

(19)



(11)

EP 3 595 831 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

28.06.2023 Patentblatt 2023/26

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B22F 3/02 ^(2006.01) **B22F 3/03** ^(2006.01)
B28B 3/08 ^(2006.01) **B30B 11/00** ^(2006.01)
B30B 15/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18711320.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B22F 3/02; B22F 3/03; B28B 3/08; B28B 3/086;
B30B 11/007; B30B 15/022; B22F 2003/031

(22) Anmeldetag: **14.03.2018**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2018/056349

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2018/167127 (20.09.2018 Gazette 2018/38)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GRÜNLINGS MIT EINEM PRESSWERKZEUG, EIN PRESSWERKZEUG, EIN GRÜNLING SOWIE EIN SINTERTEIL**

METHOD OF MANUFACTURING A GREEN BODY WITH A PRESSING TOOL, PRESSING TOOL, GREEN BODY AS WELL AS SINTERED BODY

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE PIÈCE EN CRU AVEC OUTIL DE PRESSE, OUTIL DE PRESSE, PIÈCE EN CRU ET PIÈCE FRITTÉE

(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

- **SCHMITT, Rainer**
53343 Wachtberg (DE)
- **BORNEMANN, Nils**
53179 Bonn (DE)

(30) Priorität: **14.03.2017 DE 102017105364**

(74) Vertreter: **karo IP**

karo IP Patentanwälte
Kahlhöfer Rößler Kreuels PartG mbB
Postfach 32 01 02
40416 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.01.2020 Patentblatt 2020/04

(73) Patentinhaber: **GKN Sinter Metals Engineering GmbH**
42477 Radevormwald (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 098 317 DE-U1- 20 115 860
DE-U1- 20 115 860 DE-U1- 29 500 253
DE-U1- 29 500 253 US-A1- 2013 039 798

(72) Erfinder:

- **TILLER, Stefan**
53757 Sankt Augustin (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 595 831 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Grünlings mit einem Presswerkzeug, ein Presswerkzeug, einen Grünling sowie ein Sinterteil (bzw. ein durch eine Wärmebehandlung des Grünlings hergestelltes Bauteil, im Folgenden auch als Sinterteil bezeichnet). Mit dem Presswerkzeug werden insbesondere sinterfähige Grünlinge bzw. beliebig weiter zu verarbeitende (z. B. durch eine Wärmebehandlung) Grünlinge hergestellt, also Grünlinge, die nach dem Pressvorgang z. B. gesintert werden können. Insbesondere können in der Matrize metallische und/oder keramische Pulver zu Grünlingen verpresst werden. Insbesondere kann das Verfahren zum Betrieb des Presswerkzeugs und zur Herstellung des Grünlings bzw. des Sinterteils eingesetzt werden. Insbesondere kann das Presswerkzeug zur Herstellung des Grünlings eingesetzt werden.

[0002] Eine Matrize erstreckt sich entlang einer axialen Richtung zwischen einer ersten Stirnseite und einer zweiten Stirnseite und bildet zwischen den Stirnseiten eine Innenumfangsfläche aus, die eine Aufnahme für einen pulverförmigen Werkstoff bzw. für ein aus dem Werkstoff durch Verpressen hergestelltes Grünling bildet. Es ist zumindest ein entlang der axialen Richtung über eine (erste) Stirnseite in die Matrize hinein verfahrbarer Stempel des Presswerkzeugs vorgesehen, der den in der Aufnahme angeordneten Werkstoff zu dem Grünling verpresst. Selbstverständlich ist auch bekannt, weitere entlang der axialen Richtung verfahrbare Stempel einzusetzen, die über die andere (zweite) Stirnseite in die Matrize eindringen.

[0003] Zur Erzeugung eines geometrischen Hinterschnitts bei dem Grünling kann in der Innenumfangsfläche eine Öffnung vorgesehen sein, über die mindestens ein, entlang einer radialen Richtung durch einen Kanal in der Matrize und hin zur Aufnahme verfahrbarer und dabei die Öffnung ausfüllender, zweiter Stempel in die Aufnahme hinein verfahren werden kann.

[0004] Die Innenumfangsfläche der Matrize bildet einerseits die Aufnahme für das Pulver bzw. den herzustellenden Grünling. Über die nach oben offene erste Stirnseite der Matrize kann insbesondere mindestens ein Oberstempel des Presswerkzeugs entlang der axialen Richtung in die Matrize hineinfahren. Der mindestens eine Oberstempel gleitet dabei entlang der Innenumfangsfläche der Matrize und verpresst das Pulver zunehmend. Insbesondere kann zusätzlich mindestens ein Unterstempel vorgesehen sein, der über eine nach unten offene zweite Stirnseite der Matrize entlang der axialen Richtung in die Matrize hineinfährt, bzw. in der Matrize zwischen einer oberen Stellung und einer unteren Stellung verfährt, wobei auch die Matrize gegenüber dem ggf. nicht bewegten Unterstempel verfahren werden kann. Zwischen dem mindestens einen Oberstempel und dem mindestens einen Unterstempel wird so das Pulver zu einem Grünling verpresst, wobei die Innenumfangsfläche der Matrize insbesondere eine seitliche Kontur des

Grünlings definiert.

[0005] Die in Matrizen hergestellten Grünlinge können eine Vielzahl von Geometrien aufweisen. Es hat sich bisher allerdings als schwierig dargestellt, Grünlinge herzustellen, die sich zumindest in Teilstücken des Grünlings entlang der axialen Richtung verjüngen. Insbesondere in Teilstücken des Grünlings, die gegenüber der axialen Richtung geneigte Seitenflächen aufweisen, also sich konisch verjüngen, können Inhomogenitäten in der Dichteverteilung des Grünlings auftreten. Damit lassen sich diese Teile entweder nicht herstellen oder weisen auch als Sinterteile gerade in diesen Teilstücken nicht die erwünschte Festigkeit bzw. die erwünschten Eigenschaften auf. Bisher ist kein Verdichtungsverfahren bekannt, mit dem derartige Geometrien mit vertretbarem Aufwand bzw. mit optimalen Bauteileigenschaften herstellbar sind.

[0006] Aus der DE 201 15 860 U1 ist auf eine Pressvorrichtung zur Herstellung eines rohrförmigen Abschnitts aus einem Schüttmaterial gerichtet. Dabei wird eine Außenumfangsfläche des Abschnitts durch in der radialen Richtung verfahrbare Pressbacken gebildet. Die Füllkammer wird durch Eckbacken begrenzt, die auch während des Pressens ihre Position beibehalten. Gegenüber den Eckbacken werden die Pressbacken ausgehend von einer Füllposition hin zu einer Pressposition seitlich verschoben.

[0007] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise zu lösen. Insbesondere sollen auch besonders anspruchsvolle Geometrien von herzustellenden Grünlingen durch ein Verfahren und/oder durch ein Presswerkzeug herstellbar sein, wobei insbesondere Inhomogenitäten der Dichte in dem Grünling reduziert oder verhindert werden können.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1, ein Presswerkzeug gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 6, ein Grünling gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 7 und ein Sinterteil gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 11 vorgeschlagen. Vorteilhaft Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche. Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung und Details aus den Figuren ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

[0009] Hierzu trägt ein Verfahren zur Herstellung mindestens eines Grünlings mit einem Presswerkzeug bei. Das Presswerkzeug umfasst zumindest eine Matrize, einen ersten Stempel und einen zweiten Stempel. Die Matrize erstreckt sich entlang einer axialen Richtung zwischen einer ersten Stirnseite und einer zweiten Stirnseite und bildet zwischen den Stirnseiten eine Innenumfangsfläche mit einer Öffnung aus. Die Innenumfangsfläche bildet eine Aufnahme für den Grünling. Der mindestens eine erste Stempel ist über eine der Stirnseiten der Ma-

trize in die Aufnahme entlang einer axialen Richtung verfahrbar. Der mindestens eine zweite Stempel ist durch einen Kanal in der Matrize und hin zur Aufnahme entlang einer radialen Richtung verfahrbar, wobei er dabei (wenn er bis zur Aufnahme verfahren wurde) die Öffnung bevorzugt ausfüllt. Das Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellen der Matrize und des zweiten Stempels, wobei der zweite Stempel vor oder während Schritt b) gegenüber der Innenumfangsfläche (und der Öffnung) in der radialen Richtung nach außen versetzt angeordnet ist;
- b) Einfüllen eines pulverförmigen Werkstoffes in die Aufnahme;
- c) Verfahren zumindest des (mindestens einen) ersten Stempels und des (mindestens einen) zweiten Stempels und Verpressen des Werkstoffes in der Aufnahme, wobei der (mindestens eine) zweite Stempel in der radialen Richtung hin zur Aufnahme nur so weit verfahren wird, dass er zumindest mit einem Bereich der Innenumfangsfläche, der entlang der axialen Richtung zwischen der einen Stirnseite, über die der (mindestens eine) erste Stempel in die Aufnahme verfahren wird, und der Öffnung angeordnet ist,

- bündig abschließend oder
- um höchstens 0,1 mm [Millimeter], insbesondere um höchstens 0,05 mm, zumindest gegenüber diesem Bereich der Innenumfangsfläche in der radialen Richtung in die Aufnahme hinein überstehend

angeordnet ist.

[0010] Hier wird der in der radialen Richtung verfahrbare zweite Stempel insbesondere nicht zur Erzeugung eines Hinterschnitts eingesetzt. Zur Erzeugung eines Hinterschnitts wird der zweite Stempel über die Öffnung hinaus in die Aufnahme hinein verschoben, wobei vor dem Entnehmen des Grünlings aus der Aufnahme der zweite Stempel aus der Aufnahme heraus verfahren werden muss, so dass der in der axialen Richtung erzeugte Formschluss zwischen zweitem Stempel und Grünling aufgehoben wird. Eine solche "Rückstellbewegung" des zweiten Stempels ist für die Entnahme des Grünlings aus der Aufnahme nicht erforderlich, sondern der Grünling kann insbesondere auch dann entnommen werden, wenn sich der zweite Stempel in der oben angegebenen "bündigen" oder "geringfügig überstehenden" Endstellung befindet. Insbesondere wird der zweite Stempel zur Entnahme des Grünlings nur um höchstens 0,1 mm gegenüber der Endstellung (also der Stellung, in der der zweite Stempel während Schritt c) entlang der radialen Richtung am weitesten in Richtung hin zur Aufnahme verfahren ist) entlang der radialen Richtung zurückgefahren.

