

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50489/2022
(22) Anmeldetag: 05.07.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2024

(51) Int. Cl.: **B22F 1/10** (2022.01)
B22F 1/105 (2022.01)
B22F 1/107 (2022.01)
B22F 3/12 (2006.01)
B30B 15/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2004037468 A1
JP H11140505 A
EP 3272443 A1
WO 03015962 A1

(71) Patentanmelder:
Miba Sinter Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

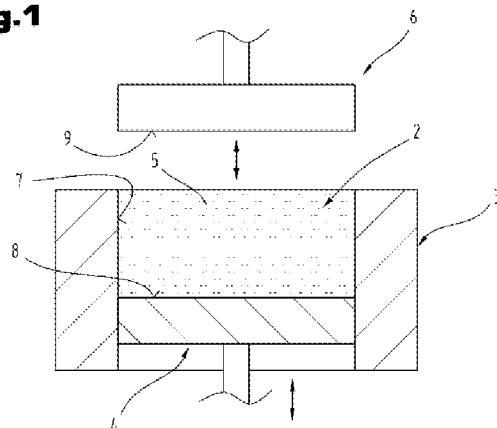
(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Sinterpulver**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (1) aus einem metallischen Sinterpulver (2), umfassend die Schritte:

- Bereitstellen des Sinterpulvers (2),
- Pressen des Sinterpulvers (2) zu einem Grünling in einer Pressform (3),
- Sintern des Grünlings,
- wobei dem Sinterpulver (2) ein erstes Schmiermittel zugesetzt wird,
- und wobei die Pressform (3) zumindest in einem Teilbereich der Oberfläche (7), in dem des Sinterpulvers (2) an der Pressform (3) anliegt, ein weiteres Schmiermittel aufgebracht wird, das eine kinematische Viskosität bei 20 °C zwischen 100 cSt und 450 cSt aufweist.

Fig.1



Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (1) aus einem metallischen Sinterpulver (2), umfassend die Schritte:

- Bereitstellen des Sinterpulvers (2),
- Pressen des Sinterpulvers (2) zu einem Grünling in einer Pressform (3),
- Sintern des Grünlings,
- wobei dem Sinterpulver (2) ein erstes Schmiermittel zugesetzt wird,
- und wobei die Pressform (3) zumindest in einem Teilbereich der Oberfläche (7), in dem des Sinterpulvers (2) an der Pressform (3) anliegt, ein weiteres Schmiermittel aufgebracht wird, das eine kinematische Viskosität bei 20 °C zwischen 100 cSt und 450 cSt aufweist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem metallischen Sinterpulver, umfassend die Schritte: Bereitstellen des Sinterpulvers, Pressen des Sinterpulvers zu einem Grünling in einer Pressform, Sintern des Grünlings, wobei dem Sinterpulver ein erstes Schmiermittel zugesetzt wird, und wobei die Pressform zumindest in einem Teilbereich der Oberfläche, in dem das Sinterpulver an der Pressform anliegt, ein weiteres Schmiermittel aufgebracht wird.

Weiter betrifft die Erfindung ein Bauteil aus einem metallischen Sinterpulver.

Es ist bekannt in der Herstellung von Grünlingen für Sinterbauteile Schmiermittel zu verwenden. So beschreibt z.B. die EP 1 440 751 B1 ein Verfahren zur Herstellung eines gesinterten Körpers, der zumindest Zähne eines Kettenrads bildet, umfassend gesinterte Metallpartikel, die eine gesinterte Struktur bilden und eine maximale Partikelgröße von 100 µm oder kleiner aufweisen, und Kohlenstoff, der in der gesinterten Struktur in einer Menge von 0,05 bis 1,0 Gew.% auf der Grundlage einer Gesamtmasse des gesinterten Körpers verteilt ist, mit den Verfahrensschritten Herstellen einer Metallpulvermischung, wobei die Metallpulvermischung ein Feinmetallpulver mit einer Partikelgröße von 75 µm oder kleiner, ein Graphitpulver in einer Menge von 0,1 bis 1,0 Gew.% und ein Pulverschmiermittel in einer Menge von 0,05 bis 0,80 Gew.% auf der Grundlage einer Gesamtmasse der Metallpulvermischung umfasst, Verdichten der Metallpulvermischung, um einen Grünling zu bilden; und Sintern des Grünlings, wobei die Metallpulvermischung verdichtet wird, während sie auf eine Temperatur von 100 °C oder höher erwärmt wird. Die Form zum Verdichten des Metallpulver wird auf eine Temperatur von 120 °C oder höher

vorgewärmt. Weiter kann vor dem Verdichten Schmiermittel auf die Form aufgebracht werden, wobei das Schmiermittel jenes ist, das auch der Pulvermischung zugesetzt wird.

