

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
2. April 2015 (02.04.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/043734 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B22F 5/08 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/002553
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. September 2014 (19.09.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 015 677.7
23. September 2013 (23.09.2013) DE
- (71) Anmelder: **GKN SINTER METALS HOLDING GMBH** [DE/DE]; Krebsöge 10, 42477 Radevormwald (DE).
- (72) Erfinder: **TAUSEND, Alexander**; Bahnhofstraße 3, 42897 Remscheid (DE). **ZIEGLER, Kerstin**; Löhndorfer Straße 85 g, 42699 Solingen (DE).
- (74) Anwalt: **VON KREISLER SELTING WERNER**; Partnerschaft von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB, Deichmannhaus am Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A SINTERED PART WITH HIGH RADIAL PRECISION, AND SET OF PARTS COMPRISING JOINING PARTS TO BE SINTERED

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SINTERTEILS MIT HOCHGENAUER RADIALER PRÄZISION SOWIE TEILESATZ MIT SINTERFÜGETELLEN

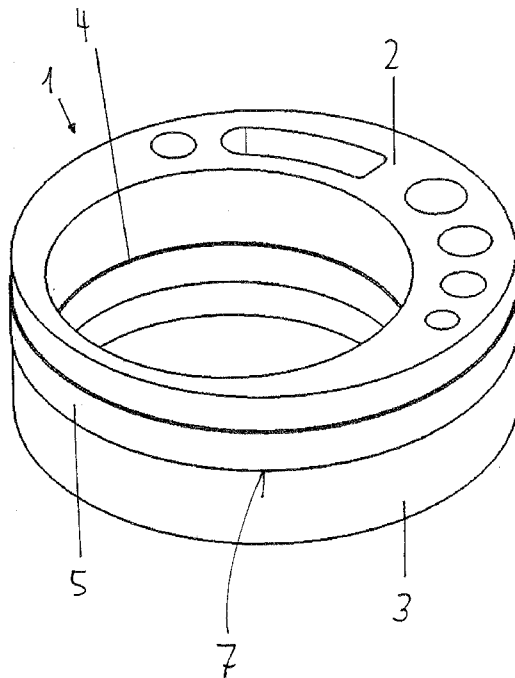


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a sintered part (1) with a high radial precision. The sintered part (1) is made of at least one first joining part (2) to be sintered and a second joining part (3) to be sintered, and the method has at least the following steps: - joining the first joining part (2) with the second joining part (3), and - bringing about the high radial precision, having a step of deforming at least one radial deformation element (4, 5) which is preferably positioned so as to adjoin a joint contact zone (7), wherein the deformation of the radial deformation element is caused at least by means of a calibration tool and is carried out at least substantially as a plastic deformation of the radial deformation element (4, 5). The invention further relates to a set of parts for joining the joining parts to be sintered into a sintered part (1) with a high radial precision.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/043734 A2



KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Sinterteils (1) mit hochgenauer radialer Präzision, wobei das Sinterteil (1) aus wenigstens einem ersten Sinterfügeteil (2) und einem zweiten Sinterfügeteil (3) hergestellt wird, und wobei das Verfahren wenigstens die folgenden Schritte umfasst: - Fügen des ersten Sinterfügeteils (2) mit dem zweiten Sinterfügeteil (3), - Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision, aufweisend ein Verformen von wenigstens einem Radialverformungselement (4, 5), das bevorzugt an einer Fügekontaktzone (7) angrenzend positioniert ist, wobei das Verformen des Radialverformungselements wenigstens mittels eines Kalibrierwerkzeugs bewirkt wird und zumindest im Wesentlichen als plastische Verformung des Radialverformungselements (4, 5) erfolgt. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Teilesatz für ein Fügen der Sinterfügeteile zu einem Sinterteil (1) mit hochgenauer radialer Präzision.

Verfahren zur Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision sowie Teilesatz mit Sinterfügeteilen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision. Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Teilesatz mit Sinterfügeteilen für ein Fügen der Sinterfügeteile zu einem Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision.

Eine übliche Methode zur Nachbehandlung von Sinterteilen ist ein Kalibrieren eines Sinterteils. Durch ein Nachpressen beziehungsweise ein Kalibrieren wird eine Maßhaltigkeit des Sinterteils bewirkt. Bei für eine Rotation vorgesehenen Bauteilen umfasst das Kalibrieren in vielen Fällen insbesondere ein Herbeiführen einer Maßhaltigkeit der Flächen die zu einer Rotationsachse des Sinterteils parallel orientiert sind. Das Kalibrieren erfolgt unter hohem Druck in einer Kalibriermatrize. In Fällen, in welchen besondere Ansprüche an die Maßhaltigkeit des Sinterteils gestellt werden, ist hiernach allerdings in vielen Fällen noch erforderlich, dass zusätzliche spanende Bearbeitungsschritte vorgenommen werden, wie beispielsweise ein Schleifen, Drehen, Fräsen oder Bohren. Hierfür muss allerdings der Nachteil des mit den weiteren Bearbeitungsschritten einhergehenden Mehraufwands in Kauf genommen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision herstellen und bereitstellen zu können, welches in seinen Eigenschaften und in seinem Herstellungsaufwand gegenüber den bisher bekannten Sinterteilen verbessert ist.

