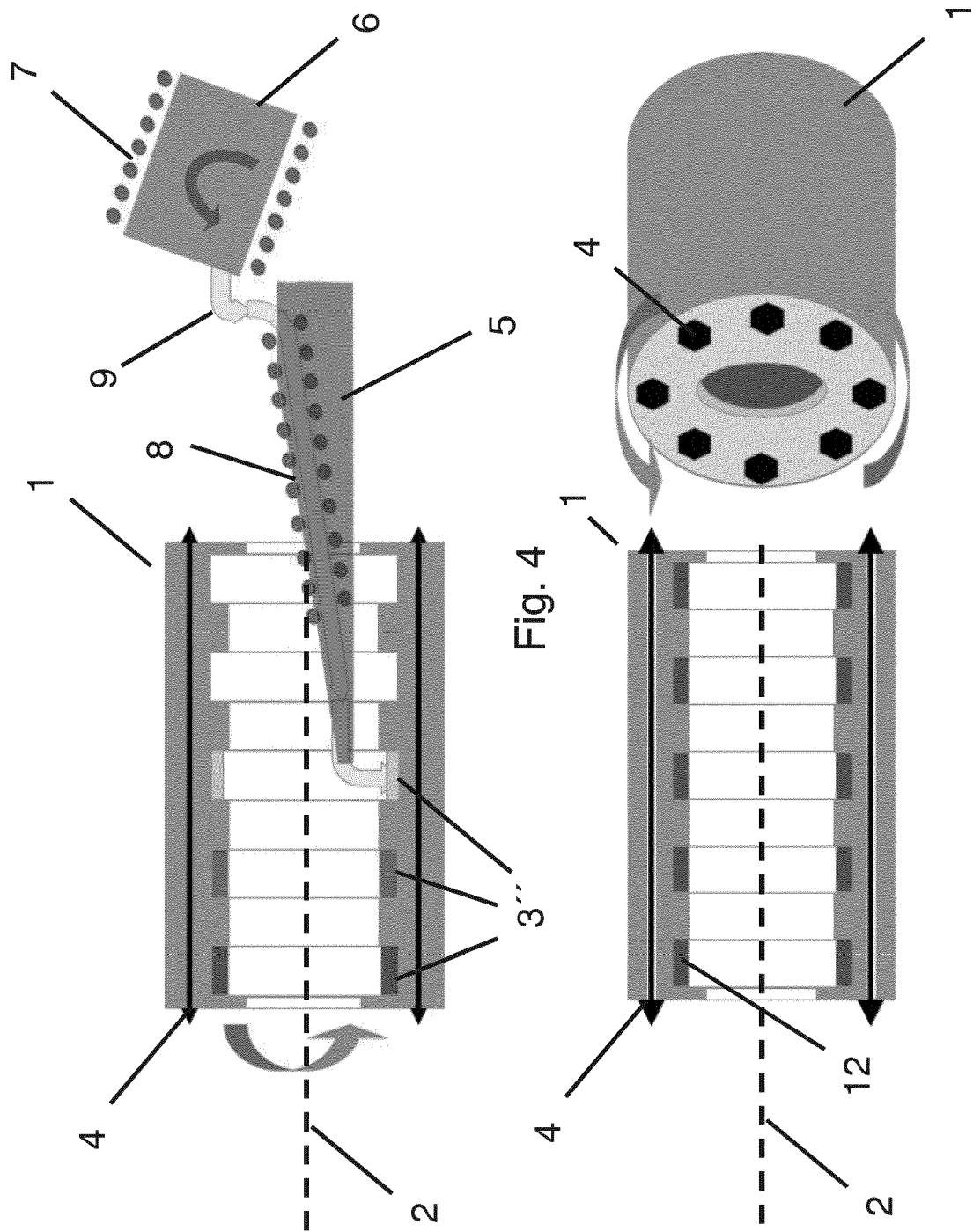
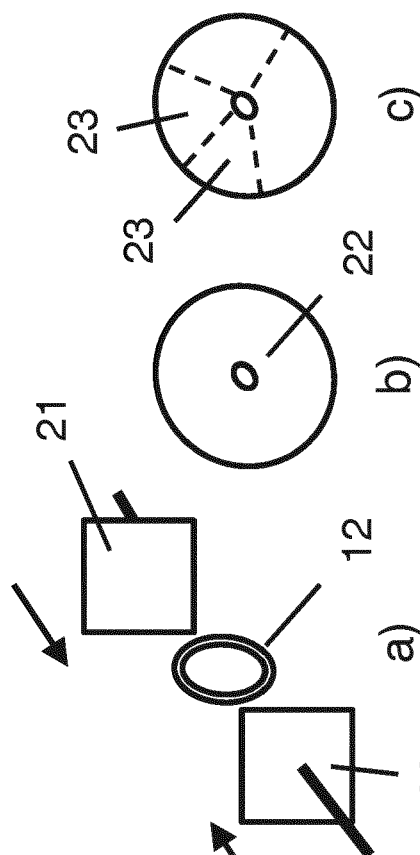
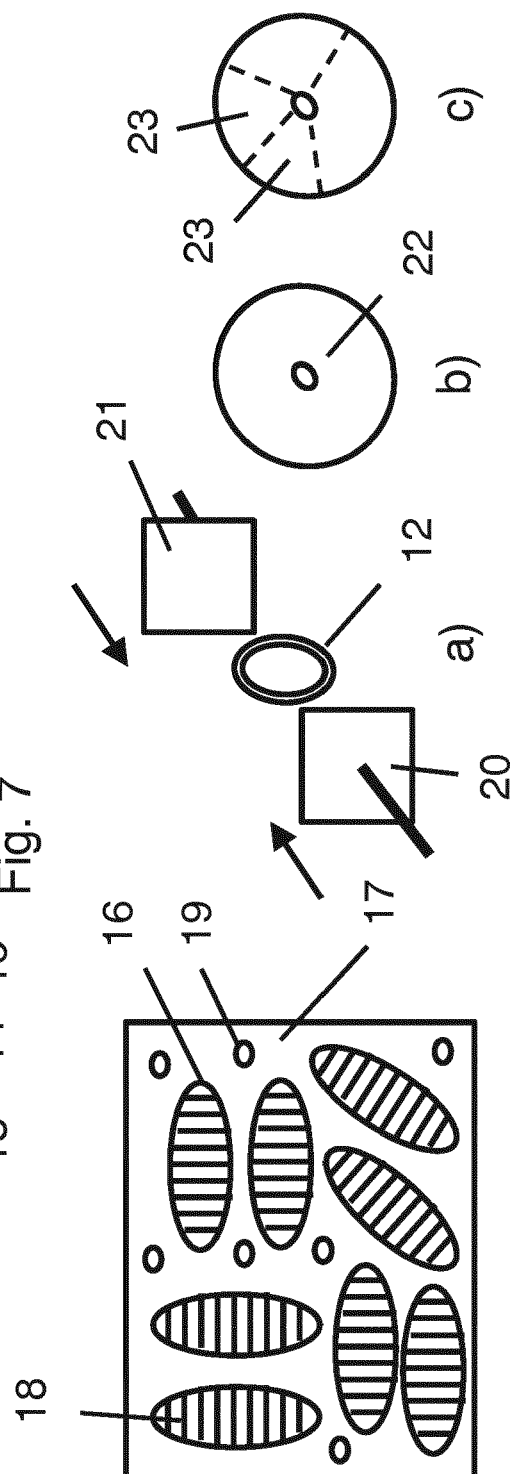
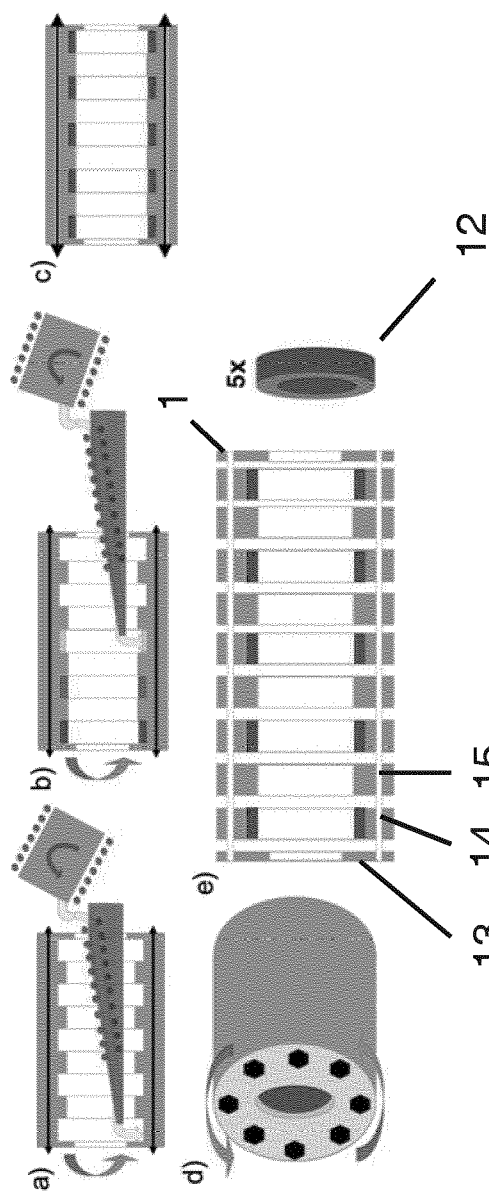