Die US 2018/036984 A1 beschreibt ein Verfahren zum Bilden eines Presslings basierend auf einem Pressformverfahren, umfassend die Schritte: Einfüllen von Rohmaterialpulver in einen Hohlraum, der durch eine äußere Form und einen unteren Stempel gebildet wird oder durch eine äußere Form, einen unteren Stempel und einen Kernstab gebildet wird, Pressen des Rohmaterials zwischen einem Oberstempel und dem Unterstempel, um einen Pressling zu bilden, und Auspressen des Presslings aus der äußeren Form, wobei ein Schmierfilm aus einem Pressformschmiermittel, das ein Öl als Hauptkomponente enthält, auf mindestens einem Teil der Innenfläche der äußeren Form oder der Innenfläche der äußeren Form und der Außenumfangsfläche des Kernstabs gebildet wird und danach Sinterpulver in den Hohlraum gefüllt und zu dem Pressling gepresst wird, so dass das Dichteverhältnis des Presslings nicht weniger als 93 % beträgt. Das Pressformschmiermittel kann einen Festschmierstoff enthalten.

Der Einsatz von Schmiermitteln zur Herstellung von Grünlingen für die Sintertechnik ist weiter aus den Druckschriften JP 57-78993 B2, JP 2007-296551 A, JP 2003-096533 A, EP 0 973 624 B1, US 6,344,169 B2, JP 2001-181701 A, DE 11 2005 000 921 B4, EP 1 724 037 B1, JP 2009-120918 A, EP 1 170 075 B1, US 6,758,662 B2, JP 34-62378 B2, EP 0 775 186 B1, JPH09-104902 A, DE 26 33 062 B2, EP 1 563 986 B1, JP 2010-094688 A, EP 0 781 180 B1, JPS542910 A bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein hoch verdichtetes Bauteil aus einem metallischen Sinterpulver zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, nach dem vorgesehen ist, dass das zweite Schmiermittel eine kinematische Viskosität bei 20 °C zwischen 100 cSt und 450 cSt aufweist.

Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Bauteil gelöst, das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt ist, und das eine Mindestdichte von mindestens 93,5 % der Volldichte aufweist.

Von Vorteil ist dabei, dass einerseits eine verbesserte Verdichtbarkeit innerhalb des Bauteils und andererseits eine verbesserte Verdichtbarkeit in der Pressform ermöglicht wird. Überraschenderweise wurde dabei festgestellt, dass eine Viskosität des äußeren Schmiermittels im angegebenen Bereich sich positiv auf die Verpressbarkeit des Sinterpulvers auswirkt. Es ist damit eine Verringerung der Anhaftung des Sinterpulvers an der Oberfläche der Pressform erzielbar, sodass eine Schichtung des Sinterpulvers reduziert bzw. vermieden werden kann. Gleichzeitig kann aber mit dem Schmiermittels zwischen den Pulverpartikeln ein zu starkes Fließen vermieden werden, insbesondere wenn dieses pulverförmig ist, sodass also die Pulverpartikel nicht „weggepresst“ werden, sondern die Interaktion zwischen den Pulverpartikel aufrecht bleibt bzw. verstärkt wird.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste Schmiermittel ausgewählt wird aus einer ersten Schmiermittelgruppe umfassend Metallseifen, Amide und Verbundschmiermittel und Kombinationen daraus. Insbesondere diese Schmiermittel lassen sich relativ einfach mit einer hohen Gleichmäßigkeit der Verteilung in das Sinterpulver einmischen, womit im Grünling bereits höhere Dichten und geringere Dichteunterschiede realisiert werden können. Dies wiederum ermöglicht die Herstellung eines Bauteils, in dem die Dichteunterschiede weiter reduziert sind.

Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das weitere Schmiermittel ausgewählt wird aus einer weiteren Schmiermittelgruppe umfassend Mineralöle, Synthetische Öle und biogene Öle und Kombinationen daraus. Diese Schmiermittel können relativ einfach rückstandslos wieder von der Bauteiloberfläche entfernt werden, womit durch den Einsatz der externen Schmierung der Zusatzaufwand im gesamten Herstellprozess geringgehalten werden kann.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen werden, dass das erste Schmiermittel dem Sinterpulver in einem Anteil zugesetzt wird, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 Gew.-% bis 0,8 Gew.-%. Unterhalb von 0,1 Gew.-% ist der Effekt der verbesserten Verdichtbarkeit des Sinterpulvers zu gering ausgeprägt, womit ein hoch- bzw. höchstverdichteter Bauteil mit der pulvermetallurgischen Prozessroute nur mit einem höheren Aufwand erreichbar ist. Bei mehr als 0,8 Gew.-% wird der Anteil an Schmiermittel in Poren bzw. Zwischenräumen zwischen den Pulverpartikeln so groß, dass dies der weiteren Verdichtung unter Umständen entgegenwirkt.

Bevorzugt wird gemäß einer Ausführungsvariante als weiteres Schmiermittel ein Schmiermittel eingesetzt wird, das frei von Festschmierstoffen und Extrem-Pressure Additiven ist. Eine ungewollte Veränderung der Bauteileigenschaften durch die Einbettung dieser Zusatzstoffe in die Oberfläche des Bauteils kann damit einfacher vermieden werden. Dies wiederum erlaubt auch eine Reduktion des Nachbearbeitungsaufwandes des gesinterten Bauteils.