Die Aufgabe wird mit einem Verfahren zur Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie mit einem Teilesatz mit Sinterfügeteilen für ein Fügen der Sinterteile zu einem Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision mit den Merkmalen des Anspruches 10 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus der nachfolgenden Beschreibung hervor. Ein oder mehrere Merkmale aus den Ansprüchen, der Beschreibung wie auch den Figuren können mit ein oder mehreren Merkmalen daraus zu weiteren Ausgestaltungen der Erfindung verknüpft werden. Insbesondere können auch ein oder mehrere Merkmale aus den unabhängigen Ansprüchen durch ein oder mehrere andere Merkmale aus der Beschreibung und/oder den Figuren ersetzt werden. Die vorgeschlagenen Ansprüche sind nur als Entwurf zur Formulierung des Gegenstandes aufzufassen, ohne diesen aber zu beschränken.

Es ist ein Verfahren zur Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision vorgesehen. Das Sinterteil wird wenigstens aus einem ersten Sinterfügeteil und einem zweiten Sinterfügeteil hergestellt. Das Verfahren umfasst wenigstens die folgenden Schritte:

- Fügen des ersten Sinterfügeteils mit dem zweiten Sinterfügeteil;
- Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision, aufweisend ein Verformen von wenigstens einem Radialverformungselement. Das Verformen des Radialverformungselementes wird wenigstens mittels eines Kalibrierwerkzeuges bewirkt. Das Verformen des Radialverformungselementes erfolgt zumindest im Wesentlichen als plastische Verformung des Radialverformungselementes.

Der Begriff des Sinterteiles bezieht sich insbesondere darauf, dass es sich bei dem Sinterteil um ein Bauteil handelt, welches bereits einem Sinterprozess unterzogen wurde. Bevorzugt ist vorgesehen, dass kein weiteres Sintern des Sinterteils mehr erforderlich ist, es kann jedoch ebenfalls möglich sein, dass noch ein weiteres Sintern des Sinterteils vorgesehen und/oder erforderlich ist.

Der Begriff des Sinterfügeteils bezeichnet ebenfalls ein bereits gesintertes Bauteil, welches für ein Fügen zu einem Sinterteil mittels eines Fügens mit wenigstens einem weiteren Sinterfügeteil vorgesehen ist.

Der Begriff der hochgenauen radialen Präzision bezeichnet insbesondere eine Maßhaltigkeit einer Mantelfläche des Sinterteils wenigstens entlang eines Teilabschnitts der axialen Erstreckung des Sinterteils zu einer vorgesehenen Rotationsachse des Sinterteils parallel orientiert ist.

In einer bevorzugten Ausbildung handelt es sich bei der hochgenauen radialen Präzision um eine radiale Präzision an wenigstens einer axialen Position der axialen Erstreckung des Sinterteils.

In einer besonders bevorzugten Ausbildung des Verfahrens handelt es sich bei der hochgenauen radialen Präzision um eine radiale Präzision entlang der gesamten axialen Erstreckung des Sinterteils, wobei besonders bevorzugt die Mantelfläche des Sinterteils vollständig die hochgenaue radiale Präzision aufweist.

In einer speziellen Ausbildung handelt es sich bei dem Sinterteil um ein im Wesentlichen rotationssymmetrisches Sinterteil, das eine Mantelfläche aufweist, die einer Mantelfläche eines Kreiszylinders entspricht. In dieser speziellen Ausgestaltung bezieht sich die hochgenaue radiale Präzision auf einen Außendurchmesser der Mantelfläche, wobei für alle
5 Außendurchmesser innerhalb akzeptierter Toleranzen der Durchmesser an jeder Position der axialen Erstreckung des Sinterteils seine geforderte Maßhaltigkeit erreicht.

Der Begriff der hochgenauen radialen Präzision bezeichnet insbesondere eine Präzision
10 in einer radialen Richtung des Sinterteils mit einer Toleranz von weniger als $\pm 0,050$ mm in radialer Richtung, so dass keine Erstreckung mehr oder weniger als 0,050 mm von seinem vorgesehenen Wert der Maßhaltigkeit abweicht.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die hochgenaue
15 radiale Präzision eine Toleranz von weniger als $\pm 0,025$ mm aufweist, dass also keine Abweichung einer Erstreckung in radialer Richtung von mehr als 0,025 mm höher oder geringer als dem vorgesehenen Wert der Maßhaltigkeit auftritt. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die radiale Präzision eine Toleranz von weniger als $\pm 0,015$ mm aufweist, also keine Erstreckung mehr oder weniger
20 als 0,015 mm von seinem vorgesehenen Wert der Maßhaltigkeit abweicht.

