

(19)



(11)

EP 3 349 926 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.05.2020 Patentblatt 2020/20

(51) Int Cl.:
B30B 11/00 ^(2006.01) **B22F 3/03** ^(2006.01)
B30B 11/02 ^(2006.01) **B30B 15/02** ^(2006.01)
B22F 3/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16766550.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/071974

(22) Anmeldetag: **16.09.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/046332 (23.03.2017 Gazette 2017/12)

(54) **STEMPELWERKZEUG EINER SINTERPRESSE UND VERFAHREN HIERZU**

STAMPING MACHINE OF A SINTERING PRESS AND ITS METHOD

PRESSE POUR PIÈCE FRITTÉE ET SON PROCÉDÉ

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

- **MAASSEN, Robert**
58455 Witten (DE)
- **ERNST, Eberhard**
36124 Eichenzell (DE)
- **TEKINES, Hasim**
53343 Wachtberg (DE)

(30) Priorität: **18.09.2015 DE 102015012005**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.07.2018 Patentblatt 2018/30

(74) Vertreter: **Rössler, Matthias et al**
Kahlhöfer Rößler Kreuels
Patentanwälte PartG mbB
(Karo IP Professionals)
Postfach 32 01 02
40416 Düsseldorf (DE)

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

(72) Erfinder:
• **SCHMITT, Rainer**
53343 Wachtberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- 2010 031 331 JP-A- 2014 001 429
JP-A- 2014 100 738 SU-A1- 1 041 209

EP 3 349 926 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Stempelwerkzeug einer Sinterpresse mit zumindest einem Oberstempel und einem Unterstempel, einen Stempel des Stempelwerkzeugs für eine derartige Sinterpresse und ein Herstellungsverfahren eines Grünlings unter Nutzung der vorgeschlagenen Sinterpresse mit Stempelwerkzeug.

[0002] Mittels Sinterpressen sind Grünlinge aus einem Pulvermaterial herstellbar, wobei die Grünlinge später gesintert werden. Als Pulvermaterial können Keramikpulver und/oder Metallpulver genutzt werden. Grünlinge werden hergestellt, um daraus unterschiedlichste Komponenten zu fertigen. Dieses können symmetrische, insbesondere rotationssymmetrische Komponenten, aber auch asymmetrische Komponenten sein. Letzteres ist jedoch mit größerem Aufwand verbunden.

[0003] Aus der SU 1 041 209 A1 ist eine Sinterpresse mit Unterstempeln und Oberstempeln bekannt, deren Kopfstücke symmetrisch zu einer Axialachse der Sinterpresse ausgeführt sind.

[0004] Aus den JP 2014-100738 A, JP 2014-001429 A und JP 2010-031331 A sind jeweils Sinterpressen bekannt, bei denen zumindest Unterstempel mit asymmetrisch ausgeführten Kopfstücken zur Herstellung von asymmetrischen Grünlingen vorgesehen sind.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Stempelwerkzeug einer Sinterpresse mit Stempeln zu schaffen, mit denen auch kompliziertere Geometrien, insbesondere asymmetrische Geometrien mit sehr hohen Presskräften herstellbar sind.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einem Stempelwerkzeug einer Sinterpresse mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einem Stempel mit den Merkmalen des Anspruchs 6 und einem Verfahren zum Verpressen eines sinterfähigen Werkstoffs mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus den Unteransprüchen, wie auch aus der Beschreibung und den Figuren hervor. Die Formulierung der jeweiligen unabhängigen Ansprüche stellt einen ersten Versuch dar, die nachfolgend noch näher beschriebene Erfindung zu beschreiben, ohne aber diese beschränken zu wollen. Vielmehr können ein oder mehrere Merkmale gestrichen, ergänzt oder durch ein oder mehrere Merkmale ausgetauscht werden, die nachfolgend beschrieben werden.

[0007] Es wird ein Stempelwerkzeug einer Sinterpresse vorgeschlagen, mit zumindest einem Unterstempel und einem Oberstempel, wobei ein erster Stempel von Oberstempel und/oder Unterstempel ein Kopfstück hat, das asymmetrisch zu einer Axialachse der Stempelpresse ist, wobei der erste Stempel eine sich von dem Kopfstück zu einem Fußstück verbreiternde Geometrie aufweist, die zu der Axialachse der Stempelpresse auch asymmetrisch ist.

[0008] Eine derartige vorgeschlagene Geometrie erlaubt es, den Stempel so zu gestalten, dass auch bei

hohen Presskräften der Stempel selbst möglichst nur geringen Verformungen unterworfen ist.

[0009] Erfindungsgemäß, ist die asymmetrische Geometrie zwischen Kopfstück und Fußstück eine Versteifung des ersten Stempels, die an die Unsymmetrie des Kopfstücks angepasst zum Auffangen eines Kippmoments am ersten Stempels dient.

[0010] Beispielsweise ist vorgesehen, dass der erste Stempel zwischen Kopfstück und Fußstück eine sich verbreiternde Hohlstruktur aufweist, die auf gleicher Höhe entlang eines senkrechten Querschnitts zu der Axialachse der Stempelpresse eine unterschiedliche Materialdicke aufweist.

[0011] Auch kann vorgesehen sein, dass der erste Stempel ein zusammengesetzter Stempel mit Kopfstück, Mittelteil, Unterteil und Fußstück ist.

[0012] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass eine Drehbewegung des ersten Stempels möglich ist, vorzugsweise für einen Spielausgleich im Werkzeug.

[0013] Bevorzugt ist es, wenn der erste Stempel und ein zweiter Stempel ineinander verfahrbare sind, wobei der erste und der zweite Stempel jeweils ein Kopfstück haben, das asymmetrisch zu der Axialachse der Sinterpresse ist, wobei der erste und der zweite Stempel jeweils eine sich von dem Kopfstück zum Fußstück verbreiternde Geometrie aufweisen, die zu der Axialachse der Sinterpresse auch asymmetrisch sind.

[0014] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der abhängig, wie auch unabhängig von den weiteren Gedanken der Erfindung sein kann, wird ein Stempel eines obigen Stempelwerkzeugs vorgeschlagen, wobei der Stempel zum Einsatz in einer Sinterpresse dient, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempel vom Kopfstück zum Fußstück hin eine zu einer Axialachse des Stempels unsymmetrische Erweiterung aufweist.

[0015] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der abhängig, wie auch unabhängig von den weiteren Gedanken der Erfindung sein kann, wird ein Verfahren zum Verpressen zumindest eines pulverförmigen Werkstoffs in einer Sinterpresse zu einem Grünling vorgeschlagen, mit einem Einfahren von Oberstempeln und Unterstempeln in eine Matrize, mit einem Befüllen der Matrize mit dem pulverförmigen Werkstoff und mit einem Verpressen des pulverförmigen Werkstoffs, wobei ein später zu sinternder Grünling gebildet wird, der eine zu einer Axialachse der Sinterpresse unsymmetrische Geometrie mittels eines Stempelwerkzeugs wie oben oder auch nachfolgend beschrieben erhält, bei dem eine unsymmetrische Erweiterung vom Kopfstück hin zum Fußstück eines Stempels genutzt wird, einen Seitenversatz dieses Stempels zu einer Axialachse der Sinterpresse beim Verpressen auszugleichen.

[0016] Bevorzugt erfolgt eine abgestimmte Entspannung der Stempel des Stempelwerkzeugs beim Ausfahren aus der Matrize abgestimmt aufeinander, ohne dass eine Ausgleichssteuerung oder Ausgleichsregelung an der Sinterpresse zum Ausgleichen von Unterschieden zwischen einzelnen Entspannungsvorgängen beim Ver-

fahren der Stempel vom Grünling weg zum Einsatz kommt.

[0017] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass vor dem Verpressen zumindest der asymmetrisch zu einer Axialachse der Sinterpresse verlaufende Stempel des Stempelwerkzeugs aus mehreren Einzelstücken zusammen-
5
engesetzt und in die Sinterpresse eingebaut wird.