Dem Sinterpulver selbst kann jedoch nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung zur Verbesserung der Verpressbarkeit ein Festschmierstoff zugesetzt werden. Dieser Festschmierstoff kann nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung zur weiteren Verbesserung dieses Effekts ausgewählt werden aus einer Festschmierstoffgruppe umfassend Mangansulfid, Wolframsulfid, Bismutsulfid und Kombinationen daraus und/oder kann ebenfalls zur Verbesserung dieses Effekts nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung dem Sinterpulver in einem Anteil von bis zu maximal 5 Gew.-% zugesetzt werden.

Nach einer Ausführungsvariante des Bauteils kann vorgesehen sein, dass eine neutrale Zone, in der die Dichte um mehr als 0,4 % kleiner ist als die Minstdichte eine Schichtdicke von maximal 10 % der Bauteilhöhe aufweist. Es können damit also Bauteile mit einer gleichmäßigen Dichteverteilung über die gesamte Bauteilhöhe zur Verfügung gestellt werden, womit derartige Sinterbauteile ein verbessertes Eigenschaftsprofil aufweisen.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Pressform;

Fig. 2 ein nach dem Verfahren der Erfindung hergestelltes Bauteil.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Sofern in der Beschreibung nichts anderes angegeben ist, beziehen sich Angaben zu Normen immer auf die zum Anmeldetag gegenständlicher Anmeldung letztgültige Fassung.

Prinzipiell erfolgt die Herstellung von einem Bauteil 1 (auch als Sinterbauteil bezeichnbar), wie er beispielsweise in Fig. 2 vereinfacht dargestellt ist, den bekannten Verfahrensrouten. Vereinfacht zusammengefasst wird dabei ein Sinterpulver 2 in eine Pressform 3 (auch als Matrize bezeichnbar) eingefüllt, wie dies anhand eines Beispiels aus Fig. 1 ersichtlich ist, und in dieser zu einem sogenannten Grünling verpresst. Der Grünling, der gegebenenfalls einer Grünlingsbearbeitung unterzogen wird, wird anschließend zum Bauteil 1 gesintert, der gegebenenfalls nach dem Sintern nachbearbeitet und/oder gehärtet wird.

Als Sinterpulver 2 wird bevorzugt eine Eisen-Pulvermischung eingesetzt. Diese kann insgesamt bis zu 10 Gew.-%, insbesondere bis zu 7 Gew.-%, metallische Nichteisenlegierungselemente, wie bspw. Molybdän, Nickel, Kupfer oder Chrom,

bis zu 5 Gew.-%, insbesondere bis zu 3 Gew.-%, Graphit, bis zu 3 Gew.-%, insbesondere bis zu 1,5 Gew.-%, Presshilfsmittel und bis 1 Gew.-%, insbesondere bis zu 0,5 Gew.-%, eines (organischen) Bindemittels aufweisen. Diese Pulvermischungen, insbesondere die Zusammensetzung, ist für die Erfindung nicht limitierend zu verstehen, wenngleich die Erfindung bevorzugt bei (schwer verpressbaren) Sinterstählen eingesetzt wird. Es können also auch andere Sinterpulver, beispielsweise auf Basis eines Buntmetalls, etc., in dem Verfahren der Erfindung eingesetzt werden.

Für die Herstellung eines Sinterpulvers 2 auf Eisenbasis kann ein Reineisenpulver oder können vor- oder anlegierten Eisenpulver als Basismaterial verwendet werden. Diesem Basispulver können gegebenenfalls weitere Legierungselemente sowie Presshilfsmittel zugegeben werden, oder es werden so genannte Muttermischungen in hochkonzentrierter Form, ev. auch unter Einsatz von Temperatur und/oder Lösungsmitteln, vorgemischt und anschließend mit Eisenpulver vermengt oder durch Zugabe der einzelnen Bestandteile direkt in das Eisenpulver vermischt.

Typische Mischungen sind bspw.:

- 1) Fe mit 0,85 Gew.-% Mo vorlegiert + 0,1 Gew.-% bis 0,3 Gew.-% C + 0,1 Gew.-% bis 1,0 Gew.-% Presshilfsmittel und ev. Bindemittel
- 2) Fe + 1 Gew.-% bis 3 Gew.-% Cu + 0,5 Gew.-% bis 0,9 Gew.-% C + 0,1 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Presshilfsmittel und ev. Bindemittel.
- 3) Fe mit 0,8 Gew.-% - 3,0 Gew.-% Cr, 0 Gew.-% - 0,5 Gew.-% Mo, 0 Gew.-% - 2,5 Gew.-% Ni, Gew.-% 0 - 2,5 Gew.-% Cu, 0,2 Gew.-% - 1 Gew.-% Presshilfsmittel und ev. Bindemittel.