Der Begriff des Kalibrierwerkzeuges kann zum einen ein separates Werkzeug bezeichnen, mittels welchem ein Kalibrieren eines zuvor bereits, insbesondere in einem anderen Werkzeug gefügtes, Sinterteil kalibriert wird. Ebenso kann beispielsweise aber auch vor-
25 gesehen sein, dass der Begriff des Kalibrierwerkzeuges einen Bereich eines Werkzeuges bezeichnet, in welchem neben dem Kalibrieren auch bereits ein Fügen des Sinterteils zumindest dem ersten Sinterteil und dem zweiten Sinterteil erfolgt ist. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein Folgewerkzeug genutzt wird, in welchem in sequentieller Folge zunächst ein Fügen und in einem weiteren Schritt ein Kalibrieren stattfinden. Eben-
30 falls kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Fügen sowie das Kalibrieren wenigstens zeitweise gleichzeitig stattfindet, dass also beispielsweise das Fügen ohne diskreten Übergang in das Kalibrieren übergeht. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass bereits zu einem Zeitpunkt, in welchem bereits ein Kalibrieren stattfindet, der Schritt des Herbeiführens der hochgenauen radialen Präzision in einem Bereich des Kalibrierwerk-
35 zeuges bereits begonnen hat.

In einer speziellen Ausgestaltung des Verfahrens kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision im Wesentlichen durch das Verformen des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente herbeigeführt wird.

5

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass ein im Wesentlichen durch das Verformen des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision dahingehend verstanden wird, dass wenigstens 75 % der für das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision erforderlichen Volumenänderung durch Volumenänderung des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente beigetragen wird.

10

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass ein im Wesentlichen durch das Verformen des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision dahingehend verstanden wird, dass wenigstens 85 % der für das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision erforderlichen Volumenänderung durch Volumenänderung des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente beigetragen wird.

15

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass ein im Wesentlichen durch das Verformen des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision dahingehend verstanden wird, dass wenigstens 95 % der für das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision erforderlichen Volumenänderung durch Volumenänderung des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente beigetragen wird.

20

25

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass ein im Wesentlichen durch das Verformen des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision dahingehend verstanden wird, dass wenigstens 99 % der für das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision erforderlichen Volumenänderung durch Volumenänderung des Radialverformungselements oder der Radialverformungselemente beigetragen wird.

30

Die Volumenänderung bezieht sich jeweils auf die Volumenänderung des Gesamtvolumens der Sinterfügeteile und der Radialverformungselemente.

35

In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens kann beispielsweise vorgesehen sein, dass im Rahmen des Verfahrensschrittes des Fügens ein äußeres Verformungsteil positioniert wird, so dass wenigstens das erste Sinterfügeteil und/oder wenigstens das zweite Sinterfügeteil durch das äußere Verformungsteil wenigstens teilweise umlaufen werden.

- 5 Das äußere Verformungsteil bildet sodann ein Radialverformungselement, welches als äußeres Radialverformungselement ausgebildet ist.

Der Begriff des äußeren Verformungsteils bezeichnet ein eigenständiges Bauteil, welches zusätzlich zu dem ersten Sinterfügeteil und dem zweiten Sinterfügeteil, beispielsweise vor
10 dem Fügen oder während des Fügens des ersten Sinterfügeteils mit dem zweiten Sinterfügeteil derart positioniert wird, dass das erste Sinterfügeteil und/oder das zweite Sinterfügeteil wenigstens teilweise umlaufen werden. Der Begriff des Umlaufens des ersten Sinterfügeteils und/oder des zweiten Sinterfügeteils durch das äußere Verformungsteil bezieht sich auf eine derartige Anordnung, in welcher das äußere Verformungsteil eine
15 Mantelfläche des ersten Sinterfügeteils und/oder eine Mantelfläche des zweiten Sinterfügeteils wenigstens bereichsweise einschließt, umfasst und/oder, bevorzugt, auf dieser sie berührend aufliegt.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass das äußere Verformungsteil an einer Kante,
20 zumindest bereichsweise, aufliegt, an welcher das erste Sinterfügeteil und/oder das zweite Sinterfügeteil gefügt werden.

