

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
17. Dezember 2015 (17.12.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/189300 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B22F 3/03 (2006.01) *B30B 11/02* (2006.01)
B22F 5/10 (2006.01) *B22F 3/11* (2006.01)
B22F 7/06 (2006.01) *B22F 5/00* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2015/062991
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
10. Juni 2015 (10.06.2015)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2014 008 169.9 10. Juni 2014 (10.06.2014) DE
- (71) **Anmelder:** GKN SINTER METALS ENGINEERING
GMBH [DE/DE]; Krebsöge 10, 42477 Radevormwald
(DE).
- (72) **Erfinder:** HÜLLEN, Alexander; Auf dem Acker 8a,
53343 Wachtberg (DE). SCHMITT, Rainer;
Wiesengrund 4a, 53343 Wachtberg (DE). ERNST,
Eberhard; Hauenmühlenstraße 3, 36124 Eichenzell (DE).
- (74) **Anwalt:** VON KREISLER SELTING WERNER;
Deichmannhaus am Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln
(DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND PRESS FOR PRODUCING A GREEN COMPACT COMPOSITE WITH A PREDETERMINED
BREAKING POINT

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND PRESSE ZUR HERSTELLUNG EINES GRÜNLINGSVERBUNDES MIT EINER
SOLLBRUCHSTELLE

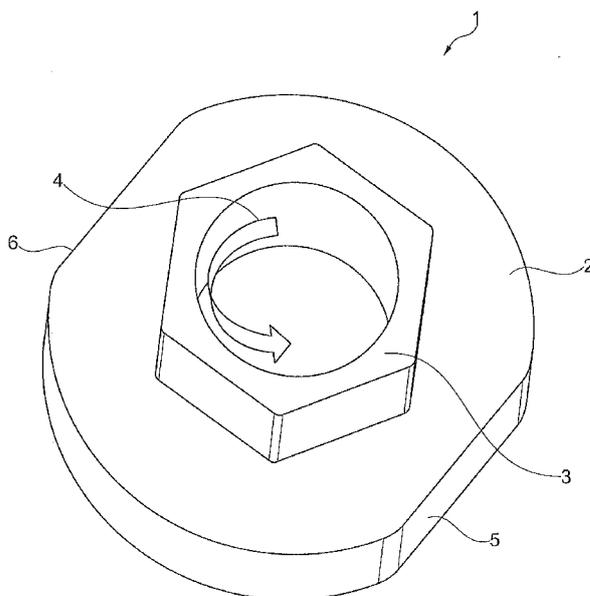


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a green compact composite comprising at least a first partial green compact and a second partial green compact, wherein, within one pressing cycle, a powder is introduced into a filling chamber and then separated into a first partial quantity and into a second partial quantity, and, within the same pressing cycle, the respective partial quantities are pressed to form a first partial green compact and a second partial green compact and the partial green compacts are amalgamated after the pressing, wherein the amalgamation forms a press fit between the first partial green compact and the second partial green compact and produces a predetermined breaking point in the green compact composite. Furthermore, the invention proposes a green compact composite, a sintered component and also a press, each of which can be based on the proposed method.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Grünlingsverbundes mit zumindest
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/189300 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz*
TG). *3)*

einem ersten Teilgrünling und einem zweiten Teilgrünling, wobei innerhalb eines Presszyklus ein Pulver in einen Füllraum gefüllt und anschließend in eine erste Teilmenge und in eine zweite Teilmenge separiert wird und innerhalb desselben Presszyklus die jeweiligen Teilmengen zu einem ersten Teilgrünling und einem zweiten Teilgrünling gepresst und die Teilgrünlinge nach dem Pressen zusammengeführt werden, wobei mittels des Zusammenführens ein Presssitz zwischen dem ersten Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling gebildet wird und eine Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes ausgebildet wird. Desweiteren wird ein Grünlingsverbund, ein Sinterbauteil wie auch eine Presse vorgeschlagen, die jeweils auf dem vorgeschlagenen Verfahren basieren können.

Verfahren und Presse zur Herstellung eines Grünlingsverbundes mit einer Sollbruchstelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Presse zur Herstellung eines Grünlingsverbundes mit zumindest einem ersten Teilgrünling und einem zweiten Teilgrünling, wobei innerhalb eines Presszyklus in der Presse ein Pulver in einen Füllraum gefüllt und anschließend in eine erste Teilmenge und in eine zweite Teilmenge separiert wird und innerhalb desselben Presszyklus die jeweiligen Teilmengen zu einem ersten Teilgrünling und einem zweiten Teilgrünling jeweils homogen gepresst und die Teilgrünlinge nach dem Pressen in der Presse zusammengeführt werden.

Aus der EP-B-0 399 630 geht ein Verfahren zur Herstellung eines Grünlingsverbundes hervor, wobei ein Pulverwerkstoff zu einem ersten Grünling vorverdichtet wird und im Anschluss in die Presse ein zweiter separat vorverdichteter Grünling oder ein Massivteil in eine Kavität des ersten Grünlings eingesetzt wird. Danach wird der zusammengesetzte Grünling verdichtet. Derart gefertigte Grünlinge und daraus hergestellte gesinterte Bauteile sind sowohl beim eigentlichen Verdichten als auch beim Entformen und bei der anschließenden Handhabung an Querschnittsübergängen unter anderem durch Dichteinhomogenitäten oder axiale und radiale Spannungen im Werkzeug rissgefährdet.

Die Rissgefährdung beim Pressvorgang an den Übergängen unterschiedlicher Querschnitte des Grünlings, welche beispielsweise durch Spannungen im Werkzeug oder unkontrollierten Pulverfluss von einem Querschnitt in einen benachbarten Querschnitt hervorgerufen werden, sollen durch ein Verfahren, welches in der DE-A-10 2009 042 598 vorgeschlagen wird, vermieden werden. Bei diesem Verfahren werden mindestens zwei Teilgrünlinge unabhängig voneinander ohne Störeinflüsse an Querschnittsänderungsübergängen verdichtet und anschließend gefügt, wobei das Verdichten beider Teilgrünlinge und das anschließende Fügen in einem Presswerkzeug innerhalb eines Presszyklus erfolgt. Mit Hilfe dieses Verfahrens werden Grünlingsverbünde sowie gesinterte Bauteile hergestellt, welche eine homogene Dichte über den gesamten Grünlingsverbund beziehungsweise das gesinterte Bauteil aufweisen.

In JP-A-08134509 ist ein weiteres Verfahren zur Herstellung eines Verbundes aus Grünlingen unterschiedlicher Materialien beschrieben. In DE-A-10 2009 016 718 ist ein Sinterbauteil mit einer Sollbruchstelle beschrieben, die konstruktiv durch selektive Dickenver-

ringerung des Bauteils realisiert ist. Ein Verpressen und Versintern zweier oder mehrerer Grünlinge findet nicht statt.

- Bei einer Herstellung eines gesinterten Bauteils, welches aus mindestens zwei Teilgrünlingen im Grünlingsverbund gesintert wird, hat dieses bekannte Verfahren den Vorteil, dass das Bauteil aufgrund der homogenen Dichte im gesamten gesinterten Bauteil keine merklichen und insbesondere keine prognostizierbaren Strukturschwachstellen aufgrund von Dichteinhomogenitäten oder Vorschädigungen durch Anrisse aufweist.
- 5
- 10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Grünlingsverbund mit einem prognostizierbarem Verhalten vorzusehen, welches es ermöglicht, hierbei einen Vorteil aus dem Zusammensetzen des Grünlingsverbundes aus Teilgrünlingen herstellen zu können, wobei der Fertigungsvorteil der Nutzung einer einzigen Presse bestehen bleibt.
- 15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren nach Anspruch 1, einem Grünlingsverbund nach Anspruch 7, einem gesinterten Bauteil nach Anspruch 8 und einer Presse nach Anspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Merkmale, Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus der nachfolgenden Beschreibung, den Figuren wie auch aus den Ansprüchen hervor, wobei einzelne Merkmale aus einer Ausgestaltung nicht auf diese be-
- 20
- schränkt sind. Vielmehr sind ein oder mehrere Merkmale aus einer Ausgestaltung mit einem oder mehreren Merkmalen einer anderen Ausgestaltung zu weiteren Ausgestaltungen verknüpfbar. Auch sollen die Formulierungen der unabhängigen Ansprüche 1, 7, 8 und 12 in ihrer angemeldeten Form nicht als Beschränkung der zu beanspruchenden Gegenstände verstanden werden. Ein oder mehrere Merkmale der Formulierungen können
- 25
- daher ausgetauscht wie auch weggelassen werden, ebenso aber auch zusätzlich ergänzt werden. Auch können die anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels angeführten Merkmale auch verallgemeinert beziehungsweise bei anderen Ausführungsbeispielen, insbesondere Anwendungen ebenfalls eingesetzt werden.
- 30
- Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Grünlingsverbundes mit zumindest einem ersten Teilgrünling und einem zweiten Teilgrünling in einer Presse vorgeschlagen, wobei innerhalb eines Presszyklus Pulver in einen Füllraum der Presse gefüllt und anschließend in eine erste Teilmenge und in eine zweite Teilmenge in der Presse separiert wird und innerhalb des Presszyklus die jeweiligen Teilmengen zu einem ersten Teilgrünling und
- 35
- einem zweiten Teilgrünling gepresst werden. Vorzugsweise wird beim Pressen des ersten Teilgrünlings eine andere Dichte erzielt als beim Pressen des zweiten Teilgrünlings. Die

Teilgrünlinge werden nach dem Pressen in der Presse zum Grünlingsverbund zusammengeführt, wobei mittels des Zusammenführens ein Presssitz zwischen dem ersten Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling gebildet wird. Vorzugsweise wird in einem Bereich in der Nähe des Presssitzes, vorzugsweise außerhalb des Presssitzes, eine Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes ausgebildet. Mittels des Fügens des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling wird ein Presssitz zwischen dem ersten Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling gebildet. Hierzu ist zum Beispiel vorgesehen, dass zumindest einer der beiden Teilgrünlinge ein Übermaß aufweist. Bevorzugt ist, wenn nur einer der beiden Teilgrünlinge ein Übermaß aufweist. Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass beide Teilgrünlinge jeweils ein Übermaß aufweisen können. Vorzugsweise sind die jeweiligen Abmessungen von Ober- und Unterstempel so, dass bei einem jeweiligen Pressen der Teilgrünlinge ein Druck aufgebaut wird, die Teilgrünlinge wegen der seitlichen Begrenzung durch anliegende Teile des Presswerkzeugs nicht seitlich dorthin ausweichen können, vielmehr dadurch neben einem axialen Druck durch Ober- und Unterstempel auch ein radialer Druck erzeugt wird, der ausgenutzt werden kann, um den Presssitz durch Fügen der beiden Teilgrünlinge zu erzeugen. Beispielsweise wird in einem Bereich angrenzend an den Presssitz ein Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes ausgebildet.

Das vorgeschlagene Verfahren sieht vor, dass das Füllen des Füllraums mit dem Pulver, das anschließende Separieren des Pulvers in die erste und die zweite Teilmenge, das Pressen des ersten und zweiten Teilgrünlings, das Fügen des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling zu dem Grünlingsverbund und das anschließende Freilegen des Grünlingsverbundes innerhalb eines Presszyklus erfolgt. Die Herstellung des Grünlingsverbundes erfolgt mittels einer einzigen Presse, welche zumindest einen ersten Unterstempel, einen ersten Oberstempel, einen zweiten Unterstempel und einen zweiten Oberstempel aufweist. Besonders bevorzugt wird die Herstellung des Grünlingsverbundes mittels eines einzigen Presswerkzeuges durchgeführt. Das vorgeschlagene Verfahren sieht vor, dass die erste und die zweite Teilmenge dieselben Bestandteile, das heißt insbesondere das gleiche zu sinternde Pulver, zum Beispiel die gleiche Pulvermischung bzw. Pulverlegierung aufweisen, wobei die beiden Teilmengen vorzugsweise völlig unterschiedliche Dichten aufweisen.

Bei der Erfindung werden innerhalb eines Werkzeugs mindestens zwei Teilgrünlinge aus gleichem Pulvermaterial und mit möglicherweise gänzlich unterschiedlichen Dichten jeweils homogen gepresst, wobei die Teilgrünlinge dann noch unter Druck ineinandergefügt

werden. Die Fügung versintert anschließend (gegebenenfalls mit einer etwas geringeren Festigkeit als das Grundmaterial). Ziel dabei ist es beispielsweise, die Dichte des einen Teilgrünlings so einzustellen, dass die diesem Teilgrünling nach dem Versintern entsprechende Komponente des Bauteils am Übergang zu einer anderen Komponente, die dem
5 anderen Teilgrünling entspricht und in die die erste Komponente eingefügt ist, mit der konstruktiv vorgesehenen Kerbwirkung unter vorhersehbaren Bedingungen versagt. Es ist nach der Erfindung nicht so, dass das Versagen in der Fügefläche zweier Komponenten erfolgt; es versagt vielmehr die schwächere Komponente, bei der es sich zumeist um die eingesteckte Komponente handelt, beispielsweise durch Abscheren. Nach der Erfindung
10 sind also nach der Versinterung keine weiteren Bearbeitungen für Kerben o.dgl. erforderlich, um die Sollbruchstelle herzustellen.

Nach der Erfindung wird also durch das Zusammensetzen der beiden jeweils homogen verpressten Teilgrünlinge und deren Abstimmung aufeinander ein vorgegebener, definierter
15 Sollbruch, d.h. eine Sollbruchstelle vorgesehen. Dies wird erreicht, indem jeweils zwei miteinander zu fügende Teilgrünlinge jeweils homogen verdichtet werden. Dadurch werden zufällige Materialschwächen wie Kleinrisse o.dgl. in den Teilgrünlingen vermieden. Üblicherweise sind diese "Materialschwächen" ursächlich für ein Versagen des späteren, gesinterten Bauteils. Durch Versuche wurde herausgefunden, dass der eine Teilgrünling
20 so ausgelegt werden kann, dass er in einem späteren fertig gesinterten Bauteil bis zu einer vorgebbaren Kraft bzw. bis zu einem vorgebbaren Drehmoment sicher hält und erst bei Überschreiten dieser Kraft bzw. dieses Drehmoments versagt. Durch das homogene Verdichten bei der erfindungsgemäßen "Grün-in-Grün"-Herstellung kann daher somit tatsächlich eine Belastungsgrenze und damit eine Sollbruchstelle vorgegeben werden, deren
25 präzise Lage möglicherweise nicht genau vorhersehbar ist. Es existieren aber keine Abweichungen mehr hinsichtlich des Versagens durch Fehlstellen im Material o.dgl. bzw. an Grenzflächen, wie es bei bisherigen zusammengesetzten, nicht erfindungsgemäß homogen verdichteten Teilgrünlingen der Fall war. Insbesondere wird die Gefahr des Bruchs an einer Übergangsstelle verhindert, die durch Inhomogenitäten bei normaler, konventioneller
30 Fertigung nach dem Stand der Technik an dieser möglich ist. Eine Übergangsstelle ist hierbei beispielsweise als derjenige Übergang, insbesondere Zwickel, von einer ersten zu einer zweiten Abmessung, insbesondere von einem ersten zu einem zweiten Durchmesser zu verstehen, der bei Einsatz konventioneller Technik zur Herstellung von Grünlingen unvorhersehbare Brüche besitzt und daher nicht die Möglichkeit eröffnet, einen vorher-
35 sagbaren Sollbruch bei gesinterten Bauteilen mit Übergängen sicher zu ermöglichen.

Nach der Erfindung ist es darüber hinaus auch möglich, ein Bauteil mit unterschiedlichen Sollbrüchen und damit mit unterschiedlichen Sollbruchstellen zu versehen. Es können also unterschiedliche Teilgrünlinge mit unterschiedlichen Versagungsfestigkeiten mittels der erfindungsgemäßen "Grün-in-Grün"-Herstellung ineinandergefügt werden. Das führt zu einem Sinterbauteil, bei dem z.B. eine erste Komponente einen Sollbruch bei Überschreiten einer ersten Belastungsgrenze aufweist, während eine zweite Komponente erst beim Überschreiten einer zweiten Belastungsgrenze, die höher ist als die erste Belastungsgrenze, einen Sollbruch erfährt. Mit anderen Worten kann also ein erfindungsgemäß hergestelltes Bauteil mindestens zwei vorgebbare, voneinander unterschiedliche Sollbrüche aufweisen. Im Regelfall ist es dabei so, dass ein derartiges Bauteil dann auch durch Sintern eines Grünlingsverbundes aus mehr als zwei Teilgrünlingen hergestellt ist.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass das gesinterte Bauteil einen ersten und einen zweiten vorgebbaren Sollbruch aufweist, die bei voneinander unterschiedlicher Belastung auslösbar sind, wobei der erste und der zweite Sollbruch sich in jeweils unterschiedlichen Bereichen des gesinterten Bauteils befinden. Dieses wird beispielsweise mittels eines Grünlingsverbunds geschaffen, bei dem Teilgrünlinge konzentrisch zueinander gefügt werden und/oder nebeneinander in einem Teilgrünling angeordnet und gefügt werden.

Im Folgenden werden Ober- und Unterstempel auch Pressstempel genannt. Ober- wie auch Unterstempel sind Teil des Presswerkzeugs. Insbesondere kann mittels eines Presswerkzeugs, insbesondere eines Pressstempels pulverförmiges Material gepresst, das heißt verdichtet werden, wobei mittels des gleichen Presswerkzeugs auch eine Fügung von Teilgrünlingen durchgeführt wird. In einer weiteren Ausgestaltung des vorgeschlagenen Verfahrens ist vorgesehen, dass bei einem Separieren des Pulvers in die erste und in die zweite Teilmenge mittels des Presswerkzeugs eines Pressstempels durch einen Pressstempel ein Fügerraum freigehalten wird. Insbesondere ist dieser Fügerraum zumindest teilweise begrenzt von der ersten oder zweiten Teilmenge des pulverförmigen Stoffes. Unter einem Fügerraum ist der Raum innerhalb einer Teilmenge oder eines Teilgrünlings zu verstehen, in den ein weiterer Teilgrünling gefügt wird.

Besonders vorteilhaft ist, dass die Teilgrünlinge in demselben Werkzeug gepresst werden. Insbesondere kann zumindest ein Teilgrünling vorverdichtet und vor oder nach dem Fügen der beiden Teilgrünlinge zu dem Grünlingsverbund nachverdichtet beziehungsweise endverdichtet werden. In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der gefügte Grünlingsverbund vorzugsweise in demselben Werkzeug nachverdichtet oder endverdicht-

tet wird. Besonders vorteilhaft ist vorgesehen, dass nach dem Fügen des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling die beiden Teilgrünlinge ohne ein gemeinsames Nachverdichten zu dem Bauteil gesintert werden. Des Weiteren können neben dem ersten und zweiten Teilgrünling mindestens ein weiterer Teilgrünling zum Beispiel ein dritter, ein vierter oder ein fünfter Teilgrünling innerhalb eines Presszyklus zu einem Grünlingsverbund gepresst und gefügt werden.

Die Pressstempel sind derart zueinander beweglich, dass zumindest die ersten und zweiten Unter- und Oberstempel in einem ersten Zustand der Presse den Füllraum für das (gemeinsame oder gleiche) Pulver zum Pressen des ersten und des zweiten Teilgrünlings ausbilden können. Vorzugsweise sind die ersten und zweiten Unter- und Oberstempel in einem zweiten Zustand der Presse derart zueinander angeordnet, dass das gemeinsame Pulver in Form einer ersten Teilmenge und in Form einer zweiten Teilmenge vorliegt, wobei die erste Teilmenge separiert von der zweiten Teilmenge ist.

In einem dritten Zustand der Presse sind die ersten und zweiten Unter- und Oberstempel derart zueinander angeordnet, dass ein gepresster erster Teilgrünling zwischen dem ersten Unterstempel und dem ersten Oberstempel und ein gepresster zweiter Teilgrünling zwischen dem zweiten Unterstempel und dem zweiten Oberstempel vorliegt. Das Pressen erfolgt vorzugsweise derart, dass der erste und auch der zweite Teilgrünling jeweils homogen verdichtet werden. Homogen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass möglichst keine Dichteabweichung innerhalb des jeweiligen Teilgrünlings existiert. Vielmehr weist jeder Teilgrünling, über seinen Querschnitt betrachtet, jeweils eine zumindest annähernd gleiche Dichte auf. Die Dichte des ersten Teilgrünlings unterscheidet sich bevorzugt von der Dichte des zweiten Teilgrünlings. In einem vierten Zustand der Presse ist der erste Teilgrünling mit dem zweiten Grünling zu einem Grünlingsverbund verpresst, wobei ein Presssitz zwischen dem ersten Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling gebildet ist. Der Presssitz kann bevorzugt über ein Stempelspiel zwischen zwei Pressstempeln variiert werden.

Bei dem vorgeschlagenen Verfahren kann zwischen dem dritten Zustand und dem vierten Zustand ein zeitlicher Versatz vorgesehen sein. In einer Abwandlung davon findet das Fügen des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling noch während des Pressens des ersten und/oder des zweiten Teilgrünlings statt. Bei Beginn des Pressens des ersten beziehungsweise zweiten Teilgrünlings liegt die erste Teilmenge separat von der zweiten

Teilmenge vor, was bedeutet, dass kein Pulverteilchen der ersten Teilmenge berührt ein anderes Pulverteilchen der zweiten Teilmenge.