Die Eisenpulvermischung bzw. generell das Sinterpulver wird in die Pressform 3 eingefüllt und in dieser mit einem koaxialen Pressverfahren verdichtet und in Form gebracht. Dazu bildet die Pressform 3 mit einem Unterstempel 4 einen Formhohlraum 5 zur Aufnahme des Sinterpulvers 2. Nach dem Einfüllen des Sinterpulvers 2 in den Formhohlraum 5 wird dieser mit einem Oberstempel 6 verschlossen und

das Sinterpulver 2 durch die Bewegung des Oberstempels 6 in Richtung auf den Unterstempel 4 und gegebenenfalls die (gleichzeitige) Bewegung des Unterstempels 4 in Richtung auf den Oberstempel 6 zum Grünling verdichtet.

Je nach Schüttdichte und theoretischer Dichte der Pulvermischungen werden beispielsweise Pressdrücke von 600 MPa bis 1200 MPa angewandt.

Die auf diese Weise gewonnenen Grünlinge werden durch ein- oder mehrstufiges Sintern zum Bauteil 1 gesintert. Die Temperatur beim Sintern kann je nach verwendetem Legierungssystem zwischen 1100°C und 1350°C betragen, die Sinterzeit kann zwischen 10 Minuten und 120 Minuten betragen. Anschließend an das Sintern kann das Bauteil 1 noch in einer Kalibriermatrize kalibriert werden.

Das Bauteil 1 kann optional auch einer Wärmebehandlung (z.B. Einsatzhärten oder Niederdruckaufkohlen mit anschließender Gas- oder Ölabschreckung), gegebenenfalls nach einer thermisch Entfettung, unterzogen werden. Werden sinterhärtende Werkstoffe verwendet, so kann entweder ein weiterer Sinterprozess mit anschließender Härtung aus der Sinterhitze durchgeführt werden oder nicht aufkohlende Verfahren wie Induktivhärten.

Die mechanische Nachbearbeitungen des gesinterten Bauteils 1 bzw. die mechanische Grünlingsbearbeitung kann beispielsweise durch Schleifen, Hohnen, Läppen, Feinbohren, etc., erfolgen.

Es ist vorgesehen, dass dem Sinterpulver 2 ein erstes Schmiermittel zugesetzt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass das erste Schmiermittel im Sinne dieser Beschreibung nicht unter den voranstehend genannten Begriff Presshilfsmittel fällt.

Das erste Schmiermittel wird dem Sinterpulver hinzugemischt oder beim Pulvermischen eingemischt, sodass es möglichst homogen verteilt in der Pulvermischung enthalten ist. Der Anteil des ersten Schmiermittels an der gesamten Zusammensetzung des Sinterpulvers 2 kann gemäß einer Ausführungsvariante zwischen 0,1 Gew.-% bis 0,8 Gew.-%, insbesondere zwischen 0,2 Gew.-% und 0,6 Gew.-%, betragen.

Das erste Schmiermittel kann bevorzugt ausgewählt werden aus einer ersten Schmiermittelgruppe umfassend Metallseifen, Amide und Verbundschmiermittel und Kombinationen daraus. Bevorzugt wird ein pulverförmiges erstes Schmiermittel eingesetzt. Es können aber auch andere geeignete Schmiermittel als erste Schmiermittel verwendet werden, beispielsweise auch nicht feste, wie z.B. flüssige Schmiermittel.

Es ist weiter vorgesehen, dass die Pressform 3 zumindest in einem Teilbereich einer Oberfläche, in dem das Sinterpulver an der Pressform 3 anliegt, mit einem weiteren Schmiermittel versetzt wird.

Das weitere Schmiermittel ist vorzugsweise ein synthetisch hergestelltes Öl mit einer kinematischen Viskosität bei 20 °C zwischen 100 cSt und 450 cSt, insbesondere zwischen 300 cSt und 425 cSt, vorzugsweise zwischen 350 cSt und 400 cSt. Das weitere Schmiermittel kann ausgewählt werden aus einer weiteren Schmiermittelgruppe umfassend Mineralöle, Synthetische Öle und Biogene Öle und Kombinationen daraus. Es können aber auch andere geeignete Schmiermittel als weiteres Schmiermittel verwendet werden. Bevorzugt ist das weitere Schmiermittel wird in der Anwendung immer eine flüssige Substanz (insbesondere ein Öl). Besonders bevorzugt wird ein flüssiges synthetisch hergestelltes weiteres Schmiermittel eingesetzt, insbesondere eines das ein Kompressibilitätsmodul zwischen $1,4 \times 10^4$ bar und 3×10^4 bar aufweist.

Insbesondere wird das weitere Schmiermittel auf eine innere Oberfläche 7 der Pressform 3 und gegebenenfalls eine an dem Sinterpulver 2 anliegenden Oberfläche 8 des Unterstempels 4 und/oder gegebenenfalls eine an dem Sinterpulver 2 anliegenden Oberfläche 9 des Oberstempels 6 aufgebracht. Sollte ein Kernstab und/oder zusätzliche Unter- oder/oder Oberstempel verwendet werden, kann (können) auch die äußere(n) Oberfläche(n) des Kernstabes und/oder des zusätzlichen Unter- oder/oder Oberstempels mit dem weiteren Schmiermittel versehen werden.