Vorteil eines Anordnens eines äußeren Verformungsteils ist, dass im Verlaufe des Herbeiführens der Hochgenauen radialen Präzision die Freiheitsgrade des äußeren Verformungsteils bewirken, dass sich dieses sehr gut dem Kalibrierwerkzeug anpassen kann und dessen Bezugsqualität hinsichtlich der Lage- und/oder Positionstoleranzen und/oder Formqualität, das heißt insbesondere der radialen Präzision, annehmen kann.
25

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das äußere Verformungsteil aus einem im
30 Vergleich zu dem ersten Sinterfügeteil und/oder dem zweiten Sinterfügeteil vergleichsweise leicht verformbaren Material, insbesondere plastisch verformbarem Material besteht, so dass eine Verformbarkeit des äußeren Verformungsteils bevorzugt erfolgt.

Zur Positionierung des äußeren Verformungsteils kann beispielsweise vorgesehen sein,
35 dass das äußere Verformungsteil in axialer Richtung zurückgehalten wird durch einen Bereich des ersten Sinterfügeteils, welcher in radialer Richtung eine Erstreckung aufweist,

welche größer ist als die Erstreckung des äußeren Verformungsteils und/oder dass in einer axialen Richtung das äußere Verformungsteil durch einen Bereich des zweiten Sinterfügeteils zurückerhalten wird, welcher einen Bereich aufweist, welcher eine radiale Erstreckung aufweist, die größer als die radiale Erstreckung des äußeren Verformungsteils ist. Insbesondere kann durch Anordnung wenigstens eines Rückhaltevorsprungs des ersten Sinterfügeteils und/oder wenigstens eines Rückhaltevorsprungs des zweiten Sinterfügeteils eine axiale Positionierung des äußeren Verformungsteils erfolgen.

10 In einer Ausgestaltung des Verfahrens, in welcher sowohl das erste Sinterfügeteil als auch das zweite Sinterfügeteil jeweils einen entsprechenden Rückhaltevorsprung aufweisen mit einem Abstand der Vorsprünge im gefügten Zustand des Sinterteils, die einer axialen Erstreckung des Verformungsteils entspricht, wird im Verlaufe des Fügens eine exakte Positionierung des Verformungsteils herbeigeführt.

15 In einer anderen Ausgestaltung des Verfahrens kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein inneres Verformungsteil im Rahmen des Fügens positioniert wird, und das innere Verformungsteil:

- 20 - wenigstens eine erste Innenfügefläche des ersten Sinterfügeteils, und/oder
- wenigstens eine zweite Innenfügefläche des zweiten Sinterfügeteils.

zumindest teilweise abdeckt.

25 In einer bevorzugten Ausgestaltung deckt das innere Verformungsteil, das im Rahmen des Fügens positioniert wird, nach dem Positionieren

- die erste Innenfügefläche des ersten Sinterfügeteils und/oder
- die zweite Innenfügefläche des zweiten Sinterfügeteils

30 vollständig ab.

Das innere Verformungsteil fungiert sodann als Radialverformungselement, das als inneres Radialverformungselement ausgebildet ist.

Ein an wenigstens einer Innenfügefläche angeordnetes inneres Radialverformungselement hat unter anderem den Vorteil zur Folge, dass eine exakte Positionierung des ersten Sinterfügeteils zu dem zweiten Sinterfügeteil begünstigt wird.

- 5 Der Begriff der Innenfügefläche bezeichnet eine innere Mantelfläche einer Ausnehmung, die sich also in einem Inneren des gefügten Sinterteils befindlich ist, wobei ein Inneres dadurch gekennzeichnet sein soll, dass das Innere wenigstens abschnittsweise von der äußeren Mantelfläche umhüllt ist. Der Begriff der Außenfügefläche bezeichnet eine Mantelfläche der Erhebung. Das innere Verformungsteil ist wenigstens bereichsweise zwischen einer Innenfügefläche und einer Außenfügefläche befindlich. Ebenfalls kann jedoch auch vorgesehen sein, dass das innere Verformungsteil sich über eine axiale Gesamterstreckung einer Innenfügefläche und/oder einer axialen Gesamterstreckung einer Außenfügefläche erstreckt.
- 10
- 15 Das Positionieren des äußeren Verformungsteils und/oder des inneren Verformungsteils im Rahmen des Fügens ist dahingehend zu verstehen, dass von einem Vorliegen des ersten Sinterfügeteils, des zweiten Sinterfügeteils sowie des äußeren und/oder inneren Verformungsteils zu der Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision das Positionieren des inneren und/oder äußeren Verformungsteils erfolgt. Das Positionieren kann beispielsweise als ein ein erster Schritt unabhängig von dem Fügen des ersten Sinterfügeteils mit dem zweiten Sinterfügeteil erfolgen, beispielsweise indem das Verformungsteil über das Sinterfügeteil oder über die Sinterfügeteile übergestülpt wird oder das Verformungsteil in das Sinterfügeteil oder in die Sinterfügeteile eingesetzt wird. Es kann ebenfalls beispielsweise vorgesehen sein, dass das äußere und/oder das innere Verformungsteil in loser Passung, mit Reib- und/oder Kraftschluss positioniert wird. Ebenfalls kann vorgesehen sein, dass wenigstens in einem Teil des Schrittes des Fügens auch das Fügen des äußeren und/oder des inneren Verformungsteils erfolgt, dass diese Prozessschritte also wenigstens teilweise überlappen.
- 20
- 25
- 30 Es ist umfasst, dass eine Anzahl von mehr als einem inneren Verformungsteil und/oder mehr als einem äußeren Verformungsteil im Rahmen des Fügens positioniert wird.