[0011] Mit dem zweiten Stempel wird demnach eine Verdichtung des pulverförmigen Werkstoffes durch ein Verpressen in der radialen Richtung bewirkt. Dazu wird zugelassen, dass der pulverförmige Werkstoff über die Öffnung in den Kanal eintritt. So kann eine Zusatzmenge an Werkstoff in diesen Bereich des späteren Grünlings transportiert werden, wobei diese Zusatzmenge durch den zweiten Stempel über die Öffnung der Aufnahme und damit dem Grünling zugeführt wird. Damit wird ein Transport des pulverförmigen Werkstoffes entlang der axialen Richtung durch den ersten Stempel während des Verpressens hier durch einen Transport des pulverförmigen Werkstoffes entlang der radialen Richtung (teilweise) ersetzt und/oder ergänzt.

[0012] Gerade bei sich verjüngenden Bauteilen, z. B. mit konisch zulaufenden Seitenwänden, kann der pulverförmige Werkstoff nicht ausreichend genau und/oder nur mit hohem Risiko von Inhomogenitäten in diesem Teilstück des späteren Grünlings verschoben werden. Der Einsatz eines in der radialen Richtung verfahrenen zweiten Stempels ermöglicht nun, dass die geforderte Menge an Werkstoff zielgerichtet und genau bemessen zu diesem Teilstück hin verfahren werden kann.

[0013] Es lassen sich hiermit Grünlinge herstellen, die eine sehr hohe und/oder sehr gleichmäßige Dichte im gesamten Querschnitt aufweisen.

[0014] Insbesondere weist der zweite Stempel in der angegebenen Endstellung eine, zusammen mit der Innenumfangsfläche die Aufnahme bildende, Stirnfläche auf, wobei die Stirnfläche sich parallel zur axialen Richtung erstreckt. Bevorzugt erstreckt sich auch die Innenumfangsfläche, insbesondere in dem Bereich zwischen der Öffnung und der ersten Stirnseite der Matrize, parallel zur axialen Richtung. Eine "parallele" Ausrichtung soll hier noch vorliegen, soweit dies mit den Fertigungstoleranzen der hier angegebenen Bauteile üblicherweise einstellbar ist, so dass beispielsweise Abweichungen von höchstens zwei (2) Winkelgrad, bevorzugt von höchstens einem (1) Winkelgrad, besonders bevorzugt von höchstens 0,3 Winkelgrad von der axialen Richtung mit umfasst sein sollen.

[0015] Erfindungsgemäß wird der (mindestens eine) zweite Stempel in Schritt a) oder während Schritt b) so weit in der radialen Richtung gegenüber der Innenumfangsfläche versetzt angeordnet, dass sich der in Schritt b) eingefüllte Werkstoff (vor Schritt c)) auch in dem Kanal anordnet.

[0016] Bevorzugt wird das Einfüllen des Werkstoffes und das Verfahren des zweiten Stempels zumindest teilweise parallel zueinander durchgeführt. Insbesondere ist der zweite Stempel vor dem Einfüllen des Werkstoffes im Wesentlichen bündig mit der Innenumfangsfläche angeordnet, wobei der zweite Stempel während des Einfüllens des Werkstoffes entlang der radialen Richtung zurückgefahren wird. Die Bewegung des zweiten Stempels wirkt nach Art einer Vakuumpumpe und zieht den Werkstoff hinein in den Kanal.

[0017] Erfindungsgemäß wird der in dem Kanal ange-

ordnete Werkstoff durch das Verfahren des (mindestens einen) zweiten Stempels in Schritt c) über die Öffnung in die Aufnahme verschoben.

[0018] Bevorzugt umfasst der (mindestens eine) zweite Stempel zumindest einen ersten Teilstempel und einen zweiten Teilstempel, die unabhängig voneinander verfahrbar sind. Es ist ebenso möglich, dass zwei zweite Stempel vorgesehen sind. Damit kann das Verfahren genauer an die jeweils vorherrschenden Bedingungen angepasst werden. Z. B. können Teilvolumina des späteren Grünlings sukzessive gefüllt und verdichtet werden.

[0019] Insbesondere können alle im Verfahren vorgesehenen Stempel (und Auswerfer) miteinander gekoppelt oder vollständig unabhängig voneinander verfahren und geregelt werden.

[0020] Insbesondere sind die Teilstempel entlang der axialen Richtung nebeneinander angeordnet. Es ist aber auch eine andere Anordnung der Teilstempel möglich. Diese können auch coaxial zueinander oder entlang einer Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sein.

[0021] Erfindungsgemäß wird in Schritt c) durch den (mindestens einen) zweiten Stempel ein Teilbereich eines, sich entlang der axialen Richtung von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende erstreckenden, Wandbereichs des Grünlings verdichtet, wobei der Teilbereich von dem ersten Ende und/oder von dem zweiten Ende beabstandet angeordnet ist. Der Wandbereich zwischen dem ersten Ende und dem Teilbereich wird erfindungsgemäß von dem ersten Stempel verpresst. In diesem Bereich wird der pulverförmige Werkstoff entlang der Innenumfangsfläche in erster Linie entlang der axialen Richtung verschoben. Der Wandbereich erstreckt sich von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende des Wandbereichs bzw. des Grünlings, wobei die Enden nicht die maximale Erstreckung des Grünlings entlang der axialen Richtung bezeichnen müssen. In Schritt c) wird durch den zweiten Stempel ein Teilbereich des Wandbereichs verdichtet. Der Teilbereich ist hier der Bereich des Grünlings, der in radialer Richtung vor der Stirnfläche des zweiten Stempels angeordnet ist.

[0022] Insbesondere erstreckt sich der Teilbereich zwischen einer ersten Trennlinie und einer zweiten Trennlinie am bzw. zum Wandbereich entlang der axialen Richtung, wobei zumindest eine der Trennlinien einen gekrümmten, insbesondere mäandernden, Verlauf aufweist. Diese Trennlinien können zum einen aufgrund des minimalen Versatzes in der radialen Richtung des Teilbereichs gegenüber dem nicht in der radialen Richtung verdichteten Wandbereich erzeugt und daher gut identifizierbar sein. Zum anderen stellt sich in dem Teilbereich ein anderes Oberflächenbild und/oder ein anderes zweites Oberflächengefüge ein, das sich visuell von dem ersten Oberflächengefüge des Wandbereichs, außerhalb des Teilbereichs, unterscheiden lässt.

[0023] Bevorzugt ist der (mindestens eine) zweite Stempel an einem Teilstück des Grünlings angeordnet, das sich entlang der axialen Richtung verjüngt, wobei ein Verhältnis zwischen einem größten Querschnitt, quer zur

axialen Richtung, des Teilstücks und einem kleinsten Querschnitt mindestens 2:1, bevorzugt mindestens 3:1 ist. Dabei ist der größte Querschnitt des sich verjüngenden Teilstücks insbesondere zwischen der ersten Trennlinie und der zweiten Trennlinie angeordnet. Bevorzugt ist auch der kleinste Querschnitt zwischen der ersten Trennlinie und der zweiten Trennlinie angeordnet.

[0024] Insbesondere erfolgt die Verjüngung kontinuierlich über, gegenüber der axialen Richtung geneigt angeordnete Seitenflächen der Innenumfangsfläche bzw. der Aufnahme.

[0025] Weiter wird ein Presswerkzeug zur Herstellung mindestens eines Grünlings vorgeschlagen. Das Presswerkzeug kann insbesondere für das vorgeschlagene Verfahren zur Herstellung eines Grünlings eingesetzt werden. Das Presswerkzeug umfasst zumindest eine Matrize, mindestens einen ersten Stempel sowie mindestens einen zweiten Stempel. Die Matrize erstreckt sich entlang einer axialen Richtung zwischen einer ersten Stirnseite und einer zweiten Stirnseite und bildet zwischen den Stirnseiten eine Innenumfangsfläche mit einer Öffnung aus. Die Innenumfangsfläche bildet eine Aufnahme für den Grünling. Der mindestens eine erste Stempel ist entlang einer axialen Richtung verfahrbar. Der mindestens eine zweite Stempel ist entlang einer radialen Richtung durch einen Kanal in der Matrize und hin zur Aufnahme verfahrbar, wobei er bevorzugt dabei (wenn er bis zur Aufnahme verfahren wurde) die Öffnung ausfüllt. Der erste Stempel ist über eine der Stirnseiten der Matrize in die Aufnahme entlang der axialen Richtung verfahrbar. Das Presswerkzeug ist nunmehr so eingerichtet, dass der zweite Stempel in der radialen Richtung nur so weit hin zur Aufnahme verfahrbar ist, dass er zumindest mit einem Bereich der Innenumfangsfläche, der entlang der axialen Richtung zwischen der einen Stirnseite über die der erste Stempel in die Aufnahme verfahren wird, und der Öffnung angeordnet ist, bündig abschließend oder höchstens um 0,1 mm [Millimeter], insbesondere höchstens um 0,05 mm, zumindest gegenüber diesem Bereich der Innenumfangsfläche in der radialen Richtung in die Aufnahme hinein überstehend anordenbar ist.

[0026] Insbesondere weist der zweite Stempel an seiner der Aufnahme zugewandten Stirnfläche keine Kontur zur Ausbildung eines Hinterschnitts an dem Grünling auf. Dabei bezeichnet Hinterschnitt bevorzugt einen Absatz in der Außenfläche des Grünlings, der ein Untermaß (entlang der radialen Richtung) von mehr als 2 oder 1 mm, bzw. sogar mehr als nur 0,1 mm [Millimeter], insbesondere mehr als 0,05 mm, gegenüber jeder (anderen) Fläche des Grünlings zwischen der durch die Stirnfläche des zweiten Stempels gebildeten Fläche des Grünlings und dem ersten Ende und/oder dem zweiten Ende des Wandbereichs bzw. des Grünlings entlang der axialen Richtung aufweist.

[0027] Insbesondere sind das erste Ende und das zweite Ende jeweils unmittelbar an den Wandbereich angrenzend angeordnet.

[0028] Insbesondere weist der (mindestens eine) zweite Stempel eine, zusammen mit der Innenumfangsfläche die Aufnahme bildende, Stirnfläche auf, wobei die Stirnfläche sich parallel zur axialen Richtung erstreckt.

[0029] Bevorzugt erstreckt sich auch die Innenumfangsfläche, insbesondere in dem Bereich zwischen der Öffnung und der ersten Stirnseite der Matrize, parallel zur axialen Richtung.