Das weitere Schmiermittel kann auf die jeweilige Oberfläche 7-9 gesprüht, gestrichen, etc. werden. Es sind alle Methoden zum Auftrag von Flüssigkeit bzw. Feststoffen, je nachdem ob das weitere Schmiermittel bei 20 °C flüssig oder fest ist, anwendbar.

Im Verfahren werden zum Verdichten des Sinterpulvers 2 also sowohl ein inneres als auch ein äußeres Schmiermittel angewandt. Dabei ist bevorzugt vorgesehen, dass das erste Schmiermittel pulverförmig eingesetzt wird. Falls auch das erste Schmiermittel in flüssiger Form eingesetzt wird, weist es bevorzugt eine kinematische Viskosität bei 20 °C auf, die um zumindest 10 %, insbesondere um zumindest 20 %, vorzugsweise um zumindest 40 %, höher ist als die kinematische Viskosität des weiteren Schmiermittels bei 20 °.

Beispielsweise können folgende Kombinationen an erstem und weiterem Schmiermittel eingesetzt werden. Das erstgenannte Schmiermittel ist dabei jeweils das erste Schmiermittel, das zweitgenannte demnach das weitere Schmiermittel.

- Hybridwachs (Kenolube® P11) + synthetisch hergestelltes Öl
- Amidwachs + mineralölbasiertes Öl
- Metallstearat + mineralölbasiertes Öl mit zugesetzten Festschmierstoffen
- Superlube® + biogenes Öl

In der bevorzugten Ausführungsvariante enthält das weitere Schmiermittel keine Festschmierstoffe und keine Extrem-Pressure Additive. Extreme Pressure Additive (EP-Additive) werden üblicherweise Schmierstoffen zur Verhinderung des Verschweißens von zwei aneinander reibenden metallischen Werkstoffen zugesetzt, insbesondere bei Auftreten von (extrem) hohen Drücke bzw. Lasten zwischen den aneinander reibenden Werkstoffen. Das weitere Schmiermittel kann aber Zusatzstoffe, wie z.B. Schaumunterdrücker, Verschleißschutz-Additive, Antioxidantien oder Korrosionsinhibitoren, insbesondere von in Summe maximal 5 Gew.-%, aufweisen.

Vorzugsweise ist das weitere Schmiermittel ein rein synthetisch hergestelltes Schmiermittel ohne Mineralölanteil.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass dem Sinterpulver 2 zumindest ein Festschmierstoff zugesetzt sein kann. Insbesondere ist dieser Festschmierstoff nicht durch Graphit gebildet, wenn das Bauteil 1 aus einem Sinterstahlpulver hergestellt ist, bzw. generell aus einem Pulver hergestellt ist, das bereits Graphit als Legierungsbestandteil, wie beispielsweise zur Bildung von Carbiden, enthält. Der Festschmierstoff ist generell auch ungleich dem ersten Schmiermittel.

Der Festschmierstoff kann ausgewählt werden aus einer Festschmierstoffgruppe umfassend Mangansulfid, Wolframsulfid, Bismutsulfid (Bi_2S_3) und Kombinationen daraus.

Der Festschmierstoff kann dem Sinterpulver 2 in einem Anteil von bis zu maximal 5 Gew.-%, insbesondere in einem Anteil zwischen 0,1 Gew.-% und 4 Gew.-%, zugesetzt werden.

Es sei an dieser Stelle der Vollständigkeit halber angemerkt, dass sich sämtliche Bestandteile des Sinterpulvers 2, also inklusive erstem Schmiermittel und gegebenenfalls Festschmierstoff, zu 100 Gew.-% ergänzen.

Mit der Anwendung des ersten und der weiteren Schmiermittels entsprechend voranstehenden Ausführungen ist es möglich einen Grünling zu pressen, der eine Minstdichte von 92 %, insbesondere eine Minstdichte von 92,5 % bis 94 %, der Volldichte des entsprechenden Materials aufweist.

Der Begriff „Volldichte“ bezieht sich dabei auf die Dichte des Materials ohne Poren und Zwischenräume, wie sie bei pulvermetallurgischen Bauteilen auftreten, also beispielsweise auf die Dichte des entsprechenden Gussmaterials.

Aus diesem Grünling kann in weiterer Folge ein Bauteil 1 hergestellt werden, der eine Minstdichte von mindestens 93,5 %, insbesondere eine Minstdichte von 94 % bis 95 %, der Volldichte aufweist. Die Randzone des Bauteils 1 beginnend

an dessen Oberfläche kann auch eine Dichte von bis zu 99,8 % der Volldichte aufweisen.

Es ist mit dem Verfahren weiter möglich, dass eine neutrale Zone 10 des Bauteils 1, in der die Dichte um mehr als 0,4 % kleiner ist als die Minstdichte, eine Schichtdicke 11 von maximal 10 % der Bauteilhöhe 12 aufweist.

Beim Pressen von Grünlingen treten Dichteunterschiede auf. Der Bereich, in dem diese Auftreten, wird als „neutrale Zone“ bezeichnet. Diese Dichteunterschiede steigen mit zunehmender Bauteilhöhe an. Durch die Herstellung des Grünlings und damit des Bauteil 1 mit dem Verfahren nach der Erfindung kann die Pressdichte erhöht werden, womit der Effekt der Dichteunterschiede verringert werden kann.