In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein, mehrere oder bevorzugt alle Verformungsteile während des Fügens reib-, form-, kraft- und/oder stofflüssig mit einem oder mehreren Sinterfügeteilen verbunden werden.

35

In einer anderen Ausgestaltung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass während des Herbeiführens der hochgenauen radialen Präzision ein, mehrere, bevorzugt alle, Verformungsteile reib-, form-, kraft- und/oder stoffschlüssig mit einem oder mehreren Sinterfügeteilen verbunden werden.

5

In Zwischenstufen kann ebenfalls vorgesehen sein, dass wenigstens zeitweise während des Verfahrens wenigstens teilweise das Fügen sowie wenigstens teilweise das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision gleichzeitig stattfinden. Ebenfalls kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das wenigstens eine Verformungsteil mit einem oder mehreren Sinterfügeteilen verbunden wird, während das Fügen und das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision jeweils wenigstens teilweise gleichzeitig vorgenommen werden.

Ein wenigstens teilweise gleichzeitiges Vornehmen des Fügens und des Herbeiführens der hochgenauen radialen Präzision hat den Vorteil zur Folge, dass die Prozessdauer reduziert ist und eine höhere Genauigkeit in der radialen Präzision sowie insbesondere in der radialen Positionierung der Sinterfügeteile zueinander erreicht werden können.

In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens kann beispielsweise vorgesehen sein, dass

20

- zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche des ersten Sinterfügeteils, und/oder
- zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche des zweiten Sinterfügeteils, und/oder
- zumindest ein Bereich wenigstens einer Außenfügefläche des ersten Sinterfügeteils, und/oder
- zumindest ein Bereich wenigstens einer Außenfügefläche des zweiten Sinterfügeteils

25
30

wenigstens eine eine radiale Erhebung aufweist, die ein Radialverformungselement bildet, die als inneres Radialverformungselement ausgestaltet ist.

Der Begriff der radialen Erhebung bezeichnet eine aus dem ersten Sinterfügeteil und/oder eine aus dem zweiten Sinterfügeteil hervorgehende Erhebung, welche bevorzugt einstückig Bestandteil des Sinterfügeteils ist, und welche wenigstens teilweise in eine radiale

35

Richtung erhaben ist. Ein Vorteil einer solcher Ausgestaltung einer Erhebung besteht darin, dass bereits bei dem Pulverpressen zur Herstellung eines Grünlings, welcher später mittels Sintern zum Sinterfügeteil wird, die radiale Erhebung in den Grünling eingeformt werden kann. So kann die radiale Erhebung beispielsweise durch negative Abbildung in
5 einer Pressmatrize in das spätere Sinterfügeteil eingeformt werden

Bei einer radialen Erhebung handelt es sich um eine Erhebung, welche zumindest auch einen Erstreckungsbestandteil in eine radiale Richtung aufweist. Beispielsweise kann es sich bei der radialen Erhebung um eine Linienhebung handeln, was den Vorteil hat,
10 dass eine solche Linienhebung während eines Pressens von Pulver zur Herstellung eines Grünlings, welcher später zum Sinterfügeteil wird, besonders einfach abgebildet werden kann. Ebenfalls kann aber auch beispielsweise vorgesehen sein, dass es sich bei der Erhebung beispielsweise um einen Noppen oder eine andere geometrische Form handeln kann.

15 Das Vorhandensein einer radialen Erhebung hat den Vorteil zur Folge, dass bei einem Fügen der Einzelteile, beispielsweise des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils, die Einzelteile sich an den Kontaktflächen zu den Werkzeugelementen des Fügewerkzeugs und/oder des Kalibrierwerkzeugs ausrichten. Eine präzise Fertigung und Lage-
20 tolerierung der Werkzeugteile bei gleichzeitig stabiler Werkzeugauslegung führt bei mehr als einer vorhandenen Erhebung dann dazu, dass Formabweichungen der Sinterfügeteile durch lokal unterschiedliche Verformungsgrade innerhalb der Erhebungen ausgeglichen werden. Durch das Vorhandensein der Erhebungen genügt bereits eine geringe radiale Abweichung von der optimalen Lage zu dem Überschreiten der Fließspannung in der
25 Kontaktzone. Hierdurch wird in der Folge bereits bei geringen Abweichungen und den hieraus folgenden geringen sich ergebenden Drücken eine plastische Verformung insbesondere der Erhebungen bewirkt. Gleichzeitig kann das Material des Sinterfügeteils, das Erhebungen aufweist, in einen Freiraum fließen, welcher zwischen wenigstens einer ersten und einer zweiten Erhebung befindlich ist. Das Vorhandensein wenigstens einer Er-
30 hebung führt folglich zu einer sehr präzise möglichen Ausrichtung wenigstens des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils zueinander.