Die Separierung des Pulvers in die erste und die zweite Teilmenge erfolgt vorzugsweise
5 mittels einer Bewegung zumindest eines Pressstempels, des ersten und/oder zweiten Unterstempels und/oder Oberstempels. Insbesondere kann hierfür ein Verfahren wie auch prinzipiell ein Pressenaufbau genutzt werden, wie es aus DE-A-10 2009 042 598 hervor-
geht. Der Inhalt dieser Druckschrift wird durch Bezugnahme zum Gegenstand der vorlie-
genden Patentanmeldung.

10 Insbesondere bilden die Pressstempel nach dem Separieren des Pulvers in zwei Teil-
mengen einen ersten Arbeitsraum und einen zweiten Arbeitsraum. Unter einem Arbeits-
raum sind insbesondere Kavitäten in einem Presswerkzeug zu verstehen, die mit Pulver
gefüllt werden können und in denen ein Pressvorgang beziehungsweise eine Verdichtung
15 des Pulvers vorgenommen werden kann. Vorzugsweise werden die Arbeitsräume zumin-
dest von einem Pressstempel begrenzt. In einer Weiterbildung wird einer der Arbeitsräu-
me von zumindest zwei Pressstempel und/oder von einer Matrize begrenzt. Besonders
vorteilhaft ist der erste und/oder der zweite Arbeitsraum innerhalb des Presswerkzeuges
beweglich und vorzugsweise wird zumindest einer der Arbeitsräume, der erste und/oder
20 der zweite Arbeitsraum, während des Pressens des ersten beziehungsweise zweiten
Teilgrünlings bewegt.

Wie vorgeschlagen, wird mittels des Fügens des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten
Teilgrünling ein Presssitz zwischen dem ersten Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling
25 ausgebildet, wobei bevorzugt in einem Bereich in der Nähe des Presssitzes eine Soll-
bruchstelle des Grünlingsverbundes ausgebildet wird. Der Presssitz zwischen dem ersten
und dem zweiten Teilgrünling bewirkt eine mechanische Verklammerung der Teilgrünlin-
ge, welche den Grünlingsverbund zusammenhält, was ausreicht, um den Grünlingsver-
bund zum Sinterofen zuüberführen. Vorzugsweise weisen die Teilgrünlinge eine Flächen-
30 pressung in zumindest einem Teilbereich der Kontaktflächen zwischen $0,1 \text{ N/mm}^2$ und
 100 N/mm^2 , weiterhin bevorzugt zwischen 1 N/mm^2 und 50 N/mm^2 und besonders bevor-
zugt zwischen 2 N/mm^2 und 30 N/mm^2 auf. Der Presssitz begünstigt bevorzugt das Vers-
intern des Grünlingsverbundes, wobei mittels des Presssitzes gegenüber einem Grün-
lingsverbund ohne einen Presssitz, zum Beispiel mit Kavitäten zwischen den einzelnen
35 Teilgrünlingen, Diffusionsvorgänge beim Versintern gefördert werden.

Insbesondere kann der Presssitz mittels eines Stempelspiels zwischen dem ersten Unter- oder Oberstempel und dem zweiten Unter- oder Oberstempel bewirkt werden. Dabei ist vorgesehen, dass zumindest mittels eines zweiten Unter- oder Oberstempels ein Füge-
raum vorgehalten wird, in dem der zweite Teilgrünling zum Fügen mit dem ersten Teil-
5 grünling verschoben wird. Der Pressstempel, der den Füge-
raum vorhält, hat insbesondere einen leicht geringeren Durchmesser als der zweite Teilgrünling, der in den Füge-
raum gefügt wird. Die Differenz beziehungsweise das Übermaß entspricht dem Stempelspiel
zwischen dem ersten Unter- oder Oberstempel und dem zweiten Unter- oder Oberstem-
10 pel. Das Stempelspiel liegt in einer Ausführungsform zwischen etwa 0,005 mm und etwa
0,025 mm, in einer weiteren Ausführungsform zwischen etwa 0,025 mm und etwa 0,05
mm.

Nach dem Fügen des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling liegt in einem Be-
reich in der Nähe des Presssitzes die Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes vor.

15 Der Presssitz kann sich insbesondere in einer Ebene befinden, die sich senkrecht zur
Fügerichtung erstreckt, wobei die Fügerichtung durch eine Relativbewegung des ersten
Teilgrünlings zu dem zweiten Teilgrünling beim Fügen zu dem Grünlingsverbund vorge-
geben ist. In dieser Ebene weist der Presssitz eine Breite und eine senkrecht zur Breite
20 orientierte Länge auf. Der Bereich, in welchem die Sollbruchstelle des Grünlingsverbun-
des angeordnet ist, kann vorzugsweise durch das vorgeschlagene Verfahren vorgegeben
werden. In einer Ausführungsform erstreckt sich der Bereich ausgehend von dem Press-
sitz in einer Richtung weg von dem Presssitz und parallel zur Fügerichtung bis zu einem
Abstand, welcher einem Zehntel des Wertes der Quadratwurzel aus dem Produkt der
25 Länge und der Breite des Presssitzes beträgt. In einer weiteren Ausgestaltung beträgt
dieser Abstand ein Fünftel des Wertes dieser Quadratwurzel, in einer davon abgewandel-
ten Ausführungsform beträgt der Abstand ein Drittel des Wertes dieser Quadratwurzel.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird ein Presssitz erzeugt, welcher
30 sich zum einen parallel zur Fügerichtung und zum anderen beispielsweise kreisförmig
oder in Form eines Sechskantes in einer Ebene senkrecht zur Fügerichtung ausbildet.

Weiterhin ist vorgesehen, dass beim Pressen des ersten Teilgrünlings und beim Pressen
des zweiten Teilgrünlings zwei Teilgrünlinge mit einer unterschiedlichen Dichte gebildet
35 werden. In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird der Grünlingsverbund zu

einem Bauteil gesintert, wobei vorzugsweise in einem Bereich in der Nähe des Presssitzes des Grünlingsverbundes eine Sollbruchstelle des Bauteils gebildet wird.

5 Besonders vorteilhaft ist die Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes an derselben Stelle angeordnet wie die Sollbruchstelle des gesinterten Bauteils. Dabei versagt die Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes jedoch bei einer erheblich geringeren Versagensbelastung als die Sollbruchstelle des gesinterten Bauteils.

10 Besonders vorteilhaft ist vorgesehen, dass der Grünlingsverbund beziehungsweise das gesinterte Bauteile eine erste Komponente aus dem ersten Teilgrünling mit einer ersten Dichte und eine zweite Komponente aus dem zweiten Teilgrünling mit einer zweiten Dichte aufweist, welche größer als die erste Dichte ist. Die Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes beziehungsweise des gesinterten Bauteils ist vorzugsweise in der ersten Komponente mit der ersten, niedrigeren Dichte angeordnet.

15 Gemäß einer Ausgestaltung beträgt ein Dichteunterschied zwischen dem ersten und dem zweiten Teilgrünling im Grünlingsverbund von zumindest $0,1 \text{ g/cm}^3$ oder mehr. Bevorzugt bewegt sich eine Abweichung einer jeweiligen homogenen Dichte zwischen erstem und zweitem Teilgrünling zwischen $0,1 \text{ g/cm}^3$ und $1,3 \text{ g/cm}^3$. Bei einem gesinterten Bauteil
20 beträgt gemäß einer Ausgestaltung der Dichteunterschied zwischen der ersten und der zweiten Komponente zumindest $0,1 \text{ g/cm}^3$, bevorzugt zumindest $0,5 \text{ g/cm}^3$. Eine Ausgestaltung sieht bei einem gesinterten Bauteil mit einer ersten und einer zweiten Komponente aus dem ersten bzw. dem zweiten Teilgrünling vor, dass der Dichteunterschied sich
25 zwischen $0,1 \text{ g/cm}^3$ und $1,1 \text{ g/cm}^3$ bewegt. Beispielsweise kann die erste Komponente eine Dichte in einem Bereich zwischen $6,8$ und $7,4 \text{ g/cm}^3$ und die zweite Komponente eine Dichte zwischen $6,2$ und $7,0 \text{ g/cm}^3$ aufweisen.

Die erste Dichte und die zweite Dichte sind insbesondere in einzelnen SINT-Klassen einteilbar, insbesondere unterschiedlichen SINT-Klassen einteilbar. Werkstoffe für Sinterformteile sind in ihren Eigenschaften und Bezeichnungen in Werkstoff-Leistungsblättern
30 nach DIN 30910 genormt. Dabei werden zum Zuordnen der Werkstoffe verschiedene Dichteklassen, d.h. SINT-Klassen verwendet. Diese Dichteklassen umfassen unter anderem die Dichteklassen A, B, C, D und E, wobei A die Dichteklasse mit der niedrigsten Dichte und E, die Dichteklasse mit der höchsten Dichte und die Klassen A, B, C, D und E
35 in dieser Reihenfolge eine aufsteigende Dichte beziffern.

- Besonders vorteilhaft lässt sich eine Versagensbelastung des gesinterten Bauteils beziehungsweise des Grünlingsverbundes, bei welcher das gesinterte Bauteil beziehungsweise der Grünlingsverbund an der Sollbruchstelle versagt, mit Hilfe eines reproduzierbaren Dichteunterschiedes zwischen der ersten und der zweiten Dichte erzielen. In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Unterschied eine SINT-Klasse, das heißt die erste Dichte kann zum Beispiel der Dichteklasse A und die zweite Dichte der Dichteklasse B oder die erste Dichte kann der Dichteklasse C und die zweite Dichte der Dichteklasse D zugeordnet werden. In einer weiteren Ausführungsform weist der Dichteunterschied zwei SINT-Klassen auf, das heißt die erste Dichte kann zum Beispiel der Dichteklasse A und die zweite Dichte der Dichteklasse C oder die erste Dichte der Dichteklasse C und die zweite Dichte der Dichteklasse E zugeordnet werden. Entsprechend sind auch Dichteunterschiede von bis zu drei, vier oder fünf SINT-Klassen möglich.
- Desweiteren kann der Teilgrünling bzw. diejenige Komponente mit der geringeren Dichte und der Sollbruchstelle im Inneren des Grünlingsverbunds bzw. gesinterten Bauteils angeordnet sein, während das Äußere des Grünlingsverbunds bzw. des gesinterten Bauteils eine höhere Dichte vorzugsweise ohne Sollbruchstelle aufweist. Eine weitere Ausgestaltung sieht hingegen vor, dass der Teilgrünling bzw. diejenige Komponente mit der geringeren Dichte und der Sollbruchstelle im Äußeren des Grünlingsverbunds bzw. gesinterten Bauteils angeordnet sind, während im Inneren des Grünlingsverbunds bzw. des gesinterten Bauteils eine höhere Dichte vorzugsweise ohne Sollbruchstelle vorliegt. Je nach Grünlingsverbund bzw. gesintertem Bauteil kann auch eine andere geometrische Anordnung, auch eine sich ändernde Anordnung entlang einer Erstreckung des Bauteils bzw. des Grünlingsverbunds vorgesehen sein. Alternativ zu einer einzigen Sollbruchstelle können auch zwei oder mehr Sollbruchstellen vorgesehen sein. Beispielsweise kann auf unterschiedlichen Ebenen und/oder Erstreckungen eines gesinterten Bauteils bzw. eines Grünlingsverbunds jeweils zumindest eine Sollbruchstelle vorgesehen sein. Dieses kann zum Beispiel bei einem Bauteil, das unterschiedlichen Kräften und Momenten aus unterschiedlichen Richtungen ausgesetzt ist, vorteilhaft sein.
- Der Dichteunterschied zwischen dem ersten und dem zweiten Teilgrünling wird vorzugsweise mittels eines Steuergerätes, welches die Positionen der Pressstempel beim Füllen des Pulvers in den Füllraum und beim Separieren des Pulvers in die erste und zweite Teilmenge steuert, eingestellt. Der Dichteunterschied kann vorzugsweise mittels der Dichte des vor dem Verpressen porenfreien Pulvers in einen direkten SINT-Klassen-

Unterschied umgerechnet werden. Eine derartige Umrechnung ist jedoch nur zuverlässig möglich, wenn die beiden Teilgrünlinge eine sehr homogene Dichteverteilung aufweisen, insbesondere, wenn der erste Teilgrünling separat von dem zweiten Teilgrünling verpresst wird und bevorzugt beide Teilgrünlinge innerhalb desselben Presszyklus gepresst und
5 gefügt werden.

Die Versagensbelastung an der Sollbruchstelle ist vorzugsweise als Versagenszugspannung, Versagensscherspannung und/oder als Versagensdruck angegeben. Weiterhin kann die Versagensbelastung auch als Vergleichsspannung, insbesondere als Mises-Vergleichsspannung, angegeben werden.
10

Besonders bevorzugt werden bei dem vorgeschlagenen Verfahren in Abhängigkeit von Versagensbelastung an der Sollbruchstelle, bei welcher das gesinterte Bauteil oder der Grünlingsverbund an der Sollbruchstelle versagt, zwei Teilgrünlinge mit einem vorgegebenen Dichteunterschied hergestellt.
15

So kann beispielsweise bei einer Mises-Vergleichsspannung von ungefähr 300 N/mm² ein Dichteunterschied von einer SINT-Klasse ausgewählt werden, das heißt dass die erste Dichte zum Beispiel der SINT-Klasse B und die zweite Dichte der SINT-Klasse C zugeordnet wird. In einer weiteren Ausführungsform bei beispielsweise einer Mises-Vergleichsspannung von circa 500 N/mm² kann die erste Dichte der SINT-Klasse C und die zweite Dichte der SINT-Klasse D zugeordnet werden und bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kann bei einer Mises-Vergleichsspannung von circa 600 N/mm² die erste Dichte der SINT-Klasse E und die zweite Dichte der SINT-Klasse F, welche bevorzugt vergütete Metallpulverlegierungen aufweist, zugeordnet werden. Zum Erreichen eines vergüteten Sinterbauteils kann beispielsweise Brom, Mangan, Vanadium, Wolfram und/oder Molybdän in das Pulver eingebracht werden. Eine derartige Vergütung ist auch bei den SINT-Klassen A, B, C, D und E möglich. Bevorzugt weisen auch bei dieser Konstellation der erste Teilgrünling und der zweite Teilgrünling die gleiche Legierung auf, die jedoch unterschiedlich stark verpresst sind.
20
25
30

Es wird weiterhin ein Verfahren zur Auslegung eines gesinterten Bauteils oder Grünlingsverbunds mit einer vorgegebenen Versagensbelastung für eine Sollbruchstelle vorgeschlagen, wobei der Grünlingsverbund mit dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt wird. Das Verfahren zur Auslegung umfasst die folgenden Schritte: In einem ersten Schritt wird ein erstes Bauteil oder ein erster Grünlingsverbund hergestellt. In einem zwei-
35

ten Schritt wird das Bauteil beziehungsweise der Grünlingsverbund bis zum Versagen des Bauteils beziehungsweise des Grünlingsverbundes belastet. In einem dritten Schritt wird diese Versagensbelastung erfasst. Vorzugsweise wird die Versagensbelastung in Form einer Zug- und/oder Scherspannung und/oder einer Druckbelastung erfasst. Dies kann
5 beispielsweise über mindestens einen Dehnungsmessstreifen an dem Grünlingsverbund bzw. dem gesinterten Bauteil erfolgen. In einem vierten Schritt wird eine Abweichung von der erfassten Versagungsbelastung von der vorgegebenen Versagungsbelastung erfasst. Überschreitet die Abweichung einem vorgegebenen Toleranzwert wird in einem fünften Schritt zumindest ein Parameter zur Erreichung einer anderen Dichte zum Beispiel eines
10 ersten oder zweiten Teilgrünlings des Grünlingsverbundes bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verändert. Zum Beispiel kann eine vorgegebene Kraft auf einen Pressstempel beim Pressen des ersten oder zweiten Teilgrünlings verändert werden. Einer der Schritte 1 bis 5, besonders bevorzugt alle Schritte 1 bis 5, werden wiederholt, bis die erfasste Abweichung den vorgegebenen Toleranzwert erreicht bzw. unterschreitet.
15

Dieses Bauteil-Herstellungsverfahren hat gegenüber einem Gussverfahren insbesondere den Vorteil, dass das Bauteil mit vorgegebener Sollbruchstelle, insbesondere hinsichtlich Ort und Versagensbelastung, bei welcher die Sollbruchstelle zerstört werden soll, nicht
20 einzig und allein durch die Formgebung des Bauteils festgelegt ist. Vielmehr kann durch eine beim Pressvorgang des ersten oder des zweiten Teilgrünlings erfolgende Veränderung ein Dichteunterschied zwischen dem ersten und dem zweiten Teilgrünling eingestellt werden, welcher einer vorgegebenen Versagensbelastung für die Sollbruchstelle des fertig gesinterten Bauteils entspricht. Auch können auf diese Weise sehr leicht Bauteile mit
25 gleicher Form aber verschiedenen dimensionierten Sollbruchstellen, das heißt Sollbruchstellen mit jeweils verschiedenen vorgegebenen Versagensbelastungen, gefertigt werden, ohne dabei das Werkzeug der Presse zu verändern beziehungsweise zu tauschen.

Es wird weiterhin ein Grünlingsverbund vorgeschlagen, welcher einen ersten Teilgrünling
30 und einen zweiten Teilgrünling aufweist, wobei der erste Teilgrünling und der zweite Teilgrünling mit einem Presssitz verbunden sind. Der erste und der zweite Teilgrünling besteht jeweils aus gleichem Pulver. Der erste und der zweite Teilgrünling sind jeweils homogen verdichtet und weisen unterschiedliche Dichten auf und eine Sollbruchstelle ist in demjenigen Teilgrünling vorgesehen, der die niedrigere Dichte aufweist. Bevorzugt ist in
35 der Nähe des Presssitzes eine Sollbruchstelle vorgesehen. Weiterhin bevorzugt wird der

vorgeschlagene Grünlingsverbund mit einem Verfahren und/oder einer Presse hergestellt, wie sie oben bzw. nachfolgend näher beschrieben sind.

5 Weiterhin wird ein gesintertes Bauteil vorgeschlagen, aufweisend eine erste Komponente und eine zweite Komponente, die miteinander gefügt und zum Bauteil gesintert sind, wobei die erste Komponente eine Dichte aufweist, die von der Dichte der zweiten Komponente verschieden ist und wobei diejenige der beiden Komponenten mit einer geringeren Dichte eine Sollbruchstelle aufweist, und diese Sollbruchstelle insbesondere infolge der geringeren Dichte aufweist. Bevorzugt wird das gesinterte Bauteil als Grünlingsverbund
10 hergestellt, wie er oben aber auch nachfolgend noch näher beschreiben ist.

Es wird weiterhin die Verwendung eines gesinterten Bauteils vorgeschlagen, wobei das Bauteil als Strukturelement einer Maschine ausgebildet ist. Das Strukturelement ist unter einer vorgegebenen Versagensbelastung an der Sollbruchstelle zerstörbar. Weiterhin
15 kann das gesinterte Bauteil als Teil eines Adapters verwendet werden, welcher unter einer vorgegebenen Versagensbelastung an der Sollbruchstelle zerstörbar ist. Der Adapter kann insbesondere zum Festschrauben von Maschinenteilen geeignet sein.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Bauteil als ein Strukturelement einer Karosserie, bevorzugt eines Kraftfahrzeuges, ausgeführt ist und unter einer einmaligen Belastung in Form z.B. einer Zugspannung, Druckspannung und/oder Scherspannung mit einem vorgebbaren Mindestwert an der Sollbruchstelle zerstörbar ist (z.B. Schrauben zur Befestigung von Achsen mit kontrolliertem Drehmoment). Insbesondere
20 kann das Bauteil eine Sicherheitsfunktion bei einem Unfall des Kraftfahrzeugs haben. Als Beispiel sei hier ein Bauteil für eine Lenkradarretierung genannt, das im Falle eines Unfalls definiert versagen, d.h. nachgeben muss.
25

Weiterhin kann das Bauteil als ein Teil einer Zugvorrichtung, bevorzugt einer Seilzugvorrichtung, ausgeführt sein und unter einer einmaligen Zugspannungsbelastung mit Überschreitung eines vorgebbaren Werts an der Sollbruchstelle zerstörbar sein.
30

Eine weitere Verwendung sieht vor, dass das Bauteil als Strukturelement eines Motorblockes oder eines Energiespeichers ausgeführt ist und unter einer einmaligen Belastung mit einem vorgebbaren Wert einer Zugspannung, Druckspannung und/oder Scherspannung
35 an der Sollbruchstelle zerstörbar ist. In vorteilhafter Weise ist die Sollbruchstelle derart ausgerichtet, dass ein Teil eines Motorblockes oder Energiespeichers bei einem Aufprall

des Kraftfahrzeuges unter der Fahrgastzelle des Kraftfahrzeuges abgeleitet. Auch kann das Bauteil als ein Strukturelement einer Getriebewelle oder einer Antriebswelle ausgeführt sein.

