



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.02.2016 Patentblatt 2016/05**

(51) Int Cl.:  
**B22F 5/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14002707.9**

(22) Anmeldetag: **02.08.2014**

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

(72) Erfinder: **Walther, Gerd Axel**  
**71065 Sindelfingen (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Magenbauer & Kollegen Partnerschaft mbB**  
**Plochinger Straße 109**  
**73730 Esslingen (DE)**

(71) Anmelder: **Walther, Gerd Axel**  
**71065 Sindelfingen (DE)**

(54) **Werkstückrohling und Verfahren zur Herstellung eines Werkstücks mit einem Volumenveränderungsprozess**

(57) Die Erfindung betrifft einen Werkstückrohling zur Weiterverarbeitung in einem Volumenänderungsprozesses, mit einem Grundkörper, der als Pressteil aus einem metallischen oder keramischen Pulver hergestellt ist und der einen außenliegenden Einspannabschnitt (2) zur Aufnahme in einer Einspannvorrichtung einer Bearbeitungsmaschine und einen einstückig mit dem Einspannabschnitt (2) ausgebildeten, innenliegenden Nutzteilmittelschnitt (3) zur Ausformung wenigstens eines Nutzteils (4) in einem gestaltverändernden Herstellungsver-

fahren mittels der Bearbeitungsmaschine umfasst, wobei am Einspannabschnitt (2), insbesondere an einer Außenoberfläche (8) des Einspannabschnitts (2), wenigstens eine auf den wenigstens einen Nutzteilmittelschnitt (4) bezogene und im gleichen gestaltverändernden Herstellungsverfahren wie der Nutzteilmittelschnitt (4) hergestellte Referenzgeometrie (11) ausgebildet ist, die für eine lagerichtige Orientierung des wenigstens einen Nutzteilmittelschnitts (4) nach Durchführung eines Volumenänderungsprozesses ausgebildet ist.

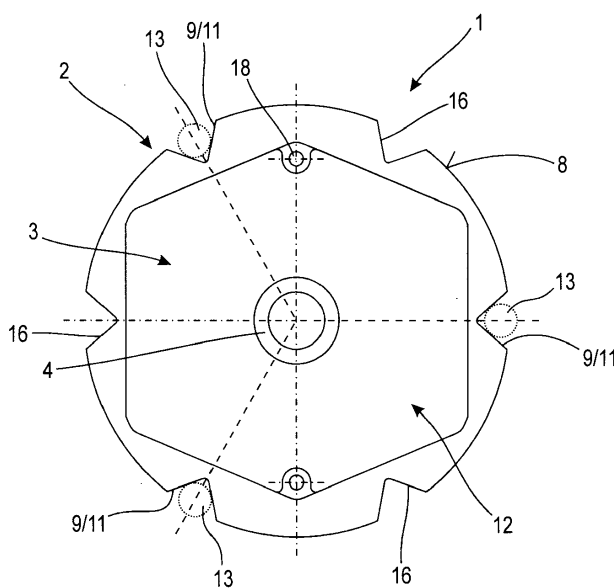


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Werkstückrohling zur Weiterverarbeitung in einem Volumenveränderungsprozess sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstücks mit einem Volumenveränderungsprozess.

**[0002]** Bei der Herstellung von Werkstücken, die als Einzel-Losgröße oder in kleinen Stückzahlen ausgehend von einem Werkstückrohling unter Zwischenschaltung eines Volumenveränderungsprozesses, beispielsweise einer thermischen oder chemischen Behandlung, die zu einer Volumenveränderung des Nutzteils führt, hergestellt werden sollen, ist es gemäß einem dem Anmelder bekannten, druckschriftlich nicht niedergelegten Stand der Technik bekannt, zunächst einen Werkstückrohling, beispielsweise aus einem metallischen oder keramischen Pulver und ggf. einem zusätzlichen Bindemittel, herzustellen. Dieser Werkstückrohling wird anschließend vor der Durchführung eines Volumenveränderungsprozesses in einem spanenden Bearbeitungsprozess, insbesondere in einem Fräsprozess, zumindest bereichsweise zur Erzeugung wenigstens eines Nutzteils möglichst weitgehend bearbeitet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei der nachfolgenden Durchführung des Volumenveränderungsprozesses in Abhängigkeit vom gewählten Verfahren, insbesondere durch Quellung, eine Volumenvergrößerung, durch Verzug bei zumindest im Wesentlichen gleichem Volumen eine Gestaltveränderung oder durch Schwindung eine Volumenverkleinerung des Werkstückrohlings auftritt. Aufgrund dieser Volumenveränderung müssen der oder die aus dem Werkstückrohling herausgearbeiteten Nutzteile, die vor der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses als Nutzteilerohlinge mit Hilfe des gestaltverändernden, insbesondere spanenden, Fertigungsverfahrens hergestellt werden, ein Unter- oder Übermaß aufweisen, das die anschließend auftretende Volumenveränderung berücksichtigt und gleichzeitig so gewählt ist, dass nach der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses nur noch eine geringfügige Oberflächenbearbeitung der entstandenen Nutzteile notwendig ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn durch den Volumenveränderungsprozess erzeugten Nutzteile verglichen mit den Nutzteilerohlingen vor der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses eine deutlich höhere Härte aufweisen, die eine Werkstückbearbeitung mit geometrisch bestimmter Schneide, beispielsweise in einem Fräsvorgang, nur in Ausnahmefällen zulässt. Dementsprechend ist es für eine kostengünstige und präzise Herstellung von Nutzteilen von Interesse, den Umfang der Fertigbearbeitung der Nutzteile nach dem Volumenveränderungsprozess möglichst gering zu halten.