Fig. 3

Fig. 2







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 17 5160

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	DE 100 24 343 A1 (GFE MET & MAT GMBH [DE]) 22. November 2001 (2001-11-22) * Absätze [0017] - [0019]; Ansprüche 8,10,11 *	1-10	INV. C22F1/18 B22D13/02 B22D13/06 C22C14/00
Y	US 2004/040690 A1 (RAY RANJAN [US] ET AL) 4. März 2004 (2004-03-04) * Abbildung 5; Beispiel 122 *	11-14	
Y	RO 103 095 B1 (MATRITE SI PIESE DIN FONTA ODO) 10. Januar 1993 (1993-01-10) * Abbildung 1 *	11-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C22F B22D C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Oktober 2016	Prüfer Rischard, Marc
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 16 17 5160

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.

14-10-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10024343 A1	22-11-2001	AT 384146 T	15-02-2008
		AU 6229501 A	26-11-2001
		DE 10024343 A1	22-11-2001
		EP 1287173 A1	05-03-2003
		ES 2298238 T3	16-05-2008
		JP 2003533594 A	11-11-2003
		US 2004045644 A1	11-03-2004
		WO 0188214 A1	22-11-2001

US 2004040690 A1	04-03-2004	US 2004040690 A1	04-03-2004
		US 2004060685 A1	01-04-2004

RO 103095 B1	10-01-1993	KEINE	

EPO FORM P0461

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