- 5 Es wird weiterhin eine Presse mit einem Steuergerät und einem Presswerkzeug zur Herstellung eines Grünlingsverbunds vorgeschlagen. Der Grünlingsverbund umfasst zumindest einen ersten Teilgrünling und einen zweiten Teilgrünling, wobei der erste Teilgrünling mit dem zweiten Teilgrünling verpresst ist. Das Presswerkzeug weist zumindest eine Mat-
10 rize, einen ersten Oberstempel, einen ersten Unterstempel, einen zweiten Oberstempel und einen zweiten Unterstempel auf. Der erste bzw. der zweite Ober- und Unterstempel sind zueinander beweglich, wobei die ersten und zweiten Unter- und Oberstempel in einem ersten Zustand einen gemeinsamen Füllraum für ein gemeinsames Pulver zum Her-
15 stellen des ersten und des zweiten Teilgrünlings ausbilden. In einem zweiten Zustand der ersten und zweiten Unter- und Oberstempel liegt das Pulver separiert in Form einer ersten Teilmenge und in Form einer zweiten Teilmenge vor. In einem dritten Zustand der ersten und zweiten Unter- und Oberstempel liegt ein gepresster erster Teilgrünling zwischen dem ersten Unterstempel und dem ersten Oberstempel und ein gepresster zweiter Teil-
20 grünling zwischen dem zweiten Unterstempel und dem zweiten Oberstempel vor, wobei das Steuergerät einen ersten Pressdruck zwischen dem ersten Oberstempel und der ersten Teilmenge und einen zweiten Pressdruck zwischen dem zweiten Oberstempel und der zweiten Teilmenge vorgibt, wobei der erste Teilgrünling und der zweite Teilgrünling zu Grünlingen mit jeweils unterschiedliche Dichte gepresst werden und ein Zusammenführen des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling zu einem Grünlingsverbund durch
25 seitens des Steuergerätes gesteuertes Verfahren der Stempelpaare ist, wobei nach dem Zusammenführen ein Presssitz zwischen dem ersten Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling gebildet ist und in einem Bereich in der Nähe des Presssitzes eine Sollbruchstelle des Grünlingsverbunds ausgebildet ist.

- In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Presse ist vorgesehen, dass der erste Oberstem-
30 pel und der zweite Unterstempel nebeneinander entlang einer Wirkungslinie einer Presskraft des ersten Oberstempels angeordnet sind, wobei der erste Oberstempel und der zweite Unterstempel jeweils eine erste Pressfläche und eine zweite Pressfläche aufweisen, welche parallel zueinander verlaufen und schräg zu zumindest einer Pressfläche des ersten Unterstempels und/oder des zweiten Oberstempels ausgerichtet sind. In einer Wei-
35 terbildung können die erste Pressfläche des ersten Oberstempels und die zweite Press-

fläche des zweiten Unterstempels auch senkrecht zu zumindest einer Pressfläche des ersten Unterstempels und/oder des zweiten Oberstempels ausgerichtet sein.

5 Eine weitere Ausführungsform der Presse sieht vor, dass das Steuergerät einen Speicher aufweist, in welchem in Abhängigkeit von der Größe einer vorgegebenen Versagensbelastung einer Sollbruchstelle eine Positionsregelung zumindest eines ersten oder zweiten Unter- oder Oberstempels in Bezug auf das Presswerkzeug gespeichert ist. Zum Beispiel kann in Abhängigkeit von einer zu pressenden Dichte des ersten oder zweiten Teilgrünlings eine bestimmte Position des ersten oder zweiten Unter- oder Oberstempels kurz vor
10 Beginn des Pressvorgangs in Bezug auf das Presswerkzeug gespeichert sein. Auch kann ein absoluter Abstand des ersten oder zweiten Unterstempels vom ersten bzw. zweiten Oberstempel vor Beginn des Pressvorgangs des ersten oder zweiten Teilgrünlings gespeichert sein. Die Positionsregelung umfasst vorzugsweise die relative Position des ersten oder zweiten Unter- oder Oberstempels zum Werkzeug oder einen absoluten Abstand
15 des ersten oder zweiten Unterstempels vom ersten beziehungsweise zweiten Oberstempels jeweils vor Beginn des Pressvorgangs des ersten oder zweiten Teilgrünlings als Sollwert beim Verfahren der Pressstempel vor Beginn des Pressvorgangs.

Weiterhin kann auch eine anschließende Oberflächenbearbeitung bzw. -behandlung vorgesehen werden, zum Beispiel durch Beschichten oder ähnliches. Bevorzugt wird eine
20 Oberfläche zum Beispiel angeregt zur Oxidbildung. Dieses erlaubt beispielsweise das Ausbilden einer höheren Kraftfestigkeit verbunden mit einer höheren Sprödigkeit. Vorzugsweise wird zumindest diejenige Oberfläche derjenigen Komponente, die vorhersagbar versagen soll z.B. dampfgebläut.

25 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen wie auch Merkmale gehen aus den nachfolgenden Figuren und der dazugehörigen Beschreibung hervor. Die einzelnen, sich aus den Figuren und der Beschreibung ergebenden Merkmale sind nur beispielhaft und nicht auf die jeweilige Ausgestaltung beschränkt. Vielmehr können aus ein oder mehrere Figuren ein oder mehrere Merkmale mit anderen Merkmalen aus der obigen Beschreibung zu weiteren Ausgestaltungen verbunden werden. Daher sind die Merkmale nicht beschränkend sondern beispielhaft angegeben. Im Einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines gesinterten Bauteils,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines ersten Teilgrünlings und eines zweiten Teilgrünlings,

- Fig. 3 eine Schnittansicht des gesinterten Bauteils aus Fig.1 ,
- Fig. 4 eine Schnittansicht eines Pressenwerkzeuges,
- Fig. 5 eine Schnittansicht des Presswerkzeuges in einer ersten Zustand,
- Fig. 6 eine Schnittansicht des Presswerkzeuges in einer zweiten Zustand,
- Fig. 7 eine Schnittansicht des Presswerkzeuges in einer dritten Zustand,
- Fig. 8 eine Schnittansicht des Presswerkzeuges in einer vierten Zustand,
- Fig. 9 eine Schnittansicht des Presswerkzeuges in einer fünften Zustand,
- Fig. 10 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 11 das Bauteil aus Fig. 10 in einer Schnittansicht,
- Fig. 12 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 13 das Bauteil aus Fig. 12 in einer Schnittansicht,
- Fig. 14 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 15 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 16 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 17 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 18 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 19 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 20 eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils, welches nach dem vorgeschlagenen Verfahren hergestellt ist,
- Fig. 21 bis 25 eine Gegenüberstellung bzw. Aufnahmen eines unvorhersehbares Bruchverhalten bei konventioneller Technik und
- Fig. 26 bis 29 weitere Ausgestaltungen eines gesinterten, mit zumindest zwei vorhersagbaren Sollbrüchen versehenen Bauteile.

Fig. 1 zeigt ein gesinterter Bauteil 1 mit einem ersten Teil 3 und einem zweiten Teil 2, die integral miteinander verbunden sind. Das erste Teil 3 ist als Sechskant ausgebildet und dazu geeignet, einen Schraubenschlüssel ansetzen zu können. In der in Fig. 1 dargestellten Anwendung wird das erste Teil 3 des gesinterter Bauteils 1 mit einem Drehmoment 4 belastet. Das Drehmoment 4 kann vorzugsweise im eingebauten Zustand des gesinterter Bauteils 1 an einer ersten Seitenfläche 5 und an einer zweiten Seitenfläche 6, welche in Fig. 1 verdeckt ist, abgeleitet werden, wobei das gesinterter Bauteil 1 mittels der Seitenflächen 5 und 6 an einem weiteren Bauteil, beispielsweise an einer Felge eines Kraftfahrzeuges eingespannt ist.

Fig. 2 zeigt einen ersten Teilgrünling 11 und einen zweiten Teilgrünling 12. Der zweite Teilgrünling 12 ist in diesem Ausführungsbeispiel in Sechskant-Form ausgebildet. Die sechskantige Form ist mittels sechs ebenen Seitenflächen, wie die Seitenfläche 13 und 14 und die Seitenflächen 15, 16, 17 und 18, welche nicht sichtbar dargestellt sind, ausgeführt. Die Seitenflächen 13, 14, 15, 16, 17 und 18 weisen vorzugsweise dieselbe Höhe und Breite auf. Zur Ausbildung eines Presssitzes beim Fügen des ersten Teilgrünlings 11 mit dem zweiten Teilgrünling 12 weist der erste Teilgrünling 11 sechs Seitenflächen, wie die Seitenfläche 23, 24, 25, 26, 27 und 28 auf, wobei die Seitenflächen 23, 24, 25 und 28 in der in Fig. 2 dargestellten perspektivischen Ansicht verdeckt sind.

Ebenfalls weisen die Seitenflächen 23, 24, 25, 26, 27 und 28 die gleiche Breite und Höhe auf. Zur Ausbildung eines Presssitzes zwischen dem ersten Teilgrünling 11 und dem zweiten Teilgrünling 12 weisen die Seitenflächen 23, 24, 25, 26, 27 und 28 eine Länge 29 auf, welche annähernd einer Länge 19 der Seitenfläche 14 entspricht, wobei in einer bevorzugten Ausführungsform die Länge 29 um ein Übermaß zur Erzeugung eines Presssitzes kleiner ist als die Länge 19. Das Übermaß kann in einer Größenordnung von etwa 0,005 und etwa 0,05 mm liegen.

Fig. 3 zeigt das gesinterter Bauteil 1 mit dem ersten Teil 3 und dem zweiten Teil 2 in einer Schnittansicht. Das in Fig. 1 angedeutete, auf das erste Teil 3 einwirkende Drehmoment 4 wird mittels zumindest einer Kontaktfläche 31 auf das zweite Teil 2 übertragen. Erfindungsgemäß weist das gesinterter Bauteil 1 eine Sollbruchstelle 32 in einem Bereich 33 auf, wobei der Bereich 33 einen Presssitz 34 erfasst, welcher sich zwischen dem ersten Teilgrünling 11 und dem zweiten Teilgrünling 12 beim Fügen des ersten Teilgrünlings 11 mit dem zweiten Teilgrünling 12 ausbildet. Fig. 3 stellt zwar das gesinterter Bauteil 1 dar,

jedoch entsprechen die Abmessungen des gesinterten Bauteils 1 im wesentlichen den Abmessungen eines Grünlingsverbundes, welcher den ersten Teilgrünling 11 und den zweiten Teilgrünling 12 aufweist, abgesehen von Schwundmaßen der Teilgrünlinge 11 und 12, welche durch das Sintern entstehen. Der Abstand 36 der Sollbruchstelle 32 von dem Presssitz 34 des Grünlingsverbundes kann ungefähr ein 30-stel der Höhe 35 des Presssitzes 34 betragen.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht eines Presswerkzeuges 41 mit einem ersten Oberstempel 42 und einem zweiten Oberstempel 43, einer Matrize 44, einem ersten Unterstempel 45, einem zweiten Unterstempel 46, einem dritten Unterstempel 47 und einem Dorn 48. Der Dorn 48 und die jeweiligen Pressstempel sind derart zueinander angeordnet, dass sie in der in Fig. 4 gezeigten Stellung des Presswerkzeuges 41 den ersten Teilgrünling 11 und den zweiten Teilgrünling 12 separat voneinander halten.

Fig. 5 zeigt das Presswerkzeug 41 in einem ersten Zustand, wobei der erste Unterstempel 45, der zweite Unterstempel 46, der dritte Unterstempel 47 und der Dorn 48 derart zueinander angeordnet sind, dass sie einen gemeinsamen Füllraum 49, welcher von außen durch die Matrize 44 begrenzt wird, bilden. In diesen Füllraum 49 wird in einem ersten Schritt des vorgeschlagenen Verfahrens ein Pulver 50 eingefüllt.

Fig. 6 zeigt das Presswerkzeug 41 in einem zweiten Zustand. In diesem zweiten Zustand des Presswerkzeuges 41 sind die Pressstempel 42, 43, 45, 46, 47 und der Dorn 48 derart zueinander angeordnet, dass das gemeinsame Pulver 50, welches im ersten Zustand des Presswerkzeuges 41 den gesamten Füllraum 49 ausgefüllt hat, in Form einer ersten Teilmenge 51 und einer zweiten Teilmenge 52 vorliegt, wobei die erste Teilmenge 51 von der zweiten Teilmenge 52 separiert ist.

Fig. 7 zeigt das Presswerkzeug 41 in einem dritten Zustand, wobei der erste Oberstempel 42, der zweite Oberstempel 43, der erste Unterstempel 45, der zweite Unterstempel 46 und der dritte Unterstempel 47 derart zueinander angeordnet sind, dass ein gepresster erster Teilgrünling 11 zwischen dem ersten Oberstempel 42 und dem ersten Unterstempel 45 und dem zweiten Unterstempel 46 und dem dritten Unterstempel 47 vorliegt. Insbesondere wird der erste Teilgrünling 11 mittels des ersten Oberstempels 42 und des ersten Unterstempels 45 und des zweiten Unterstempels 46 verpresst und beim Pressen seitlich von der Matrize 44 und einer Seitenwand 61 des dritten Unterstempels 47 begrenzt. Des

Weiteren sind in dem dritten Zustand des Presswerkzeuges der zweite Oberstempel 43 und der dritte Unterstempel 47 derart angeordnet, dass zwischen diesen beiden Pressstempeln der zweite Teilgrünling 12 in gepresster Form vorliegt. Beim Pressen wird der zweite Teilgrünling 12 durch eine Außenfläche 62 des Dorns 48 und durch eine Innenfläche 63 des ersten Oberstempels 42 begrenzt.

Fig. 8 zeigt das Presswerkzeug 41 in einem vierten Zustand, in welchem die Pressstempel 42, 43, 45, 46, 47 und der Dorn 48 derart zueinander angeordnet sind, dass der erste Teilgrünling 11 mit dem zweiten Teilgrünling 12 zu einem Grünlingsverbund 71 verpresst ist, wobei ein Presssitz 72 zwischen dem ersten Teilgrünling 11 und dem zweiten Teilgrünling 12 gebildet ist. In einer besonderen Ausgestaltung des vorgeschlagenen Verfahrens kann der Teilgrünling 11 und/oder der Teilgrünling 12 noch während des Fügens verpresst bzw. nachverdichtet werden.

Fig. 9 zeigt das Presswerkzeug 41 in einem fünften Zustand, bei welchem der erste Oberstempel 42 und der zweite Oberstempel 43 sowie der Unterstempel 45 nach oben und der Dorn 48 sowie der Unterstempel 47 nach unten gefahren sind, so dass der Grünlingsverbund 71 frei liegt. In diesem Zustand des Presswerkzeuges kann der Grünlingsverbund 71 mit z.B. einem Greifwerkzeug gegriffen und zu einem Sinterofen transportiert werden.

Die Fig. 5 bis 9 stellen die einzelnen Schritte eines Presszyklus, wie das Füllen entsprechend Fig. 5, das Separieren des Pulvers 50 in eine erste Teilmenge 51 und in eine zweite Teilmenge 52 entsprechend Fig. 6, das Verdichten der jeweiligen Teilmengen 51 und 52 zu entsprechend dem ersten Teilgrünling 11 und dem zweiten Teilgrünling 12 gemäß der Fig. 7, das Fügen des ersten Teilgrünlings 11 mit dem zweiten Teilgrünling 12 zu einem Grünlingsverbund 71 und das Freilegen bzw. Ausstoßen des Grünlingsverbundes 71, dar. Ein Presszyklus umfasst zumindest diese fünf Schritte. Erfindungsgemäß werden das Pressen des ersten Teilgrünlings 11 und des zweiten Teilgrünlings 12 und das Fügen der beiden Teilgrünlinge 11 und 12 zu dem Grünlingsverbund 71 innerhalb eines Presszyklus innerhalb desselben Presswerkzeuges 41 durchgeführt. Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Presssitz 82 beim Fügen des ersten Teilgrünlings 11 mit dem zweiten Teilgrünling 12 gebildet wird und in einem Bereich 74 in der Nähe des Presssitzes 72 eine Sollbruchstelle 73 des Grünlingsverbundes 71 ausgebildet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht weiterhin vor, dass der Pressvorgang des ersten Teilgrünlings 11 und des zweiten Teilgrünlings 12 und das anschließende Fügen der beiden Teilgrünlinge 11 und 12 derart erfolgt, dass die Sollbruchstelle 73 des Grünlingsverbundes 71 in wiederholbarer Weise, vorzugsweise in der Serienfertigung, jeweils in demselben Bereich 74 der hergestellten Grünlingsverbünde liegt. Dies kann insbesondere erreicht werden, indem die Teilmengen 51 und 52 zu Teilgrünlingen 11 und 12 mit unterschiedlicher Dichte verpresst werden. Vorzugsweise weist der erste Teilgrünling 11 eine erste Dichte und der zweite Teilgrünling 12 eine zweite Dichte auf, wobei die zweite Dichte niedriger sein kann als die erste Dichte.

10 Bevorzugt befindet sich die Sollbruchstelle in einem ersten Teil des Grünlingsverbundes, in welchem die Dichte niedriger ist als in einem zweiten Teil des Grünlingsverbundes, in welchem die Dichte höher ist. In vorteilhafter Weise lässt sich eine Versagensbelastung, welche z.B. durch eine vorgegebene Vergleichsspannung, insbesondere eine Mises-Vergleichsspannung, vorgegeben ist, durch einen Dichteunterschied zwischen der ersten
15 Dichte und der zweiten Dichte einstellen.

Dabei kann der Dichteunterschied bevorzugt eine SINT-Klasse betragen. In einer weiteren Ausführungsform kann der Dichteunterschied zwei SINT-Klassen und in einer davon abgewandelten Ausführungsform drei SINT-Klassen betragen. Zum Beispiel kann dem ersten Teilgrünling 11 eine Sintklasse D und dem zweiten Teilgrünling 12 eine Sintklasse
20 C zugeordnet werden, wobei in diesem Fall der Dichteunterschied eine SINT-Klasse beträgt. In einer zweiten Ausführungsform des Verfahrens werden die beiden Teilgrünlinge 11 und 12 derart verdichtet, dass nach dem Verdichten dem ersten Teilgrünling 11 die SINT-Klasse D und dem zweiten Teilgrünling 12 die SINT-Klasse B zugeordnet werden kann, wobei in diesem Fall der Dichteunterschied zwei SINT-Klassen beträgt. Weist der
25 Dichteunterschied zwei Sintklassenstufen auf, so kann damit zum Beispiel eine niedrigere Versagensbelastung des fertigen gesinterten Bauteils vorliegen im Vergleich zu einem Verfahren, bei welchem der Dichteunterschied zwischen dem ersten Teilgrünling 11 und dem zweiten Teilgrünling 12 nur eine SINT-Klasse beträgt.

Auch kann durch Einstellen eines gezielten Dichteunterschiedes die Position der Sollbruchstelle beeinflusst werden. So kann beispielsweise bei einem geringen Dichteunterschied, welcher z. B. nur eine SINT-Klasse beträgt, die Sollbruchstelle näher an dem Presssitz 72 positioniert werden im Vergleich zu einem Verfahren, bei welchem der Dich-
30

teunterschied zwei SINT-Klassen beträgt. Generell kann dann auch ein Dichteunterschied zwischen dem ersten Teilgrünling 11 und dem zweiten Teilgrünling 12 in einer kleineren Abstufung als eine gesamte SINT-Klasse vorgesehen sein, zum Beispiel ein Hundertstel, ein Zehntel, ein Fünftel oder die Hälfte eines SINT-Klassendichtebereiches, wobei ein
5 SINT-Klassendichtebereich von der unteren Dichte und der oberen Dichte der entsprechenden SINT-Klasse gebildet ist.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 81, welches ein erstes Teil 83 und ein zweites Teil 82 aufweist. Das Bauteil 81 ist vorzugsweise derart konzipiert, dass ein Drehmoment 84 auf das erste Teil 83 aufgebracht werden kann.

10 Fig. 11 zeigt das Bauteil 81 in einer Schnittansicht, wobei in dem ersten Teil 83 in einem Bereich 85 eine Sollbruchstelle 86 des Bauteils 81 angeordnet ist. Insbesondere weist das Bauteil 81 in einer ersten Ausführungsform die Sollbruchstelle 86 in dem Bereich 85 auf, wobei der Dichteunterschied zwischen dem ersten Teil 83 und dem zweiten Teil 82 etwa
15 zwei SINT-Klassen oder mehr beträgt. Zum Beispiel kann dem ersten Teil 83 dieser Ausführungsform die SINT-Klasse B und dem zweiten Teil 82 die SINT-Klasse D zugeordnet werden. In einer weiteren davon verschiedenen zweiten Ausführungsform kann das Bauteil 81 eine Sollbruchstelle 87 aufweisen, welche in einem Bereich 88 angeordnet ist. Vorzugsweise beträgt in dieser Ausführungsform der Dichteunterschied zwischen dem ersten Teil 83 und dem zweiten Teil 82 etwa eine SINT-Klasse. Zum Beispiel kann dem ersten
20 Teil 83 die SINT-Klasse B und dem zweiten Teil 82 die SINT-Klasse C zugeordnet werden.

Fig. 12 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 91 mit einem ersten Teil 93 und einem zweiten Teil 92, wobei ein Drehmoment 94 im Inneren des ersten Teils 93 aufgebracht werden kann.

25 Fig. 13 zeigt das Bauteil 91 in einer Schnittansicht, wobei in dem ersten Teil 93 in einem Bereich 95 eine Sollbruchstelle 96 des Bauteils 91 angeordnet ist. Insbesondere weist das Bauteil 91 in einer ersten Ausführungsform die Sollbruchstelle 96 in dem Bereich 95 auf, wobei der Dichteunterschied zwischen dem ersten Teil 93 und dem zweiten Teil 92 etwa
30 zwei SINT-Klassen oder mehr beträgt. Zum Beispiel kann dem ersten Teil 93 dieser Ausführungsform die SINT-Klasse B und dem zweiten Teil 92 die SINT-Klasse D zugeordnet werden. In einer weiteren davon verschiedenen zweiten Ausführungsform kann das Bauteil 91 eine Sollbruchstelle 97 aufweisen, welche in einem Bereich 98 angeordnet ist. Vor-

zugsweise beträgt in dieser Ausführungsform der Dichteunterschied zwischen dem ersten Teil 93 und dem zweiten Teil 92 etwa eine SINT-Klasse. Zum Beispiel kann dem ersten Teil 93 die SINT-Klasse B und dem zweiten Teil 92 die SINT-Klasse C zugeordnet werden.