[0018] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig, wie auch abhängig von den obigen Gedanken verfolgbar ist, wird eine Sinterpresse mit zumindest einem Oberstempel und einem Unterstempel vorgeschlagen, mit einem Pulverspeicher zur Befüllung einer Matrize der Sinterpresse mit einem sinterfähigen Pulvermaterial und mit einer Matrize zur Herstellung eines Grünlings mittels des Pulvermaterials aus dem Pulverspeicher. Ein erster Stempel, der Oberstempel und/oder Unterstempel, weist ein Kopfstück außermittig und asymmetrisch zu einer Axialachse der Sinterpresse auf. Das Kopfstück ist ohne eine Führung innerhalb der Matrize entlang einer Matrizenaußenwand, eines Dorns und/oder entlang eines benachbarten Stempels in der Matrize bewegbar. Der erste Stempel besitzt zumindest in einem Abschnitt zwischen Kopfstück und Fußstück, vorzugsweise über den gesamten Bereich zwischen Kopfstück und Fußstück eine asymmetrische, insbesondere eine nichtrotationssymmetrische Form, die ein radiales Kippen des Stempels und ein Längsschleifen des Kopfstückes an einer benachbarten Außenfläche in der Matrize beim Einfahren und Ausfahren daraus, während eines Pressvorgangs bei der Herstellung des Grünlings zumindest verringert, insbesondere verhindert.

[0019] Die Asymmetrie des Kopfstücks kann sich zum Beispiel dadurch ergeben, dass ein Grünling geformt werden soll, der zum Beispiel nicht überall rotationssymmetrisch ist. So kann ein in der Matrize beim Pressen angeordneter Bereich des Stempels außermittig und auch asymmetrisch zur Axialachse angeordnet sein. Auch kann ein Stempel Verwendung finden, der mehrere Bereiche innerhalb der Matrize in Verbindung mit dem zu verpressenden Pulver aufweist, wobei die Bereiche sich voneinander unterscheiden. So können unterschiedliche Höhen, unterschiedliche Oberflächengeometrien oder verschiedene Formen zu der Asymmetrie in Bezug auf die Axialachse führen. Es wurde nunmehr folgendes herausgefunden: Durch die Außermittigkeit und die Asymmetrie in Bezug auf die Axialachse wird ein Biegemoment im Stempel erzeugt, wenn dieser eine Presskraft auf das Pulvermaterial ausübt. Das Biegemoment hat dazu geführt, dass sich eine Reibung entlang des Kopfstücks mit der benachbarten Matrize, einem Dorn oder einem andern Stempel einstellt. Eine Reibung zum Beispiel an einem Dorn wird dadurch verringert, dass das Kopfstück nunmehr durch die asymmetrische Gestaltung der Geometrie des Stempels zwischen Kopfstück und Fußstück keine radial wirkende Kippneigung hat. Diese Kippneigung hat in der Vergangenheit zu einem höheren Verschleiß derartiger Stempel mit außermittig angeordneten Stempelköpfen geführt, als es bei

üblichen rotationssymmetrischen Stempeln der Fall ist. Nunmehr aber ist es gelungen, diesem höherem Verschleiß dadurch zu begegnen, dass der Stempel in sich so gestaltet wird, dass das Biegemoment so abgestützt wird, dass eine Biegeverformung verringert bzw. im Stempel selbst zumindest so weit aufgefangen wird, dass es keine oder höchstens noch eine sehr geringe Biegeverformung gibt. Anders als in der Vergangenheit, in der man davon ausging, dass durch einen hohen Materialeinsatz eine ausreichende Biegesteifigkeit des Stempels geschaffen werden kann, wird nunmehr ein anderer Weg eingeschlagen: die Geometrie des Stempels wird ebenfalls asymmetrisch ausgelegt, um damit der Asymmetrie des Kopfstücks entgegenzuwirken. Diese Asymmetrie kann zum Beispiel durch Materialöffnungen in einer Wandung, durch Weglassen von Material in einer Wandung, durch Verstrebungen an Stelle oder unterstützend zu Wandstrukturen wie auch durch andere, gleichwirkende Maßnahmen erzielt werden.

[0020] Beispielsweise wird vorgeschlagen, dass entlang eines Querschnitts des ersten Stempels senkrecht zu seiner Bewegungsachse die asymmetrische Form eine asymmetrische Wandung aufweist, insbesondere der erste Stempel eine unterschiedliche Dicke von gegenüberliegenden Seiten der Wandung hat. Als asymmetrisch im Bereich zwischen Kopfstück und Fußstück ist insbesondere eine Abweichung von einer Rotationssymmetrie zur Axialachse der Sinterpresse aufzufassen. Die Asymmetrie kann eine andere Gestalt von einander gegenüberliegenden Bereichen der Form umfassen. Auch kann ein anderes Material zum Einsatz kommen, ein zusätzliches Material oder auch ein Weglassen von Material. Beispielsweise kann eine Asymmetrie durch unterschiedliche Wandstärken, durch unterschiedliche Gestaltungen, durch Öffnungen, durch Verstrebungen, durch die geometrische Gestaltung wie zum Beispiel kegelförmig, glockenförmig oder ähnliches erzielt werden. Auch kann zum Beispiel eine Fachwerkkonstruktion genutzt werden, um eine Verbindung vom Fußstück zum Kopfstück zu schaffen. Mittels der geschaffenen Asymmetrie wird im Stempel selbst bevorzugt ein Biegeausgleich geschaffen. Dadurch kann zum Beispiel einem Biegen des Kopfstücks bzw. des Stempels in eine Richtung entgegengewirkt werden.

[0021] Eine Form der Asymmetrie wird beispielsweise durch eine Kombination, von in Bezug auf die Axialachse der Sinterpresse, schrägem Übergang von einer Zylinderringform zu einer Kegelingform erreicht, wenn der Stempel sich vom Fußstück hin zum Kopfstück verschlankt. Das Fußstück hierbei, wie auch in anderen Konfigurationen, ist symmetrisch, bevorzugt rotationssymmetrisch zu der Axialachse der Sinterpresse angeordnet, vorzugsweise mit beispielsweise einer Fußebene, die senkrecht zur Axialachse der Sinterpresse verläuft und direkt auf einem Adapter der Sinterpresse sitzt. Ein derartiger Stempel weist damit ein symmetrisches Fußstück und ein asymmetrisches Kopfstück auf, wobei durch den Übergang eine Kompensation von Bie-

gekräften im Stempel selbst erfolgt. Der Übergang vom Zylinderring über eine zum Beispiel eierformartige oder ellipsenformartige sich verschlankende Ringgestalt hin zu einer bevorzugt Kegelform erlaubt, ebenfalls die zugehörige Wandung so anzupassen, insbesondere asymmetrisch zu gestalten, dass Biegekräfte bzw. Biegemomente kompensierbar sind.

[0022] Bevorzugt erzeugt ein Werkzeug mit einem ersten Stempel, der ein symmetrisches Fußstück und ein asymmetrisches Kopfstück aufweist, einen Grünling, der einen Gesamtschwerpunkt auf der Axialachse der Sinterpresse hat.

[0023] Eine Ausgestaltung sieht zum Beispiel vor, dass die Sinterpresse ein oder mehrere Stempel aufweist, die ineinander verfahrbar sind. Bevorzugt weisen zumindest einige Stempel, vorzugsweise alle Stempel, eine kegelformartige Erweiterung auf. Vorzugsweise sind derartige Pressen, wie auch Stempel, so gestaltet, wie es aus der noch nicht veröffentlichten DE 10 2014 003 726 der Anmelderin mit dem Titel "Presse zum Herstellen maßhaltiger Grünlinge und Verfahren zum Herstellen" hervorgeht, auf die im Rahmen der Offenbarung diesbezüglich vollumfänglich Bezug genommen wird. Möglichkeiten, Stempel herzustellen, wie zum Beispiel mittels additiver Fertigungsverfahren allein oder in Kombination mit anderen Herstellungsverfahren, gehen aus den noch nicht veröffentlichten DE 10 2015 01784 und DE 10 2015 01785 hervor. Auf diese wird ebenfalls hinsichtlich der Herstellung, aber auch hinsichtlich der Gestaltung der Stempel vollumfänglich im Rahmen der Offenbarung Bezug genommen.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung sieht beispielsweise vor, dass die asymmetrische Wandung eine mit Verstrebungen versehene Wandung ist. So kann zum Beispiel ein Bereich der Wandung eine zusätzliche Abstützung erhalten, insbesondere als Versteifung. Auch kann die Wandung bereichsweise durch ein oder mehrere Verstrebungen ersetzt werden.