**[0003]** Daraus resultiert die Aufgabe, einen Werkstückrohling und ein Verfahren zur Herstellung eines Nutzteils bereitzustellen, bei denen die Nacharbeiten am Nutzteile nach der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses reduziert werden können.

**[0004]** Diese Aufgabe wird gemäß einem ersten Erfin-

dungsaspekt mit einem Werkstückrohling gelöst, der zur Weiterverarbeitung in einem Volumenveränderungsprozess vorgesehen ist und der einen Grundkörper umfasst, der einen außenliegenden Einspannabschnitt zur Aufnahme in einer Einspannvorrichtung einer Bearbeitungsmaschine und einen einstückig mit dem Einspannabschnitt ausgebildeten, innenliegenden Nutzteilsabschnitt zur Ausformung wenigstens eines Nutzteils in einem gestaltverändernden, insbesondere spanenden, Herstellungsverfahren mittels einer Bearbeitungsmaschine umfasst, wobei am Einspannabschnitt, insbesondere an einer Außenoberfläche des Einspannabschnittes, wenigstens eine auf das wenigstens eine Nutzteile bezogene und im gleichen gestaltverändernden, insbesondere spanenden Herstellungsverfahren wie das Nutzteile hergestellte Referenzgeometrie ausgebildet ist, die für eine lagerichtige Orientierung des wenigstens einen Nutzteils nach Durchführung eines Volumenveränderungsprozesses ausgebildet ist.

**[0005]** Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, die Referenzgeometrie vor, während oder nach dem Bearbeitungsvorgang zu erzeugen, mit dem auch die Bearbeitung des Nutzteils vor der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses durchgeführt wird. Bei dem Bearbeitungsvorgang handelt es sich um eine gestaltverändernde Bearbeitung, insbesondere um einen spanenden Abtragsvorgang oder um einen Abtragsvorgang, beispielsweise mittels Laser- oder Elektronenstrahlverdampfung, oder um einen Auftragvorgang, beispielsweise mittels eines Laseraufschmelzverfahrens. Vorzugsweise findet die Herstellung der Referenzgeometrie in der gleichen Aufspannung in der Einspannvorrichtung der Bearbeitungsmaschine statt, die auch zur Bearbeitung des Nutzteils eingesetzt wird. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Referenzgeometrie in unmittelbarer zeitlicher Abfolge vor der oder nach der Herstellung des Nutzteils erzeugt wird, um dadurch Einflüsse wie beispielsweise Temperaturschwankungen an der Bearbeitungsmaschine möglichst weitgehend auszuschließen. Dementsprechend ist eine räumliche Lage des Nutzteils gegenüber der Referenzgeometrie ausschließlich durch die Genauigkeit der eingesetzten Bearbeitungsmaschine bestimmt. Hierdurch kann ein Vorteil gegenüber Vorgehensweisen erzielt werden, bei denen die Referenzgeometrie beispielsweise von vorne herein an den Grundkörper angeformt wird und zunächst eine Vermessung der Referenzgeometrie bei der Einspannung in die Einspannvorrichtung der Bearbeitungsmaschine vorgenommen wird. In einem derartigen Fall addieren sich die Ungenauigkeiten des Messverfahrens mit den Ungenauigkeiten der Bearbeitungsmaschine. Eine Anordnung der Referenzgeometrie, bei der es sich beispielsweise um eine oder mehrere Ausnehmungen am Einspannabschnitt des Grundkörpers handeln kann, wird in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Werkstückrohlings gewählt.

**[0006]** Wenn beispielsweise davon ausgegangen werden kann, dass der Werkstückrohling während der

Durchführung des Volumenveränderungsprozesses eine in allen Raumrichtungen gleichförmige Volumenänderung, insbesondere eine gleichförmige Schwindung (isotrope Schwindung) aufweist, kann eine punktsymmetrische oder spiegelsymmetrische Anordnung einzelner Ausnehmungen der Referenzgeometrie vorgesehen werden.

**[0007]** Sollte der Werkstückrohling aufgrund seiner Werkstoffzusammensetzung und/oder des ausgewählten Volumenveränderungsprozesses eine anisotrope oder in unterschiedlichen Raumrichtungen ungleichförmige Volumenänderung, insbesondere eine ungleichförmige Schwindung aufweisen, können Ausnehmungen der Referenzgeometrie vorzugsweise in denjenigen Raumrichtungen zueinander angeordnet werden, in denen eine möglichst geringe Volumenänderung während des Volumenveränderungsprozesses auftritt.

**[0008]** Nach der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses dient die Referenzgeometrie dazu, den Werkstückrohling in einer weiteren Einspannvorrichtung aufzunehmen, die Eingriffsmittel für einen Eingriff in die Referenzgeometrie aufweist und für eine lagerichtige Orientierung des wenigstens einen Nutzteils sorgt. Dabei kann die Positionierung des wenigstens einen Nutzteils gegenüber der Referenzgeometrie in vorteilhafter Weise und mit hoher Genauigkeit nachvollzogen werden, dementsprechend ist nur ein geringes Unter- oder Übermaß für die Nutzteile erforderlich, da die Nutzteile exakt positioniert sind und präzise mit den Bearbeitungswerkzeugen angefahren werden können. Somit müssen bei der nachfolgenden Fertigbearbeitung des Nutzteils nur noch geringe Oberflächenabtragungen, insbesondere durch Schleifen, Verdampfen mittels Laser, Erodieren, etc., vorgenommen werden.