Das Bauteil 1 kann aber auch nur eine Dichteaufteilung bzw. Dichteverteilung aufweisen. Beispielsweise kann das Bauteil 1 bei einer Minstdichte von $7,38 \text{ g/cm}^3$ eine minimale Dichte somit $7,35 \text{ g/cm}^3$ aufweisen, wenn die Verdichtung auf 94 % der Volldichte erfolgt. Bei einer Minstdichte von $7,40 \text{ g/cm}^3$ beträgt die minimale Dichte (94 %) somit $7,37$ im Bauteil 1.

Insbesondere können mit dem Verfahren nach der Erfindung mit eisenbasierten Sinterpulvern 2 Pressdichten von zumindest $7,25 \text{ g/cm}^3$ erreicht werden.

Zur Evaluierung der Erfindung wurden folgende Versuche durchgeführt. Es wurde jeweils ein Bauteil 1 aus einem Sinterstahlpulver der Zusammensetzung Fe mit 0,85 Gew% Mo vorlegiert + 0,2 Gew% C + 0,2 Gew% Intralube® hergestellt. Die Bauteilhöhe 12 des Bauteils 1 nach dem Sintern betrug jeweils 35 mm. Druck und Temperatur wurden entsprechend voranstehend genannten Werten gewählt.

Beispiel 1:

Dem Sinterpulver wurden 0,2 Gew.-% Hybridwachs + 0,25 Gew.-% MnS zugesetzt. Auf die Oberfläche der Pressform 3 (Matrize) wurde ein synthetisches Umformöl (KADE VP403) aufgebracht.

Das derart hergestellte Bauteil 1 wies eine Gesamtdichte von $7,42 \text{ g/cm}^3$ auf. Es wurden folgende Dichtewerte gemessen:

- Oben: $7,45 \text{ g/cm}^3$ (0 mm - 7 mm von der Oberseite)
- Oben-Mitte: $7,43 \text{ g/cm}^3$ (7 mm - 14 mm von der Oberseite)
- Mitte: $7,42 \text{ g/cm}^3$ (14 mm - 21 mm von der Oberseite)
- Unten Mitte: $7,42 \text{ g/cm}^3$ (21 mm - 28 mm von der Oberseite)
- Unten: $7,42 \text{ g/cm}^3$ (28 mm - 35 mm von der Oberseite)

Beispiel 2:

Dem Sinterpulver wurden 0,3 Gew.-% Hybridwachs + 0,50 Gew.-% WS_5 zugesetzt. Auf die Oberfläche der Pressform 3 (Matrize) wurde ein synthetisches Umformöl aufgebracht.

Das derart hergestellte Bauteil 1 wies eine Gesamtdichte von $7,44 \text{ g/cm}^3$ auf. Es wurden folgende Dichtewerte gemessen:

- Oben: $7,46 \text{ g/cm}^3$ (0 mm - 7 mm von der Oberseite)
- Oben-Mitte: $7,44 \text{ g/cm}^3$ (7 mm - 14 mm von der Oberseite)
- Mitte: $7,44 \text{ g/cm}^3$ (14 mm - 21 mm von der Oberseite)
- Unten Mitte: $7,44 \text{ g/cm}^3$ (21 mm - 28 mm von der Oberseite)
- Unten: $7,43 \text{ g/cm}^3$ (28 mm - 35 mm von der Oberseite)

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten, wobei auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Pressform 3 bzw. des Bauteils 1 diese nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt sind.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|--------------|
| 1 | Bauteil |
| 2 | Sinterpulver |
| 3 | Pressform |
| 4 | Unterstempel |
| 5 | Formhohlraum |
| 6 | Oberstempel |
| 7 | Oberfläche |
| 8 | Oberfläche |
| 9 | Oberfläche |
| 10 | Zone |
| 11 | Schichtdicke |
| 12 | Bauteilhöhe |

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (1) aus einem metallischen Sinterpulver (2), umfassend die Schritte:
 - Bereitstellen des Sinterpulvers (2),
 - Pressen des Sinterpulvers (2) zu einem Grünling in einer Pressform (3),
 - Sintern des Grünlings,
 - wobei dem Sinterpulver (2) ein erstes Schmiermittel zugesetzt wird,
 - und wobei die Pressform (3) zumindest in einem Teilbereich der Oberfläche (7), in dem das Sinterpulvers (2) an der Pressform (3) anliegt, ein weiteres Schmiermittel aufgebracht wird,
 dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schmiermittel eine kinematische Viskosität bei 20 °C zwischen 100 cSt und 450 cSt aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Schmiermittel ausgewählt wird aus einer ersten Schmiermittelgruppe umfassend Metallseifen, Amide und Verbundschmiermittel und Kombinationen daraus.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Schmiermittel ausgewählt wird aus einer weiteren Schmiermittelgruppe umfassend Mineralöle, Synthetische Öle und biogene Öle und Kombinationen daraus.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Schmiermittel dem Sinterpulver (2) in einem Anteil zugesetzt wird, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 Gew.-% bis 0,8 Gew.-%.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als weiteres Schmiermittel ein Schmiermittel eingesetzt wird, das frei von Festschmierstoffen und Extrem-Pressure Additiven ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass dem Sinterpulver (2) ein Festschmierstoff zugesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Festschmierstoff ausgewählt wird aus einer Festschmierstoffgruppe umfassend Mangansulfid, Wolframsulfid, Bismutsulfid und Kombinationen daraus.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Festschmierstoff dem Sinterpulver (2) in einem Anteil von bis zu maximal 5 Gew.-% zugesetzt wird.
9. Bauteil (1) aus einem metallischen Sinterpulver (2), hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dieser eine Mindestdichte von mindestens 93,5 % der Volldichte aufweist.
10. Bauteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine neutrale Zone (10), in der die Dichte um mehr als 0,4 % kleiner ist als die Mindestdichte, eine Schichtdicke (11) von maximal 10 % der Bauteilhöhe (12) aufweist.