5 Fig. 14 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht einer weiteren Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 101, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und ein erstes Teil 103 sowie ein zweites Teil 102 aufweist, wobei ein Drehmoment 104 am äußeren Rand des zweiten Teils 102 aufgebracht werden kann. Die Sollbruchstelle liegt in einem Bereich 105, vorzugsweise in dem ersten Teil 103.

10

Fig. 15 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht einer weiteren Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 111, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und ein erstes Teil 113 sowie ein zweites Teil 112 aufweist, wobei eine Zugkraft 114 am äußeren Rand des ersten Teils 113 aufgebracht werden kann. Die Sollbruchstelle liegt in einem Bereich 115, vorzugsweise in dem ersten Teil 113.

15

Fig. 16 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht einer weiteren Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 121, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und ein erstes Teil 123 sowie ein zweites Teil 122 aufweist, wobei eine Zugkraft 124 am äußeren Rand des ersten Teils 123 aufgebracht werden kann. Die Sollbruchstelle liegt in einem Bereich 125, vorzugsweise in dem ersten Teil 123. In dieser Ausführungsform kann die Wirkung der Sollbruchstelle durch eine Kerbwirkung am Übergang von dem ersten Teil 123 hin zu dem zweiten Teil 122 verstärkt werden.

20

25 Fig. 17 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht einer weiteren Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 131, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und ein erstes Teil 133 sowie ein zweites Teil 132 aufweist, wobei eine Schubkraft an einer Seitenwand des ersten Teils 133 aufgebracht werden kann. Die Sollbruchstelle liegt in einem Bereich 135, vorzugsweise in dem ersten Teil 133. In dieser
30 Ausführungsform versagt die Sollbruchstelle durch einen Scherriss.

Fig. 18 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht einer weiteren Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 141, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und ein erstes Teil 143 sowie ein zweites Teil 142 aufweist, wobei eine seit-

liche Kraft 144 an dem im Vergleich zum zweiten Teil 142 länglich ausgeprägten ersten Teil 143 aufgebracht werden kann. Die Sollbruchstelle liegt in einem Bereich 145, vorzugsweise in dem ersten Teil 143. Die Sollbruchstelle versagt in diesem Ausführungsbeispiel durch eine Biegespannung, welche über einer Versagensbelastung des Bauteils 141
5 liegt.

Fig. 19 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht einer weiteren Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 151, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und ein erstes Teil 153 sowie ein zweites Teil 152 aufweist, wobei ein
10 Drehmoment 154 am äußeren Rand des zweiten Teils 152 aufgebracht werden kann. Die Sollbruchstelle liegt in einem Bereich 155, vorzugsweise in dem ersten Teil 153. In dieser Ausführungsform kann die Wirkung der Sollbruchstelle durch eine Kerbwirkung durch die umlaufende Kerbe 156 verstärkt werden.

15 Fig. 20 zeigt eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht einer weiteren Ausgestaltung eines gesinterten Bauteils 161, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist und ein erstes Teil 163 sowie ein zweites Teil 162 aufweist, wobei ein Drehmoment 164 am äußeren Rand des zweiten Teils 162 aufgebracht werden kann. Die Sollbruchstelle liegt in einem Bereich 165, vorzugsweise in dem ersten Teil 163. In dieser
20 Ausführungsform kann die Wirkung der Sollbruchstelle durch eine Kerbwirkung, welche vorzugsweise durch ein Eingreifen einer Drehmomentstütze 166 verstärkt werden.

Bei den Ausführungsbeispielen entsprechend den Fign. 14 bis 20 sind weisen die Teile 103, 113, 123, 133, 143, 153 und 163 jeweils niedrigere Dichten als die Teile 102, 112,
25 122, 132, 142, 152 und 162 auf, wobei die Position der jeweiligen Sollbruchstelle in den Teilen mit der niedrigeren Dichte, d.h. den Teilen 103, 113, 123, 133, 143, 153 und 163, realisiert ist. Bei Bauteilen, die durch Sintern eines Grünlingsverbunds mit mehr als zwei Teilgrünlingen hergestellt sind, können auch mehrere Sollbruchstellen ausgebildet sein, die bei unterschiedlichen Belastungen versagen.

30

Fig. 21 zeigt eine Gegenüberstellung eines gleichen Bauteils A, B, wie es schon oben beschrieben wurde, das jeweils aus Pulvermaterial hergestellt und gesintert ist, einmal hergestellt nach dem oben beschriebenen Grün-in-Grün- Verfahren (Bauteil A) zur Schaffung der jeweils homogen verpressten Teilgrünlinge und einmal mittels herkömmlicher,

konventioneller Technik (Bauteil B). Während bei Bauteil A jeweils zwei homogene Körper 201, 202 jeweils in sich homogen sind, was es beispielsweise ermöglicht, unterschiedliche Dichten zu nutzen, weist Bauteil B keine Teilkörper auf sondern vielmehr einen einzigen integrierten Körper 203, der in den Übergängen 204 jeweils kritische Bereiche aufweist, gekennzeichnet durch Inhomogenitäten und Mikrorisse. Letztere erlauben keine sichere Vorhersagbarkeit hinsichtlich eines Bruchs des Bauteils B. Die Problematik von unkontrollierbaren Mikrorissen und Inhomogenitäten wird anhand der nachfolgenden Figuren 22 bis 25 verdeutlicht, die verschiedene Risse bei einem Bauteil B aufzeigen, die mittels herkömmlicher, konventioneller Technik hergestellt wurden.

10

Fig. 22 zeigt einen Sprödbbruch an einem Übergang des Bauteils B oben links, wie er durch das Entlasten in der Presse bei herkömmlicher, konventioneller Grünlingsherstellung auftritt und entweder direkt oder erst später zu einem vollständigen, unkontrollierbaren und nicht vorhersagbaren Versagen des Bauteils führt. Ein derartiger Sprödbbruch kann unentdeckt innerhalb des Bauteils vorliegen, führt aber später im Einsatz durch Rißwachstum zu einem Versagen, obwohl die eigentlich berechnete Momentenwirkung hierfür noch nicht aufgebracht wurde.

15

20

Fig. 23 zeigt einen Schliff durch einen Grünling eines Bauteils B, bei dem einerseits ein unkontrollierbarer Totwasserriß andererseits auch ein Scherriß bei Nutzung der konventionellen Herstellungstechnik festgestellt wurde.

25

Fig. 24 zeigt einen weiteren Schliff durch einen Grünling des Bauteils B. Hier wurde innerhalb des Gefüges ein Scherriß aufgefunden, ursächlich durch Inhomogenitäten aufgrund deformierter Partikel.

30

Fig. 25 zeigt einen weiteren Schliff durch einen Grünling des Bauteils B mit einem Totwasserriß. Der Totwasserriß erstreckt sich seitlich vom Übergang, geht in die Tiefe und anschließend nach oben in den schmaleren Bereich über. Auf diese Weise kommt es zu einem Ausbruch aus dem Übergang.

Fig. 26 zeigt in beispielhafter Ausgestaltung ein nach dem erfindungsgemäßen "Grün-in-Grün"-Verfahren hergestelltes und mit einem jeweils vorgebbaren Sollbruch ausgelegtes Bauteil mit einem Grundkörper 205, aus dem zwei Komponenten 206, 207 herausragen,

die bei voneinander unterschiedlichen Krafterwirkungen F_1 , F_2 versagen, beispielsweise wie dargestellt durch Scherung. Dabei kann mit unterschiedlichen Querschnitten und/oder mit unterschiedlichen Dichten gearbeitet werden, um verschiedene Festigkeiten zu erreichen. Neben einer Belastung auf Druck kann auch eine Belastung auf Drehmoment, Biegung und/oder Zug genutzt werden, um einen jeweiligen Sollbruch unter vorgebbaren Bedingungen bei einem Sicherheitsbauteil zu erzielen. Neben zwei können auch mehr Komponenten vorgesehen werden, die jeweils voneinander unterschiedlich ausgelegt, einen Sollbruch erfahren. Der Grundkörper 205 weist vorzugsweise eine Geometrie auf, so dass seine Umfangsfläche 208 als Ableitung einer Kraft bzw. eines Moments bzw. zum Übertragen eines Gegendrucks bzw. eines Gegenmoments genutzt werden kann.

Fig. 27 zeigt in schematisch vereinfachter Darstellung denjenigen Bereich 209, in denen sich jeweils der Sollbruch sicher vollzieht. Durch das homogene Verdichten der jeweiligen durch Presspassung ineinandergefügten Teilgrünlinge ist eine sichere Vorhersagbarkeit des Versagens und damit der Einsatz als Sicherheitskomponente mit Sicherheits-Sollbruch möglich.

Fig. 28 zeigt ein weiteres Bauteil mit konzentrisch zueinander angeordneten Komponenten in einem Grundkörper 212. Im dargestellten Beispiel soll eine Sicherung geschaffen werden, wenn es zur Scherung und Biegung kommt. Die Komponenten 210, 211 versagen bei unterschiedlichen Krafterwirkungen F_1 , F_2 . In diesem Beispiel kann auch eine Kraft F_1 auf Biegung und eine Kraft F_2 auf Scherung beanspruchen. Dabei kann ebenfalls mit unterschiedlichen Querschnitten und/oder mit unterschiedlichen Dichten gearbeitet werden, um verschiedene Festigkeiten zu erreichen. Auch eine Belastung auf Drehmoment und/oder Zug ist denkbar wie auch Kombinationen der verschiedenen Kräfte und Momente.

Fig. 29 zeigt in schematischer Ansicht zur Fig. 28 diejenigen Bereiche, in denen der Sollbruch vorhersagbar erfolgt. Während in einem oberen Bereich des Versagens 213 dieses beispielsweise durch Kerbspannung erfolgt, erfolgt dieses in einem unteren Bereich des Versagens 214 beispielsweise durch einen Scherriss.

Die Auslegung des Bauteils ermöglicht es, dass beispielsweise unter Nutzung einer Kerbwirkung einer geometrischen Gestaltung ein sicherer Sollbruch auch bei gesinterten,

aus metallischen oder keramischen Pulver hergestellten Bauteilen ermöglicht wird. Dadurch kann ein derartiger Sinterkörper als Sicherheitsbauteil Verwendung finden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines Grünlingsverbundes mit zumindest einem ersten Teilgrünling und einem zweiten Teilgrünling in einer Presse, wobei
 - 5 - innerhalb eines Presszyklus ein Pulver in einen Füllraum der Presse gefüllt und anschließend in eine erste Teilmenge und in eine zweite Teilmenge in der Presse separiert wird,
 - innerhalb desselben Presszyklus die jeweiligen Teilmengen zu einem ersten Teilgrünling und einem zweiten Teilgrünling unter jeweiliger homogener Ver-
10 dichtung gepresst werden, wobei beim Pressen des ersten Teilgrünlings vorzugsweise eine andere Dichte erzielt wird als beim Pressen des zweiten Teilgrünlings, und
 - die Teilgrünlinge nach dem Pressen in der Presse zum Grünlingsverbund gefügt werden, wobei mittels des Fügens ein Presssitz zwischen dem ersten
15 Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling und mindestens eine Sollbruchstelle im Grünlingsverbund ausgebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Grünlingsverbund zu einem Bauteil gesintert wird und vorzugsweise in einem Bereich in der Nähe
20 des Presssitzes des Grünlingsverbunds eine Sollbruchstelle des Bauteils gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Zusammenführen des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling zum Grünlingsverbund dieser ohne ein gemeinsames Nachverdichten des ersten und des zweiten
25 Teilgrünlings im Grünlingsverbund zu dem Bauteil gesintert wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grünlingsverbund bzw. das gesinterte Bauteil derart gebildet werden, dass
30 dieser bzw. dieses eine erste Komponente aus dem ersten Teilgrünling mit einer ersten Dichte und eine zweite Komponente aus dem zweiten Teilgrünling mit einer zweiten Dichte, welche größer als die erste Dichte ist, aufweist, wobei die Sollbruchstelle des Grünlingsverbundes bzw. des gesinterten Bauteils in der ersten Komponente mit der ersten, niedrigeren Dichte gebildet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Teilgrünling jeweils homogen und mit gleicher oder unterschiedlicher Dichte verdichtet werden.
- 5 6. Verfahren zur Auslegung eines gesinterten Bauteils oder Grünlingsverbunds mit einer vorgegebenen Versagensbelastung für einen Sollbruch, insbesondere eine Sollbruchstelle, mit den folgenden Schritten:
- 10
- Herstellen eines ersten gesinterten Bauteils oder eines ersten Grünlingsverbunds nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 5;
 - Belasten des ersten Bauteils bzw. des Grünlingsverbunds bis zum Versagen des Bauteils bzw. des Grünlingsverbunds;
 - Erfassen einer Versagensbelastung;
 - Erfassen einer Abweichung der erfassten Versagensbelastung von der
- 15
- vorgegebenen Versagensbelastung;
 - Verändern von zumindest einem Parameter bei einer Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, insbesondere eines vorgegebenen Pressdrucks zur Erreichung einer anderen Dichte beim Pressen des ersten oder zweiten Teilgrünlings, bei einem Überschreiten der
- 20
- Abweichung von einem vorgegebenen Toleranzwert;
 - Wiederholen eines oder mehrerer der vorherigen Schritte bis die Abweichung den Toleranzwert unterschreitet.
- 25
7. Grünlingsverbund aufweisend zumindest einen ersten Teilgrünling und einen zweiten Teilgrünling, wobei der erste Teilgrünling und der zweite Teilgrünling mit einem Presssitz miteinander verbunden sind, jeweils aus gleichem Pulver bestehen, jeweils homogen verdichtet sind, gleiche oder voneinander unterschiedliche Dichten aufweisen und zumindest ein Sollbruch, insbesondere zumindest eine Sollbruchstelle in demjenigen Teilgrünling vorgesehen ist, der gegebenenfalls eine niedrigere Dichte als der andere Teilgrünling aufweist, wobei der Sollbruch, insbesondere die Sollbruchstelle vorzugsweise in der Nähe des Presssitzes vorgesehen ist.
- 30
8. Gesintertes Bauteil aufweisend zumindest eine erste Komponente und eine zweite Komponente, die miteinander gefügt und zum Bauteil gesintert sind, wobei die erste Komponente vorzugsweise anders verdichtet ist als die zweite Komponente und
- 35

diejenige der beiden Komponenten mit einer gegebenenfalls geringeren Dichte einen vorgebbaren Sollbruch, insbesondere eine Sollbruchstelle aufweist.

- 5 9. Gesintertes Bauteil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass es einen ersten und einen zweiten vorgebbaren Sollbruch aufweist, die bei voneinander unterschiedlicher Belastung auslösbar sind, wobei der erste und der zweite Sollbruch sich in jeweils unterschiedlichen Bereichen des gesinterten Bauteils befinden.
- 10 10. Verwendung eines gesinterten Bauteils nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil als ein Strukturelement einer Maschine genutzt wird, welches unter einer vorgegebenen Versagensbelastung an der Sollbruchstelle zerstört wird.
- 15 11. Verwendung eines gesinterten Bauteils nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil als Teil eines Adapters genutzt wird, welcher unter einer vorgegebenen Versagensbelastung an der Sollbruchstelle zerstört wird.
- 20 12. Presse mit einem Steuergerät und einem Presswerkzeug zur Herstellung eines Grünlingsverbunds, welcher zumindest einen ersten Teilgrünling und einen zweiten Teilgrünling umfasst, wobei der erste Teilgrünling mit dem zweiten Teilgrünling mittels des Presswerkzeugs verpressbar sind,
- wobei das Presswerkzeug zumindest eine Matrize, einen ersten Oberstempel, einen ersten Unterstempel, einen zweiten Oberstempel und einen zweiten Unterstempel aufweist und der erste bzw. der zweite Ober- und Unterstempel zueinander beweglich sind, - 25 - wobei die ersten und zweiten Unter- und Oberstempel
 - in einem ersten Zustand einen gemeinsamen Füllraum für ein gemeinsames Pulver zum Pressen des ersten und des zweiten Teilgrünlings ausbilden,
 - 30 - in einem zweiten Zustand der ersten und zweiten Unter- und Oberstempel das Pulver separiert in Form einer ersten Teilmenge und in Form einer zweiten Teilmenge vorliegt und
 - in einem dritten Zustand der ersten und zweiten Unter- und Oberstempel ein gepresster erster Teilgrünling zwischen dem ersten Unterstempel und dem ersten Oberstempel und ein gepresster zweiter Teilgrünling zwischen dem zweiten Unterstempel und dem zweiten Oberstempel vorliegt und das
- 35

Steuergerät einen derartigen ersten Pressdruck zwischen dem ersten Oberstempel und der ersten Teilmenge und einen derartigen zweiten Pressdruck zwischen dem zweiten Oberstempel und der zweiten Teilmenge vorgibt, so dass der erste Teilgrünling und der zweite Teilgrünling mit jeweils unterschiedlicher Dichte gepresst werden, und das Steuergerät ein Zusammenführen des ersten Teilgrünlings mit dem zweiten Teilgrünling zu einem Grünlingsverbund vorsieht,

- wobei das Presswerkzeug eine Gestaltung aufweist, die eine Bildung eines Presssitzes zwischen dem ersten Teilgrünling und dem zweiten Teilgrünling vorsieht und einen vorgebbaren Sollbruch, vorzugsweise eine Sollbruchstelle in einem Bereich desjenigen der beiden Teilgrünlinge ausbildet, der vorzugsweise eine niedrigere Dichte aufweist als der andere Teilgrünling, und zwar vorzugsweise in einem Bereich in der Nähe des Presssitzes eine Sollbruchstelle des Grünlingsverbunds ausbildet.

13. Presse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Oberstempel und der zweite Unterstempel nebeneinander entlang einer Wirkungslinie einer Presskraft des ersten Oberstempels angeordnet sind, wobei der erste Oberstempel und der zweite Unterstempel jeweils eine erste Pressfläche und eine zweite Pressfläche aufweisen, welche parallel zueinander verlaufen und schräg zu zumindest einer Pressfläche des ersten Unterstempels und/oder des zweiten Oberstempels ausgerichtet sind.

14. Presse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Oberstempel und der zweite Unterstempel nebeneinander entlang einer Wirkungslinie einer Presskraft des ersten Oberstempels angeordnet sind, wobei der erste Oberstempel und der zweite Unterstempel jeweils eine erste Pressfläche und eine zweite Pressfläche aufweisen, welche parallel zueinander verlaufen und zumindest annähernd im rechten Winkel zu zumindest einer Pressfläche des ersten Unterstempels und/oder des zweiten Oberstempels ausgerichtet sind.

15. Presse nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät einen Speicher aufweist, in welchem in Abhängigkeit einer vorgegebenen Versagensbelastung eines Sollbruchs, insbesondere einer Sollbruchstelle eine Positionsregelung zumindest eines ersten oder zweiten Unter- oder Oberstempels, vorzugsweise in Bezug auf das Presswerkzeug, gespeichert ist.