**[0009]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0010]** Zweckmäßig ist es, wenn der Grundkörper eine zylindrische, insbesondere kreiszylindrische, Gestalt aufweist und wenn der Einspannabschnitt ringförmig ausgebildet ist und einen, insbesondere zumindest im Wesentlichen kreisförmigen, Nutzteilschnitt umgibt. Eine zylindrische Gestalt des Grundkörpers liegt vor, wenn sich ein beliebiges Querschnittsprofil längs einer Extrusionsgeraden erstreckt. Dabei kann das Profil an die Gestalt des Nutzteils angepasst sein, insbesondere geometrisch ähnlich zu einem Querschnitt des Nutzteils gewählt werden. Die Ausgestaltung des Grundkörpers mit einer kreiszylindrischen Gestalt ist dann von Vorteil, wenn von einer isotropen Volumenveränderung, insbesondere einer isotropen Schwindung, des Werkstückrohlings während der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses ausgegangen wird. Durch die gleichmäßige Volumenänderung des Werkstückrohlings in allen Raumrichtungen, wie sie beim isotropen Volumenänderungsvorgang zugrundegelegt wird, findet bei Verwendung einer kreiszylindrischen Gestalt des Grundkörpers keine geometrische Verzerrung statt, wie sie bei Grundkörpern mit anders gewählter geometrischer Ge-

staltung auftreten könnte. Bevorzugt weist der vor der Einspannung in die Einspannvorrichtung der Bearbeitungsmaschine vorzugsweise ebene, quer zu einer Kreismittelachse des Grundkörpers ausgerichtete Stirnflächen auf. Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Werkstückrohlings kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper vor der Aufnahme in die Einspannvorrichtung einen ausgeformten Nutzteilschnitt aufweist, der vorzugsweise zueinander parallele und quer zur Rotationsachse des zylindrischen Grundkörpers ausgerichtete Oberflächen aufweist. Von diesen Oberflächen ragen bereichsweise Rohgeometrien ab, die für die nachfolgende gestaltverändernde Bearbeitung von Nutzteilen dienen. Exemplarisch kann vorgesehen sein, dass der Werkstückrohling als Nutzen für mehrere Nutzteile ausgebildet ist und dementsprechend im Bereich des Nutzteilschnitts mehrere von den ebenen Stirnflächen abragende Vorsprünge vorgesehen sind, die anschließend mit dem spanenden Herstellungsverfahren zu den Nutzteilen geformt werden. Vorteilhaft ist es ferner, wenn der Nutzteilschnitt zumindest im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet ist, da auch hier unter der Voraussetzung eines isotropen Volumenänderung des Werkstückrohlings während des Volumenveränderungsprozesses eine Verzerrung der im Rahmen des Pressvorgangs ausgebildeten Vorsprünge und der daraus geformten Nutzteile zumindest nahezu vollständig vermieden werden kann.

**[0011]** Alternativ kann vorgesehen werden, eine Außengeometrie des Grundkörpers an eine Geometrie des herzustellenden Nutzteils anzupassen, um eine besonders kompakte Gestaltung des Grundkörpers zu ermöglichen.

**[0012]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die am Einspannabschnitt ausgebildete Referenzgeometrie als Anordnung von mehreren, insbesondere genau drei, Vertiefungen ausgebildet ist. Vorzugsweise sind diese Vertiefungen bezogen auf eine Mittelachse des zylindrischen Grundkörpers kreisförmig umlaufend in gleicher Winkelteilung und im gleichen radialen Abstand zur Mittelachse angeordnet, so dass bei der Fertigbearbeitung des oder der Nutzteile nach der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses eine präzise Einspannung des aus dem Werkstückrohling durch den Volumenveränderungsprozess hervorgegangenen Werkstücks erreicht werden kann.

**[0013]** Vorteilhaft ist es, wenn die Vertiefungen keilförmig in radialer Richtung nach innen verjüngt ausgebildet sind, da hierdurch unabhängig von der Volumenveränderung mit Hilfe von beispielsweise walzenförmigen Greifmitteln, die in die Vertiefungen eingreifen, eine vorteilhafte Zentrierung des Einspannabschnitts erreicht werden kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Vertiefungen jeweils spiegelsymmetrisch zu Spiegelebenen ausgebildet sind, wobei die Spiegelebenen der Vertiefungen längs einer gemeinsamen Schnittlinie schneiden. Ferner ist es vorteilhaft, wenn genau drei Vertiefungen

für die Einspannung des Werkstückrohlings genutzt werden, da hierdurch eine statische Überbestimmung beim Einspannen vermieden wird.

**[0014]** Die Aufgabe der Erfindung wird gemäß einem zweiten Erfindungsaspekt mit einem Verfahren zur Herstellung eines Werkstücks gelöst. Dieses Verfahren umfasst die Schritte: Herstellen eines Werkstückrohlings, Einspannen des Werkstückrohlings in eine Bearbeitungsmaschine und gestaltverändernde Herstellung wenigstens eines Nutzteils in einem Nutzteilschnitt des Werkstückrohlings sowie gestaltverändernde Herstellung einer auf das Nutzteilschnitt bezogenen Referenzgeometrie an einem den Nutzteilschnitt umgebenden Einspannabschnitt, Durchführen eines Volumenveränderungsprozesses für den Werkstückrohling zur Erzeugung eines Werkstücks, Einspannen des Werkstücks unter Verwendung der Referenzgeometrie und Fertigbearbeitung des wenigstens einen Nutzteils. Aufgrund der Herstellung des wenigstens einen Nutzteils und der Referenzgeometrie in der gleichen Einspannung mit der gleichen Bearbeitungsmaschine hängen Lagetoleranzen zwischen dem wenigstens einen Nutzteilschnitt und der Referenzgeometrie nur von der Genauigkeit der Bearbeitungsmaschine ab, wodurch ein enger Toleranzbereich eingehalten werden kann.