Besonders bevorzugt ist eine Ausgestaltung des Verfahrens vorgesehen, in welcher eine Anzahl wenigstens zweier Erhebungen vorhanden ist. Besonders bevorzugt ist eine über
35 einen gesamten Umfang, bevorzugt gleichmäßig, angeordnete Anbringung von einer noch höheren Anzahl als zweier Erhebungen vorgesehen. Ebenfalls kann beispielsweise vor-

gesehen sein, dass Erhebungen sowohl an dem ersten Sinterfügeteil als auch an dem zweiten Sinterfügeteil vorhanden sind.

5 Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision wenigstens teilweise gleichzeitig mit dem Fügen des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils erfolgt. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein Fügen des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils sowie ein Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision hintereinander mit Hilfe eines Folgewerkzeugs vorgenommen werden, so dass lediglich anhand der Position des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils das Fügen des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils in das Herbeiführen hochgenauer radialer Präzision übergeht, wobei ein kontinuierlicher wie auch ein diskontinuierlicher Übergang vorgesehen sein kann.

15 Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens kann beispielsweise vorsehen, dass

- für das Fügen wenigstens ein erster Prozessschritt mittels wenigstens eines Fügewerkzeugs vorgenommen wird und/oder
- für das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision wenigstens ein zweiter Prozessschritt mittels eines als separates Kalibrierwerkzeug ausgebildeten Kalibrierwerkzeugs und/oder mittels eines Kalibrierwerkzeugs, das als Kalibrierbereich eines kombinierten Folgewerkzeugs ausgebildet ist.

25 Eine derartige Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision hat den Vorteil, dass das Kalibrierwerkzeug unabhängig von dem für das Fügen verwendete Werkzeug eingestellt und/oder ausgetauscht werden kann, wodurch eine höhere Flexibilität bewerkstelligt wird.

30 Eine weitere Ausbildung des Verfahrens zur Herstellung eines Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision kann beispielsweise vorsehen, dass nach dem Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision eine Entnahme des Sinterteils mit hochgenauer radialer Präzision aus dem Kalibrierwerkzeug erfolgt. Es ist also vorgesehen, dass eine Entnahme als Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision erfolgt.

35 Einer der Vorteile einer Entnahme des Sinterteils aus dem Kalibrierwerkzeug als Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision ist, dass bereits unmittelbar nach dem Kalibrieren die

gewünschte hochgenaue radiale Präzision vorliegt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass die Reproduzierbarkeit des Durchmessermaßes sowie die Qualität der Bezugs- und Formeigenschaften nach der plastischen Verformung beziehungsweise nach dem Kalibrieren nicht mehr durch eine Nachbearbeitung verbessert werden muss. Insbesondere ist
5 beispielsweise auch keine spanende Bearbeitung, beispielsweise der Durchmesser, der Mantelflächen und/oder der Bezugsflächen und Funktionsflächen erforderlich, es muss also beispielsweise kein Schleifen, Drehen, Fräsen und/oder Bohren mehr erfolgen. Hierdurch ergibt sich der beträchtliche Vorteil einer weniger zeit-, material- und arbeitsintensiven Herstellung der Sinterteile.

10

In einer Ausgestaltung des Verfahrens weist das Verfahren ein Gegeneinanderpressen des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils unter mittels eines Presswerkzeuges bewirktem axialen Pressdruck. Hierbei wird durch das Gegeneinanderpressen die höhenpräzise Formteilhöhe herbeigeführt;

15

Der Begriff der Fügefläche bezeichnet hierbei eine Seite, auf welcher bei einem für eine Rotationsbewegung vorgesehenen Sinterteil die Rotationsachse senkrecht oder wenigstens im Wesentlichen senkrecht orientiert ist. Der Begriff der Fügefläche schließt hierbei Erhebungen oder Vertiefungen mit ein. Es ist somit nicht erforderlich, dass eine Fügefläche
20 als vollkommen ebene Fläche ausgebildet ist.