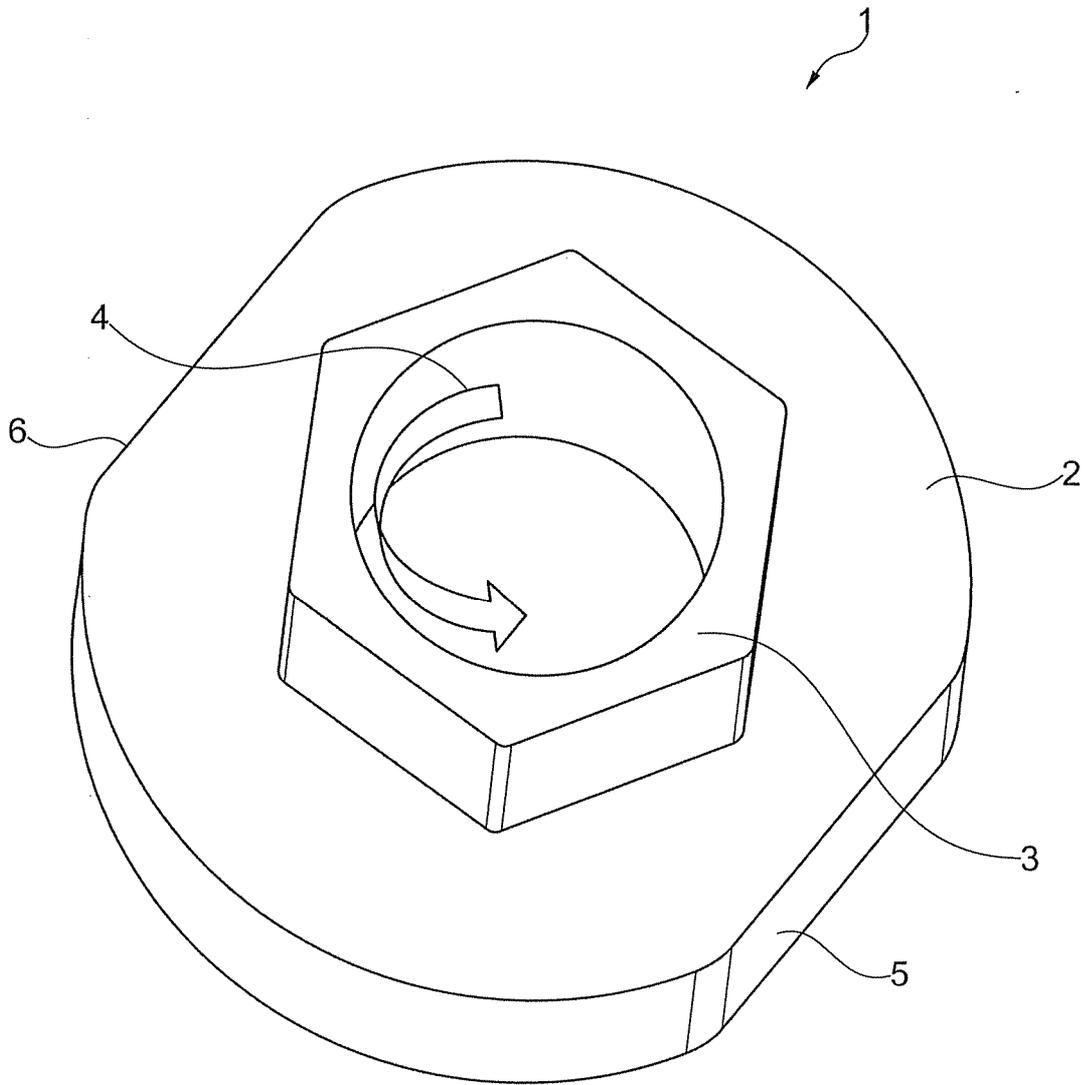


Fig. 1

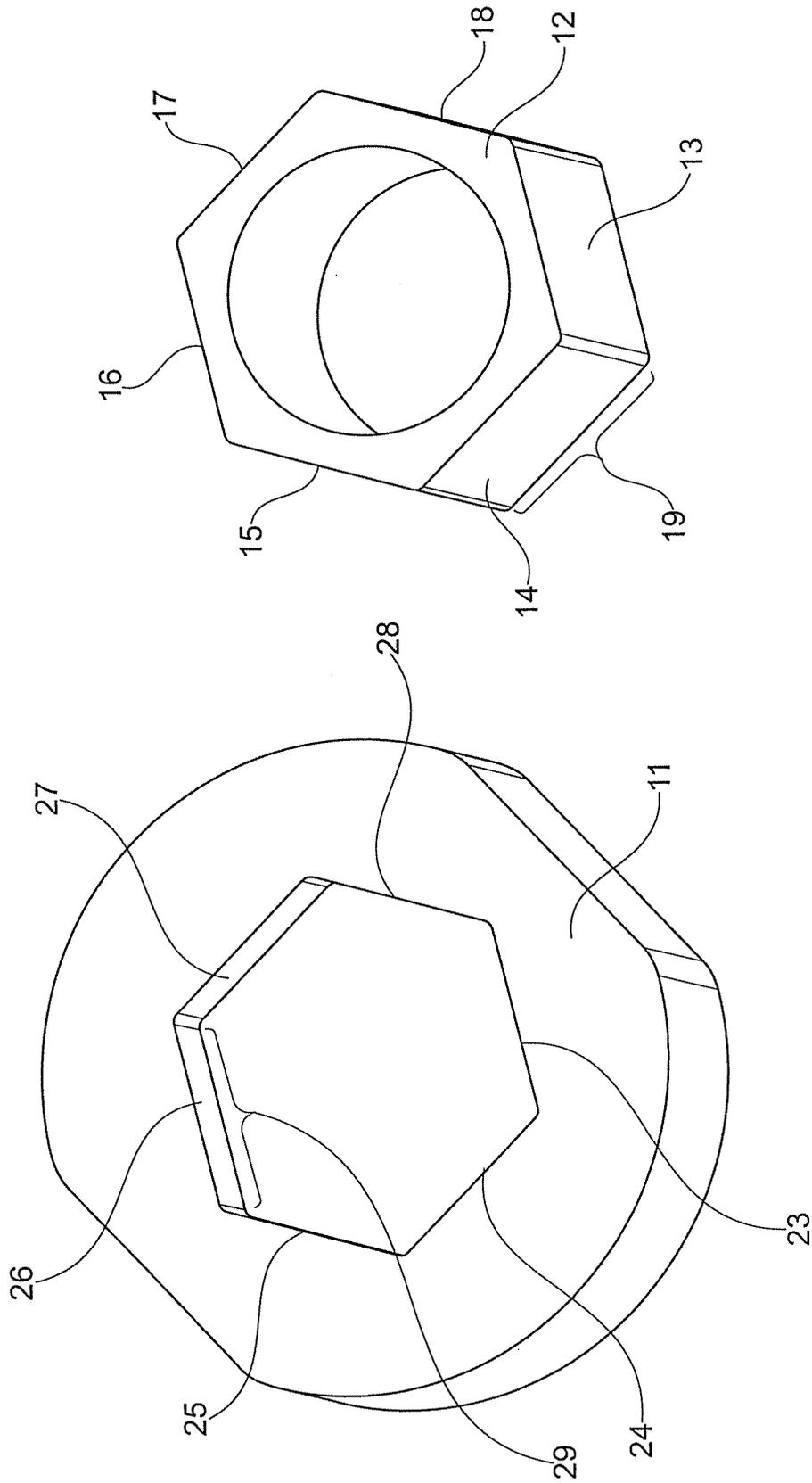


Fig. 2

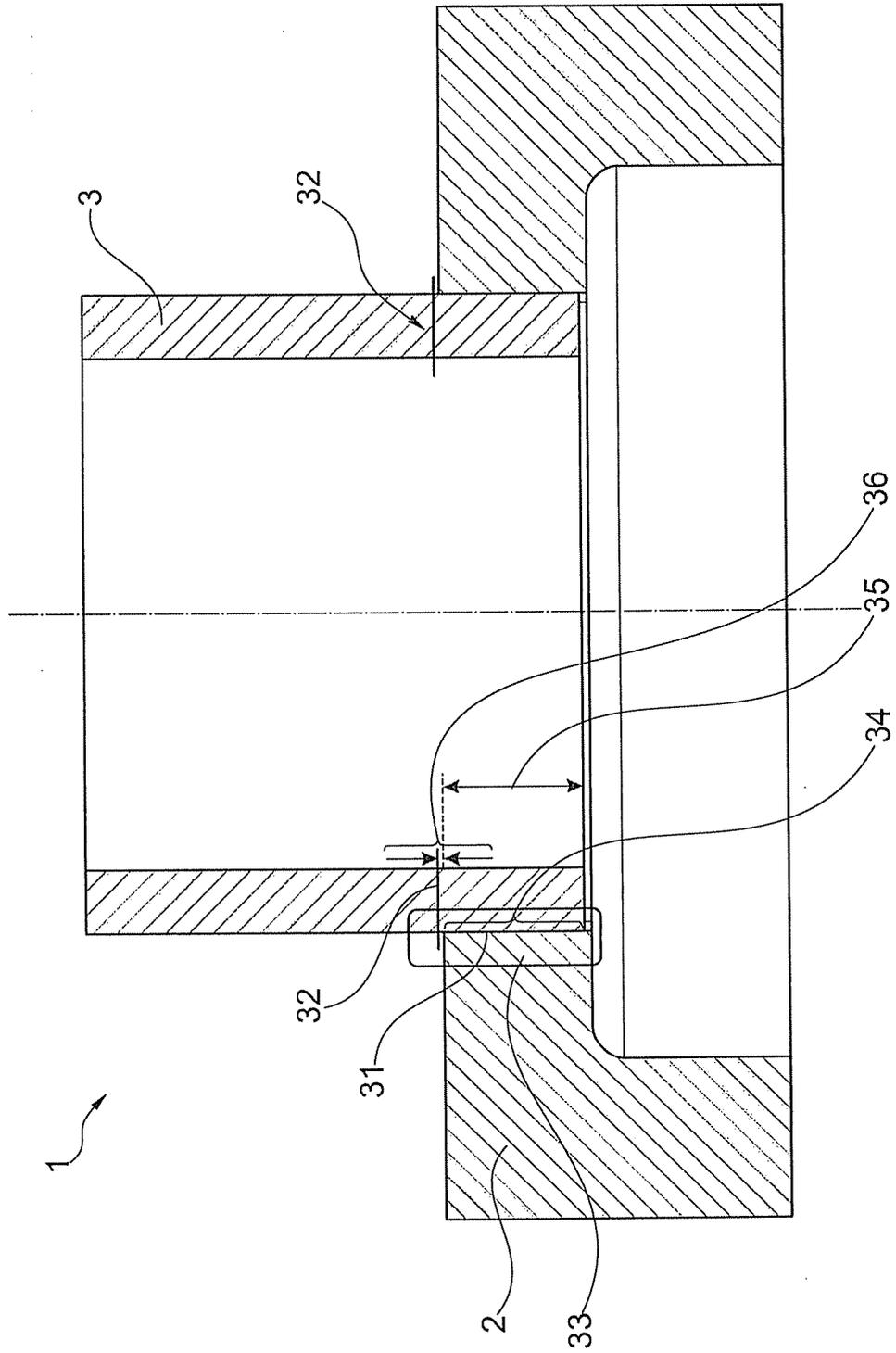


Fig. 3

4/24

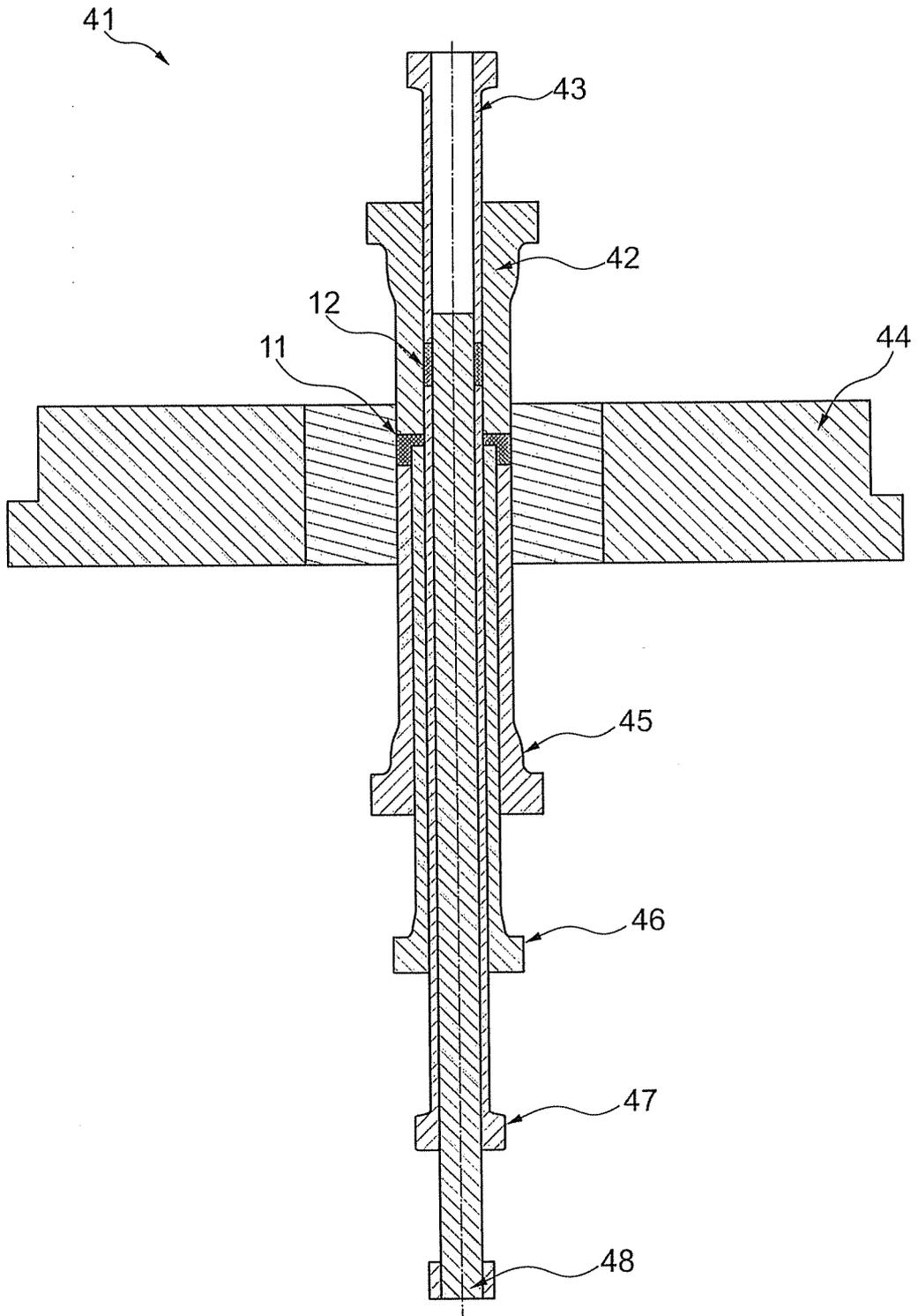


Fig. 4

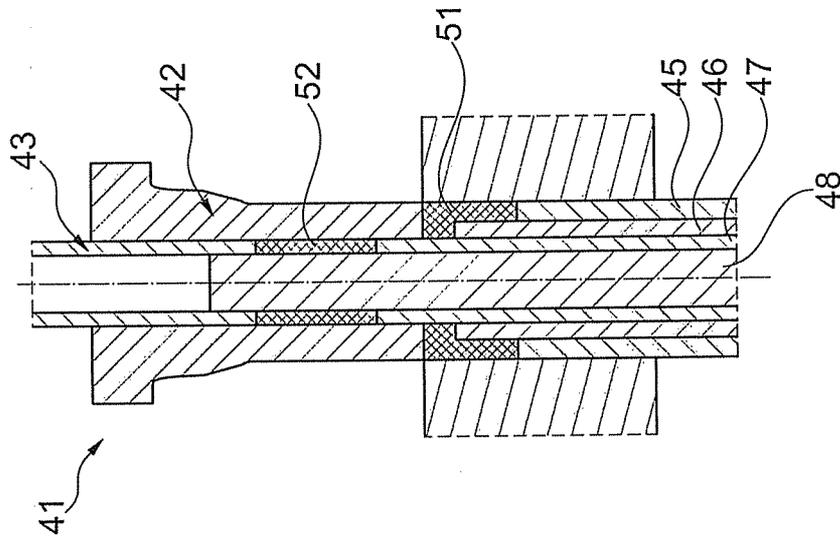


Fig. 6

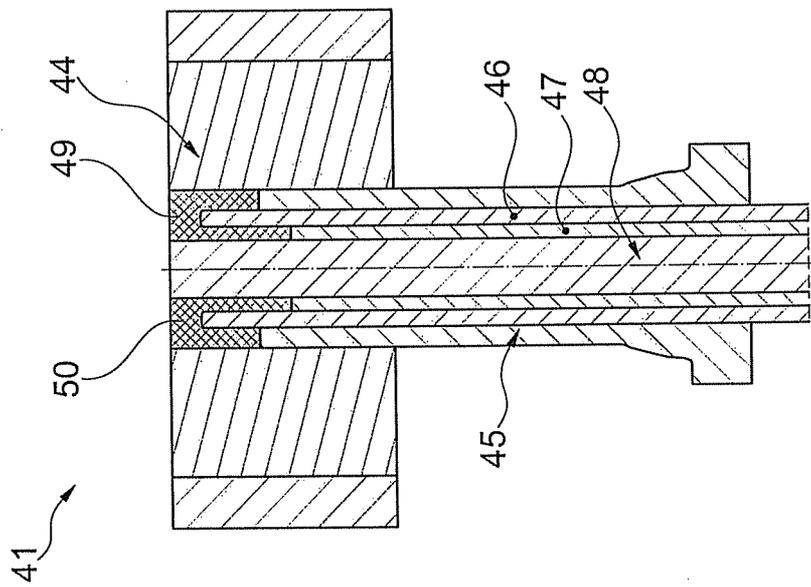


Fig. 5

6/24

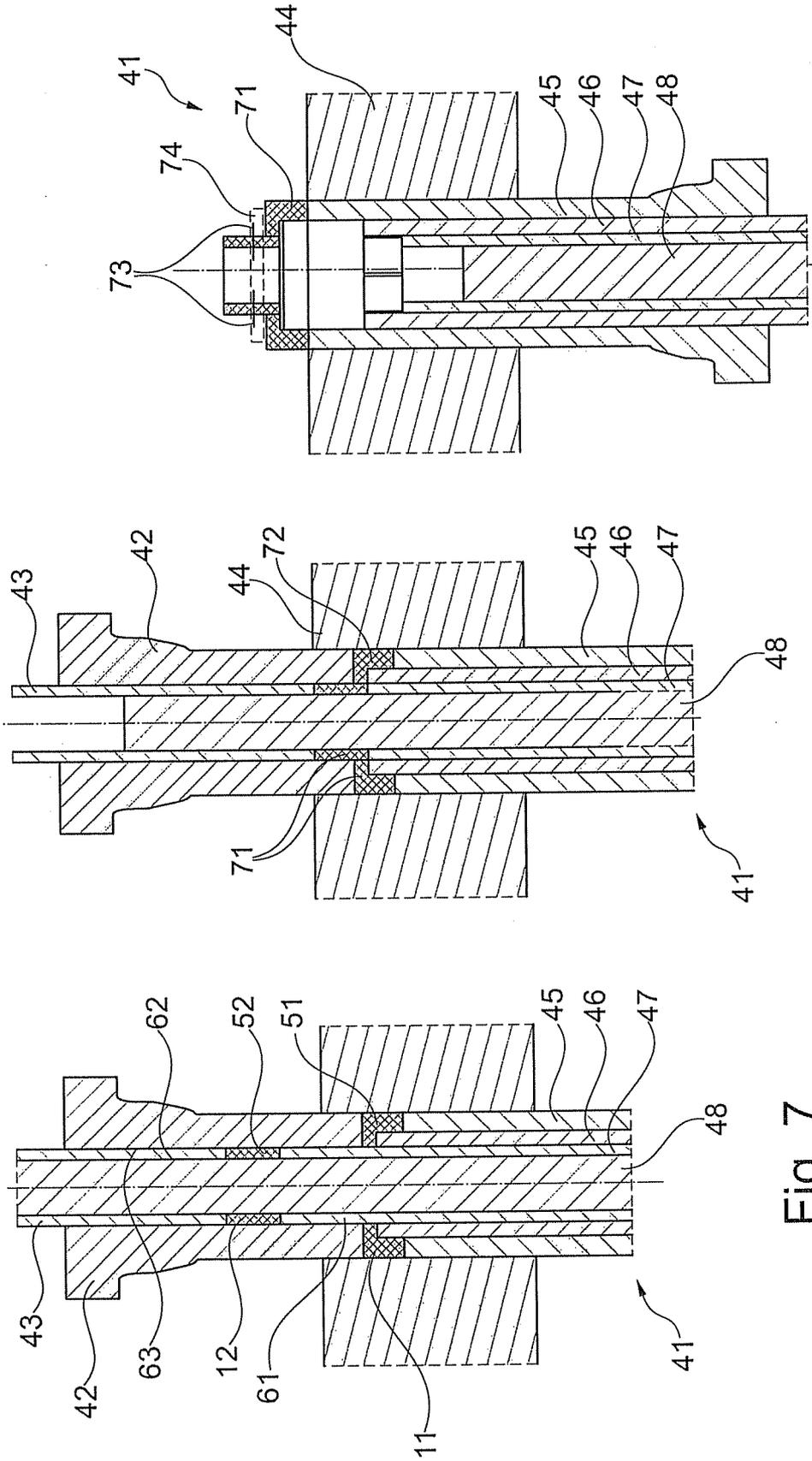


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