[0030] Die Ausführungen zu dem vorstehend beschriebenen Verfahren gelten gleichermaßen für das Presswerkzeug und umgekehrt.

[0031] Es wird ein Grünling vorgeschlagen, hergestellt durch Verpressen eines pulverförmigen Werkstoffes, wobei der Grünling eine sich entlang einer axialen Richtung erstreckende Längsachse und einen zu der Längsachse parallel verlaufenden Wandbereich aufweist, der sich entlang der axialen Richtung von einem ersten Ende zu einem zweiten Ende erstreckt. Der Wandbereich umfasst einen Teilbereich, der von dem ersten Ende und von dem zweiten Ende beabstandet angeordnet ist. Ein sich durch das Verpressen eingestelltes oberflächengefüge des Wandbereichs außerhalb des Teilbereichs unterscheidet sich von einem zweiten oberflächengefüge des Teilbereichs.

[0032] Insbesondere wird das erste oberflächengefüge außerhalb des Teilbereichs durch Scheerung, nämlich bewegen der Partikel entlang der Innenumfangsfläche in der axialen Richtung, während des Verdichtens erzeugt, wobei eine glänzende Oberfläche mit abgeplatteten Partikeln entsteht.

[0033] Insbesondere erstreckt sich der Teilbereich zwischen einer ersten Trennlinie zum Wandbereich und einer zweiten Trennlinie zum Wandbereich entlang der axialen Richtung, wobei die Trennlinie den Übergang von dem ersten oberflächengefüge zu dem zweiten oberflächengefüge bildet.

[0034] Der Teilbereich des Wandbereichs wird durch das Verpressen entlang der radialen Richtung mit dem zweiten Stempel gebildet. Infolge des radialen Verpressens stellt sich in dem Teilbereich ein zweites oberflächengefüge ein, das sich bereits visuell von dem ersten oberflächengefüge (außerhalb des Teilbereichs) unterscheiden lässt.

[0035] Das zweite oberflächengefüge des Teilbereichs wird insbesondere gerade nicht durch Scheerung gebildet. Hier werden die Partikel entlang der radialen Richtung verdichtet. Es entsteht eine matte Oberfläche mit abgeplatteten Partikeln.

[0036] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist zumindest eine (insbesondere beide) der Trennlinien einen gekrümmten, insbesondere mäandernden Verlauf auf. Ein "gekrümmter" Verlauf einer Trennlinie liegt vor, wenn dieser nicht geradlinig verläuft, die Trennlinie also zumindest einen Krümmungsradius aufweist. Hat der Verlauf mehrere Abschnitte mit unterschiedlichem Krümmungsradius, insbesondere unterschiedlicher (entgegengesetzter) Orientierung relativ zum Verlauf der Trennlinie, kann von einem mäanderförmigen bzw. mä-

andernden Verlauf ausgegangen werden. Der gekrümmte bzw. mäandernde Verlauf wirkt der Bildung einer Sollbruchstelle entgegen, die bei geradlinig verlaufenden Trennlinien eher zu erwarten ist. Diese Sollbruchstelle des Grünlings wird insbesondere durch den Umstand hervorgerufen, dass im Bereich der Trennlinie der Übergang zwischen dem durch den zweiten Stempel verdichteten Teilbereich und dem durch das axiale Verdichten gebildeten Wandbereich vorliegt. Diese dort ggf. vorliegenden minimalen Kanten und/oder Gefügeunterschiede können die Sollbruchstelle bilden. Dieser Übergang eines möglichen Dichteunterschieds im Grünling zwischen dem Teilbereich und dem Wandbereich wird durch die gekrümmte Trennlinie "verwischt".

[0037] Erfindungsgemäß ist der Teilbereich hinter schnittfrei zum Wandbereich ausgeführt und schließt mit dem Wandbereich bündig ab oder ist höchstens um 0,1 mm [Millimeter], insbesondere höchstens 0,05 mm, gegenüber dem Wandbereich in einer radialen Richtung in den Grünling hinein versetzt angeordnet. Dabei bezeichnet Hinterschnitt bevorzugt jede Form des Grünlings, die ein Untermaß (entlang der radialen Richtung) von mehr als 0,1 mm, insbesondere von höchstens 0,05 mm, aufweist gegenüber jeder Fläche des Grünlings zwischen dem durch die Stirnfläche des zweiten Stempels gebildeten Teilbereich des Grünlings und dem ersten Ende und/oder dem zweiten Ende des Wandbereichs bzw. des Grünlings entlang der axialen Richtung.

[0038] Insbesondere ist der Teilbereich an einem Teilstück des Grünlings angeordnet, das sich entlang der axialen Richtung verjüngt, wobei ein Verhältnis zwischen einem größten Querschnitt, quer zur axialen Richtung, des Teilstücks und einem kleinsten Querschnitt mindestens 2:1, insbesondere mindestens 3:1, ist.

[0039] Dabei ist der größte Querschnitt des sich verjüngenden Teilstücks insbesondere zwischen der ersten Trennlinie und der zweiten Trennlinie angeordnet. Bevorzugt ist auch der kleinste Querschnitt zwischen der ersten Trennlinie und der zweiten Trennlinie angeordnet.

[0040] Insbesondere erfolgt die Verjüngung kontinuierlich über, gegenüber der axialen Richtung geneigt angeordnete Seitenflächen des Teilstücks des Grünlings, wobei sich zumindest die Seitenfläche des Grünlings, die den Teilbereich aufweist, zumindest in dem Teilbereich parallel zur Längsachse erstreckt.

[0041] Der Grünling ist durch das Verfahren und/oder durch Einsatz des Presswerkzeuges herstellbar. Die Ausführungen zu dem Verfahren und zu dem Presswerkzeug gelten in gleicher Weise für den Grünling und umgekehrt.

[0042] Weiter wird ein Sinterteil oder ein wärmebehandeltes Bauteil (im Folgenden Sinterteil) vorgeschlagen, hergestellt durch Sintern oder Wärmebehandeln des vorstehend beschriebenen Grünlings, wobei das Sinterteil im Bereich des Grünlings, in dem zuvor das erste oberflächengefüge vorlag, ein drittes oberflächengefüge ausgebildet ist und im Bereich des Grünlings, in dem zuvor das zweite oberflächengefüge vorlag, ein viertes

(vom dritten Oberflächengefüge verschiedenes) Oberflächengefüge aufweist.

[0043] Das dritte Oberflächengefüge und das vierte Oberflächengefüge betrifft die Veränderungen der Oberflächengefüge durch das Sintern bzw. durch die Wärmebehandlung ausgehend von den Oberflächengefügen beim Grünling. Auch am Sinterteil sind die Unterschiede des Oberflächengefüges zwischen dem Teilbereich und dem Wandbereich identifizierbar.

[0044] Die Ausführungen zu dem Grünling gelten gleichermaßen für das Sinterteil und umgekehrt.

[0045] Vorsorglich sei angemerkt, dass die hier verwendeten Zahlwörter ("erste", "zweite",...) vorrangig (nur) zur Unterscheidung von mehreren gleichartigen Gegenständen oder Größen dienen, also insbesondere keine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge dieser Gegenstände oder Größen zueinander zwingend vorgeben. Sollte eine Abhängigkeit und/oder Reihenfolge erforderlich sein, ist dies hier explizit angegeben oder es ergibt sich offensichtlich für den Fachmann beim Studium der konkret beschriebenen Ausgestaltung.

[0046] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung und/oder Figuren zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Gegenstände, so dass ggf. Erläuterungen aus anderen Figuren ergänzend herangezogen werden können. Es zeigen:

Fig. 1: einen Grünling in einer ersten perspektivischen Ansicht;

Fig. 2: den Grünling nach Fig. 1 in einer zweiten perspektivischen Ansicht;

Fig. 3: den Grünling nach Fig. 1 und 2 in einer Seitenansicht;

Fig. 4: ein Sinterteil in einer Seitenansicht;

Fig. 5: das Sinterteil nach Fig. 4 in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 6: ein erstes Presswerkzeug während Schritt b) des Verfahrens in einer perspektivischen Ansicht im Schnitt;

Fig. 7: das erste Presswerkzeug nach Fig. 6 während Schritt c) in einer teilweise geschnittenen perspektivischen Ansicht;

Fig. 8: ein zweites Presswerkzeug vor Schritt b) des Verfahrens in einer perspektivischen Ansicht im Schnitt; und

5 Fig. 9: ein weiteres Sinterteil in einer perspektivischen Ansicht.

[0047] Fig. 1 zeigt einen Grünling 1 in einer ersten perspektivischen Ansicht. Fig. 2 zeigt den Grünling 1 nach Fig. 1 in einer zweiten perspektivischen Ansicht. Fig. 3 zeigt den Grünling 1 nach Fig. 1 und 2 in einer Seitenansicht. Die Fig. 1 bis 3 werden im Folgenden gemeinsam beschrieben.

[0048] Die in Matrizen 3 hergestellten Grünlinge 1 können eine Vielzahl von Geometrien aufweisen. Es hat sich bisher als schwierig dargestellt, Grünlinge 1 herzustellen, die sich zumindest in Teilstücken 24 des Grünlings 1 entlang der axialen Richtung 4 verjüngen. Insbesondere in Teilstücken 24 des Grünlings 1, die gegenüber der axialen Richtung 4 geneigte Seitenflächen aufweisen, also sich konisch verjüngen, können Inhomogenitäten in der Dichteverteilung des Grünlings 1 auftreten. Damit lassen sich diese Teile entweder nicht herstellen oder weisen auch als Sinterteile 30 gerade in diesen Teilstücken 24 nicht die erwünschte Festigkeit bzw. die erwünschten Eigenschaften auf.

[0049] Der hier dargestellte Grünling 1 wurde durch Verpressen eines pulverförmigen Werkstoffes 14 hergestellt. Der Grünling 1 weist eine sich entlang einer axialen Richtung 4 erstreckende Längsachse 27 und einen zu der Längsachse 27 parallel verlaufenden Wandbereich 21 auf, der sich entlang der axialen Richtung 4 von einem ersten Ende 19 zu einem zweiten Ende 20 erstreckt, wobei der Wandbereich 21 einen Teilbereich 18 umfasst, der von dem ersten Ende 19 und von dem zweiten Ende 20 beabstandet angeordnet ist. Ein sich durch das Verpressen eingestelltes erstes Oberflächengefüge 28 des Wandbereichs 21 außerhalb des Teilbereichs 18 unterscheidet sich von einem zweiten Oberflächengefüge 29 des Teilbereichs 18. Der Teilbereich 18 des Wandbereichs 21 wird durch das Verpressen entlang der radialen Richtung 11 mit einem zweiten Stempel 13 gebildet.