[0025] Vorzugsweise ist ein asymmetrischer Bereich zwischen Kopfstück und Fußstück in etwa gegenüberliegend zu einem asymmetrisch abstehenden Ende des Kopfstückes angeordnet. Hierbei kann auch ein Höhenunterschied entlang der Axialachse der Sinterpresse für den asymmetrischen Bereich vorliegen, so dass es zu einem schräg Gegenüberliegen kommt. Beispielsweise ist ein Übergang von einer Geometrieform in eine andere Geometrieform schräg in Bezug auf die Axialachse der Sinterpresse entlang des Umfangs verlaufend. Hierbei ist es beispielsweise bevorzugt, wenn etwa um 180° verdreht eine Anpassung der Geometrieform zum asymmetrischen Ende des Kopfstückes angeordnet ist. Eine weitere Ausgestaltung sieht beispielsweise vor, dass eine Anpassung der Geometrieform sich quasi aufteilt. So können um den Umfang herum mehrere Verstärkungen bzw. Schwächungen vorliegen, die es erlauben, dass über die dadurch gebildete Geometrieform eine Biegung aufgrund der wirkenden Presskraft im Stempel zumindest weitestgehend absorbiert wird.

[0026] Bei einer Auslegung zum Stempel-internen Ausgleichen einer Axialkraft, die beabstandet zu der Axialachse der Sinterpresse wirkt und hierbei ein Biegemoment in dem Stempel initiiert, kann zum Beispiel die Biegespannung herangezogen werden, um zu überprüfen, ob die Auslegung des Stempels dem Anforderungsprofil genügt. Als Biegespannung ist hierbei diejenige Spannung zu verstehen, die sich aufgrund der Biegung, d. h. der Momentenbeanspruchung einstellt. Diese ergibt sich zu:

$$\sigma_M = (M/I) \cdot z = M/W$$

wobei M das skalare Biegemoment, I das Flächenträgheitsmoment, z der Abstand vom Querschnittsschwerpunkt zur Randfaser der Geometrieform und W das Widerstandsmoment ist. Mit der Darstellung in Form eines Spannungstensor, zum Beispiel wenn man die Schnittflächen eines Körpers, beispielsweise drei Schnittflächen jeweils senkrecht zu einer Richtung eines kartesischen Koordinatensystems wählt, kann die jeweilige auftretende Spannung geprüft werden. So ergeben sich beispielsweise drei Kräfte in drei Schnittflächen des Körpers entsprechend der folgenden Matrix:

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix}$$

[0027] Diese Betrachtung im kartesischen Koordinatensystem bietet sich vor allem für einen Bereich des Kopfstückes an, der noch nicht übergegangen ist in eine runde, insbesondere kreisförmige Gestalt, sondern vielmehr noch eine eckige Geometrie aufweist. In einem Bereich der Geometrieform, die hingegen gerundet ist, sei es kreisförmig oder auch ellipsenförmig, wird hingegen bevorzugt auf ein orthogonales oder auch ein Zylinderkoordinatensystem bei der Berechnung abgestellt. Über eine entsprechende Transformation können sodann Übergänge von einer Geometrieform in eine andere Geometrieform geschaffen werden.

[0028] Weiterhin besteht die Möglichkeit, mittels Tensorrechnung die Auslegung der Geometrieform vorzunehmen. Die Tensorrechnung ermöglicht beispielsweise, den Spannungszustand zunächst unabhängig von einem bestimmten Koordinatensystem zu beschreiben und erst nach einer Herleitung des jeweiligen Berechnungsverfahrens die Komponentengleichungen den geometrischen Eigenschaften des Körpers anzupassen, beispielsweise in Zylinderkoordinaten oder Kugelkoordinaten. Die Nutzung eines Verzerrungstensors, d. h. eines Tensors zweiter Stufe, der das Verhältnis von Momentankonfiguration zur Ausgangskonfiguration bei der Deformation von kontinuierlichen Körpern und damit Veränderung der gegenseitigen Lagebeziehungen der Ma-

terielelemente beschreibt, wird bevorzugt dadurch unterstützt, dass auch eine Geschwindigkeit, mit der die Spannung aufgeprägt wird, mitberücksichtigt wird. Die Verzerrungsgeschwindigkeit, gebildet aus der Ableitung des Verzerrungstensors, erlaubt insbesondere einem unterschiedlichen Materialverhalten Rechnung tragen zu können. Eine Änderung der äußeren Gestalt des Stempels in Form von beispielsweise Dehnung, Stauchung, Scherung oder anderem kann somit auch auf diese Weise abgeschätzt und die Geometrie des Stempels dementsprechend solange angepasst werden, bis im Bereich der Matrize und insbesondere im Bereich des Kopfstückes unter Presskraft eine Biegung ausgeschlossen ist. Auch kann hierbei ermittelt werden, mit welcher Stempelgeschwindigkeit das Kopfstück bevorzugt in die Matrize einfährt bzw. abbremst. Für eine Serienfertigung kommt es daher darauf an, einerseits eine vorgebbare Mindestgeschwindigkeit und damit Taktung einzuhalten, zum anderen dabei aber auch den geringstmöglichen Biegeeinfluss zu finden.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der erste Stempel in einen zweiten Stempel verfahrbar ist, wobei der zweite Stempel ebenfalls eine asymmetrische Form zwischen Kopfstück und Fußstück aufweist. Beispielsweise kann der zweite Stempel in Bezug auf die Sinterpressenachse ebenfalls nichtrotations-symmetrisch angeordnet sein.

[0030] Gemäß einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass zumindest der erste Stempel aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt ist. Dieses erlaubt zum Beispiel, unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Elastizitätsmoduli einzusetzen und deren Verteilung bzw. Anordnung im Stempel an eine gewünschte Biegemomentenkompensation anzupassen. So können auch unterschiedliche Fertigungsverfahren für unterschiedliche Teile des Stempels genutzt werden, zum Beispiel, weil diese Fertigungsverfahren prinzipbedingt unterschiedliche Genauigkeiten ermöglichen und verschiedene Teile des Stempels auch voneinander unterschiedliche Genauigkeiten benötigen.

[0031] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig von der obigen Sinterpresse, wie auch in Abhängigkeit von der obigen Sinterpresse sein kann, wird ein Berechnungsverfahren zur Auslegung eines Presswerkzeugs einer Sinterpresse vorgeschlagen, vorzugsweise für eine Herstellung von metallischen Grünlingen, wobei für einen ersten Stempel des Presswerkzeugs, der ein Kopfstück außermittig und asymmetrisch zu einer Axialachse der Sinterpresse aufweist, eine Biegung berechnet wird, die sich bei einem Kraftzufluss, wie auch bei einem Kraftabfluss bei einem Pressvorgang eines Grünlings in der Sinterpresse einstellt, und eine Steifigkeit des ersten Stempels durch Anpassung einer Asymmetrie einer Form des ersten Stempels zwischen Kopfstück und Fußstück daran angepasst wird, wobei überprüft wird, ob ein Ausgleich eines axialen Kippmoments am ersten Stempel, hervorgerufen durch die Außermittigkeit des Kopfstücks, durch die Anpassung der

Asymmetrie der Form sich verbessert hat.

[0032] Die Asymmetrie, die einzustellen ist, kann hierbei mittels eines Katalogs an unterschiedlichen Maßnahmen ermittelt werden, wie sie oben schon beschreiben wurden. Es besteht die Möglichkeit, mit einer Grundkonfiguration zu beginnen. Sodann können in einem ersten Entwurf verschiedene Maßnahmen angewendet und so dann gegeneinander bewertet werden. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, eine Vorgabe an miteinander zu kombinierenden Maßnahmen einzustellen. Auf Basis dieser Vorgabe kann sodann mittels eines computerbasierten Berechnungsprogramms eine Prüfung hinsichtlich der Kompensation von aufgebrachtem Pressdruck durch den modellierten Stempel erfolgen. Fällt hierbei auf, dass das Modell des Stempels noch nicht in allen Bereichen diejenigen Ergebnisse zeigt, die vorgebar sind, besteht beispielsweise die Möglichkeit der weiteren Anpassung. Dieses kann über einen entsprechenden Algorithmus erfolgen, der zumindest soweit einstellbar ist, dass dieser Vorgaben enthält, durch welche Maßnahme oder Maßnahmen eine weitere Anpassung erfolgen sollte.