**[0015]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass eine Bearbeitung des Nutzteils vor der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses einen Fräsvorgang umfasst, bei dem eine Rohteilgeometrie des Nutzteils mit einem Untermaß oder Übermaß gegenüber einer Fertigteilgeometrie erzeugt wird, wobei das Untermaß oder Übermaß eine Volumenveränderung des Nutzteils während des Volumenveränderungsprozesses berücksichtigt. Bei der Volumenveränderung des Nutzteils kann es sich in Abhängigkeit von der Materialauswahl für den Werkstückrohling sowie in Abhängigkeit vom Volumenveränderungsprozess um eine isotrope oder anisotrope Volumenänderung handeln. Dementsprechend muss in Kenntnis des Volumenänderungsverhaltens des Werkstückrohlings während des Volumenveränderungsprozesses und der Geometrie der Nutzteile durch Simulation und/oder empirische Betrachtung das Untermaß oder Übermaß für die Rohteilgeometrie des Nutzteils ermittelt werden. Aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens und der dadurch erzielten präzisen Ausrichtung zwischen dem wenigstens einen Nutzteilschnitt und der Referenzgeometrie kann das Übermaß gering gehalten werden, wodurch die Nacharbeit am Nutzteilschnitt möglichst gering gehalten werden kann.

**[0016]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass für die Durchführung des Fräsvorgangs wenigstens ein Profilverfräser eingesetzt wird, dessen Profilierung einer angestrebten Oberfläche des Nutzteils unter Berücksichtigung der Volumenveränderung entspricht. Mit Hilfe eines Profilverfräasers kann ein Oberflächenabschnitt des Nutzteils, der eine gekrümmte, insbesondere eine zweidimensional gekrümmte, Oberfläche aufweist, spanend hergestellt werden, ohne

hierzu die Oberfläche in mehrere Unterabschnitte unterteilen zu müssen, die dann im Zuge mehrerer, nebeneinanderliegender Fräsbahnen hergestellt wird. In vorteilhafter Weise kann ein Profilverfräser zur Herstellung von Oberflächenabschnitten des Nutzteils eingesetzt werden, wobei ein Abfahren des Oberflächenabschnitts entlang einer einzigen Fräsbahn ausreichend ist. Bei einer Herstellung eines solchen Oberflächenabschnitts mit einem zylindrischen Fräser oder mit einem Kugelfräser kann die gewünschte Oberflächengeometrie nur in mehreren, insbesondere parallelen, Fräsbahnen erzeugt werden.

**[0017]** In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass für die Fertigbearbeitung des wenigstens einen Nutzteils ein Schleifvorgang wenigstens einer Oberfläche des Nutzteils durchgeführt wird.

**[0018]** In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass vor der Durchführung der Fertigbearbeitung des wenigstens einen Nutzteils eine Vermessung der Orientierung und/oder der Geometrie des wenigstens einen Nutzteils und/oder der Orientierung der Referenzgeometrie auf einer zur Durchführung der Fertigbearbeitung vorgesehenen Bearbeitungsmaschine sowie eine Ausrichtung des Nutzteils auf der Bearbeitungsmaschine in Abhängigkeit der ermittelten Messergebnisse erfolgt. Insbesondere kann hierdurch ein Vergleich zwischen der erwarteten Volumenveränderung des Werkstückrohlings nach der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses mit einer tatsächlichen Volumenveränderung des Werkstückrohlings verglichen werden. Anschließend kann wahlweise durch Verwendung geeigneter Berechnungsalgorithmen auf die Position und die notwendigen Nachbearbeitungsschritte für die Fertigstellung des Nutzteils geschlossen werden oder bei Vorliegen geeigneter Messtechnik kann der Werkstückrohling hinsichtlich seiner Lage und/oder Geometrie unmittelbar ermittelt werden. Anschließend ist eine manuelle oder automatisierte Ausrichtung des Nutzteils auf der Bearbeitungsmaschine in Abhängigkeit der ermittelten Messergebnisse vorgesehen, um die abschließende Fertigbearbeitung des Nutzteils zur Fertigstellung mit Hilfe eines abtragenden Verfahrens, insbesondere eines Schleifvorgangs, durchführen zu können.

**[0019]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Herstellung des Nutzteils und der auf den Nutzteilschnitt bezogenen Referenzgeometrie in der gleichen Aufspannung für den Werkstückrohling und in unmittelbarer zeitlicher Abfolge vorgenommen wird. Hierdurch wird erreicht, dass einzig die Ungenauigkeit der Bearbeitungsmaschine, die zur Herstellung des Nutzteils und der Referenzgeometrie herangezogen wird, in die Lagetoleranzen zwischen Nutzteilschnitt und Referenzgeometrie einfließt. Dementsprechend kann in vorteilhafter Weise eine hochpräzise Anordnung des wenigstens einen Nutzteils gegenüber der Referenzgeometrie erzielt werden.