[0050] Erkennbar ist der Teilbereich 18 hinterschnittsfrei zum Wandbereich 21 ausgeführt und schließt mit dem Wandbereich 21 bündig ab. Dabei bezeichnet Hinterschnitt jede Form des Grünlings 1, die ein bestimmtes Mindestuntermaß (entlang der radialen Richtung 11) aufweist gegenüber jeder Fläche des Grünlings 1 zwischen dem durch die Stirnfläche 15 des zweiten Stempels 13 gebildeten Teilbereich 18 des Grünlings 1 und dem ersten Ende 19 und/oder dem zweiten Ende 20 des Wandbereichs 21 bzw. des Grünlings 1 entlang der axialen Richtung 4.

[0051] Der Teilbereich 18 ist an einem Teilstück 24 des Grünlings 1 angeordnet, dass sich entlang der axialen Richtung 4 verjüngt, wobei ein Verhältnis zwischen einem größten Querschnitt 25, quer zur axialen Richtung 4, des Teilstücks 24 und einem kleinsten Querschnitt 26

mindestens 2:1 ist.

[0052] Bei dem dargestellten Grünling 1 erfolgt die Verjüngung des Teilstücks 24 kontinuierlich über, gegenüber der axialen Richtung 4 geneigt angeordnete Seitenflächen des Teilstücks 24, wobei sich hier nur die Seitenfläche des Grünlings 1, die den Teilbereich 18 aufweist, parallel zur Längsachse 27 erstreckt.

[0053] Fig. 4 zeigt ein Sinterteil 30 in einer Seitenansicht. Fig. 5 zeigt das Sinterteil 30 nach Fig. 4 in einer perspektivischen Ansicht. Die Fig. 4 und 5 werden im Folgenden gemeinsam beschrieben. Das Sinterteil 30 wird durch Sintern eines Grünlings 1 hergestellt. Das Sinterteil 30 weist eine sich entlang einer axialen Richtung 4 erstreckende Längsachse 27 und einen zu der Längsachse 27 parallel verlaufenden Wandbereich 21 auf, der sich entlang der axialen Richtung 4 von einem ersten Ende 19 zu einem zweiten Ende 20 erstreckt, wobei der Wandbereich 21 einen Teilbereich 18 umfasst, der von dem ersten Ende 19 und von dem zweiten Ende 20 beabstandet angeordnet ist.

[0054] Der Teilbereich 18 ist an einem Teilstück 24 des Sinterteils 30 angeordnet, das sich entlang der axialen Richtung 4 verjüngt, wobei ein Verhältnis zwischen einem größten Querschnitt 25, quer zur axialen Richtung 4, des Sinterteils 30 und einem kleinsten Querschnitt 26 mindestens 2:1 ist. Bei dem dargestellten Sinterteil 30 erfolgt die Verjüngung kontinuierlich über, gegenüber der axialen Richtung 4 geneigt angeordnete Seitenflächen des Sinterteils. Die Seitenfläche des Sinterteils 30, die den Teilbereich 18 aufweist, erstreckt sich parallel zur Längsachse 27.

[0055] Fig. 6 zeigt ein erstes Presswerkzeug 2 während Schritt b) des Verfahrens in einer perspektivischen Ansicht im Schnitt. Das Presswerkzeug 2 umfasst eine Matrize 3, einen ersten Stempel 10 und einen zweiten Stempel 13. Die Matrize 3 erstreckt sich entlang einer axialen Richtung 4 zwischen einer ersten Stirnseite 5 und einer zweiten Stirnseite 6 und bildet zwischen den Stirnseiten 5, 6 eine Innenumfangsfläche 7 mit einer Öffnung 8 aus. Die Innenumfangsfläche 7 bildet eine Aufnahme 9 für den Grünling 1. Der erste Stempel 10 ist entlang einer axialen Richtung 4 verfahrbar. Der zweite Stempel 13 ist entlang einer radialen Richtung 11 durch einen Kanal 12 in der Matrize 3 und hin zur Aufnahme 9 verfahrbar, wobei er dabei (wenn er bis zur Aufnahme 9 verfahren wurde) die Öffnung 8 ausfüllt (siehe Stellung des zweiten Stempels 13 in Fig. 7). Der erste Stempel 10 ist über die erste Stirnseite 5 der Matrize 3 in die Aufnahme 9 entlang der axialen Richtung 4 verfahrbar. In Schritt a) des Verfahrens wird die Matrize 3 und der zweite Stempel 13 bereitgestellt, wobei der zweite Stempel 13 gegenüber der Innenumfangsfläche 7 (und gegenüber der Öffnung 8) in der radialen Richtung 11 nach außen versetzt und dabei im Kanal 12 angeordnet ist. In Schritt b) des Verfahrens erfolgt das Einfüllen eines pulverförmigen Werkstoffes 14 in die Aufnahme 9.

[0056] Hier wird der in der radialen Richtung 11 verfahrbare zweite Stempel 13 offensichtlich nicht zur Er-

zeugung eines Hinterschnitts eingesetzt. Zur Erzeugung eines Hinterschnitts würde der zweite Stempel 13 über die Öffnung 8 hinaus in die Aufnahme 9 hinein verschoben werden, wobei vor dem Entnehmen des Grünlings 1 aus der Aufnahme 9 der zweite Stempel 13 aus der Aufnahme 9 heraus verfahren werden müsste, so dass der in der axialen Richtung 4 erzeugte Formschluss zwischen zweitem Stempel 13 und Grünling 1 aufgehoben wird.

[0057] Hier wird also gerade kein Hinterschnitt erzeugt sondern eine Verdichtung des pulverförmigen Werkstoffes 14 durch ein Verpressen in der radialen Richtung 11 bewirkt. Dazu wird zugelassen, dass der pulverförmige Werkstoff 14 über die Öffnung 8 in den Kanal 12 eintritt. Nur so kann eine Zusatzmenge an Werkstoff 14 in diesen Bereich des späteren Grünlings 1 transportiert werden, wobei diese Zusatzmenge durch den zweiten Stempel 13 der Aufnahme 9 und damit dem Grünling 1 über die Öffnung 8 wieder zugeführt wird. Damit wird ein Transport des pulverförmigen Werkstoffes 14 entlang der axialen Richtung 4 durch den ersten Stempel 10 während des Verpressens hier durch einen Transport des pulverförmigen Werkstoffes 14 entlang der radialen Richtung 11 ergänzt.

[0058] Gerade bei sich verjüngenden Bauteilen, z. B. mit konisch zulaufenden Seitenwänden, kann der pulverförmige Werkstoff 14 nicht oder nur sehr schwer in dieses Teilstück 24 des späteren Grünlings 1 verschoben werden. Der Einsatz eines in der radialen Richtung 11 verfahrbaren zweiten Stempels 13 ermöglicht nun, dass die geforderte Menge an Werkstoff 14 zielgerichtet genau zu diesem Teilstück 24 hin verfahren werden kann.

[0059] Der zweite Stempel 13 weist eine, zusammen mit der Innenumfangsfläche 7 die Aufnahme 9 bildende, Stirnfläche 15 auf, wobei die Stirnfläche 15 sich parallel zur axialen Richtung 4 erstreckt. Auch die Innenumfangsfläche 7 erstreckt sich in dem Bereich zwischen der Öffnung 8 und der ersten Stirnseite 5 der Matrize 3, parallel zur axialen Richtung 4.

[0060] Der zweite Stempel 13 wird in Schritt a) so weit in der radialen Richtung 11 gegenüber der Innenumfangsfläche 7 versetzt angeordnet, dass sich der in Schritt b) eingefüllte Werkstoff 14 auch in dem Kanal 12 anordnet wie hier dargestellt. Der in dem Kanal 12 angeordnete Werkstoff 14 wird durch das Verfahren des zweiten Stempels 13 in Schritt c) über die Öffnung 8 in die Aufnahme 9 verschoben.

[0061] In Fig. 6 ist weiterhin ein dritter Stempel 33, ein Auswerfer 34 sowie ein weiterer (vierter) Stempel 35 dargestellt. Der dritte Stempel 33 und ggf. der weitere Stempel 35 dienen ebenfalls der Verdichtung des pulverförmigen Werkstoffes 14. Aufgrund des sich verjüngenden Teilstücks 24 kann der Auswerfer 34 nicht (oder nur im geringem Umfang zum Verdichten des Werkstoffes 14 eingesetzt werden. Damit würden Scherspannungen in dem Grünling 1 entstehen, die zum Versagen des Grünlings 1 führen können. Der Auswerfer 34 dient hier ausschließlich zum Entfernen des Grünlings 1 aus der

Matrize 3 (zusammen mit dem dritten Stempel 33 und dem weiteren Stempel 35).

[0062] Fig. 7 zeigt das erste Presswerkzeug 2 nach Fig. 6 während Schritt c) in einer teilweise geschnittenen perspektivischen Ansicht. Auf die Ausführungen zu Fig. 6 wird Bezug genommen.

[0063] In Schritt c) des Verfahrens werden der erste Stempel 10 und der zweite Stempel 13 zum Verpressen des Werkstoffes 14 in der Aufnahme 9 verschoben, wobei der zweite Stempel 13 in der radialen Richtung 11 hin zur Aufnahme 9 nur so weit verfahren wird, dass er mit einem Bereich 36 der Innenumfangsfläche 7, der entlang der axialen Richtung 4 zwischen der ersten Stirnseite 5 und der Öffnung 8 angeordnet ist, bündig abschließend angeordnet ist oder höchstens um 0,1 mm gegenüber diesem Bereich 36 der Innenumfangsfläche 7 in der radialen Richtung 11 in die Aufnahme 9 hinein überstehend angeordnet ist.

[0064] In Schritt c) des Verfahrens wird durch den zweiten Stempel 13 ein Teilbereich 18 eines, sich entlang der axialen Richtung 4 von einem ersten Ende 19 zu einem zweiten Ende 20 erstreckenden, Wandbereichs 21 des Grünlings 1 verdichtet, wobei der Teilbereich 18 von dem ersten Ende 19 und von dem zweiten Ende 20 beabstandet angeordnet ist.

[0065] Fig. 8 zeigt ein zweites Presswerkzeug 2 vor Schritt b) des Verfahrens in einer perspektivischen Ansicht im Schnitt. Auf die Ausführungen zu den Fig. 6 und 7 wird Bezug genommen.