[0033] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass eine Randbedingung eingestellt wird, nach der der Stempel unter Presslast ohne Verschiebung in eine Kipprichtung reagiert. So kann beispielsweise vorgebar sein, dass der Stempel starr bleibt. Auch kann vorgebar sein, dass dieser ein gleichmäßiges Einfedern in axialer Richtung aufweist.

[0034] Bevorzugt ist es, wenn eine Topologieoptimierung am ersten Stempel erfolgt, wobei mittels zumindest eines Optimierungsalgorithmus' in einem vorgebbaren Designraum überprüft wird, durch welche Materialweglassung ein Verhalten des Stempels unter Presskraft die vorgebbaren Randparameter einhält, wobei der Designraum so eingestellt wird, dass dieser eine sich vom Kopfstück zum Fußstück verbreiternde Form des ersten Stempels umfasst. Vorzugsweise gehen der Materialweglassung ein oder mehrere Materialaufdickungen vorher oder folgen nach. Beispielsweise kann hierfür die Topologieoptimierung verlassen werden, Material mittels CAD aufgetragen werden und erneut in die Topologieoptimierung gegangen werden.

[0035] Weiterhin bevorzugt ist es, wenn das Verfahren ein Baukastensystem nutzt, aus dem verschiedene Teile eines Stempels jeweils als Modul entnehmbar und zusammensetzbar sind, wobei das jeweilige Modul unterschiedliche Geometrien, unterschiedliche Werkstoffe und unterschiedliche Herstellungsverfahren miteinander verbindet.

[0036] Gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig von der obigen Sinterpresse und dem obigen Verfahren, wie auch jeweils abhängig davon sein kann, wird ein erster Stempel bevorzugt für eine Sinterpresse vorgeschlagen, wobei der erste Stempel eine asymmetrische Form in einem Bereich zwischen Kopfstück und Fußstück aufweist, mit einem Kopfstück, das außermittig und asymmetrisch zu einer Axialachse

der Sinterpresse ist. Des Weiteren kann ein derartiger erster Stempel ein oder mehrere Merkmale aufweisen, wie sie weiter oben schon oder auch noch nachfolgend im Zusammenhang mit der Sinterpresse beschrieben sind. Der erste Stempel ist bevorzugt ineinander verfahrbar mit einem zweiten Stempel, der ebenfalls ein Kopfstück aufweist, das außermittig und asymmetrisch zu einer Axialachse der Sinterpresse ist.

[0037] Gemäß wiederum einem weiteren Gedanken der Erfindung, der unabhängig von einem oder mehreren der obigen Gedanken, wie auch jeweils abhängig davon sein kann, wird ein Verfahren zum Verpressen zumindest eines pulverförmigen Werkstoffs in einer Sinterpresse zu einem zu sinternden Grünling vorgeschlagen, mit einem Einfahren von Oberstempeln und Unterstempeln in eine Matrize, mit einem Befüllen der Matrize mit dem pulverförmigen Werkstoff und mit einem Verpressen des pulverförmigen Werkstoffs, wobei ein Grünling gebildet wird, der eine zu einer Axialachse der Sinterpresse unsymmetrische Geometrie mittels eines ersten Stempels erhält, wobei der erste Stempel eine asymmetrische Wandung aufweist und bei einem Einfahren und Ausfahren in die Matrize berührungslos an dieser vorbeifährt. Mittels dieses Vorganges wird ein Schleifen, insbesondere eine Seitenreibung während des Verfahrens in der Matrize, besonders bei Einwirken eines Pressdrucks vermieden. Hierbei wird bevorzugt ein Ausgleich eines wirkenden Biegemoments, aufgrund der asymmetrischen Belastung entlang der Axialachse, aufgrund der außermittigen Anordnung des Kopfstückes, aufgrund der Konstruktion des ersten Stempels aufweisend die asymmetrische Wandung erzielt. Die Kompensation des Biegemoments erfolgt dadurch im Stempel selbst, ohne dass es zu einem Durchbiegen, einem seitlichen Neigen oder einer sonstigen Verformung kommt, die zu einem Reiben des Kopfstückes an einer dazu benachbarten Fläche führen.

[0038] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus den nachfolgenden Figuren hervor, die mit anderen Merkmalen der Erfindung auch aus der Beschreibung verknüpfbar sind. Einzelne Merkmale aus einzelnen Figuren sind nicht auf diese beschränkt. Vielmehr können ein oder mehrere Merkmale aus ein oder mehreren Figuren, wie auch aus der Beschreibung zusammen weitere Ausgestaltungen bilden. Insbesondere sind die Figuren nicht beschränkend, sondern beispielhaft auszulegen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schrägansicht auf einen Ausschnitt einer Sinterpresse mit einem Stempelwerkzeug mit zwei Stempeln, deren asymmetrische Kopfstücke in einer Matrize verfahrbar sind,

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Sinterpresse aus Fig. 1,

Fig. 3 bis 6 die Sinterpresse aus den Fig. 1 und 2 vergleichend in verschiedenen Darstellungen,

Fig. 7 eine Schrägansicht auf einen Ausschnitt einer weiteren Ausführungsform einer Sinterpresse mit einem Stempelwerkzeug mit zwei Stempeln, bei der Biegemomente durch die Gestaltung der Stempel kompensiert werden können,

Fig. 8 eine Schrägansicht auf die beiden Stempel aus Fig. 7, und

Fig. 9 eine Schrägansicht auf einen der beiden Stempel aus Fig. 7 und Fig. 8.

[0039] Fig. 1 zeigt in einer Schrägansicht einen Ausschnitt aus einer Sinterpresse 12 mit einem Stempelwerkzeug 36 mit zwei Stempeln (einem ersten Stempel 1 und einem zweiten Stempel 2), deren Kopfstücke (erstes Kopfstück 3 und zweites Kopfstück 4) in einer Matrize 5 verfahrbar sind. Durch dieses Verfahren der Kopfstücke 3, 4 kann in der Matrize 5 ein Grünling 7 aus Pulver geformt werden. Die Matrize 5 weist eine Matrizenaußenwand 30 auf, innerhalb derer der Grünling 7 geformt werden kann, wobei das jeweilige Kopfstück 3, 4 auf eine Stirnfläche 35 des Grünlings 7 einwirken kann. Die beiden Kopfstücke 3, 4 sind jeweils für sich asymmetrisch zu einer Axialachse 6 der Sinterpresse 12 ausgeführt und außermittig zu der Axialachse 6 angeordnet. Der erste Stempel 1 stellt in dieser Ausführungsform einen Oberstempel 28 dar und der zweite Stempel 2 einen Unterstempel 29. Der erste Stempel 1 ist entlang einer ersten Bewegungsachse 33 bewegbar, der zweite Stempel 2 entlang einer zweiten Bewegungsachse 34.

[0040] Schematisch eingezeichnet ist weiterhin ein Pulverspeicher 31 zur Befüllung der Matrize 5 der Sinterpresse 12 mit einem sinterfähigen Pulvermaterial 32, aus dem der Grünling 7 geformt werden kann. Der Grünling 7, der in der gezeigten beispielhaften Ausführung eine zu der Axialachse 6 nicht-rotationssymmetrische Form aufweist, kann nach Einwirken der Presskraft über die Stempel 1, 2 so entlastet werden, dass eine Rissbildung im Grünling 7 verhindert wird. Daher ist die jeweilige Geometrie des ersten Stempels 1 und des zweiten Stempels 2 vorzugsweise derart ausgeführt, dass nicht nur eine interne Kompensation eines Biegemoments erfolgen kann. Vielmehr sind beide Stempel 1, 2 vorzugsweise derart ausgeführt, dass deren elastisches Verhalten beim Entlasten von der Presskraft gleich ist. Bei Entlastung beider Stempel 1, 2 kann es damit zu einer gleichmäßigen Entlastung des Grünlings 7 über die gesamte Stirnfläche 35 des Grünlings 7 kommen. Dies kann das Auftreten von ungleichmäßigen Spannungen und damit von eventuell ungleichmäßig verteilten Scherkräften verhindern, die zu einer Scherung im Material des Grünlings 7 und damit zu einer Rissbildung im Grünling 7 führen können. Hierzu wird auch auf den oben schon genannten Stand der Technik und auf die weiter oben beschriebenen Möglichkeiten verwiesen, die sich aus der Gestaltung der Stempel 1, 2 ergeben.