Fig.1

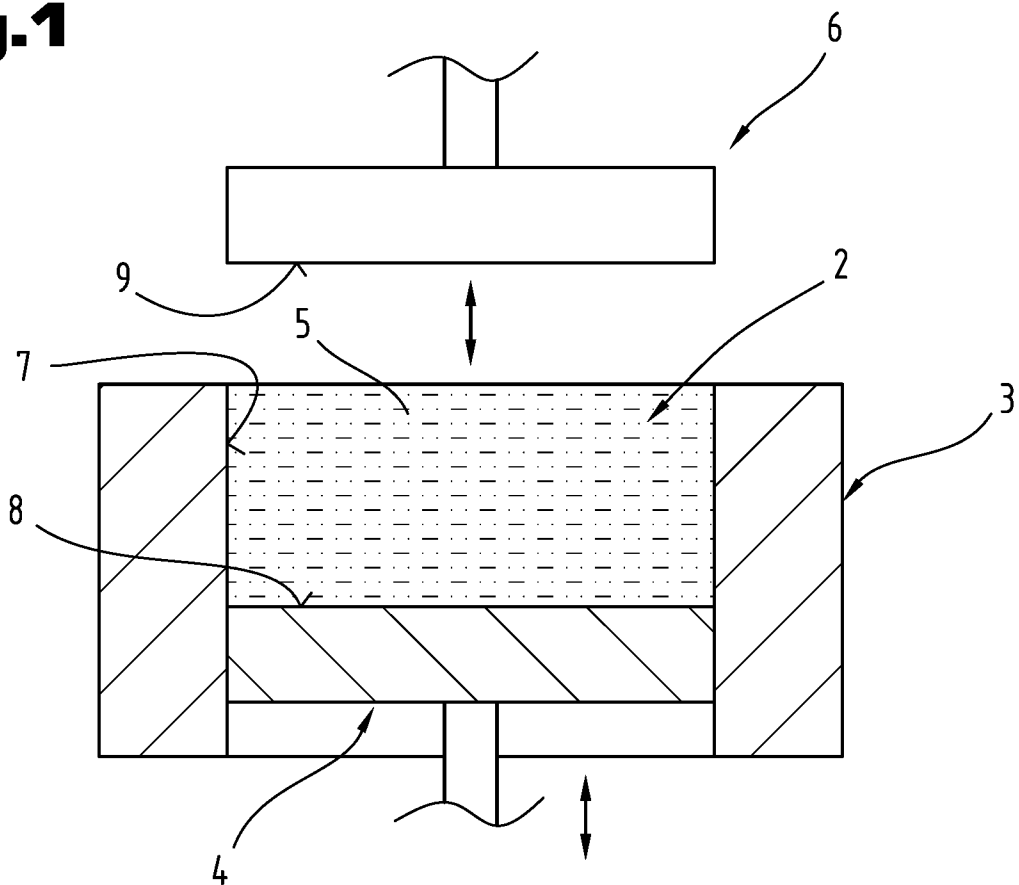
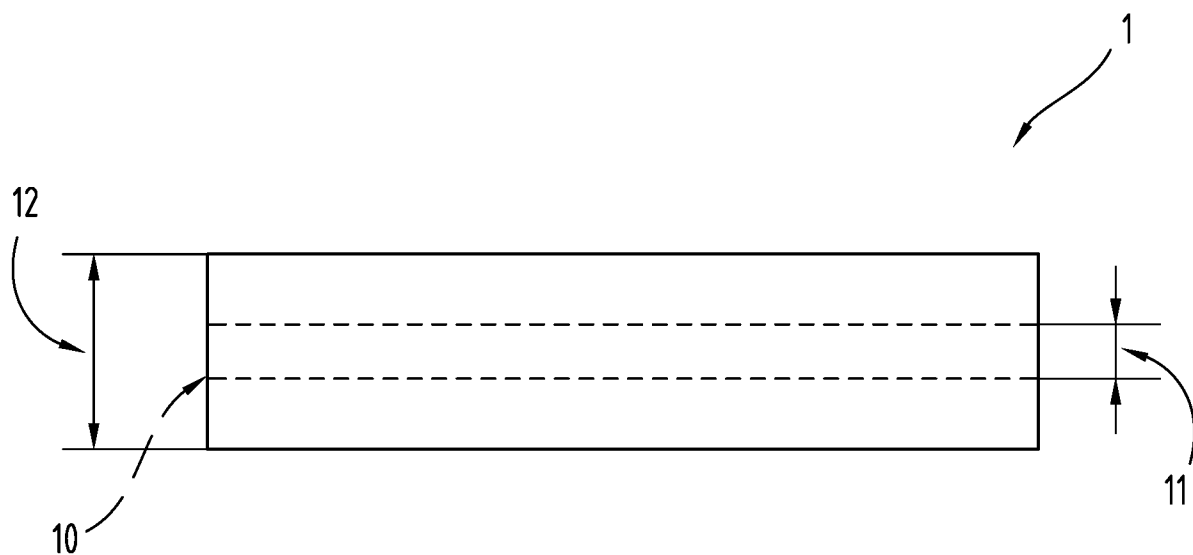