**[0020]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Hierbei zeigt:

- Figur 1 eine Vorderansicht auf einen Werkstückrohling, der einen Einspannabschnitt, einen Nutzteilmabschnitt und ein zentrisch im Nutzteilmabschnitt angeordnetes Nutzteilm sowie eine Referenzgeometrie umfasst,
- Figur 2 eine Seitenansicht von rechts auf den Werkstückrohling gemäß der Figur 1,
- Figur 3 eine Schnittdarstellung des Werkstückrohlings gemäß der Figur 1,
- Figur 4 eine schematische Schnittdarstellung des Nutzteilm mit einer gestrichelt eingezeichneten Kontur des angestrebten Fertigteils und
- Figur 5 einen Profilfräser zur Herstellung des in der Figur 4 dargestellten Nutzteilm.

**[0021]** Ein in den Figuren 1 bis 3 dargestellter Werkstückrohling 1 dient zur Herstellung eines in der Figur 4 schematisch dargestellten Nutzteilm 4, das durch eine gestaltverändernde, insbesondere spanende, Bearbeitung, einen nachfolgenden Volumenveränderungsprozess und eine gestaltverändernde, insbesondere spanende, Nachbearbeitung zu dem in der Figur 4 gestrichelt dargestellten Werkstück 14 geformt werden soll. Exemplarisch ist der Werkstückrohling 1 als Pulverpressteil aus einem metallischen Pulver oder einem keramischen Pulver oder einem Kunststoffpulver oder einem Compositepulver hergestellt und wurde durch Verwendung einer nicht näher dargestellten Bearbeitungsmaschine, die eine ebenfalls nicht dargestellte Einspannvorrichtung zur zeitweiligen Aufnahme des Werkstückrohlings 1 umfasst, gestaltverändernd, beispielsweise spanend, bearbeitet.

**[0022]** Exemplarisch kann ferner vorgesehen sein, dass der Werkstückrohling 1 vor der Durchführung der gestaltverändernden Bearbeitung bereits während des vorgelagerten Pressvorgangs derart geformt wird, dass er einen radial außenliegenden Einspannabschnitt 2 sowie einen vom Einspannabschnitt 2 zirkular umgebenen Nutzteilmabschnitt 3 umfasst. An dem Nutzteilmabschnitt 3 ist entsprechend der Darstellung der Figuren 1 und 3 ein fertig bearbeitetes Nutzteilm 4 ausgebildet, das aus einem nicht näher dargestellten Vorsprung des Nutzteilmabschnitts 3 geformt wurde.

**[0023]** Der Einspannabschnitt 2 ist beispielhaft ringförmig ausgebildet und weist an einer radial außenliegenden Außenoberfläche 8 mehrere Ausnehmungen 9 auf, die vorzugsweise in gleicher Winkelteilung bezogen auf eine Symmetrieachse 10 des Werkstückrohlings 1 angeordnet sind und die eine Referenzgeometrie 11 bilden. Diese Referenzgeometrie 11 wird zusammen mit dem Nutzteilm 4 auf der nicht dargestellten Bearbeitungsmaschine in einem, vorzugsweise einzigen, Bearbeitungsvorgang hergestellt, so dass eine Positionstoleranz des Nutzteilm 4 gegenüber den Ausnehmungen 9

ausschließlich von einer Bearbeitungsgenauigkeit der nicht dargestellten Bearbeitungsmaschine abhängig ist. Beispielhaft sind die Vertiefungen 9 keilförmig in radialer Richtung nach innen verjüngt ausgebildet, wodurch bei einem Eingriff von walzenförmigen Greifelementen 13 einer ansonsten nicht näher dargestellten Greifeinrichtung eine selbsttätige Zentrierung des Einspannabschnitts 2 relativ zu den Greifelementen 13 erfolgt. Vorzugsweise werden für diesen Greifvorgang genau drei, insbesondere in einer Winkelteilung von 120 Grad angeordnete, Vertiefungen 9 genutzt, während die weiteren drei Vertiefungen 16 beispielsweise zum Eingriff eines nicht näher dargestellten Transportwerkzeugs vorgesehen sind. Somit kann der Werkstückrohling 1 von einer ersten nicht dargestellten Greifeinrichtung, die in genau drei der Vertiefungen 9 eingreift, in eine zweite, nicht dargestellte Greifeinrichtung transportiert werden, bei der ebenfalls ein Eingriff in die genau drei Vertiefungen 9 erfolgt. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass ein nicht dargestelltes Transportwerkzeug in die übrigen randseitigen Vertiefungen 16 eingreift, die somit als Transportvertiefungen dienen. Besonders bevorzugt werden die Vertiefungen 16 auf der nicht dargestellten Bearbeitungsmaschine in dem gleichen Bearbeitungsvorgang hergestellt wie die Vertiefungen 9.

**[0024]** Exemplarisch ist der Nutzteilmabschnitt 3 im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildet und geht in einstückiger Weise in einem radial außenliegenden Bereich direkt in den Einspannabschnitt 2 über. Vorzugsweise umfasst der Nutzteilmabschnitt 3 zwei parallel zueinander und quer zur Symmetrieachse 10 ausgerichtete Oberflächen 12, 15.