[0041] Der erste Stempel 1 ist in den zweiten Stempel

2 verfahrbar. Beide Stempel 1, 2 weisen jeweils einen kegelförmigen Abschnitt (erster kegelförmiger Abschnitt 13 und zweiter kegelförmiger Abschnitt 14) an einem jeweiligen Fußstück (erstes Fußstück 17 und zweites Fußstück 18) und einen geraden Abschnitt (erster gerader Abschnitt 15 und zweiter gerader Abschnitt 16) an dem jeweiligen Kopfstück 3, 4 auf. Durch das Vorliegen der kegelförmigen Abschnitte 13, 14 und der geraden Abschnitte 15, 16 wird die oben beschriebene Asymmetrie realisiert. Diese Asymmetrie ist durch eine Kombination von Zylinderringform und Kegelingform gebildet. Dabei ist die Zylinderringform hier durch die geraden Abschnitte 15, 16 realisiert. Die Kegelingform ist hier durch die kegelförmigen Abschnitte 13, 14 realisiert. Zwischen kegelförmigen Abschnitten 13, 14 und geraden Abschnitten 15, 16 existiert ein Übergang. Durch diese Gestaltung verschlankt sich der jeweilige Stempel 1, 2 vom jeweiligen Fußstück 17, 18 hin zum jeweiligen Kopfstück 3, 4. Die Bezeichnung Fußstück 17, 18 wird hier synonym mit dem auch gebräuchlichen Begriff "Stempelfuß" verwendet und die Bezeichnung Kopfstück 3, 4 synonym mit dem auch gebräuchlichen Begriff "Stempelkopf" verwendet. Durch diese Geometrie der Stempel 1, 2 kann eine Kompensation eines Biegemoments erreicht werden. Dazu können z. B. eine unterschiedliche Wandungsdicke, Wandöffnungen und/oder schräge Übergänge zwischen dem jeweiligen geraden Abschnitt 15, 16 und dem jeweiligen kegelförmigen Abschnitt 13, 14 des jeweiligen Stempels 1, 2 beitragen.

[0042] Die Geometrien der Stempel 1, 2 sind voneinander verschieden, insbesondere sowohl hinsichtlich des jeweiligen geraden Abschnitts 15, 16, wie auch hinsichtlich des jeweiligen kegelförmigen Abschnitts 13, 14. Dies kann aufgrund von unterschiedlich auftretenden Kräften, sowie aufgrund von unterschiedlichen Abmessungen der Stempel 1, 2 vorteilhaft sein.

[0043] Auch ein Spreizwinkel 19 (d. h. ein Kegel-Öffnungswinkel) des jeweiligen kegelförmigen Abschnitts 13, 14 kann bei den beiden Stempeln 1, 2 unterschiedlich groß sein. Der Übersichtlichkeit wegen ist der Spreizwinkel 19 nur für den zweiten Stempel 2 eingezeichnet. In einer Endstellung befinden sich die jeweiligen Fußstücke 17, 18 vorzugsweise auf verschiedenen Ebenen.

[0044] Bevorzugt werden derartige Stempel in Sinterpressen eingesetzt, wie sie aus der noch nicht veröffentlichten Anmeldung DE 10 2014 201 966 der Anmelderin mit dem Titel "Pulverpresse mit kegeligem Unterbau" hervorgehen, auf die diesbezüglich vollumfänglich im Rahmen der Offenbarung Bezug genommen wird.

[0045] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die Sinterpresse 12 aus Fig. 1, insbesondere durch die beiden Stempel 1, 2 und die Matrize 5. Zu erkennen ist hier besonders deutlich die Ausführung des Übergangs zwischen den jeweiligen kegelförmigen Abschnitten 13, 14 und den jeweiligen geraden Abschnitten 15, 16 der beiden Stempel 1, 2. Die kegelförmigen Abschnitte 13, 14 weisen jeweils eine Wanddicke 20 einer Wandung 23 auf, die an unterschiedlichen Stellen der kegelförmigen

Abschnitte 13, 14 unterschiedlich groß ist. Weiterhin ist eine Wandöffnung 21 eingezeichnet. Die Fig. 2 zeigt die Asymmetrie der Stempel 1, 2 bezüglich der Axialachse 6 deutlicher, als die Fig. 1.

[0046] Die Fig. 3 bis 6 zeigen die Sinterpresse 12 aus den Fig. 1 und 2 vergleichend in verschiedenen Darstellungen. Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht von außen, Fig. 4 eine Seitenansicht von außen, Fig. 5 eine Querschnittsansicht aus der gleichen Perspektive, wie der in Fig. 4 dargestellten und Fig. 6 eine Draufsicht von außen. Hinsichtlich der verwendeten Bezugszeichen wird auf die obige Beschreibung der Fig. 1 und 2 verwiesen.

[0047] Fig. 7 zeigt eine perspektivische Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform einer Sinterpresse 12 mit einem Stempelwerkzeug 36, das zwei Stempel (einen inneren Stempel 8 und einen äußeren Stempel 9) aufweist, die in einer Matrize 5 verfahrbar sind. In dieser Ausführungsform stellt der äußere Stempel 9 einen Oberstempel 28 und der innere Stempel 8 einen Unterstempel 29 dar. Die beiden Kopfstücke 10, 11 sind jeweils für sich asymmetrisch zu einer Axialachse 6 der Sinterpresse 12 ausgeführt und außermittig zu der Axialachse 6 angeordnet.

[0048] In der Matrize 5 kann ein Grünling 7 aus Pulver geformt werden. Beide Stempel 8, 9 sind derart ausgeführt, dass ein Biegemoment, das an dem jeweiligen Stempel 8, 9 anliegen kann, kompensiert werden kann. Der innere Stempel 8 weist ein inneres Kopfstück 11 auf, das innerhalb eines äußeren Kopfstücks 10 des äußeren Stempels 9 verfahrbar ist. Das äußere Kopfstück 10 des äußeren Stempels 9 umgibt hierbei das innere Kopfstück 11, was in der Querschnittsdarstellung als ein Umgeben von zwei Seiten dargestellt ist. Auch hier wird die Bezeichnung Kopfstück 10, 11 synonym mit dem auch gebräuchlichen Begriff "Stempelkopf" verwendet. Durch die gezeigte Anordnung kann eine Biegeineigung der beiden Stempel 8, 9 reduziert werden. Damit kann eine Reibung zwischen den Stempeln 8, 9 untereinander, aber auch mit der Matrize 5 reduziert, insbesondere sogar vollständig eliminiert werden.

[0049] Fig. 8 zeigt einen Teil der Sinterpresse 12 aus Fig. 7 in einer Schrägansicht von außen. Zu erkennen sind der innere Stempel 8 mit dem inneren Kopfstück 11 und der äußerer Stempel 9 mit dem äußeren Kopfstück 10. Der äußere Stempel 9 weist einen Materialausschnitt 22 auf, der als ein Durchbruch durch eine Wandung 23 des äußeren Stempels 9 realisiert ist. Der Materialausschnitt 22 stellt eine der weiter oben beschriebenen Materialöffnungen dar, durch die die Asymmetrie des jeweiligen Stempels 8, 9 erzielt werden kann. Der Materialausschnitt 22 dient insbesondere dazu (wie ebenfalls weiter oben beschrieben) eine Asymmetrie im jeweiligen Stempel 8, 9 zu schaffen. Der Materialausschnitt 22 bzw. die Asymmetrie dient gegebenenfalls außerdem dazu einen Biegeausgleich zu schaffen, wodurch zum Beispiel einem Biegen des jeweiligen Kopfstücks 10, 11 bzw. des jeweiligen Stempels 8, 9 in eine Richtung entgegengewirkt wird. Der Materialausschnitt 22 weist eine Längs-

erstreckung 24 auf, die größer ist, als eine Umfangserstreckung 25.