[0066] Im Unterschied zu dem ersten Presswerkzeug gemäß Fig. 6 und 7 umfasst der zweite Stempel 13 einen ersten Teilstempel 16 und einen zweiten Teilstempel 17, die unabhängig voneinander verfahrbar sind. Damit kann das Verfahren genauer an die jeweils vorherrschenden Bedingungen angepasst werden. Z. B. können Teilvolumina des späteren Grünlings 1 sukzessive gefüllt und verdichtet werden. Erkennbar sind die Teilstempel 16, 17 entlang der axialen Richtung 4 nebeneinander angeordnet.

[0067] Fig. 9 zeigt ein weiteres Sinterteil 30 in einer perspektivischen Ansicht. Auf die Ausführungen zu Fig. 1 bis 3 wird verwiesen. Das Sinterteil 30 wurde durch Sintern des Grünlings 1 nach Fig. 1 bis 3 hergestellt.

[0068] Der Teilbereich 18 des Grünlings 1 bzw. des Sinterteils erstreckt sich zwischen einer ersten Trennlinie 22 zum Wandbereich 21 und einer zweiten Trennlinie 23 zum Wandbereich 21 entlang der axialen Richtung 4, wobei die erste Trennlinie 22 einen mäandernden Verlauf aufweist. Die Trennlinien 22, 23 sind zum einen aufgrund des minimalen Versatzes in der radialen Richtung 11 des Teilbereichs 18 gegenüber dem nicht in der radialen Richtung 11 verdichteten Wandbereich 21 erkennbar. Zum anderen stellt sich in dem Teilbereich 18 ein anderes Oberflächenbild oder ein anderes viertes Oberflächengefüge 32 ein, das sich visuell von dem dritten Oberflächengefüge 31 des Wandbereichs 21 unterscheiden lässt.

[0069] Erkennbar ist hier der größte Querschnitt 25 des

sich verjüngenden Teilstücks 24 zwischen der ersten Trennlinie 22 und der zweiten Trennlinie 23 angeordnet. Auch der kleinste Querschnitt 26 des sich verjüngenden Teilstücks 24 ist zwischen der ersten Trennlinie 22 und der zweiten Trennlinie 23 angeordnet.

Bezugszeichenliste

[0070]

1	Grünling
2	Presswerkzeug
3	Matrize
4	axiale Richtung
5	erste Stirnseite
6	zweite Stirnseite
7	Innenumfangsfläche
8	Öffnung
9	Aufnahme
10	erster Stempel
11	radiale Richtung
12	Kanal
13	zweiter Stempel
14	Werkstoff
15	Stirnfläche
16	erster Teilstempel
17	zweiter Teilstempel
18	Teilbereich
19	erstes Ende
20	zweites Ende
21	Wandbereich
22	erste Trennlinie
23	zweite Trennlinie
24	Teilstück
25	größter Querschnitt
26	kleinster Querschnitt
27	Längsachse
28	erstes Oberflächengefüge
29	zweites Oberflächengefüge
30	Sinterteil
31	drittes Oberflächengefüge
32	viertes Oberflächengefüge
33	dritter Stempel
34	Auswerfer
35	weiterer Stempel
36	Bereich

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung mindestens eines Grünlings (1) mit einem Presswerkzeug (2), wobei das Presswerkzeug (2) zumindest eine Matrize (3) umfasst, die sich entlang einer axialen Richtung (4) zwischen einer ersten Stirnseite (5) und einer zweiten Stirnseite (6) erstreckt und zwischen den Stirnseiten (5, 6) eine Innenumfangsfläche (7) mit einer Öffnung (8) ausbildet, wobei die Innenumfangsfläche (7) eine

Aufnahme (9) für den Grünling (1) bildet, und weiter mindestens einen über eine der Stirnseiten (5, 6) der Matrize (3) in die Aufnahme (9) entlang der axialen Richtung (4) verfahrbaren ersten Stempel (10) sowie mindestens einen durch einen Kanal (12) in der Matrize (3) und hin zur Aufnahme (9) entlang einer radialen Richtung (11) verfahrbaren zweiten Stempel (13); wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:

- a) Bereitstellen der Matrize (3) und des zweiten Stempels (13), wobei der zweite Stempel (13) vor oder während Schritt b) gegenüber der Innenumfangsfläche (7) in der radialen Richtung (11) nach außen versetzt angeordnet ist;
- b) Einfüllen eines pulverförmigen Werkstoffes (14) in die Aufnahme (9);
- c) Verfahren zumindest des ersten Stempels (10) und des zweiten Stempels (13) und Verpressen des Werkstoffes (14) in der Aufnahme (9), wobei der zweite Stempel (13) in der radialen Richtung (11) hin zur Aufnahme (9) nur so weit verfahren wird, dass er zumindest mit einem Bereich (36) der Innenumfangsfläche (7), der entlang der axialen Richtung (4) zwischen der einen Stirnseite (5, 6), über die der erste Stempel (10) in die Aufnahme (9) verfahren wird, und der Öffnung (8) angeordnet ist, bündig abschließend oder um höchstens 0,1 mm zumindest gegenüber diesem Bereich (36) der Innenumfangsfläche (7) in der radialen Richtung (11) in die Aufnahme (9) hinein überstehend angeordnet ist;

wobei der zweite Stempel (13) in Schritt a) oder während Schritt b) so weit in der radialen Richtung (11) gegenüber der Innenumfangsfläche (7) versetzt angeordnet wird, dass sich der in Schritt b) eingefüllte Werkstoff (14) auch in dem Kanal (12) anordnet; wobei der in dem Kanal (12) angeordnete Werkstoff (14) durch das Verfahren des zweiten Stempels (13) in Schritt c) über die Öffnung (8) in die Aufnahme (9) verschoben wird; wobei in Schritt c) durch den zweiten Stempel (13) ein Teilbereich (18) eines, sich entlang der axialen Richtung (4) von einem ersten Ende (19) zu einem zweiten Ende (20) erstreckenden, Wandbereichs (21) des Grünlings (1) verdichtet wird, wobei der Teilbereich (18) zumindest von dem ersten Ende (19) beabstandet angeordnet ist; wobei der Wandbereich (21) zwischen dem ersten Ende (19) und dem Teilbereich (18) von dem ersten Stempel (10) verpresst wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei der zweite Stempel (13) zumindest einen ersten Teilstempel (16) und einen zweiten Teilstempel (17) umfasst, die unabhängig voneinander verfahrbar sind.

3. Verfahren nach Patentanspruch 2, wobei die Teilstempel (16, 17) entlang der axialen Richtung (4) nebeneinander angeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Teilbereich (18) von dem zweiten Ende (20) beabstandet angeordnet ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der zweite Stempel (13) an einem Teilstück (24) des Grünlings (1) angeordnet ist, das sich entlang der axialen Richtung (4) verzängt, wobei ein Verhältnis zwischen einem größten Querschnitt (25), quer zur axialen Richtung (4), des Teilstücks (24) und einem kleinsten Querschnitt (26) mindestens 2:1 ist.

6. Presswerkzeug (2) zur Herstellung mindestens eines Grünlings (1) durch das Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das Presswerkzeug (2) zumindest eine Matrize (3) umfasst, die sich entlang einer axialen Richtung (4) zwischen einer ersten Stirnseite (5) und einer zweiten Stirnseite (6) erstreckt und zwischen den Stirnseiten (5, 6) eine Innenumfangsfläche (7) mit einer Öffnung (8) ausbildet, wobei die Innenumfangsfläche (7) eine Aufnahme (9) für den Grünling (1) bildet, und weiter mindestens einen über eine der Stirnseiten (5, 6) der Matrize (3) in die Aufnahme (9) entlang einer axialen Richtung (4) verfahrbaren ersten Stempel (10) sowie mindestens einen entlang einer radialen Richtung (11) durch einen Kanal (12) in der Matrize (3) und hin zur Aufnahme (9) verfahrbaren zweiten Stempel (13); wobei durch den zweiten Stempel (13) ein Teilbereich (18) eines, sich entlang der axialen Richtung (4) von einem ersten Ende (19) zu einem zweiten Ende (20) erstreckenden, Wandbereichs (21) des Grünlings (1) verdichtet wird, wobei der Teilbereich (18) von dem ersten Ende (19) und dem zweiten Ende (20) beabstandet angeordnet ist; wobei der Wandbereich (21) zwischen dem ersten Ende (19) und dem Teilbereich (18) von dem ersten Stempel (10) verpresst wird; wobei der zweite Stempel (13) in der radialen Richtung (11) nur so weit hin zur Aufnahme (9) verfahrbar ist, dass er zumindest mit einem Bereich (36) der Innenumfangsfläche (7), der entlang der axialen Richtung (4) zwischen der einen Stirnseite (5, 6), über die der erste Stempel (10) in die Aufnahme (9) verfahren wird, und der Öffnung (8) angeordnet ist, bündig abschließend oder höchstens um 0,1 mm zumindest gegenüber diesem Bereich (36) der Innenumfangsfläche (7) in der radialen Richtung (11) in die Aufnahme (9) hinein überstehend anordenbar ist, so dass der Teilbereich (18) hinterschnittfrei zum Wandbereich (21) ausgeführt ist und mit dem Wandbereich (21) bündig abschließt oder höchstens um 0,1 mm gegenüber dem Wandbereich (21) in einer radialen Richtung (11) in den

Grünling (1) hinein versetzt angeordnet ist.