Fig.2



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

B22F 1/10 (2022.01); **B22F 1/105** (2022.01); **B22F 1/107** (2022.01); **B22F 3/12** (2006.01); **B30B 15/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

B22F 1/10 (2022.01); **B22F 1/105** (2022.01); **B22F 1/107** (2022.01); **B22F 3/12** (2013.01); **B30B 15/0011** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

B22F, B30B

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, Volltext-Patentdatenbanken EN und DE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 05.07.2022 eingereichten Ansprüchen 1 - 10 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2004037468 A1 (HOEGANAES AB [SE], KEJZELMAN MIKHAIL [SE], SKOGLUND PAUL [SE], VIDARSSON HILMAR [SE]) 06. Mai 2004 (06.05.2004) Beschreibung, Seite 5, Absatz 4 - Seite 7, Absatz 1; Ansprüche 1, 8, 13	1, 4, 9
X	JP H11140505 A (HITACHI POWDERED METALS) 25. Mai 1999 (25.05.1999) (automatische Übersetzung durch TXPMTJEA / EPO am 14.02.2023) Beschreibung, [0011] - [0023]; Ansprüche 1 - 3	1, 4
A	EP 3272443 A1 (HITACHI CHEMICAL CO LTD [JP]) 24. Januar 2018 (24.01.2018) Beschreibung, [0013] - [0017], [0020] - [0037]; Fig. 1A - E, 2A, 2B, 3A, 3B; Ansprüche 1 - 6	1 - 10
A	WO 03015962 A1 (APEX ADVANCED TECHNOLOGIES LLC [US]) 27. Februar 2003 (27.02.2003) Beschreibung, 0006] - [0034]; Ansprüche 1 - 26;	1 - 10
Datum der Beendigung der Recherche: 20.02.2023		
Seite 1 von 1		Prüfer(in): AIGNER Martin

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (1) aus einem metallischen Sinterpulver (2), umfassend die Schritte:

- Bereitstellen des Sinterpulvers (2),
- Pressen des Sinterpulvers (2) zu einem Grünling in einer Pressform (3),
- Sintern des Grünlings,
- wobei dem Sinterpulver (2) ein erstes Schmiermittel zugesetzt wird,
- und wobei die Pressform (3) zumindest in einem Teilbereich der Oberfläche (7), in dem des Sinterpulvers (2) an der Pressform (3) anliegt, ein weiteres Schmiermittel aufgebracht wird,

dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schmiermittel eine kinematische Viskosität bei 20 °C zwischen 100 cSt und 450 cSt aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Schmiermittel ausgewählt wird aus einer ersten Schmiermittelgruppe umfassend Metallseifen, Amide und Verbundschmiermittel und Kombinationen daraus.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Schmiermittel ausgewählt wird aus einer weiteren Schmiermittelgruppe umfassend Mineralöle, Synthetische Öle und biogene Öle und Kombinationen daraus.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Schmiermittel dem Sinterpulver (2) in einem Anteil zugesetzt wird, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 Gew.-% bis 0,8 Gew.-%.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als weiteres Schmiermittel ein Schmiermittel eingesetzt wird, das frei von Festschmierstoffen und Extrem-Pressure Additiven ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass dem Sinterpulver (2) ein Festschmierstoff zugesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Festschmierstoff ausgewählt wird aus einer Festschmierstoffgruppe umfassend Mangansulfid, Wolframsulfid, Bismutsulfid und Kombinationen daraus.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Festschmierstoff dem Sinterpulver (2) in einem Anteil von bis zu maximal 5 Gew.-% zugesetzt wird.
9. Bauteil (1) aus einem metallischen Sinterpulver (2), hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dieser eine Mindestdichte von 94 % bis 95 % der Volldichte aufweist.
10. Bauteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine neutrale Zone (10), in der die Dichte um mehr als 0,4 % kleiner ist als die Mindestdichte, eine Schichtdicke (11) von maximal 10 % der Bauteilhöhe (12) aufweist.