[0050] Fig. 9 zeigt eine Schrägansicht des äußeren Stempels 9 aus Fig. 7 und Fig. 8, wobei der innere Stempel 8 in dieser Darstellung nicht gezeigt ist. Der äußere Stempel 9 weist Verdickungen 26 der Wandung 23, insbesondere in Form von Verstärkungen 27 auf. Weiterhin weist der äußere Stempel 9 Materialausschnitte 22 (von denen einer gezeigt ist) in der Wandung 23 auf. Die Verdickungen 26 und die Materialausschnitte 22 können dazu beitragen, eine Biegeneigung des äußeren Stempels 9 zu verringern.

Bezugszeichenliste

[0051]

- | | |
|----|---------------------------------|
| 1 | erster Stempel |
| 2 | zweiter Stempel |
| 3 | erstes Kopfstück |
| 4 | zweites Kopfstück |
| 5 | Matrize |
| 6 | Axialachse |
| 7 | Grünling |
| 8 | innerer Stempel |
| 9 | äußerer Stempel |
| 10 | äußeres Kopfstück |
| 11 | inneres Kopfstück |
| 12 | Sinterpresse |
| 13 | erster kegelförmiger Abschnitt |
| 14 | zweiter kegelförmiger Abschnitt |
| 15 | erster gerader Abschnitt |
| 16 | zweiter gerader Abschnitt |
| 17 | erstes Fußstück |
| 18 | zweites Fußstück |
| 19 | Spreizwinkel |
| 20 | Wanddicke |
| 21 | Wandöffnung |
| 22 | Materialausschnitt |
| 23 | Wandung |
| 24 | Längserstreckung |
| 25 | Umfangserstreckung |
| 26 | Verdickung |
| 27 | Verstärkung |
| 28 | Oberstempel |
| 29 | Unterstempel |
| 30 | Matrizenaußenwand |
| 31 | Pulverspeicher |
| 32 | Pulvermaterial |
| 33 | erste Bewegungsachse |
| 34 | zweite Bewegungsachse |
| 35 | Stirnfläche |
| 36 | Stempelwerkzeug |

Patentansprüche

1. Stempelwerkzeug (36) einer Sinterpresse (12), in

der Grünlinge (7) aus einem Pulvermaterial durch Verpressen herstellbar sind; mit zumindest einem Unterstempel (29) und einem Oberstempel (28), wobei ein erster Stempel (1) von Oberstempel (28) und/oder Unterstempel (29) ein Kopfstück (3) hat, wobei das Kopfstück (3) auf eine Stirnfläche (35) eines Grünlings (7) einwirkt, wobei das Kopfstück (3) asymmetrisch zu einer Axialachse (6) der Stempel-
 presse ist, so dass eine beim Verpressen wirkende Axialkraft beabstandet zu der Axialachse (6) auf den ersten Stempel (1) einwirkt, wobei der erste Stempel (1) eine sich von dem Kopfstück (3) zu einem Fußstück (17) verbreiternde Geometrie aufweist, die zu der Axialachse (6) der Stempel-
 presse auch asymmetrisch ist, wobei die asymmetrische Geometrie zwischen Kopfstück (3) und Fußstück (17) eine Versteifung des ersten Stempels (1) ist, die an die Unsymmetrie des Kopfstücks (3) angepasst zum Auf-
 fangen eines Kippmoments am ersten Stempels (1) dient.

2. Stempelwerkzeug (36) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Stempel (1) zwischen Kopfstück (3) und Fußstück (17) eine sich verbreiternde Hohlstruktur aufweist, die auf gleicher Höhe entlang eines senkrechten Querschnitts zu der Axialachse (6) der Stempel-
 presse eine unterschiedliche Materialdicke aufweist.

3. Stempelwerkzeug (36) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Stempel (1) ein zusammengesetzter Stempel mit Kopfstück (3), Mittelteil, Unterteil und Fußstück (17) ist.

4. Stempelwerkzeug (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehbewegung des ersten Stempels (1) möglich ist, vorzugsweise für einen Spielausgleich.

5. Stempelwerkzeug (36) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Stempel (1) und ein zweiter Stempel (2) ineinander verfahrbar sind, wobei der erste Stempel (1) und der zweite Stempel (2), jeweils ein Kopf-
 stück (3, 4) haben, das asymmetrisch zu der Axialachse (6) der Sinterpresse (12) ist, wobei der erste Stempel (1) und der zweite Stempel (2), jeweils eine sich von dem Kopfstück (3, 4) zum Fußstück (17, 18) verbreiternde Geometrie aufweisen, die zu der Axialachse (6) der Sinterpresse (12) auch asymmetrisch sind.

6. Stempel (1) eines Stempelwerkzeugs (36) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Stempel (1) zum Einsatz in einer Sinterpresse (12) dient, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stempel (1) vom Kopfstück (3) zum Fußstück (17) hin eine zu einer Axialachse (6) des Stempels (1) unsymmetrische Er-

weiterung aufweist.

7. Verfahren zum Verpressen zumindest eines pulverförmigen Werkstoffs in einer Sinterpresse (12) zu einem Grünling (7), mit einem Einfahren von Oberstempeln (28) und Unterstempeln (29) in eine Matrize (5), mit einem Befüllen der Matrize (5) mit dem pulverförmigen Werkstoff und mit einem Verpressen des pulverförmigen Werkstoffs, wobei ein später zu sinternder Grünling (7) gebildet wird, der eine, zu einer Axialachse (6) der Sinterpresse (12) unsymmetrische, Geometrie mittels eines Stempelwerkzeugs (36) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 erhält, bei dem eine unsymmetrische Erweiterung vom Kopfstück (3) hin zum Fußstück (17) eines Stempels (1) genutzt wird, einen Seitenversatz dieses Stempels (1) zu einer Axialachse (6) der Sinterpresse beim Verpressen auszugleichen.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine abgestimmte Entspannung der Stempel (1, 2) des Stempelwerkzeugs (36) beim Ausfahren aus der Matrize (5) abgestimmt aufeinander erfolgt, ohne dass eine Ausgleichssteuerung oder Ausgleichsregelung an der Sinterpresse (12) zum Ausgleichen von Unterschieden zwischen einzelnen Entspannungsvorgängen beim Verfahren der Stempel (1, 2) vom Grünling (7) weg zum Einsatz kommt.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Verpressen zumindest der asymmetrisch zu einer Axialachse (6) der Sinterpresse (12) verlaufende Stempel (1) des Stempelwerkzeugs (36) aus mehreren Einzelstücken zusammengesetzt und in die Sinterpresse (12) eingebaut wird.

Claims

1. Punch tool (36) of a sintering press (12), in which green products (7) are producible by compressing of a powder material; having at least one lower punch (29) and one upper punch (28), wherein a first punch (1) of upper punch (28) and/or lower punch (29) has a head piece (3), wherein the head piece (3) acts on a face surface (35) of the green product (7), wherein the head piece (3) is asymmetrical with respect to an axial axis (6) of the punch press, so that an axial force that acts spaced apart from the axial axis (6) on the first punch (1), wherein the first punch (1) has a geometry which widens from the head piece (3) to a foot piece (17) and which is also asymmetrical with respect to the axial axis (6) of the punch press; wherein the asymmetrical geometry between head piece (3) and foot piece (17) is a stiffening of the first punch (1), which, in a manner adapted to the asym-

metry of the head piece (3), serves for accommodating a tilting moment on the first punch (1).