7. Grünling (1), hergestellt durch Verpressen eines pulverförmigen Werkstoffes (14) mit dem Presswerkzeug nach Patentanspruch 6 oder gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 1 bis 5, wobei der Grünling (1) eine sich entlang einer axialen Richtung (4) erstreckende Längsachse (27) und einen zu der Längsachse (27) parallel verlaufenden Wandbereich (21) aufweist, der sich entlang der axialen Richtung (4) von einem ersten Ende (19) zu einem zweiten Ende (20) erstreckt, wobei der Wandbereich (21) einen Teilbereich (18) umfasst, der von dem ersten Ende (19) und von dem zweiten Ende (20) beabstandet angeordnet ist; wobei durch den entlang der radialen Richtung (11) verfahrbaren zweiten Stempel (13) der Teilbereich (18) verdichtet wird; wobei der Wandbereich (21) zwischen dem ersten Ende (19) und dem Teilbereich (18) von dem entlang der axialen Richtung (4) verfahrbaren ersten Stempel (10) verpresst wird; wobei ein sich durch das Verpressen eingestelltes erstes Oberflächengefüge (28) des Wandbereichs (21) außerhalb des Teilbereichs (18) sich von einem zweiten Oberflächengefüge (29) des Teilbereichs (18) unterscheidet; wobei der Teilbereich (18) hinterschnittfrei zum Wandbereich (21) ausgeführt ist und mit dem Wandbereich (21) bündig abschließt oder höchstens um 0,1 mm gegenüber dem Wandbereich (21) in einer radialen Richtung (11) in den Grünling (1) hinein versetzt angeordnet ist.
8. Grünling (1) nach Patentanspruch 7, wobei der Teilbereich (18) sich zwischen einer ersten Trennlinie (22) zum Wandbereich (21) und einer zweiten Trennlinie (23) zum Wandbereich (21) entlang der axialen Richtung (4) erstreckt, wobei die Trennlinien (22, 23) den Übergang von dem ersten Oberflächengefüge (28) zu dem zweiten Oberflächengefüge (29) bilden.
9. Grünling (1) nach Patentanspruch 8, wobei zumindest eine der Trennlinien (22, 23) einen gekrümmten Verlauf aufweist.
10. Grünling (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 7 bis 9, wobei der Teilbereich (18) an einem Teilstück (24) des Grünlings (1) angeordnet ist, das sich entlang der axialen Richtung (4) verjüngt, wobei ein Verhältnis zwischen einem größten Querschnitt (25), quer zur axialen Richtung (4), des Teilstücks (24) und einem kleinsten Querschnitt (26) mindestens 2:1 ist.
11. Sinterteil (30), hergestellt durch eine Wärmebehandlung des Grünlings (1) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche 7 bis 10, wobei das Sinterteil (30) im Bereich des ersten Oberflächengefüges (28) des Grünlings (1) ein drittes Oberflächengefüge (31)

und im Bereich des zweiten Oberflächengefüges (29) des Grünlings (1) ein viertes Oberflächengefüge (32) aufweist.

Claims

1. Method for producing at least one green compact (1) using a pressing tool (2), wherein the pressing tool (2) at least comprises a die (3) that extends along an axial direction (4) between a first end face (5) and a second end face (6) and forms an inner peripheral surface (7) with an opening (8) between the end faces (5, 6), wherein the inner peripheral surface (7) forms a receptacle (9) for the green compact (1), as well as at least one first punch (10) that can be moved via one of the end faces (5, 6) of the die (3) into the receptacle (9) along the axial direction (4), and at least one second punch (13) that can be moved through a channel (12) in the die (3) and toward the receptacle (9) along a radial direction (11), the method at least comprising the following steps:

a) providing the die (3) and the second punch (13), the second punch (13) being arranged before or during step b) so as to be outwardly offset in the radial direction (11) with respect to the inner peripheral surface (7);

b) filling a powdery material (14) into the receptacle (9);

c) moving at least the first punch (10) and the second punch (13) and compressing the material (14) in the receptacle (9), the second punch (13) being moved in the radial direction (11) toward the receptacle (9) only so far that it is arranged at least with a region (36) of the inner peripheral surface (7), which is arranged between one end face (5, 6), via which the first punch (10) is moved into the receptacle (9), and the opening (8), so as to be flush or so as to protrude into the receptacle (9) by no more than 0.1 mm at least relative to this region (36) of the inner peripheral surface (7) in the radial direction (11);

wherein the second punch (13) is offset in step a) or during step b) so far in the radial direction (11) relative to the inner peripheral surface (7) that the material (14) filled in step b) is also disposed in the channel (12); wherein the material (14) arranged in the channel (12) is displaced via the opening (8) into the receptacle (9) as a result of the movement of the second punch (13) in step c); wherein a subregion (18) of a wall region (21) of the green compact (1), extending along the axial direction (4) from a first end (19) to a second end (20) is compacted in step c) by the second punch (13), wherein the subregion (18) being arranged so as to be spaced apart at least

from the first end (19); wherein the wall region (21) between the first end (19) and the subregion (18) is compacted by the first punch (10).

2. Method according to claim 1, wherein the second punch (13) comprises at least one first punch part (16) and one second punch part (17) that can be moved independently of one another. 5
3. Method according to claim 2, wherein the punch parts (16, 17) are arranged next to one another along the axial direction (4). 10
4. Method according to any one of the preceding claims, wherein the subregion (18) is arranged so as to be spaced apart from the second end (20). 15
5. Method according to any one of the preceding claims, wherein the second punch (13) is disposed on a portion (24) of the green compact (1) that tapers along the axial direction (4), with a ratio between a largest cross section (25) transverse to the axial direction (4) of the portion (24) and a smallest cross section (26) being at least 2:1. 20
6. Pressing tool (2) for producing at least one green compact (1) by the method according to any one of the preceding claims, wherein the pressing tool (2) at least comprises one die (3) that extends along an axial direction (4) between a first end face (5) and a second end face (6) and forms an inner peripheral surface (7) with an opening (8) between the end faces (5, 6), the inner peripheral surface (7) forming a receptacle (9) for the green compact (1), as well as at least one first punch (10) that can be moved via one of the end faces (5, 6) of the die (3) into the receptacle (9) along an axial direction (4), and at least one second punch (13) that can be moved through a channel (12) in the die (3) and toward the receptacle (9) along a radial direction (11); wherein a subregion (18) of a wall region (21) of the green compact (1), extending along the axial direction (4) from a first end (19) to a second end (20) is compacted by the second punch (13), wherein the subregion (18) being arranged so as to be spaced apart from the first end (19) and the second end (20); wherein the wall region (21) between the first end (19) and the subregion (18) is compacted by the first punch (10) and wherein the second punch (13) can be moved along a radial direction (11) only so far toward the receptacle (9) that it can be arranged at least with a region (36) of the inner peripheral surface (7) that is arranged between one end face (5, 6), via which the first punch (10) is moved into the receptacle (9), and the opening (8) so as to be flush or protrude into the receptacle (9) by no more than 0.1 mm at least relative to this region (36) of the inner peripheral surface (7) in the radial direction (11), so that 25
30
35
40
45
50
55

the subregion (18) is made without undercuts to the wall region (21) and ends flush with the wall region (21) or is offset into the green compact (1) by no more than 0.1 mm relative to the wall region (21) in a radial direction (11).

7. Green compact (1), produced through compression of a powdery material (14) with a pressing tool (2) according to claim 6 or by the method according to any of the claims 1 to 5, wherein the green compact (1) has a longitudinal axis (27) that extends along an axial direction (4) and a wall region (21) that extends parallel to the longitudinal axis (27) and along the axial direction (4) from a first end (19) to a second end (20), wherein the wall region (21) comprises a subregion (18) that is arranged so as to be spaced apart from the first end (19) and the second end (20); wherein the subregion (18) is compacted by the second punch (13) that can be moved along the radial direction (11); wherein the wall region (21) between the first end (19) and the subregion (18) is compacted by the first punch (10) than can be moved along the axial direction (4); wherein a first surface texture (28) of the wall region (21) outside the subregion (18) created through compression is different from a second surface texture (29) of the subregion (18); wherein the subregion (18) is made without undercuts to the wall region (21) and ends flush with the wall region (21) or is offset into the green compact (1) by no more than 0.1 mm relative to the wall region (21) in a radial direction (11)..
8. Green compact (1) according to claim 7, wherein the subregion (18) extends along the axial direction (4) between a first parting line (22) to the wall region (21) and a second parting line (23) to the wall region (21), the parting lines (22, 23) forming the transition from the first surface texture (28) to the second surface texture (29). 35
9. Green compact (1) according to claim 8, wherein at least one of the parting lines (22, 23) has a curved shape. 40
10. Green compact (1) according to any one of preceding claims 7 to 9, wherein the subregion (18) is disposed on a portion (24) of the green compact (1) that tapers along the axial direction (4), with a ratio between a largest cross section (25) transverse to the axial direction (4) of the portion (24) and a smallest cross section (26) being at least 2:1. 45
50
11. Sintered part (30), produced through heat treatment of the green compact (1) as set forth in any one of preceding claims 7 to 10, wherein the sintered part (30) has a third surface texture (31) in the region of the first surface texture (28) of the green compact (1) and a fourth surface texture (32) in the region of 55

the second surface texture (29) of the green compact (1).

Revendications

1. Procédé de fabrication d'au moins une pièce en cru (1) avec un outil de presse (2), dans lequel l'outil de presse (2) comprend au moins une matrice (3), qui s'étend le long d'une direction axiale (4) entre une première face frontale (5) et une seconde face frontale (6) et forme entre les faces frontales (5, 6) une surface périphérique intérieure (7) comportant une ouverture (8), dans lequel la surface périphérique intérieure (7) forme un logement (9) pour la pièce en cru (1) et en outre au moins un premier poinçon (10) pouvant être déplacé au-dessus d'une des faces frontales (5, 6) de la matrice (3) dans le logement (9) le long de la direction axiale (4) ainsi qu'au moins un second poinçon (13) pouvant être déplacé à travers un canal (12) dans la matrice (3) et jusqu'au logement (9) le long d'une direction radiale (11); le procédé comprenant au moins les étapes suivantes:

a) fourniture de la matrice (3) et du second poinçon (13), le second poinçon (13) étant agencé décalé vers l'extérieur avant ou pendant l'étape b) par rapport à la surface périphérique intérieure (7) dans la direction radiale (11);

b) remplissage d'un matériau pulvérulent (14) dans le logement (9);

c) déplacement au moins du premier poinçon (10) et du second poinçon (13) et pressage du matériau (14) dans le logement (9), le second poinçon (13) n'étant déplacé dans la direction radiale (11) jusqu'au logement (9) que dans une mesure telle qu'il affleure au moins une zone (36) de la surface périphérique intérieure (7), qui est agencée le long de la direction axiale (4) entre ladite face frontale (5, 6), par l'intermédiaire de laquelle le premier poinçon (10) est déplacé dans le logement (9), et l'ouverture (8), ou étant agencé en saillie d'au plus 0,1 mm au moins par rapport à cette zone (36) de la surface périphérique intérieure (7) dans la direction radiale (11) à l'intérieur du logement (9);

dans lequel le second poinçon (13) étant, à l'étape a) ou pendant l'étape b), agencé décalé si loin dans la direction radiale (11) par rapport à la surface périphérique intérieure (7) que le matériau (14) rempli à l'étape b) est également agencé dans le canal (12); dans lequel le matériau (14) agencé dans le canal (12) étant déplacé par le déplacement du second poinçon (13) à l'étape c) au-dessus de l'ouverture (8) dans le logement (9); dans lequel, à l'étape c), par le biais du second poinçon (13), une zone partielle (18) d'une zone de paroi (21) de la pièce en