**[0025]** Exemplarisch sind in einem radial außenliegenden Bereich des Nutzteilmabschnitts 3 spiegelsymmetrisch zueinander angeordnete Aufnahmebohrungen 18 ausgebildet, die ebenfalls als Bestandteil der Referenzgeometrie 11 angesehen werden können. Diese Aufnahmebohrungen 18 werden zusammen mit der Bearbeitung des Nutzteilm 4 und der Ausnehmungen 9 in der gleichen Aufspannung des Werkstückrohlings 1 auf der nicht dargestellten Bearbeitungsmaschine erzeugt. Die Aufnahmebohrungen 18 dienen nach dem Volumenveränderungsprozess für eine Aufnahme des dann auch als Werkstück bezeichneten Werkstückrohlings 1 an einer mit entsprechenden Passstiften ausgerüsteten, ebenfalls nicht dargestellten Einspannvorrichtung, um eine Erstausrüstung des Werkstückrohlings 1 vor einer endgültigen Einspannung anhand der ebenfalls zur Referenzgeometrie 11 gehörigen Ausnehmungen 9 zu ermöglichen. Beispielsweise kann nach einer Aufnahme des volumenveränderten Werkstückrohlings 1 auf den nicht dargestellten Passstiften mittels der Aufnahmebohrungen 18 zunächst eine Vermessung der Orientierung und/oder Ausdehnung des Nutzteilm 4 und ggf. der Positionierung der Ausnehmungen 9 gegenüber dem Nutzteilm 4 vorgenommen werden, um für die abschließende Bearbeitung des Nutzteilm 4 die korrekte Ausrichtung des Werkstückrohlings 1 vornehmen zu können.

**[0026]** Vor der Durchführung des Volumenveränderungsprozesses kann exemplarisch vorgesehen sein, das Nutzteile 4 mit Hilfe des in Figur 5 dargestellten Profilfräasers 19 in die Geometrie zu bringen, wie sie in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist. Dabei ermöglicht es der Profilfräser 19, die rotationssymmetrische Außengeometrie des Nutzteils 4 durch eine Kombination einer Rotationsbewegung des Profilfräasers 19 um seine Symmetrieachse 20 sowie eine weitere Rotation des Profilfräasers 19 auf einer Kreisbahn um die Symmetrieachse 10 des Nutzteils 4 zu erzeugen, ohne dass dabei die Oberflächenbearbeitung für den Nutzteile 4 wie bei einem sogenannten Abzeilverfahren in mehrere Fräsbahnen unterteilt werden muss.

**[0027]** Bei der schematischen Darstellung gemäß der Figur 4 ist beispielhaft erkennbar, dass das Nutzteile 4 durch den Volumenveränderungsprozesses eine isotrope, also in alle Raumrichtungen prozentual gleiche Volumenveränderung, vorliegend eine Volumenreduzierung oder Schwindung, erfährt. Dadurch ergibt sich längs der Symmetrieachse 10 aufgrund der in dieser Raumrichtung größten Ausdehnung des Nutzteils 4 auch der größte absolute Schwindungsbetrag. Quer zur Symmetrieachse 10 tritt aufgrund der in dieser Raumrichtung kleineren Ausdehnung ein geringerer absoluter Schwindungsbetrag beim Nutzteile 4 auf. Die vom Profilfräser 19 vor dem Volumenveränderungsprozesses erzeugte Geometrie des Nutzteils 4, die in der Figur 4 mit einer durchgezogenen Linie dargestellt ist, umfasst das Übermaß, das aufgrund des Schwindungsvorgangs einbezogen werden muss, um nach Durchführung des Volumenveränderungsprozesses eine möglichst geringe Nachbearbeitung der Oberfläche des mit der gestrichelten Linie dargestellten Werkstücks 14 vornehmen zu müssen.

### Patentansprüche

1. Werkstückrohling zur Weiterverarbeitung in einem Volumenveränderungsprozess, mit einem Grundkörper, der als Pulverpressteil, insbesondere aus einem metallischen oder keramischen Pulver, hergestellt ist und der einen außenliegenden Einspannabschnitt (2) zur Aufnahme in einer Einspannvorrichtung einer Bearbeitungsmaschine und einen einstückig mit dem Einspannabschnitt (2) ausgebildeten, innenliegenden Nutzteileabschnitt (3) zur Ausformung wenigstens eines Nutzteils (4) in einem gestaltverändernden Herstellungsverfahren mittels der Bearbeitungsmaschine umfasst, wobei am Einspannabschnitt (2), insbesondere an einer Außenoberfläche (8) des Einspannabschnitts (2), wenigstens eine auf den wenigstens einen Nutzteile (4) bezogene und im gleichen gestaltverändernden Herstellungsverfahren wie das Nutzteile (4) hergestellte Referenzgeometrie (11) ausgebildet ist, die für eine lagerichtige Orientierung des wenigstens einen Nutzteils (4) nach Durchführung eines Volumenveränderungs-

prozesses ausgebildet ist.