2. Punch tool (36) as claimed in claim 1, **characterized in that** the first punch (1) has, between head piece (3) and foot piece (17), a widening hollow structure which has a varying material thickness at a constant height along a cross section perpendicular to the axial axis (6) of the punch press.
3. Punch tool (36) as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the first punch (1) is an assembled punch with a head piece (3), middle part, lower part and foot piece (17).
4. Punch tool (36) as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** a rotational movement of the first punch (1) is possible, preferably for play compensation purposes.
5. Punch tool (36) as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the first punch (1) and a second punch (2) are movable one inside the other, wherein the first punch (1) and the second punch (2) each have a head piece (3, 4) which is asymmetrical with respect to the axial axis (6) of the sintering press (12), wherein the first punch (1) and the second punch (2) each have a geometry which widens from the head piece (3, 4) to the foot piece (17, 18), which geometries are also asymmetrical with respect to the axial axis (6) of the sintering press (12).
6. Punch (1) of a punch tool (36) as claimed in one of claims 1 to 5, wherein the punch (1) serves for use in a sintering press (12), **characterized in that** the punch (1) has, from the head piece (3) toward the foot piece (17), a widening which is asymmetrical with respect to an axial axis (6) of the punch (1).
7. Method for compressing at least one powder material in a sintering press (12) to form a green product (7), comprising a movement of upper punches (28) and lower punches (29) into a die (5), comprising a filling of the die (5) with the powder material, and comprising a compression of the powder material, wherein a green product (7) for sintering at a later point in time is formed, which green product has a geometry asymmetrical with respect to an axial axis (6) of the sintering press (12) imparted to it by means of a punch tool (36) as claimed in one of claims 1 to 6, wherein an asymmetrical widening from the head piece (3) toward the foot piece (17) of a punch (1) is utilized to compensate a lateral offset of said punch (1) with respect to an axial axis (6) of the sintering press during the compression process.
8. Method as claimed in claim 7, **characterized in that** a coordinated release of stress from the punches (1,

2) of the punch tool (36) during the movement out of the die (5) is performed in an inter-coordinated manner without open-loop equalization control or closed-loop equalization control being used on the sintering press (12) for the equalization of differences between individual stress release processes during the movement of the punches (1, 2) away from the green product (7).

9. Method as claimed in claim 7 or 8, **characterized in that**, before the compression process, at least that punch (1) of the punch tool (36) which runs asymmetrically with respect to an axial axis (6) of the sintering press (12) is assembled from multiple individual pieces and installed into the sintering press (12).

Revendications

1. Outil à poinçonner (36) d'une presse à fritter (12), dans lequel des ébauches crues (7) peuvent être fabriquées à partir d'un matériau en poudre par compression; comprenant au moins un poinçon inférieur (29) et un poinçon supérieur (28), un premier poinçon (1) parmi le poinçon supérieur (28) et/ou le poinçon inférieur (29) présentant une pièce de tête (3), la partie de tête (3) agissant sur une surface frontale (35) d'une ébauche crue (7), la pièce de tête (3) étant asymétrique par rapport à un axe axial (6) de la presse à poinçonner, de telle sorte qu'une force axiale agissant lors de la compression agisse sur le premier poinçon (1) à distance de l'axe axial (6), le premier poinçon (1) présentant une géométrie qui s'élargit depuis la pièce de tête (3) vers une pièce de base (17), qui est également asymétrique par rapport à l'axe axial (6) de la presse à poinçonner, la géométrie asymétrique entre la pièce de tête (3) et la pièce de base (17) étant un renfort du premier poinçon (1), qui sert à l'amortissement d'un couple de basculement sur le premier poinçon (1) de manière adaptée à l'asymétrie de la pièce de tête (3).
2. Outil à poinçonner (36) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier poinçon (1) présente entre la pièce de tête (3) et la pièce de base (17) une structure creuse qui s'élargit, qui présente une épaisseur de matériau différente à une même hauteur le long d'une section transversale perpendiculaire par rapport à l'axe axial (6) de la presse à poinçonner.
3. Outil à poinçonner (36) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le premier poinçon (1) est un poinçon composé comprenant une pièce de tête (3), une partie centrale, une partie inférieure et une pièce de base (17).
4. Outil à poinçonner (36) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce**

qu'un mouvement de rotation du premier poinçon (1) est possible, par exemple pour une compensation du jeu.

5. Outil à poinçonner (36) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier poinçon (1) et un deuxième poinçon (2) peuvent être déplacés l'un dans l'autre, le premier poinçon (1) et le deuxième poinçon (2) présentant chacun une pièce de tête (3, 4), qui est asymétrique par rapport à l'axe axial (6) de la presse à fritter (12), le premier poinçon (1) et le deuxième poinçon (2) présentant chacun une géométrie qui s'élargit depuis la pièce de tête (3, 4) vers la pièce de base (17, 18), qui est également asymétrique par rapport à l'axe axial (6) de la presse à fritter (12).
6. Poinçon (1) d'un outil à poinçonner (36) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, le poinçon (1) servant à une utilisation dans une presse à fritter (12), **caractérisé en ce que** le poinçon (1) présente un élargissement asymétrique par rapport à un axe axial (6) du poinçon (1) depuis la pièce de tête (3) vers la pièce de base (17).
7. Procédé de compression d'au moins un matériau en poudre dans une presse à fritter (12) en une ébauche crue (7), comprenant une introduction de poinçons supérieurs (28) et de poinçons inférieurs (29) dans une matrice (5), comprenant un remplissage de la matrice (5) avec le matériau en poudre et comprenant une compression du matériau en poudre, une ébauche crue à fritter ultérieurement (7) étant formée, qui obtient une géométrie asymétrique par rapport à un axe axial (6) de la presse à fritter (12) au moyen d'un outil à poinçonner (36) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, selon lequel un élargissement asymétrique depuis la pièce de tête (3) vers la pièce de base (17) d'un poinçon (1) est utilisé pour compenser un décalage latéral de ce poinçon (1) par rapport à un axe axial (6) de la presse à fritter lors de la compression.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'une** détente coordonnée des poinçons (1, 2) de l'outil à poinçonner (36) a lieu de manière coordonnée les uns par rapport aux autres lors de la sortie de la matrice (5), sans qu'une commande de compensation ou un réglage de compensation ne soit utilisé sur la presse à fritter (12) pour la compensation de différences entre des processus de détente individuels lors de l'éloignement des poinçons (1, 2) de l'ébauche crue (7).
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce qu'avant** la compression, au moins le poinçon (1) asymétrique par rapport à un axe axial (6) de la presse à fritter (12) de l'outil à poinçonner (36) est

composé à partir de plusieurs pièces individuelles
et monté dans la presse à fritter (12).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

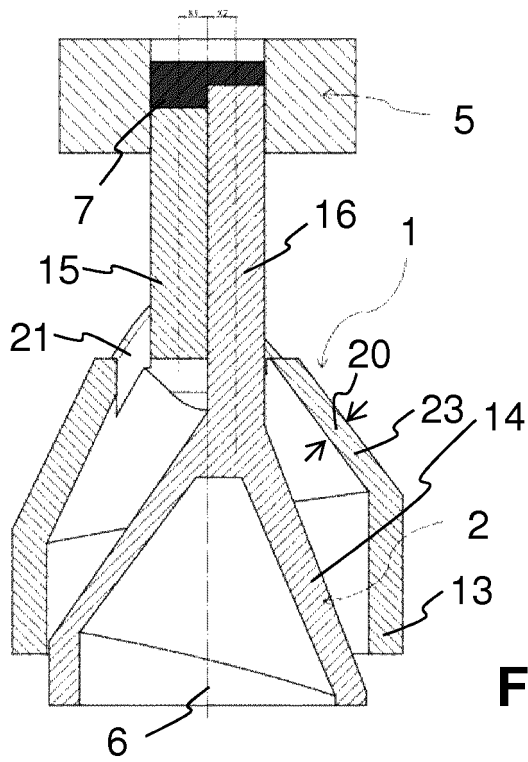
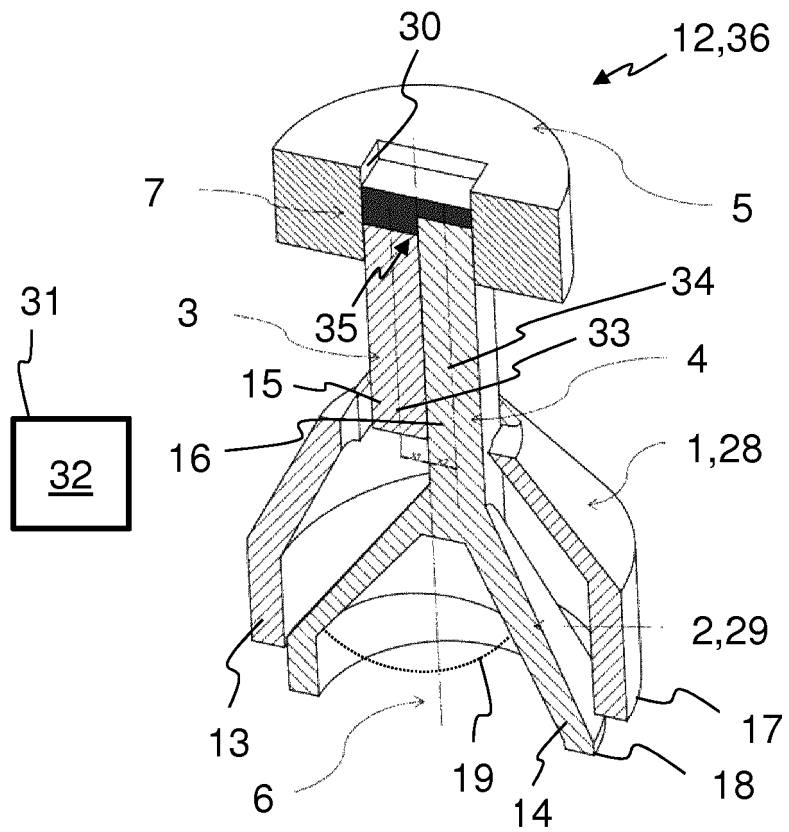