cru (1), s'étendant le long de la direction axiale (4) d'une première extrémité (19) à une seconde extrémité (20) est comprimée, la zone partielle (18) étant agencée à distance au moins de la première extrémité (19); dans lequel la zone de paroi (21) est pressée entre la première extrémité (19) et la zone partielle (18) par le premier poinçon (10).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le second poinçon (13) comprend au moins un premier poinçon partiel (16) et un second poinçon partiel (17), qui peuvent être déplacés indépendamment l'un de l'autre.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel les poinçons partiels (16, 17) sont agencés adjacents le long de la direction axiale (4).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la zone partielle (18) est agencée à distance de la seconde extrémité (20).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le second poinçon (13) est agencé sur une partie (24) de la pièce en cru (1) qui se rétrécit le long de la direction axiale (4), dans lequel un rapport entre une plus grande section transversale (25), transversalement à la direction axiale (4), du tronçon (24) et une plus petite section transversale (26) est d'au moins 2:1.
6. Outil de presse (2) pour la fabrication d'au moins une pièce en cru (1) par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'outil de presse (2) comprenant au moins une matrice (3) qui s'étend le long d'une direction axiale (4) entre une première face frontale (5) et une seconde face frontale (6) et forme entre les faces frontales (5, 6) une surface périphérique intérieure (7) comportant une ouverture (8), la surface périphérique intérieure (7) formant un logement (9) pour la pièce en cru (1) et en outre au moins un premier poinçon (10) pouvant être déplacé au-dessus d'une des faces frontales (5, 6) de la matrice (3) dans le logement (9) le long d'une direction axiale (4) ainsi qu'au moins un second poinçon (13) pouvant être déplacé le long d'une direction radiale (11) à travers un canal (12) dans la matrice (3) et jusqu'au logement (9); une zone partielle (18) d'une zone de paroi (21) de l'ébauche (1), s'étendant le long de la direction axiale (4) d'une première extrémité (19) à une seconde extrémité (20), étant comprimée par le second poinçon (13), la zone partielle (18) étant agencée à distance de la première extrémité (19) et de la seconde extrémité (20); la zone de paroi (21) étant pressée entre la première extrémité (19) et la zone partielle (18) par le premier poinçon (10); le second poinçon (13) ne pouvant être déplacé dans la direction radiale (11) jusqu'au

- logement (9) que dans la mesure où il affleure une zone (36) de la surface périphérique intérieure (7), qui est agencée le long de la direction axiale (4) entre ladite face frontale (5, 6), par l'intermédiaire de laquelle le premier poinçon (10) est déplacé dans le logement (9), et l'ouverture (8) ou pouvant être agencée en saillie d'au plus 0,1 mm au moins par rapport à cette zone (36) de la surface périphérique intérieure (7) dans la direction radiale (11) à l'intérieur du logement (9), de sorte que la zone partielle (18) soit réalisée exempte de contre-dépouille par rapport à la zone de paroi (21) et affleure la zone de paroi (21) ou fait saillie d'au plus 0,1 mm par rapport à la zone de paroi (21) dans une direction radiale (11) à l'intérieur de la pièce en cru (1).
7. Pièce en cru (1), fabriquée par pressage d'un matériau pulvérulent (14) avec l'outil de presse selon la revendication 6 ou conformément au procédé selon l'une des revendications précédentes 1 à 5, la pièce en cru (1) présentant un axe longitudinal (27) s'étendant le long d'une direction axiale (4) et une zone de paroi (21) s'étendant parallèlement à l'axe longitudinal (27), laquelle zone de paroi s'étend le long de la direction axiale (4) d'une première extrémité (19) à une seconde extrémité (20), la zone de paroi (21) comprenant une zone partielle (18) qui est agencée à distance de la première extrémité (19) et de la seconde extrémité (20) ; la zone partielle (18) étant comprimée par le second poinçon (13) pouvant être déplacé le long de la direction radiale (11) ; la zone de paroi (21) étant pressée entre la première extrémité (19) et la zone partielle (18) par le premier poinçon (10) pouvant être déplacé le long de la direction axiale (4) ; une première structure de surface (28) de la zone de paroi (21) en dehors de la zone partielle (18) définie par le pressage se différenciant d'une deuxième structure de surface (29) de la zone partielle (18) ; la zone partielle (18) étant réalisée exempte de contre-dépouille par rapport à la zone de paroi (21) et affleurant la zone de paroi (21) ou étant agencée décalée d'au plus 0,1 mm par rapport à la zone de paroi (21) dans une direction radiale (11) à l'intérieur de la pièce en cru (1).
8. Pièce en cru (1) selon la revendication 7, dans laquelle la zone partielle (18) s'étend entre une première ligne de séparation (22) par rapport à la zone de paroi (21) et une seconde ligne de séparation (23) par rapport à la zone de paroi (21) le long de la direction axiale (4), les lignes de séparation (22, 23) formant la transition de la première structure de surface (28) à la deuxième structure de surface (29).
9. Pièce en cru (1) selon la revendication 8, dans laquelle au moins une des lignes de séparation (22, 23) présente un tracé incurvé.
10. Pièce en cru (1) selon l'une des revendications précédentes 7 à 9, dans laquelle la zone partielle (18) est agencée sur une partie (24) de la pièce en cru (1) qui se rétrécit le long de la direction axiale (4), un rapport entre une plus grande section transversale (25), transversalement à la direction axiale (4), du tronçon (24) et une plus petite section transversale (26) étant d'au moins 2:1.
11. Pièce frittée (30), fabriquée par un traitement thermique de la pièce en cru (1) selon l'une des revendications précédentes 7 à 10, la pièce frittée (30) présentant, dans la zone de la première structure de surface (28) de la pièce en cru (1), une troisième structure de surface (31) et, dans la zone de la deuxième structure de surface (29) de la pièce en cru (1), une quatrième structure de surface (32).

Fig. 1

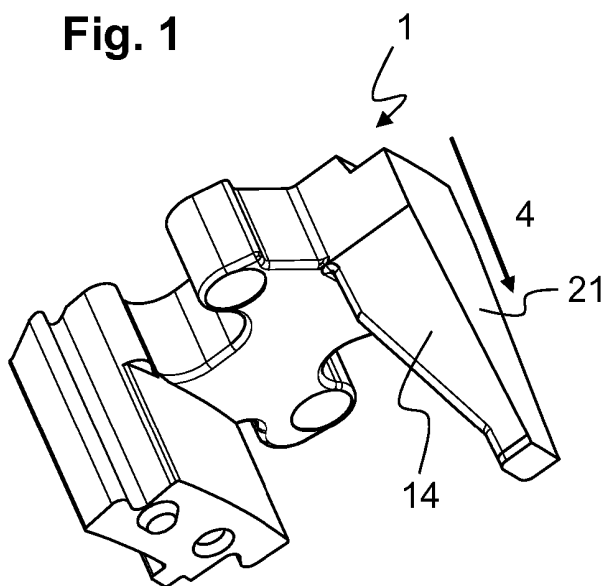


Fig. 2

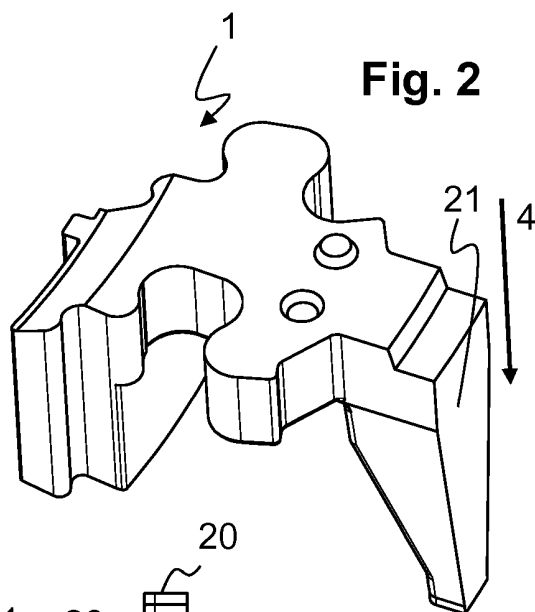


Fig. 3

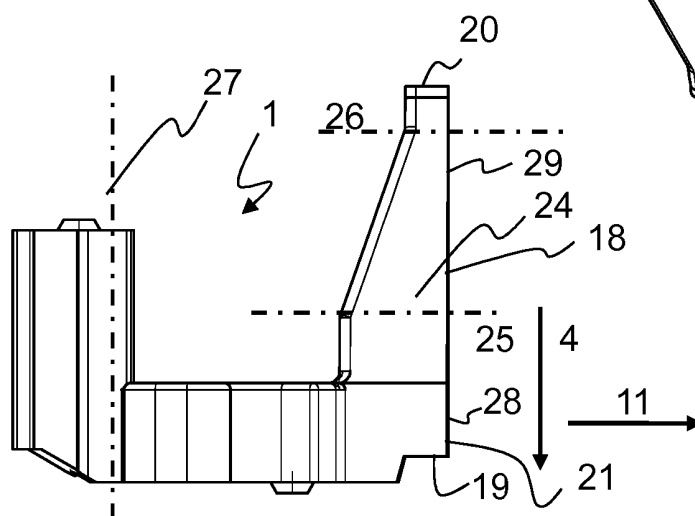


Fig. 4

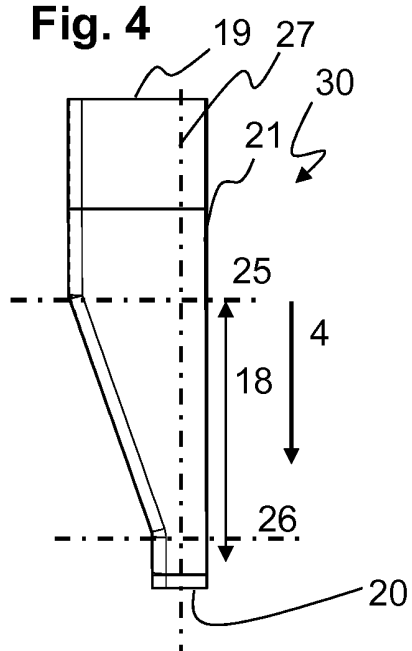
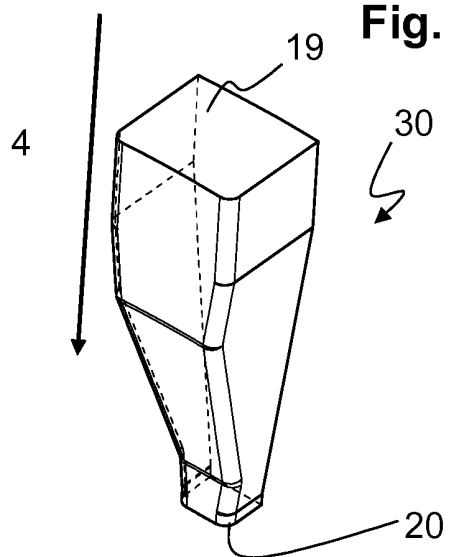