20

Der Begriff der höhenpräzisen Formteilhöhe ist dahingehend zu verstehen, dass das Sinterteil eine Formteilhöhe aufweist, welche ein unmittelbares Verwenden des Sinterteils für seinen Verwendungszweck vorsieht. Insbesondere ist vorgesehen, dass ein mechanisches Nachbearbeiten, beispielsweise durch spanende Bearbeitung, insbesondere beispielsweise ein Schleifen oder Drehen, nicht mehr erforderlich ist.

25

Das Gegeneinanderpressen des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils mittels eines Pressenwerkzeuges ist dahingehend zu verstehen, dass ein axialer Pressdruck auf wenigstens eines der Sinterfügeteile bewirkt wird. Bei dem Pressenwerkzeug muss es sich hierbei nicht notwendigerweise um das identische Werkzeug handeln, mit welchem ein Fügen versehen ist. Das Ausüben von axialem Pressdruck ist nicht dahingehend zu verstehen, dass unmittelbar auf eines oder mehrere des ersten und des zweiten Sinterfügeteils Druck ausgeübt wird, sondern es kann ebenfalls vorgesehen sein, dass
30 beispielsweise mehr als zwei Sinterfügeteile gefügt werden und dass nur eines des ersten Sinterfügeteils und des zweiten Sinterfügeteils oder auch keines des ersten Sinterfügeteils
35

und des zweiten Sinterfügeteils unmittelbar mit dem Presswerkzeug in Berührung kommt. Der Begriff des Gegeneinanderpressens umfasst in einem gefügten Zustand des Sinter-
teils insbesondere ein Prägen des Sinterteils, also eine Druckbeaufschlagung in einer
axialen Richtung zur Herbeiführung des vorgesehenen Höhenmaßes.

5

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Form-
teilhöhe eine Toleranz von weniger als +/- 0,05 mm aufweist, dass also der Abstand der
Stirnseiten des Sinterteils weniger als 0,05 mm größer oder kleiner als der vorgesehene
Wert ist.

10

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Formteilhöhe
eine Toleranz von weniger als +/- 0,025 mm aufweist, dass also der Abstand der Stirnsei-
ten des Sinterteils weniger als 0,025 mm größer oder kleiner als der vorgesehene Wert
ist.

15

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die
Formteilhöhe eine Toleranz von weniger als +/- 0,15 mm aufweist, dass also der Abstand
der Stirnseiten des Sinterteils weniger als 0,015 mm größer oder kleiner als der vorgese-
hene Wert ist.

20

In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das erste Sinter-
fügeteils wenigstens ein an der ersten Fügefläche angeordnetes erstes Verformungsele-
ment aufweist und/oder das zweite Sinterfügeteil wenigstens ein an der zweiten Fügeflä-
che angeordnetes zweites Verformungselement aufweist. Es ist beispielsweise vorgese-
hen, dass mittels des Gegeneinanderpressens eine Verformung wenigstens eines der
Verformungselemente herbeigeführt wird.

25

Der Begriff des Verformungselementes kann beispielsweise eine Erhabung bezeichnen,
welche einstückig in dem ersten Sinterfügeteil als erstes Verformungselement und/oder in
dem zweiten Sinterfügeteil als zweites Verformungselement vorhanden ist.

30

Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens kann beispielsweise vorsehen, dass das an
der ersten Fügefläche angeordnete erste Verformungselement in eine an der zweiten Füge-
fläche angeordnete erste Aufnahmemulde eingeführt wird. Ebenfalls kann vorgesehen
sein, dass wenigstens das an der zweiten Fügefläche angeordnete zweite Verformungs-
element in eine an der ersten Fügefläche angeordnete zweite Aufnahmemulde eingeführt

35

wird. Hierdurch wird bewirkt, dass eine Positionierung der Verformungselemente in einer senkrecht zur axialen Richtung orientierten Richtung bewirkt wird.

5 Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Fügen, das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision und das Prägen in einem gleichen Prozessschritt erfolgt.

10 Es kann ebenso beispielsweise vorgesehen sein, dass als ein erster Schritt ein Fügen erfolgt und sodann als ein weiterer Schritt ein Prägen und/oder ein Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision erfolgt, so dass das Fügen und das Prägen als sequentielle Prozessschritte durchgeführt werden.

15 Ebenso kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Fügen kontinuierlich in das Prägen und/oder in das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision übergeht, indem beide Prozessschritte in einem gleichen Werkzeug durchgeführt werden.

Die Reihenfolge und die Ausgestaltung des Übergangs und/oder der Überlappung der Verfahrensschritte Fügen, Prägen und/oder Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision sind in beliebiger Reihenfolge vornehmbar.

20 Ein anderer Gedanke der Erfindung, der unabhängig wie auch in Kombination mit den anderen Gedanken der Erfindung weiterverfolgt werden kann, betrifft einen Teilesatz mit Sinterfügeteilen für ein Fügen der Sinterfügeteile zu einem Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision.