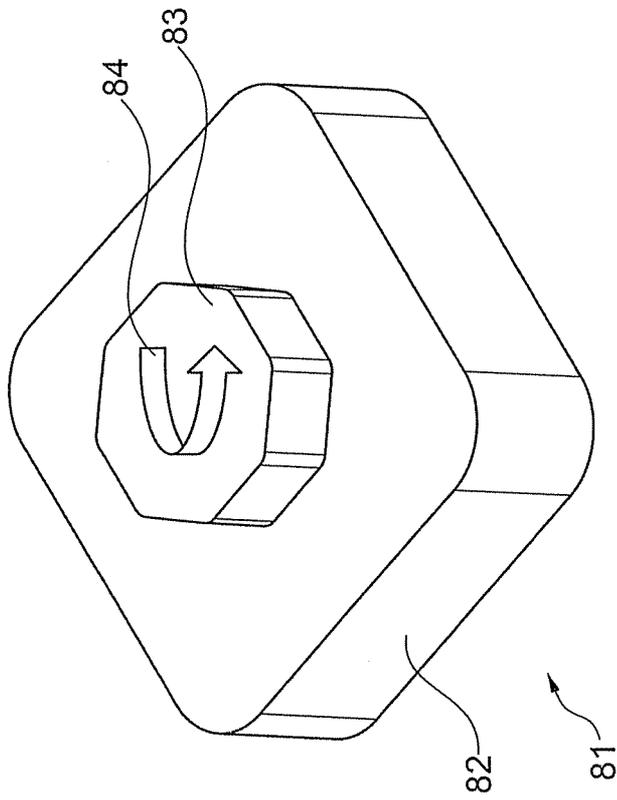


Fig. 10

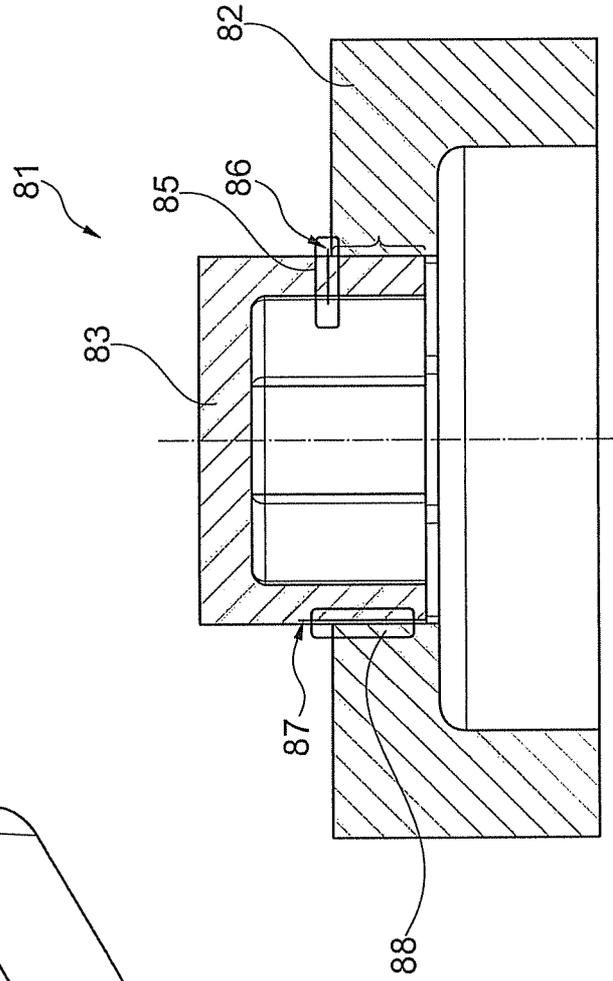


Fig. 11

8/24

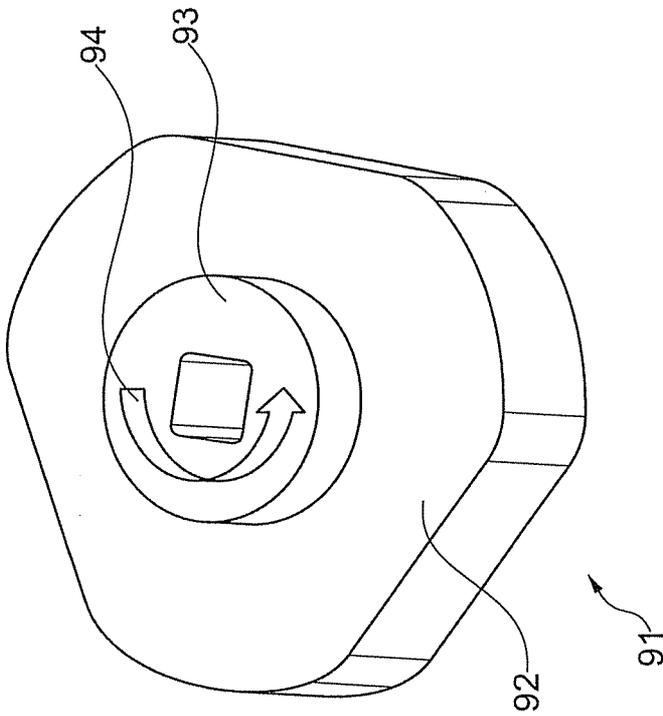


Fig. 12

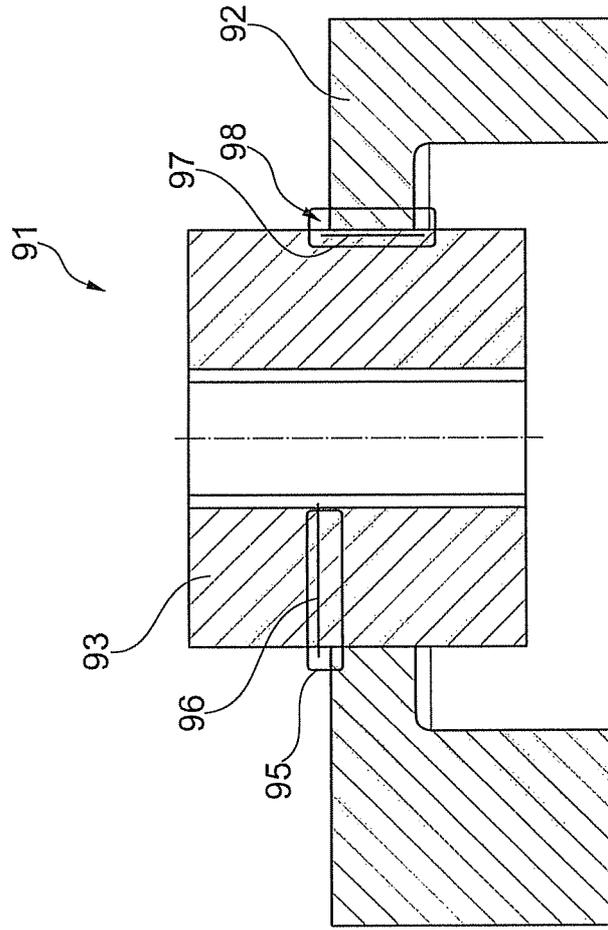


Fig. 13

9/24

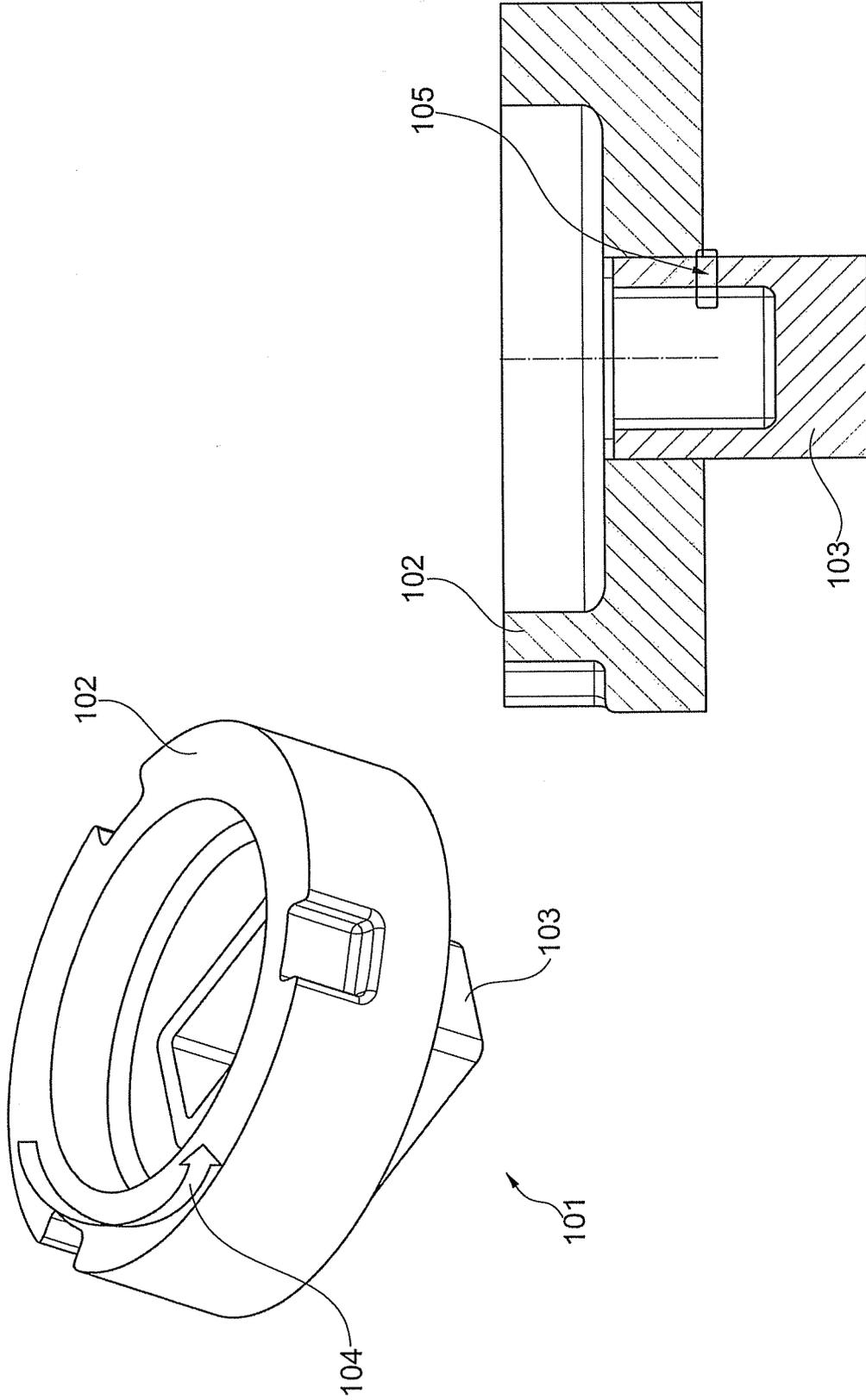


Fig. 14

10/24

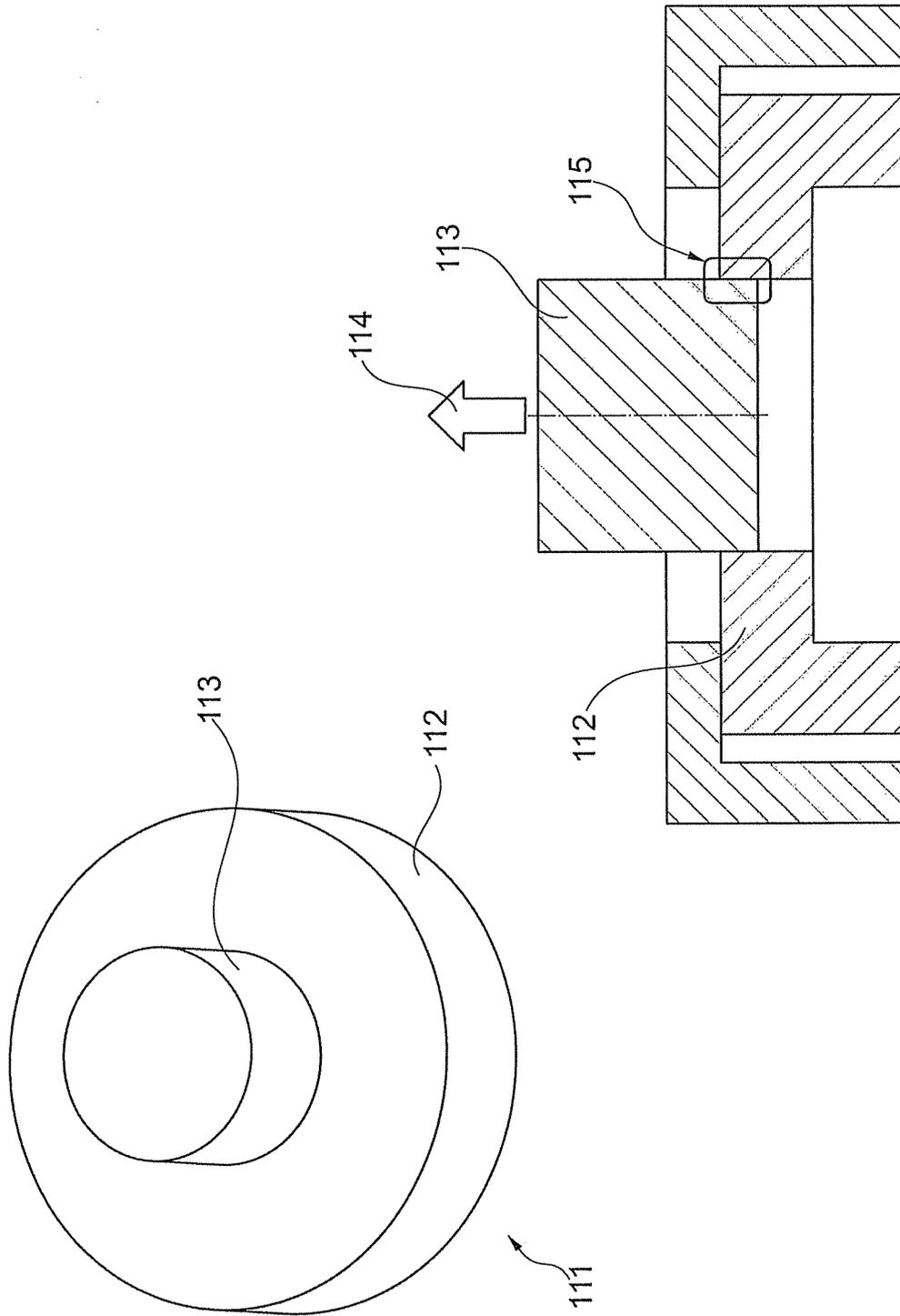


Fig. 15

11/24

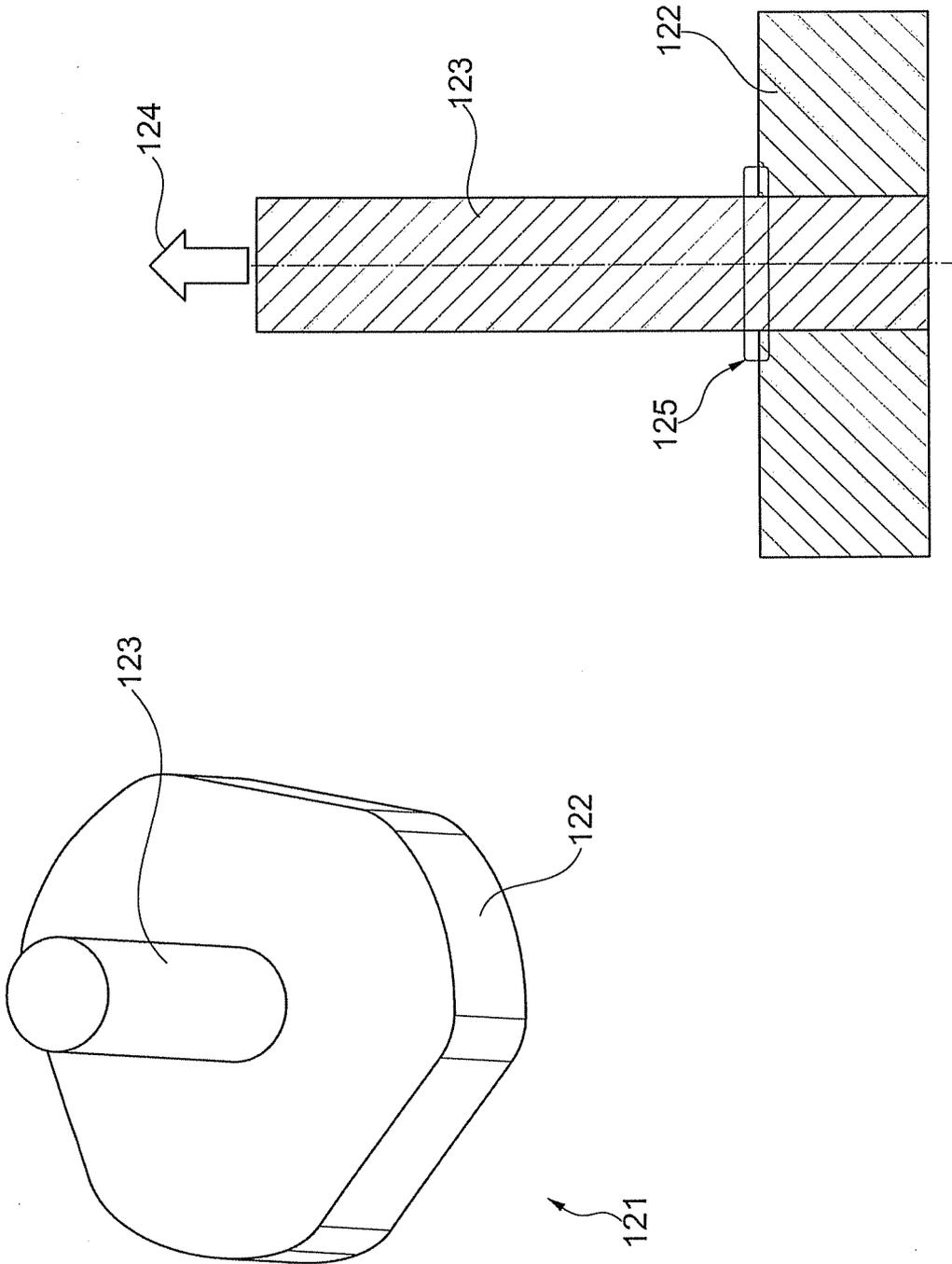


Fig. 16