2. Werkstückrohling nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper eine zylindrische, insbesondere kreiszylindrische, Gestalt aufweist und dass der Einspannabschnitt (2) ringförmig ausgebildet ist und einen, insbesondere zumindest im Wesentlichen kreisförmigen, Nutzteileabschnitt (3) umgibt.
3. Werkstückrohling nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Dicke des Nutzteileabschnitts (3) abseits des wenigstens einen Nutzteils (4) weniger als 30 Prozent, vorzugsweise weniger als 15 Prozent, besonders bevorzugt weniger als 10 Prozent, insbesondere weniger als 5 Prozent, einer Dicke des Grundkörpers beträgt.
4. Werkstückrohling nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die am Einspannabschnitt (2) ausgebildete Referenzgeometrie (11) als Anordnung von mehreren, insbesondere genau drei, Vertiefungen (9) ausgebildet ist.
5. Verfahren zur Herstellung eines Nutzteils (4) mit den Schritten: Herstellen eines Werkstückrohlings (1) aus einem, insbesondere metallischen oder keramischen, Pulver in einem Pressprozess, Einspannen des Werkstückrohlings (1) in eine Bearbeitungsmaschine und gestaltverändernde Herstellung wenigstens eines Nutzteils (4) in einem Nutzteileabschnitt (3) des Werkstückrohlings (1) sowie gestaltverändernde Herstellung einer auf den Nutzteile (4) bezogenen Referenzgeometrie (11) an einem den Nutzteileabschnitt (3) umgebenden Einspannabschnitt (2), Durchführen eines Volumenveränderungsprozesses für den Werkstückrohling (1) zur Erzeugung eines Werkstücks, Einspannen des Werkstücks unter Verwendung der Referenzgeometrie (11) und Fertigbearbeitung des wenigstens einen Nutzteils (4).
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bearbeitung des Nutzteils (4) vor der Durchführung des Volumenänderungsprozesses einen Fräsvorgang umfasst, bei dem eine Rohteilgeometrie des Nutzteils (4) mit einem Untermaß oder Übermaß gegenüber einer Fertigteilgeometrie erzeugt wird, wobei das Untermaß oder Übermaß eine Volumenveränderung des Nutzteils (4) während des Volumenänderungsprozesses berücksichtigt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Durchführung des Fräsvorgangs wenigstens ein Profilfräser (19) eingesetzt wird, dessen Profilierung einer angestrebten Oberfläche des Nutzteils (4) unter Berücksichtigung der

Volumenveränderung entspricht.

8. Verfahren nach Anspruch 5, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Fertigbearbeitung des wenigstens einen Nutzteils (4) ein Schleifvorgang wenigstens einer Oberfläche des Nutzteils (4) durchgeführt wird. 5
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Durchführung der Fertigbearbeitung des wenigstens einen Nutzteils (4) eine Vermessung der Orientierung und/oder der Geometrie des wenigstens einen Nutzteils (4) und/oder der Orientierung der Referenzgeometrie (11) auf einer zur Durchführung der Fertigbearbeitung vorgesehenen Bearbeitungsmaschine sowie eine Ausrichtung des Nutzteils (4) auf der Bearbeitungsmaschine in Abhängigkeit der ermittelten Messergebnisse erfolgt. 10  
15  
20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Herstellung des Nutzteils (4) und der auf den Nutzteile (4) bezogenen Referenzgeometrie (11) in der gleichen Aufspannung für den Werkstückrohling (1) und in unmittelbarer zeitlicher Abfolge vorgenommen wird. 25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