Fig. 2

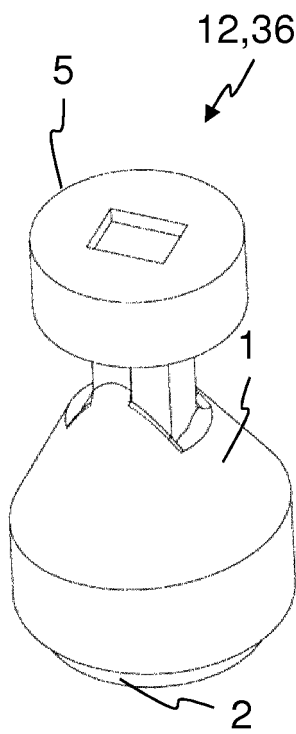


Fig. 3

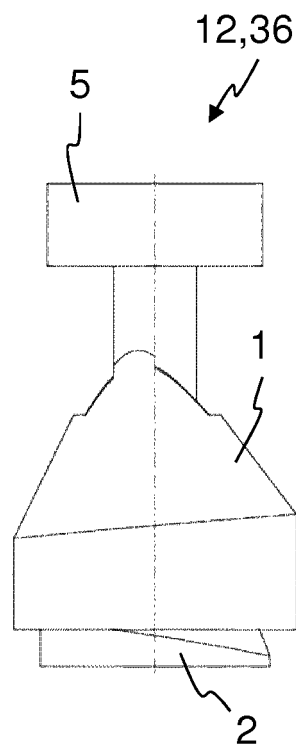


Fig. 4

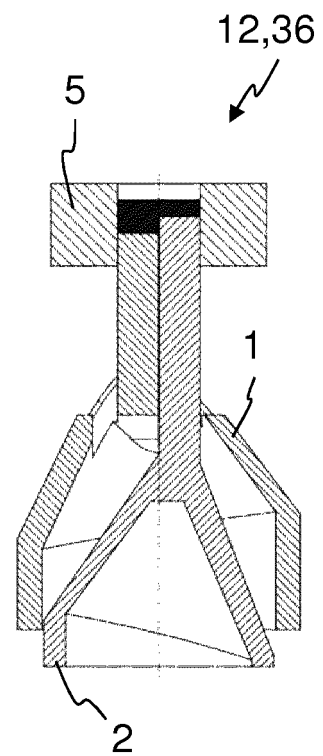


Fig. 5

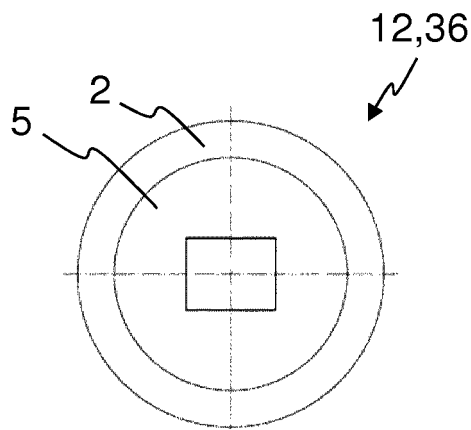


Fig. 6

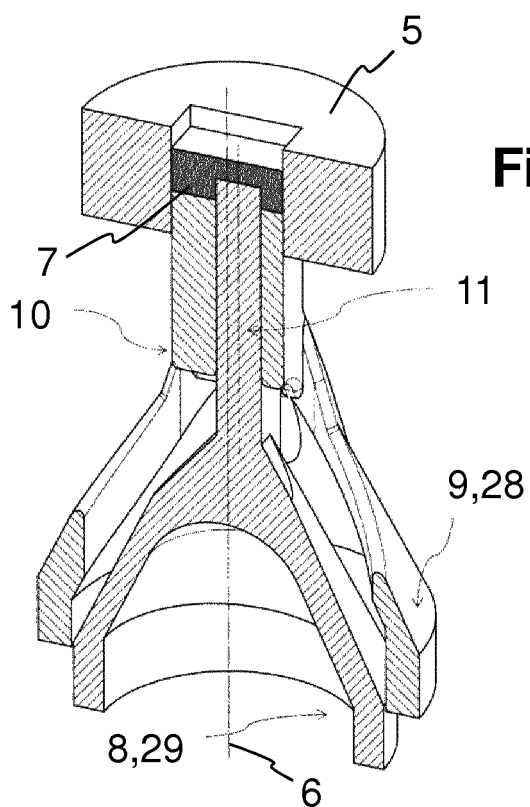


Fig. 7

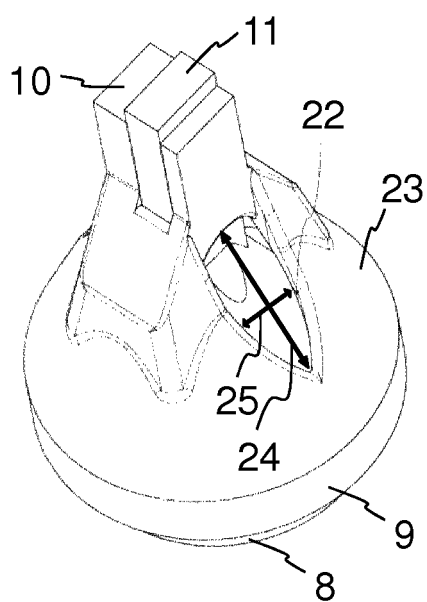


Fig. 8

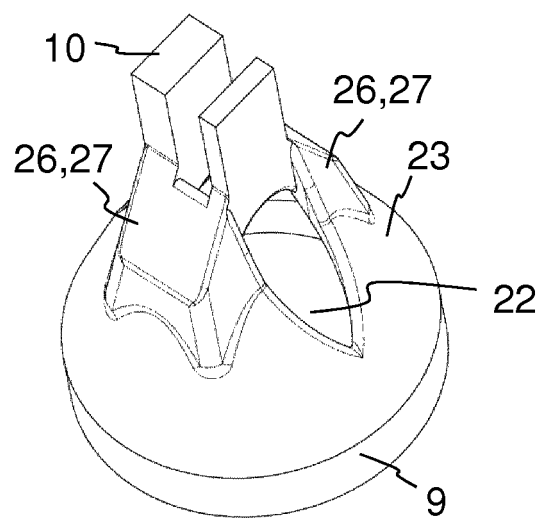


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- SU 1041209 A1 **[0003]**
- JP 2014100738 A **[0004]**
- JP 2014001429 A **[0004]**
- JP 2010031331 A **[0004]**
- DE 102014003726 **[0023]**
- DE 10201501784 **[0023]**
- DE 10201501785 **[0023]**
- DE 102014201966 **[0044]**