12/24

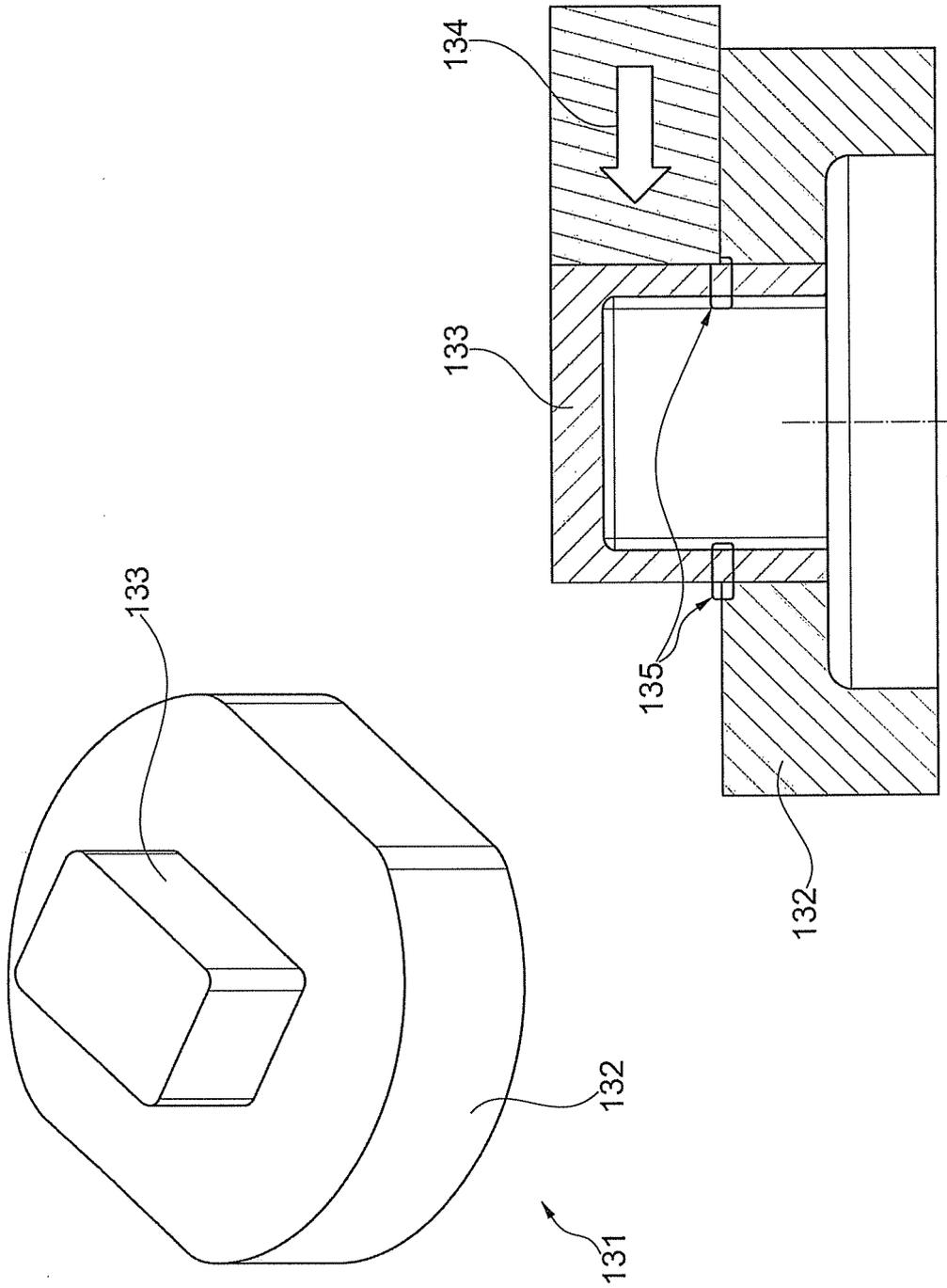


Fig. 17

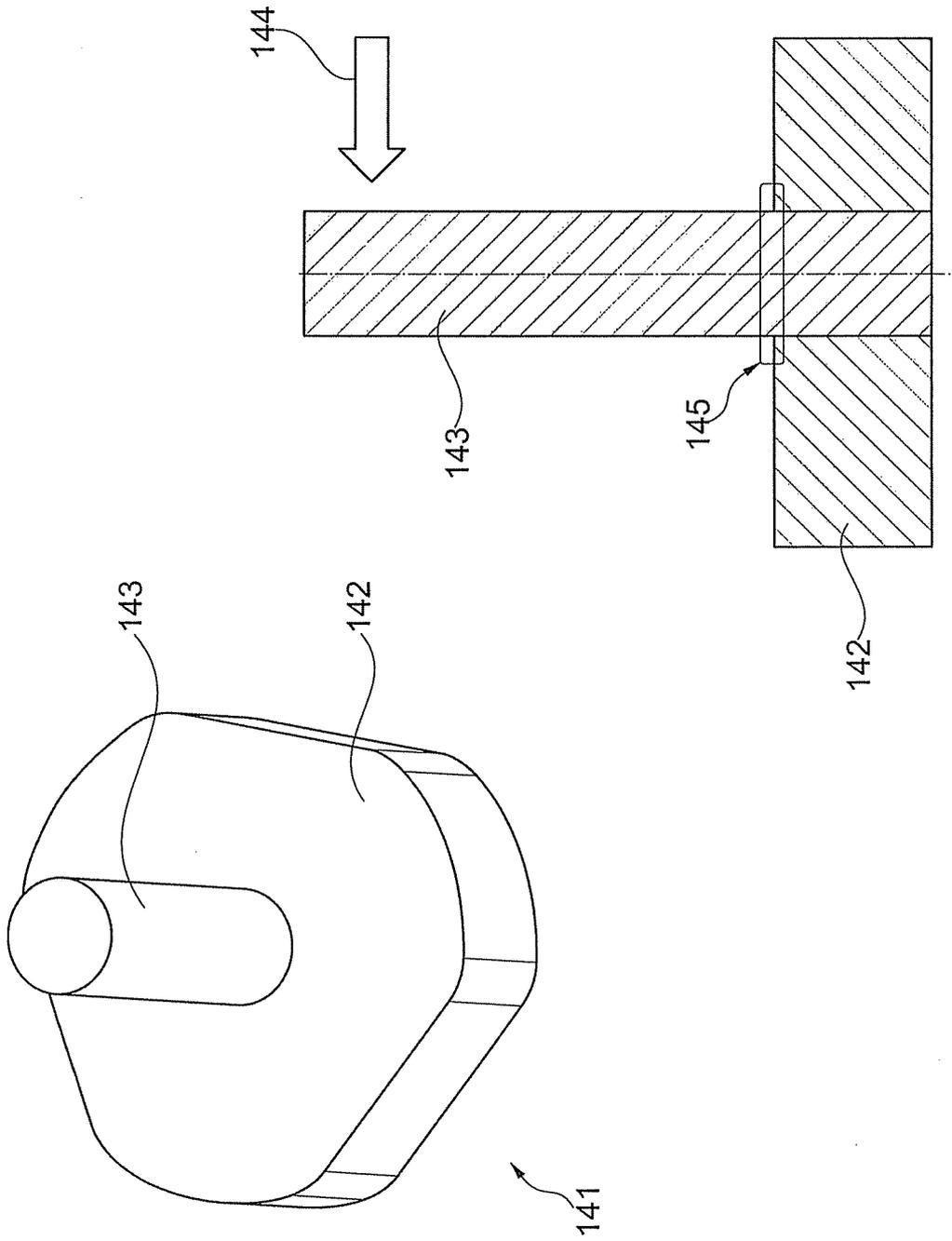


Fig. 18

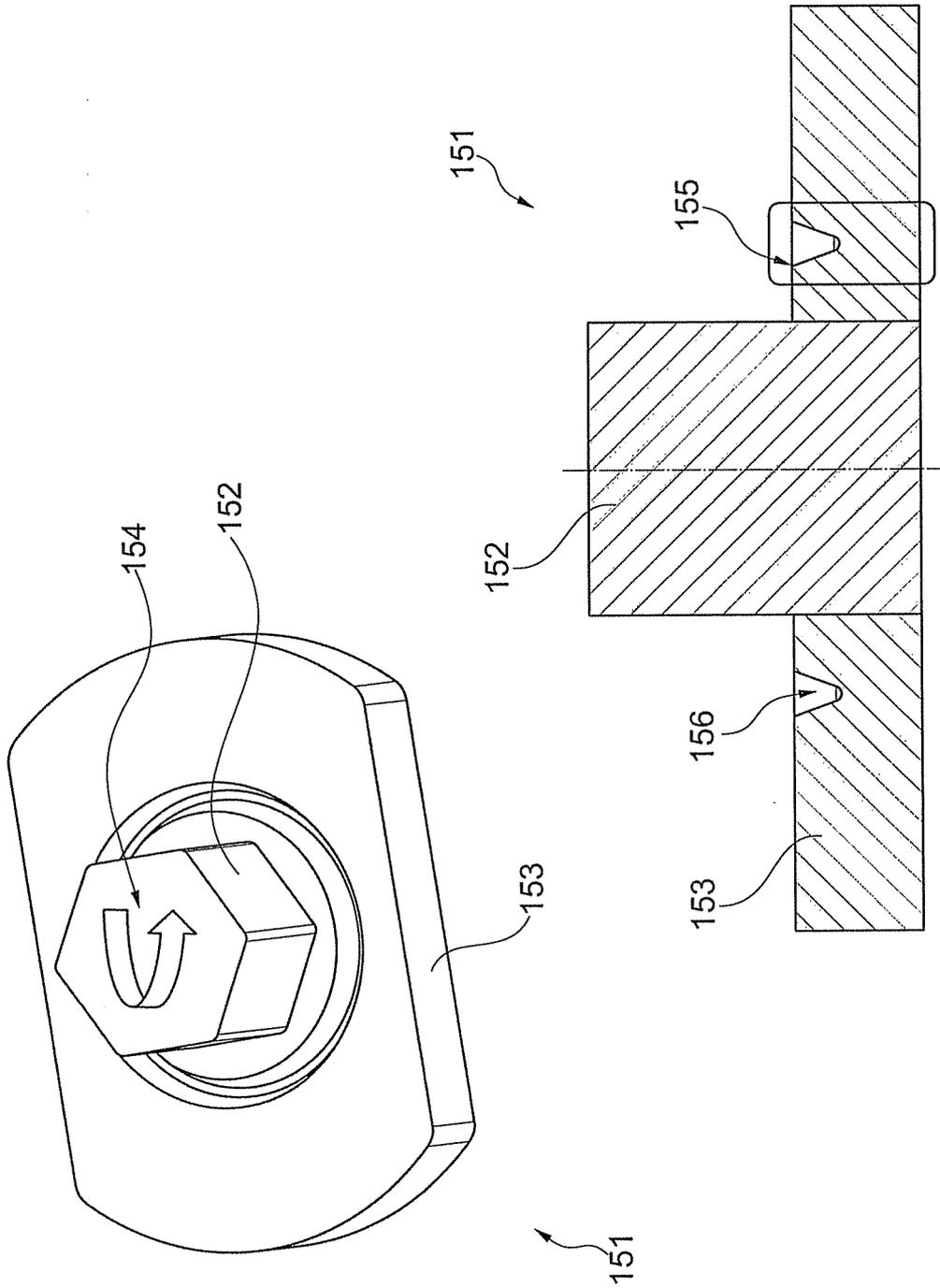


Fig. 19

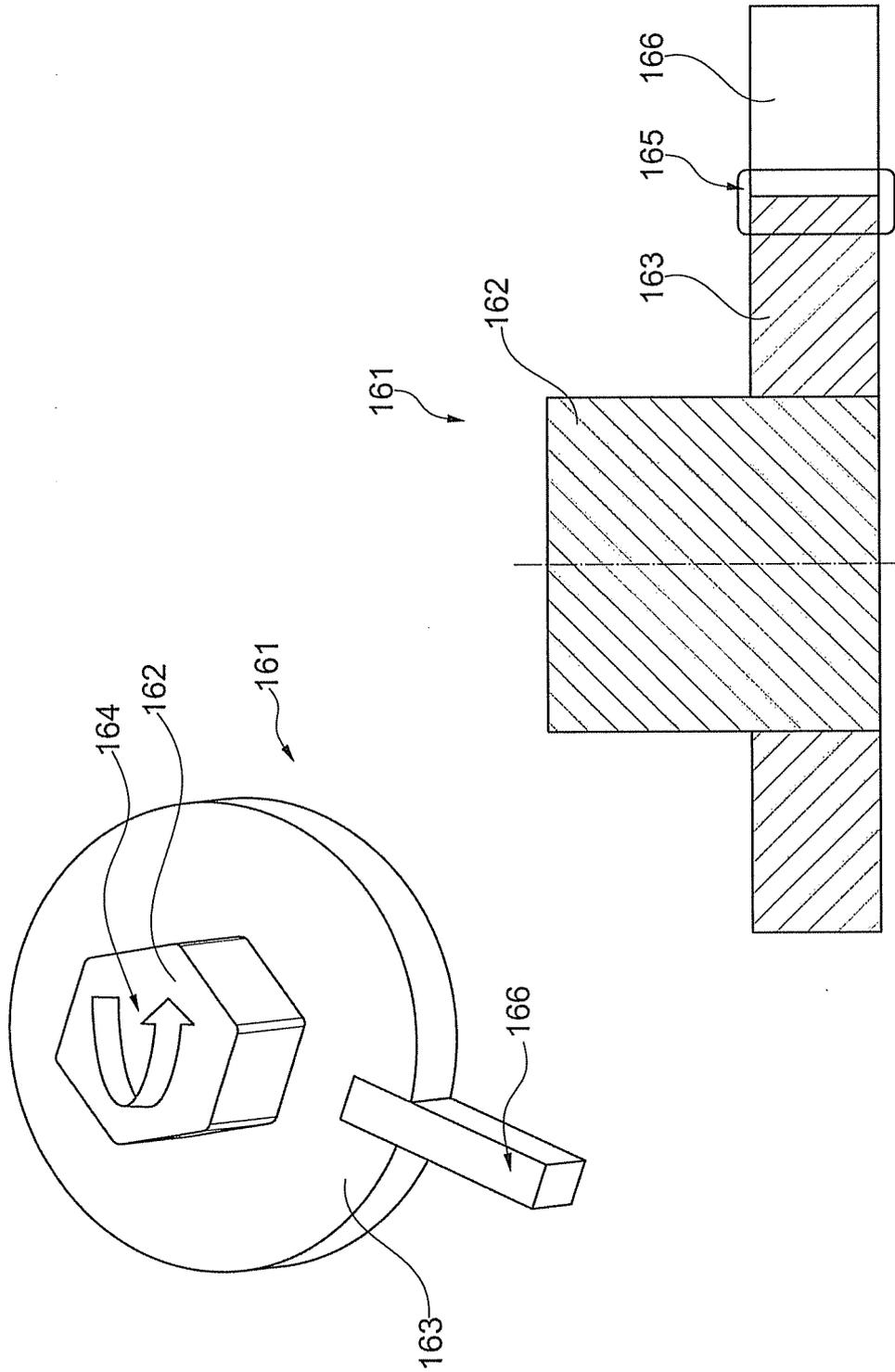
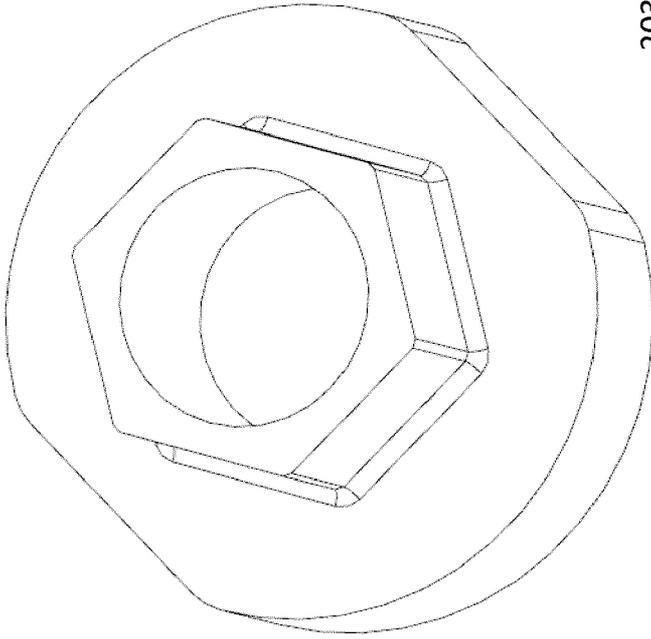
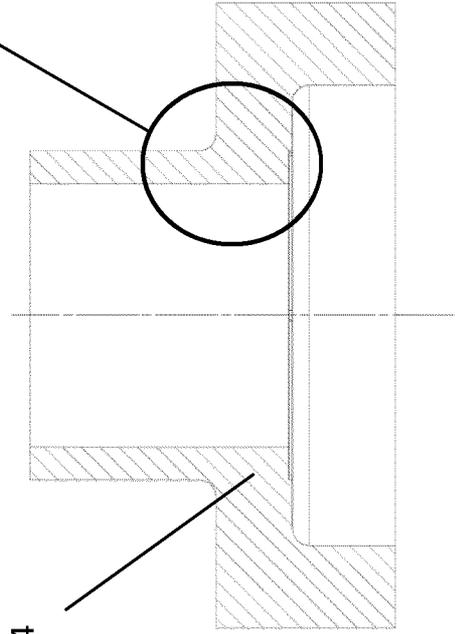


Fig. 20

B



203



204

A

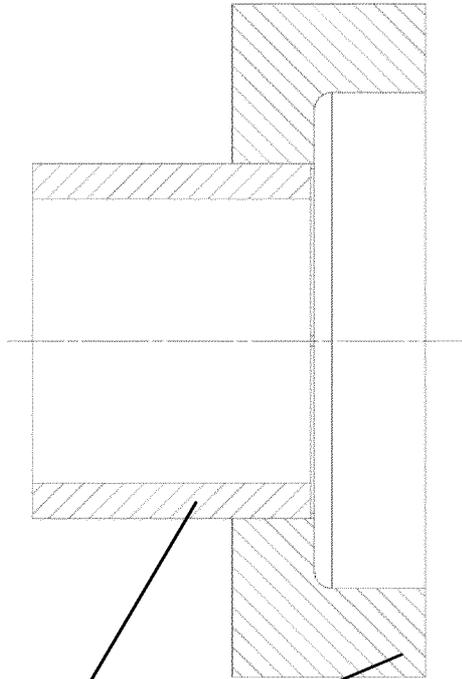
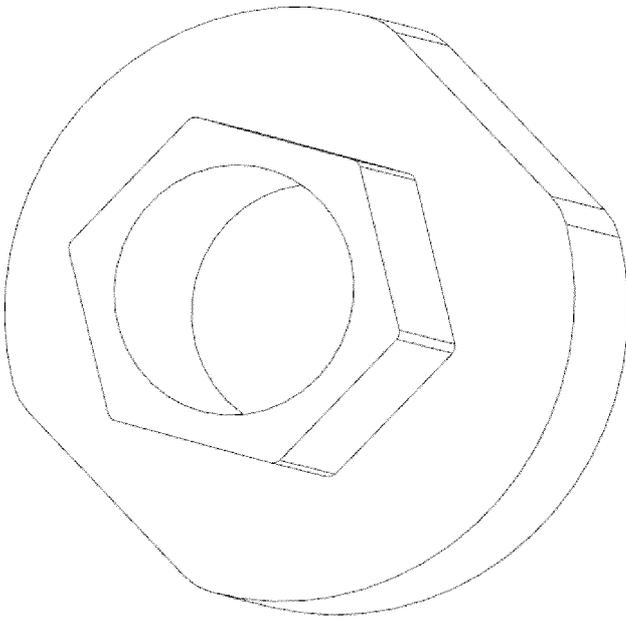