Fig. 5



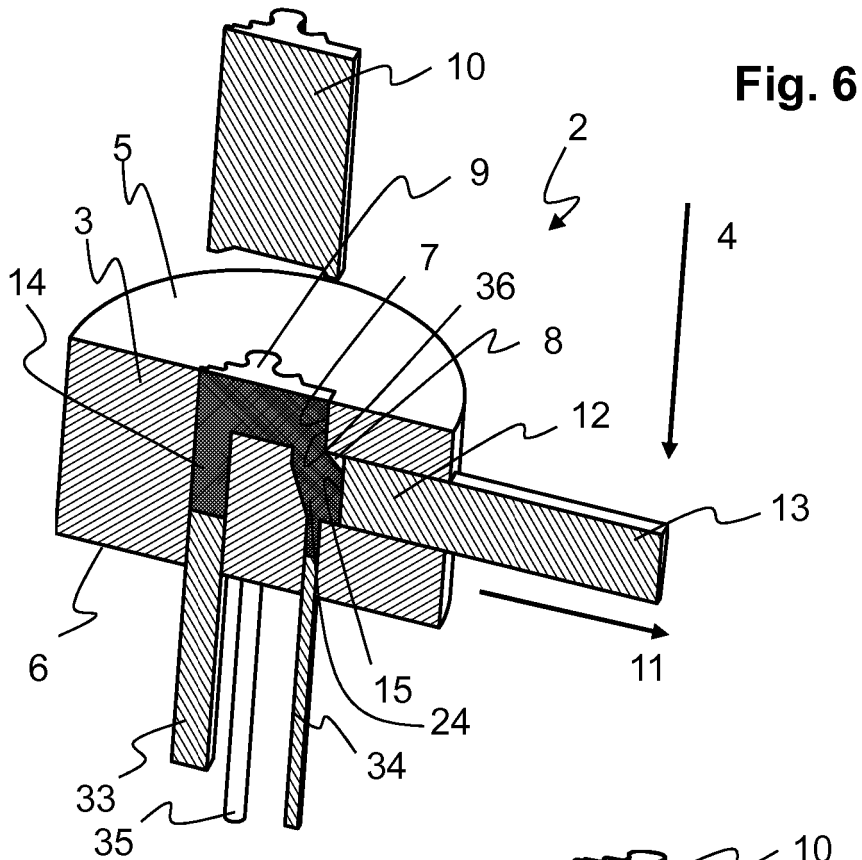


Fig. 7

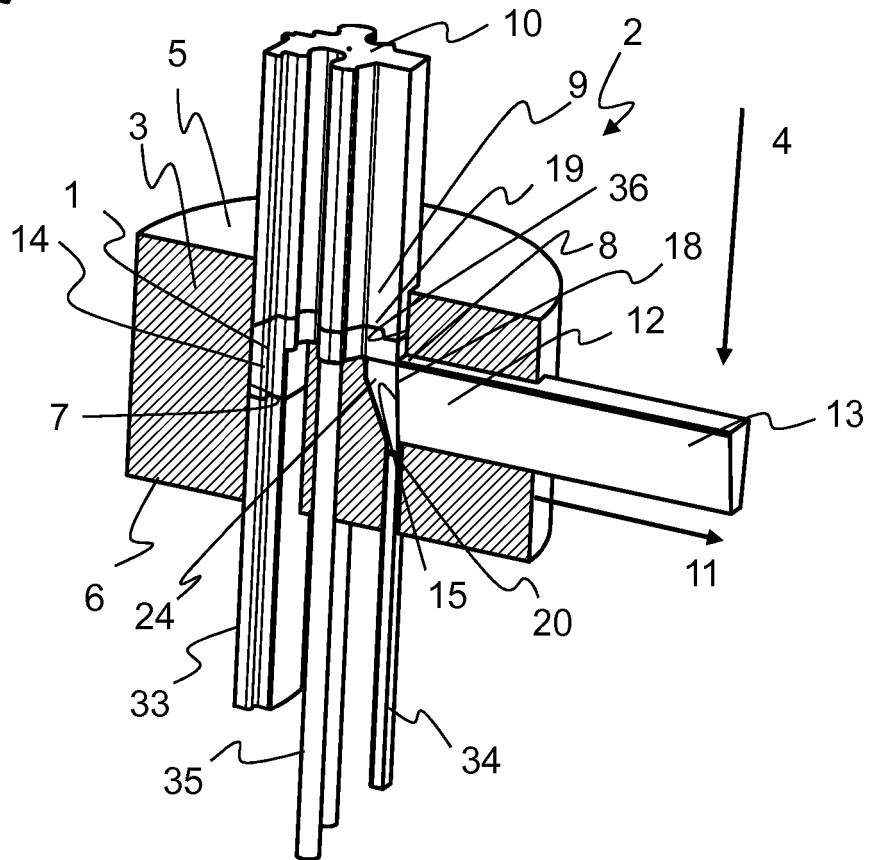


Fig. 8

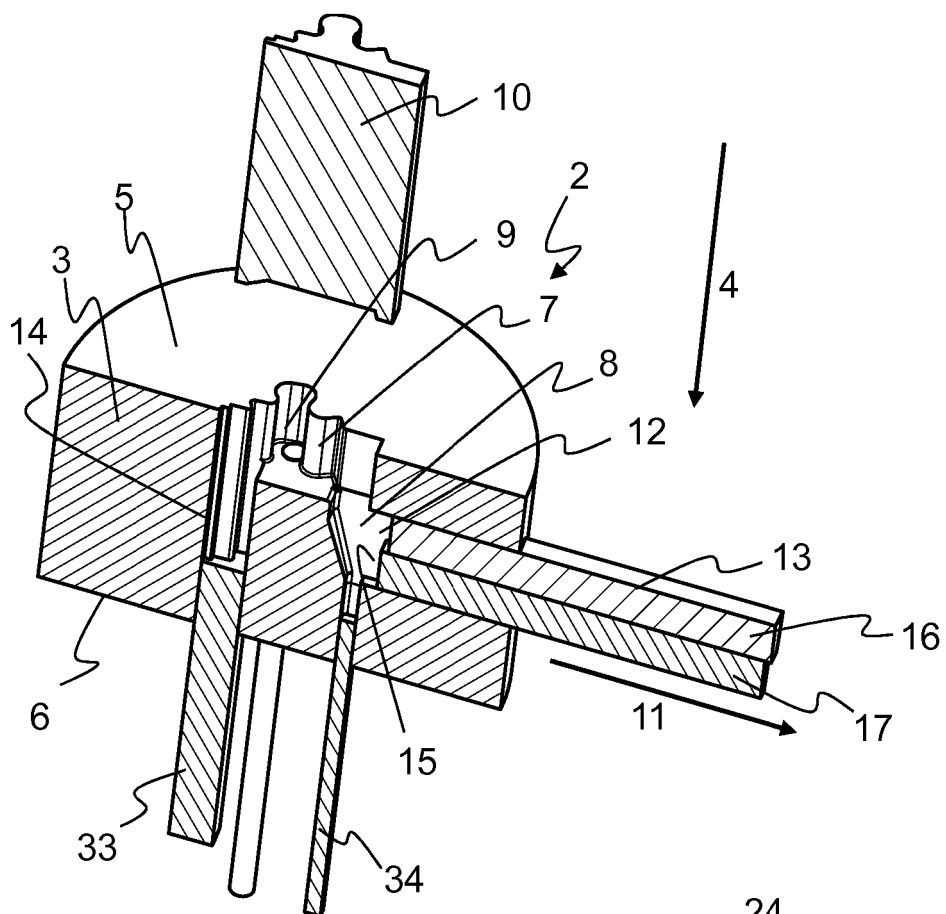
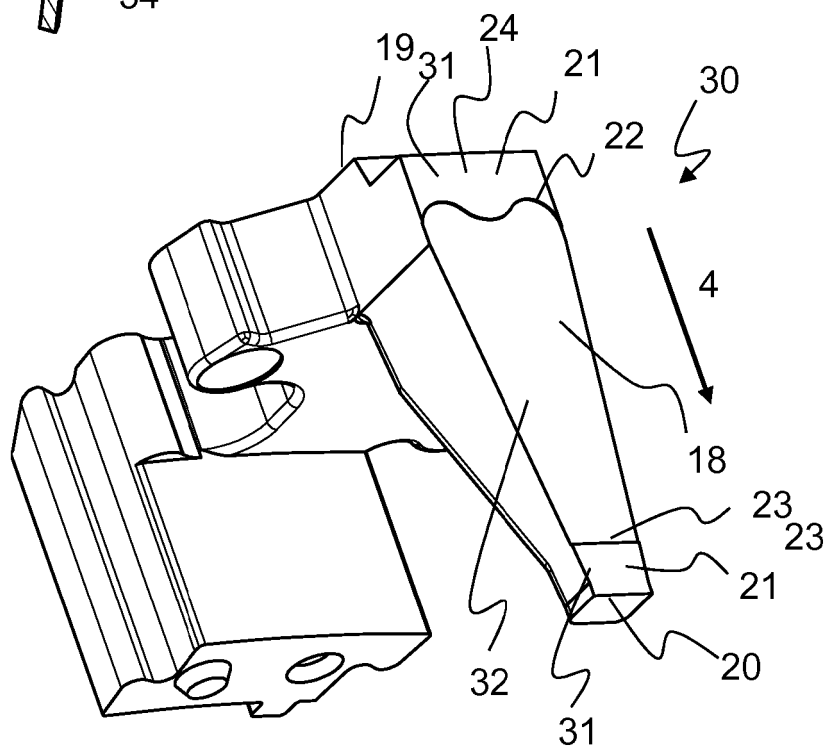


Fig. 9



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

- DE 20115860 U1 [0006]