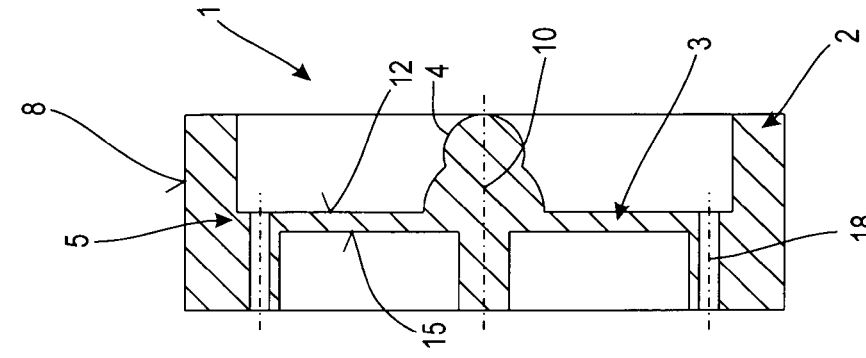


Fig. 3

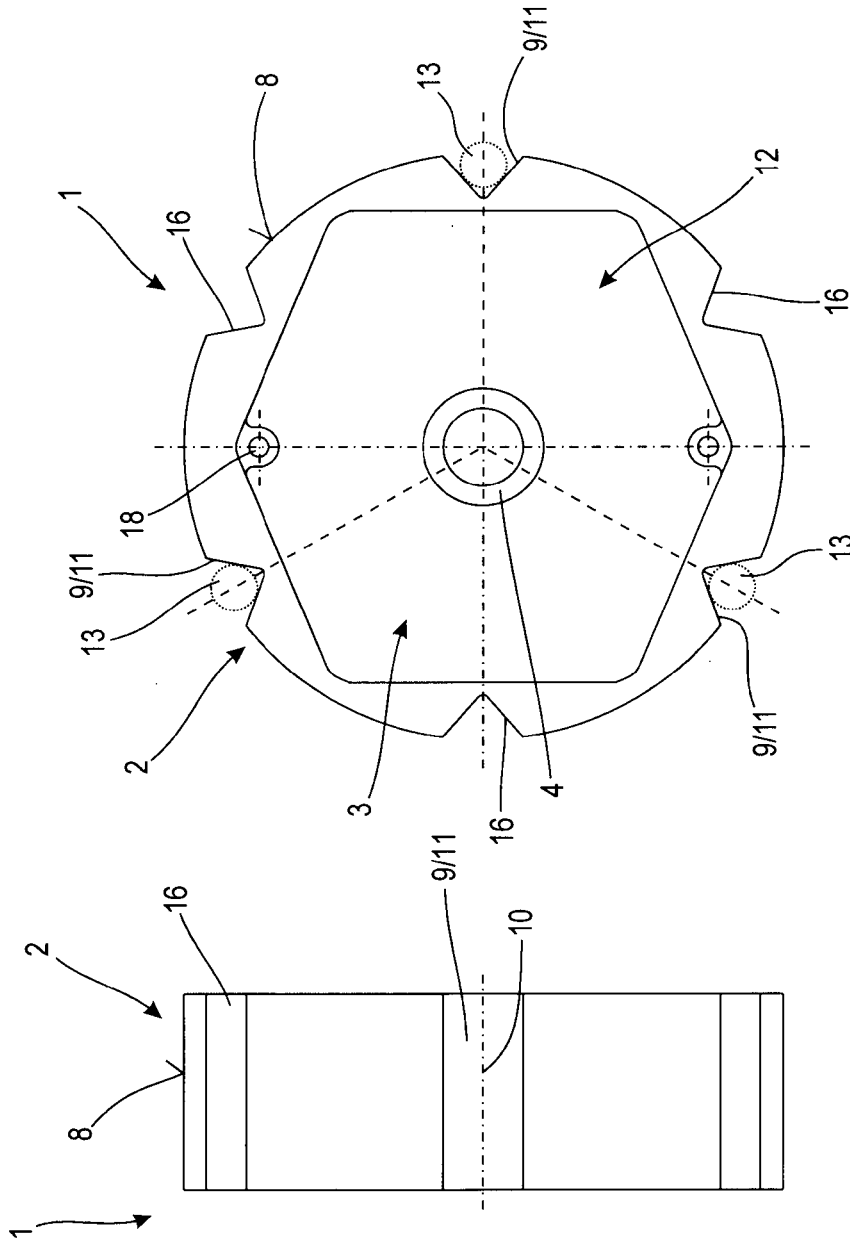


Fig. 1

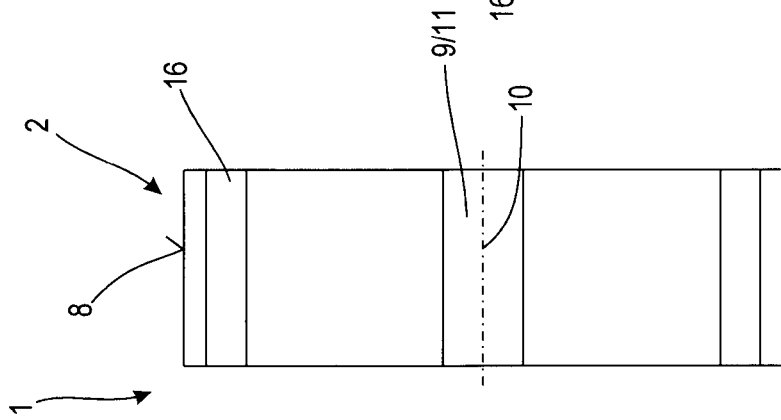


Fig. 2

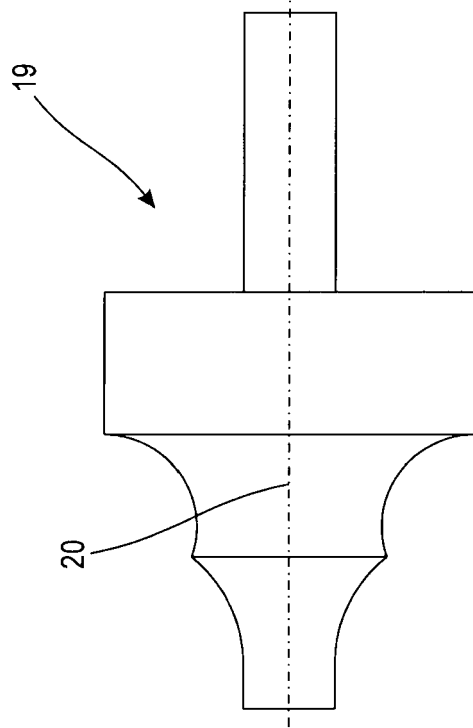


Fig. 5

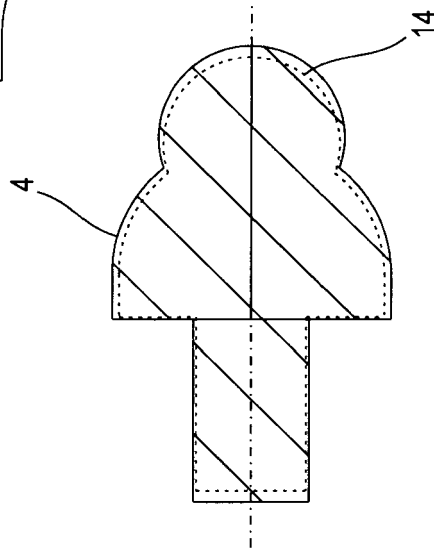


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 14 00 2707

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 543 458 A2 (STORZ KARL IMAGING INC [US]) 9. Januar 2013 (2013-01-09) * Absatz [0008] * * Absatz [0010] * * Absatz [0013] * * Absätze [0015], [0016] * * Absatz [0018] * * Absatz [0029] * * Absatz [0030] * * Absatz [0033] * * Absatz [0035] * * Absatz [0062] * * Absatz [0065] * * Abbildungen *	1-10	INV. B22F5/10
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
			B23Q B64F B22F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 2014	Prüfer Hamel, Pascal
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503\_03.82 (F04C03)

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 00 2707

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-12-2014

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2543458 A2	09-01-2013	CA 2779970 A1	07-01-2013
		EP 2543458 A2	09-01-2013
		JP 2013017814 A	31-01-2013
		US 2013012773 A1	10-01-2013
-----			

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

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