Fig. 21



Fig. 22

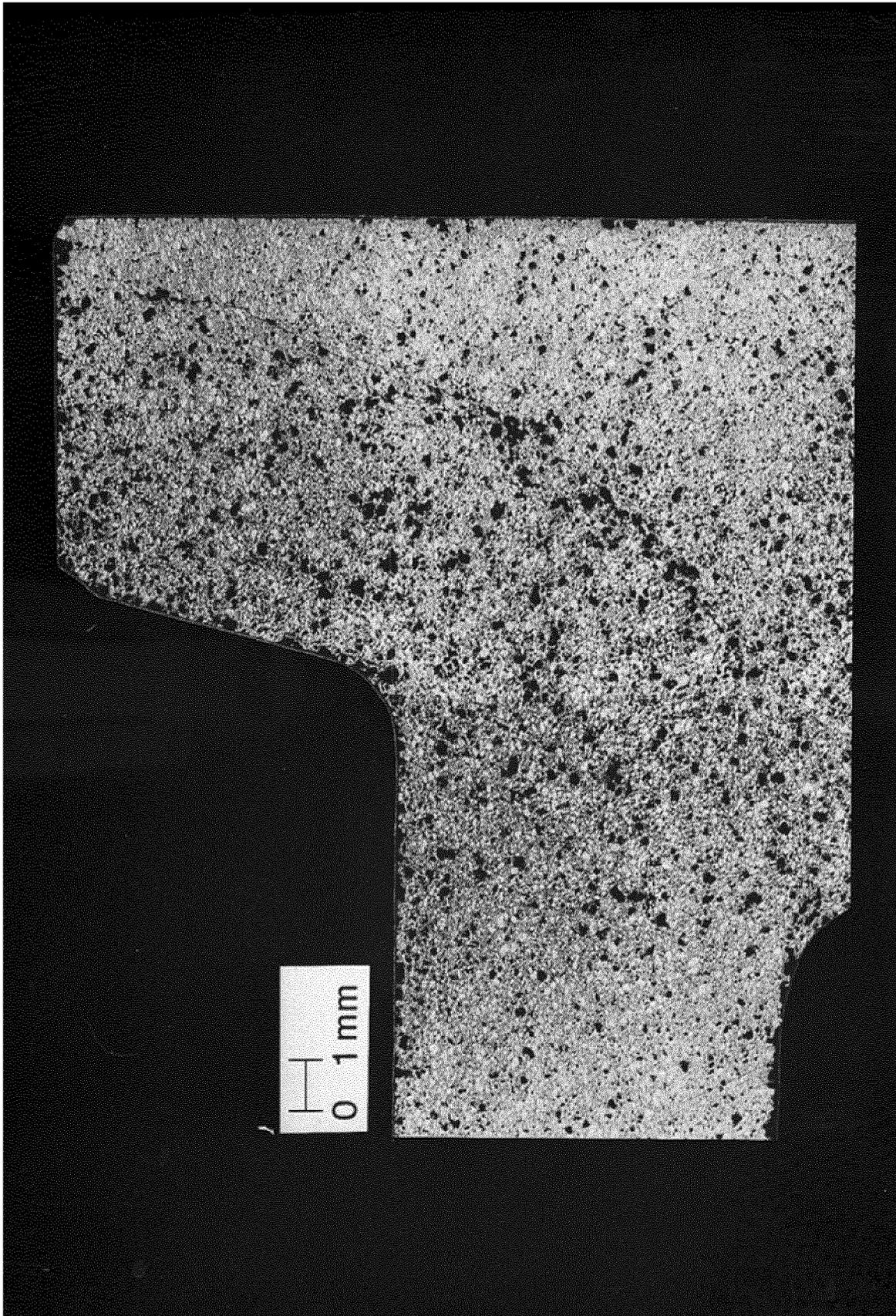


Fig. 23

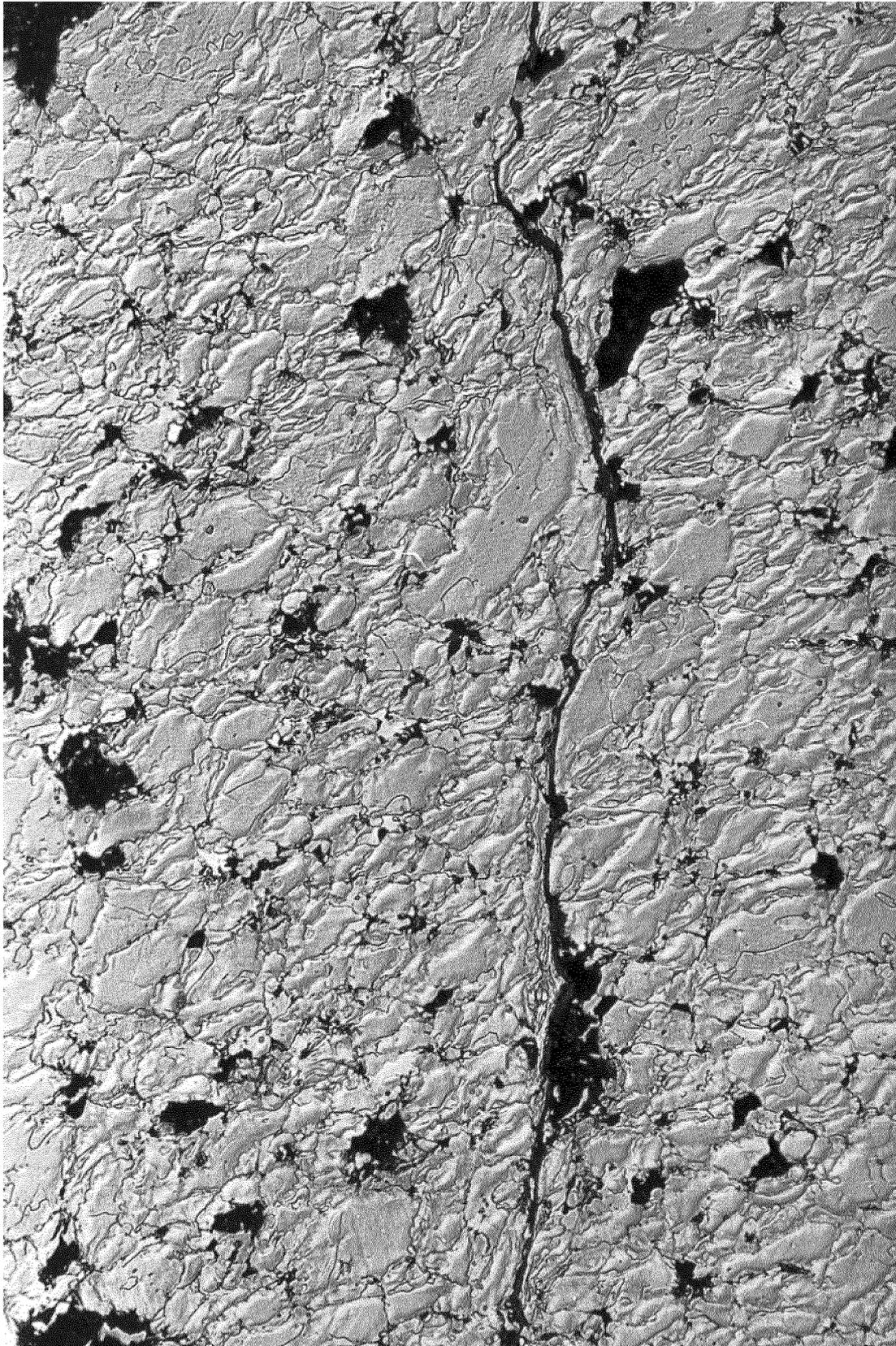


Fig. 24

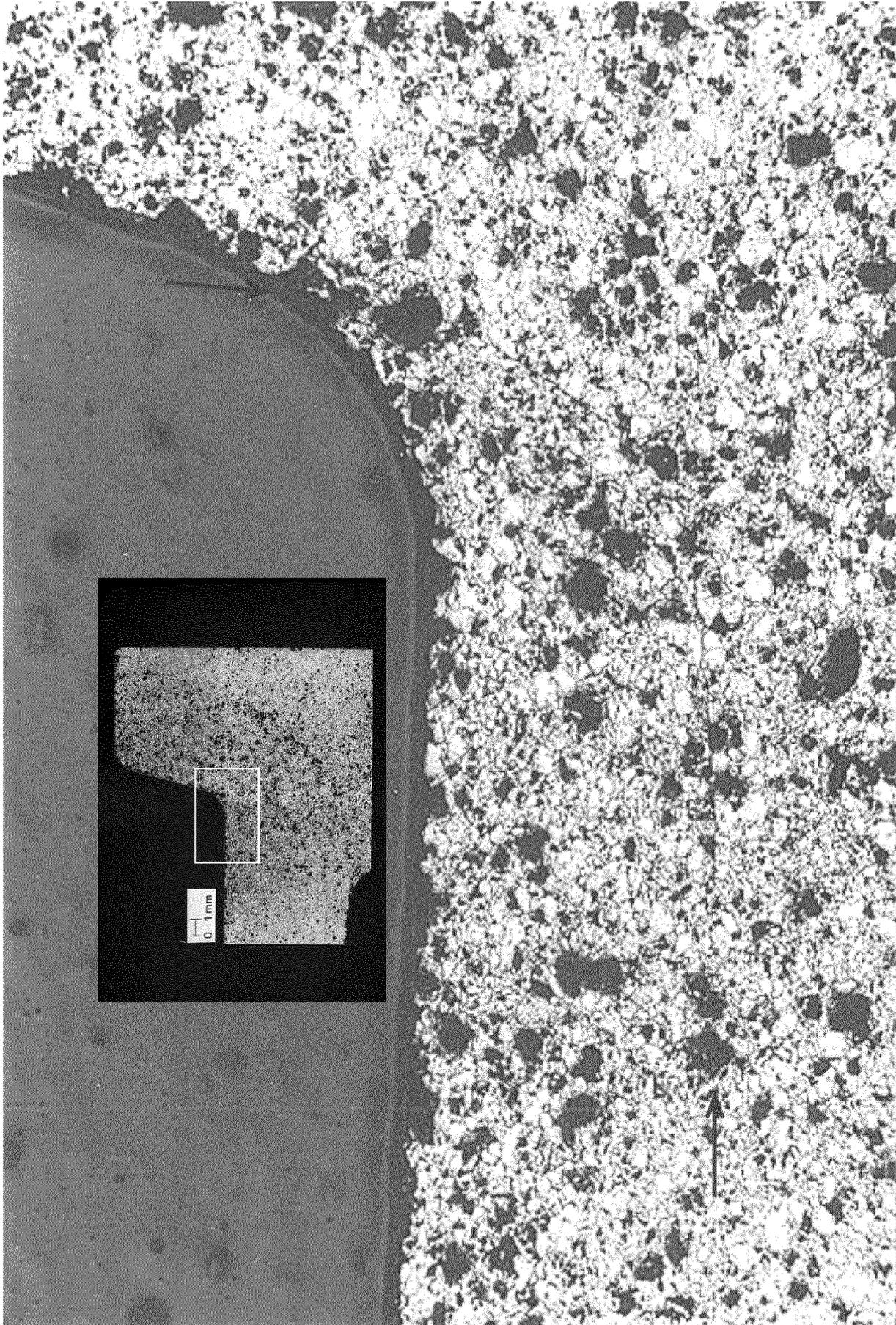


Fig. 25

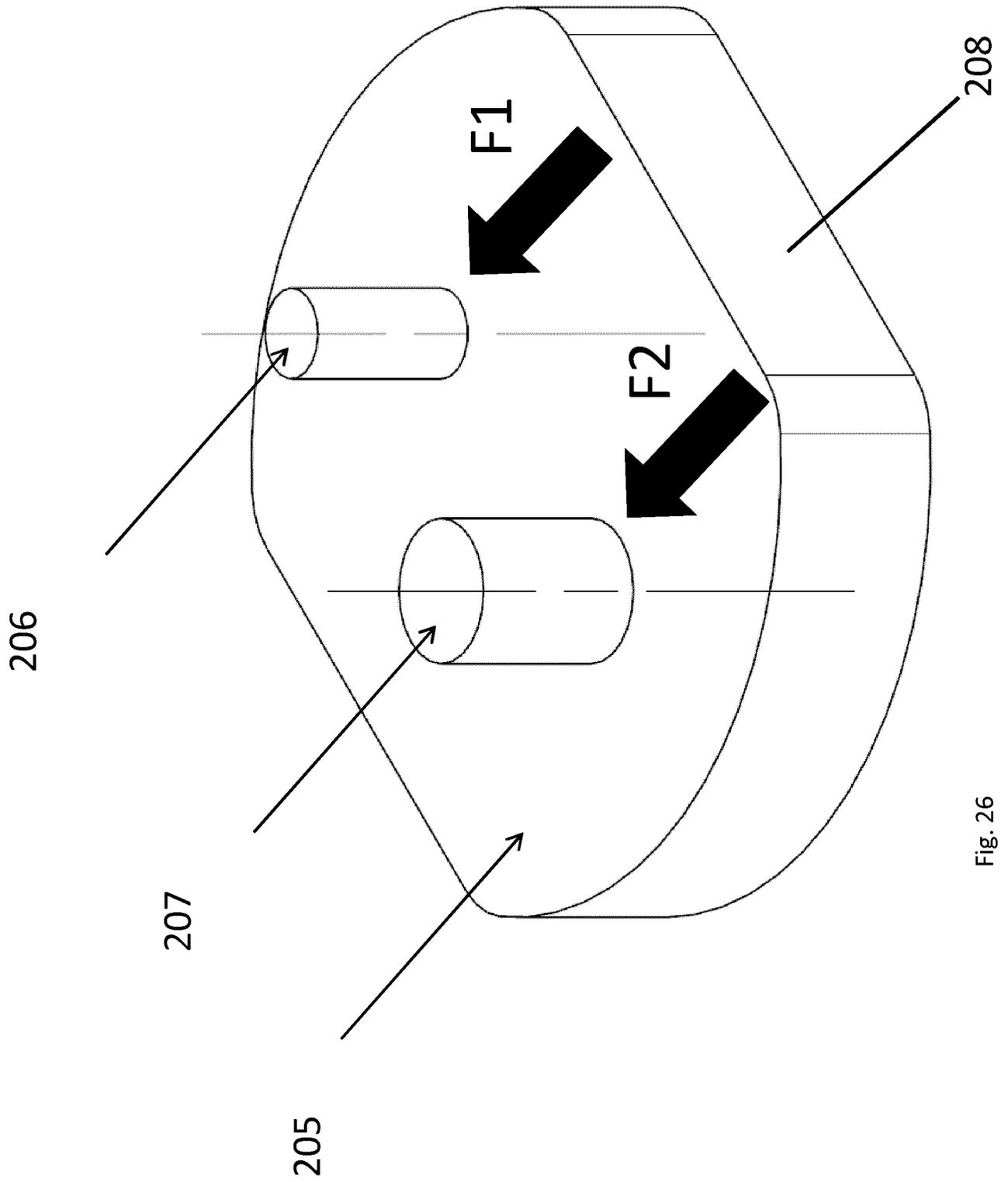


Fig. 26

22/24

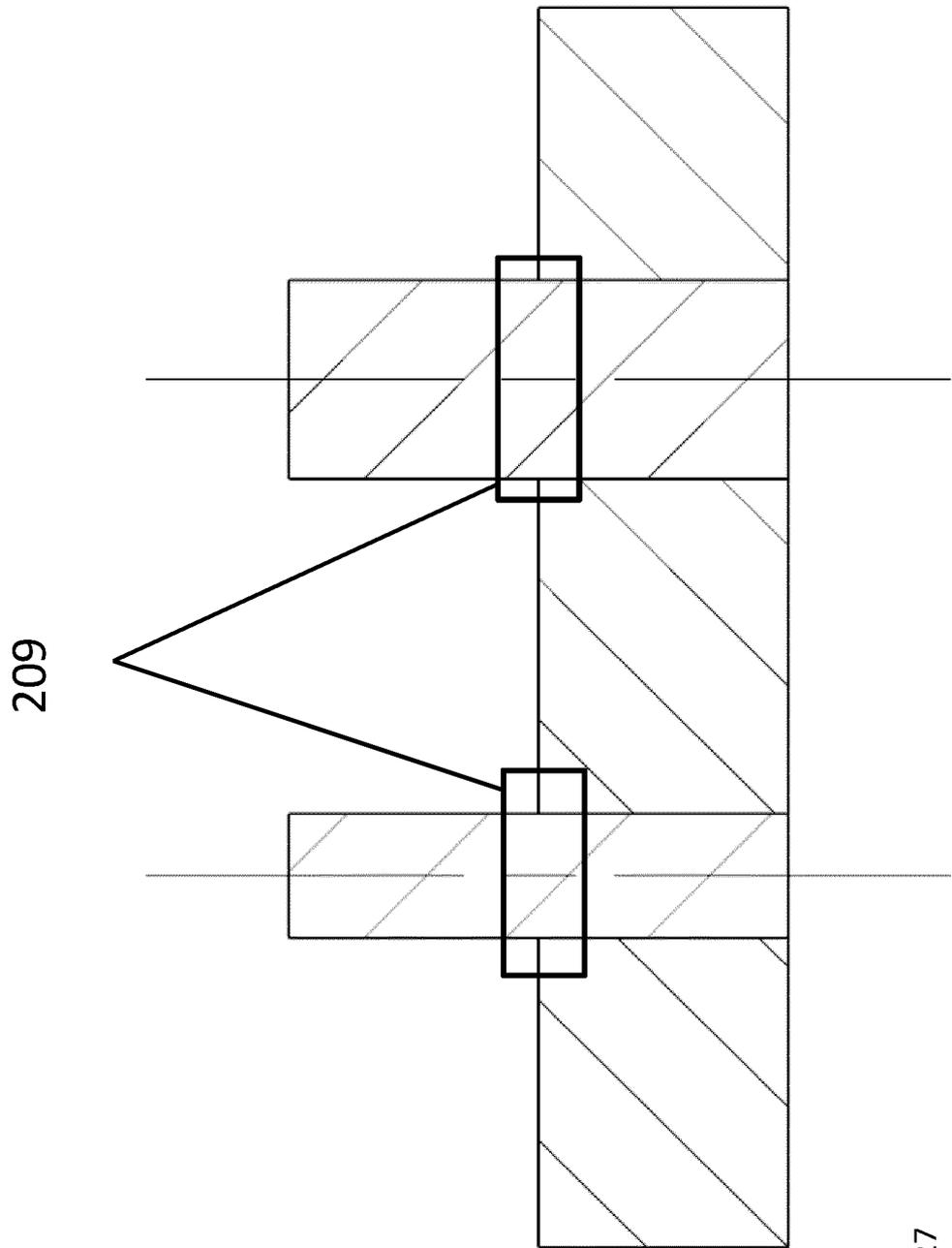


Fig. 27

23/24

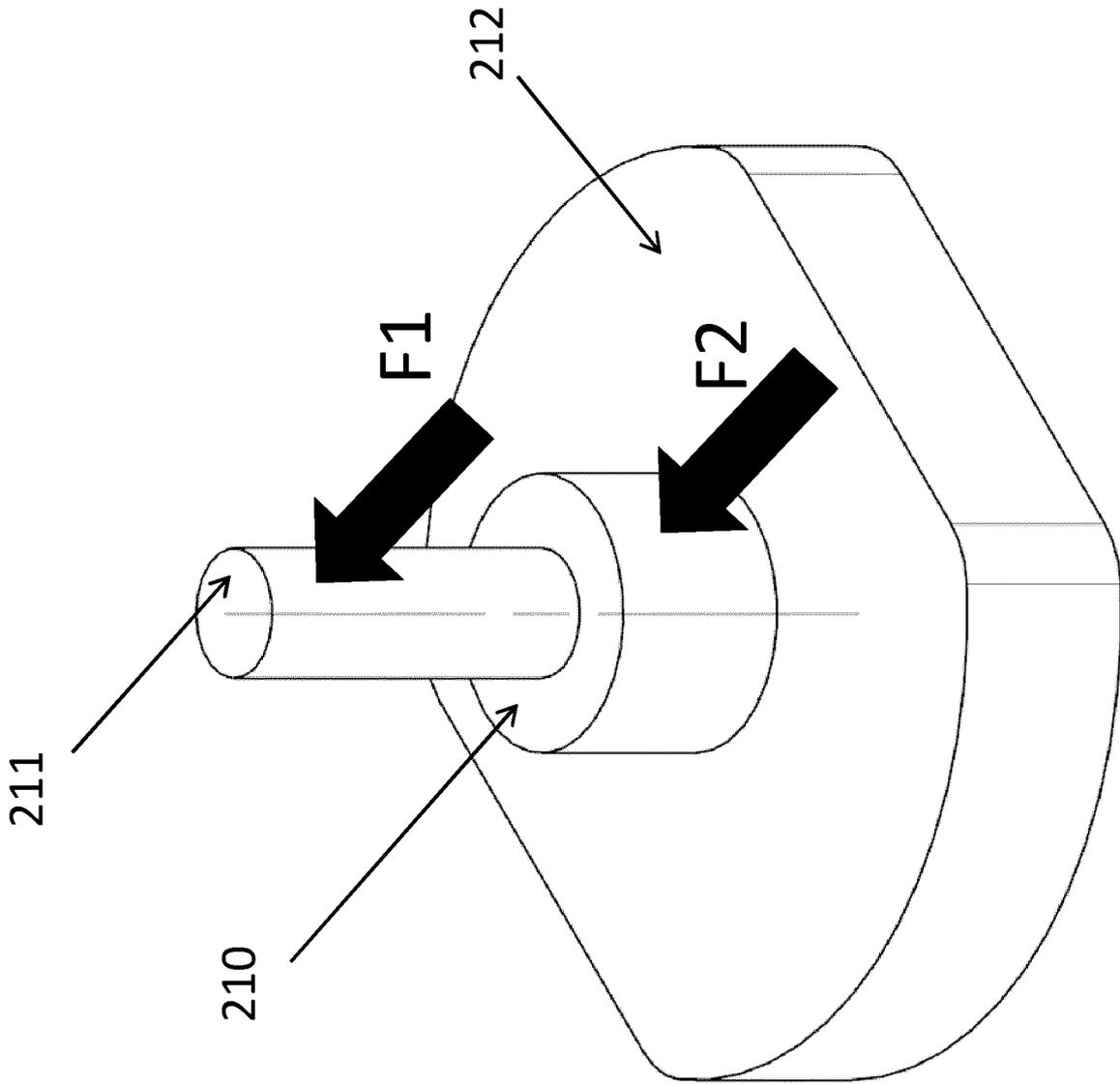


Fig. 28

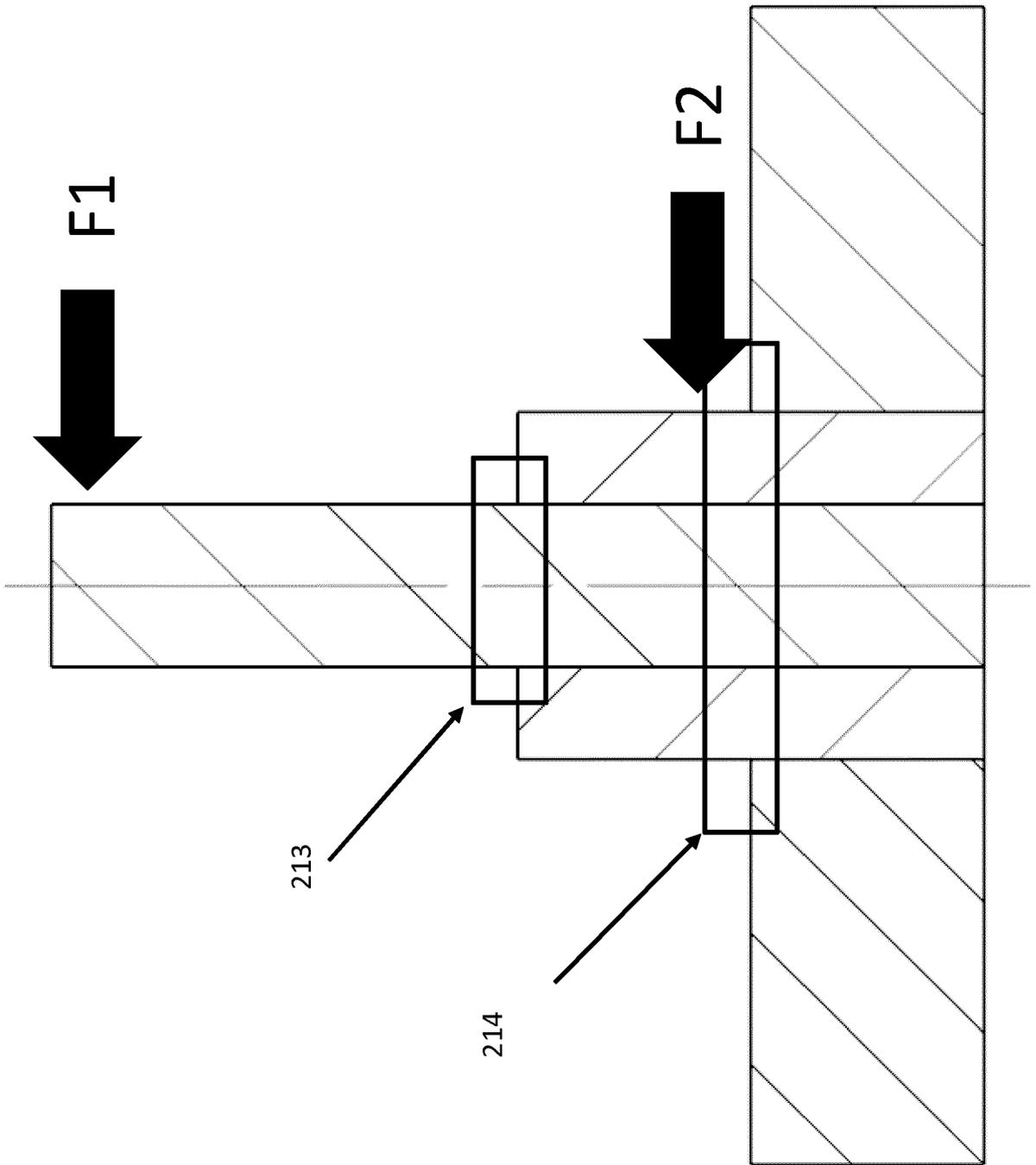


Fig. 29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/062991

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B22F3/03 B22F5/10 B22F7/06 B30B11/02 B22F3/11
 B22F5/00
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B22F B30B F16D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2009 042598 A1 (GKN SINTER METALS HOLDING GMBH [DE]) 24 March 2011 (2011-03-24) cited in the application	1-9,12,15
Y	paragraphs [0014] - [0020], [0039] - [0041] figure 1 Ausgestaltung B; figure 3	13,14
X	DE 10 2009 016718 A1 (GKN SINTER METALS HOLDING GMBH [DE]) 21 October 2010 (2010-10-21) cited in the application	6-11
Y	paragraphs [0019], [0042] - [0047] figure 2	13,14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 23 September 2015	Date of mailing of the international search report 01/10/2015
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Forestier, Gilles
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/062991

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009042598 A1	24-03-2011	CN 102762321 A	31-10-2012
		DE 102009042598 A1	24-03-2011
		EP 2480359 A1	01-08-2012
		JP 2013505360 A	14-02-2013
		US 2012216654 A1	30-08-2012
		WO 2011035862 A1	31-03-2011

DE 102009016718 A1	21-10-2010	DE 102009016718 A1	21-10-2010
		WO 2010115502 A1	14-10-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/062991

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B22F3/03 B22F5/10 B22F7/06 B30B11/02 B22F3/11
 B22F5/00
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B22F B30B F16D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2009 042598 A1 (GKN SINTER METALS HOLDING GMBH [DE]) 24. März 2011 (2011-03-24) in der Anmeldung erwähnt	1-9,12, 15
Y	Absätze [0014] - [0020], [0039] - [0041] Abbildung 1 Ausgestaltung B; Abbildung 3	13,14
X	DE 10 2009 016718 A1 (GKN SINTER METALS HOLDING GMBH [DE]) 21. Oktober 2010 (2010-10-21) in der Anmeldung erwähnt	6-11
Y	Absätze [0019], [0042] - [0047] Abbildung 2	13,14

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
23. September 2015	01/10/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Forestier, Gilles
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/062991

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009042598 A1	24-03-2011	CN 102762321 A	31-10-2012
		DE 102009042598 A1	24-03-2011
		EP 2480359 A1	01-08-2012
		JP 2013505360 A	14-02-2013
		US 2012216654 A1	30-08-2012
		WO 2011035862 A1	31-03-2011

DE 102009016718 A1	21-10-2010	DE 102009016718 A1	21-10-2010
		WO 2010115502 A1	14-10-2010