25 Der Teilesatz weist wenigstens auf:

- Ein erstes Sinterfügeteil,
- ein zweites Sinterfügeteil sowie
- ein Radialverformungselement.

30

Bei dem ersten Sinterfügeteil sowie dem zweiten Sinterfügeteil handelt es sich jeweils um ein Sinterteil, welches beispielsweise einen Sinterstahl, ein Sintermetall oder eine Sinterkeramik aufweist. Bevorzugt handelt es sich auch bei dem ersten Sinterfügeteil und/oder dem zweiten Sinterfügeteil jeweils um ein Bauteil, welches vollständig aus einem Sintermetall, einem Sinterstahl oder einer Sinterkeramik besteht. Der Begriff des Sinterfügeteils
35 ist dahingehend zu verstehen, dass das erste Sinterfügeteil dazu geeignet sowie dafür

vorgesehen ist, mit dem zweiten Sinterfügeteil zu einem Sinterteil oder zu einem Teil eines Sinterteils gefügt zu werden.

5 Es kann daher beispielsweise auch vorgesehen sein, dass für ein Fügen des Sinterteils zusätzlich noch ein oder mehrere weitere Bauteile vorgesehen sind, oder beispielsweise auch zur Verwendung möglich oder erforderlich sind. Bei solchen weiteren Bauteilen kann es sich beispielsweise um weitere Sinterfügeteile handeln; ebenso kann es sich aber auch beispielsweise um zusätzlich zu den Sinterfügeteilen vorgesehene Verformungsteile handeln, welche ein oder mehrere Radialverformungselemente bilden.

10

Es kann daher vorgesehen sein, dass der Teilesatz neben dem ersten Sinterfügeteil und dem zweiten Sinterfügeteil noch eine beliebige weitere Anzahl von Sinterfügeteilen oder anderen Bauteilen aufweist.

15 Der Begriff des Radialverformungselements bezeichnet ein Element, welches für eine Verformung in einer radialen Richtung vorgesehen ist. Mit einer radialen Richtung ist eine Richtung bezeichnet, welches senkrecht oder wenigstens im Wesentlichen senkrecht zu einer Axialrichtung des Sinterteils ist. Hingegen soll nicht notwendigerweise impliziert sein, dass es sich bei dem Sinterteil um ein rotationssymmetrisches Teil handeln muss.

20 Vielmehr liegt bei für eine Rotation oder eine Teilrotation vorgesehenen Sinterteilen eine Axialrichtung auf der Rotationsachse. Für den Spezialfall eines rotationssymmetrischen Bauteils oder eines im Wesentlichen rotationssymmetrischen Bauteils liegt eine Axialrichtung auf der Symmetrieachse.

25 Bei dem Radialverformungselement kann es sich beispielsweise um ein Element handeln, welches einstückig mit der Sinterfügeteil verbunden ist. Ebenfalls kann aber auch vorgesehen sein, dass das Radialverformungselement ein separates, vor oder während des Fügens des Sinterteils an das erste und/oder das zweite Sinterfügeteil angelegtes, Element handelt.

30

In einer Ausgestaltung des Teilesatzes kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Teilesatz ein inneres Verformungsteil aufweist, welches im Rahmen des Fügens

35 - wenigstens eine erste Innenfügefläche des ersten Sinterfügeteils zumindest teilweise abdeckend und/oder

- wenigstens eine zweite Innenfügefläche des zweiten Sinterteils zumindest teilweise abdeckend

positionierbar ist und ein Radialverformungselement bildet, das als inneres Radialverformungselement ausgebildet ist.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass zusätzlich zu einem Abdecken ein wenigstens teilweises oder vollständiges Bedecken vorliegt, womit eine Berührung des inneren Verformungsteils mit der ersten Innenfügefläche und/oder der zweiten Innenfügefläche bezeichnet ist.

Der Begriff des inneren Radialverformungselements bezeichnet ein Radialverformungselement, welches bei dem Fügen wenigstens über einen Teil seiner axialen Erstreckung wenigstens von einem Teil des ersten Sinterfügeteils und/oder wenigstens von einem Teil des zweiten Sinterfügeteils umlaufen wird, so dass bei dem fertig gefügten Sinterteil das innere Radialverformungselement wenigstens teilweise in einem Inneren des Sinterteils befindlich ist.

In einer anderen Ausgestaltung des Teilesatzes kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Teilesatz ein äußeres Verformungsteil aufweist, welches im Rahmen des Fügens

- wenigstens das erste Sinterfügeteil zumindest teilweise umlaufend und/oder
- wenigstens das zweite Sinterfügeteil zumindest teilweise umlaufend

positionierbar ist und ein Radialverformungselement bildet, das als äußeres Radialverformungselement ausgebildet ist.

Der Begriff des äußeren Radialverformungselements bezieht sich auf ein derartiges Radialverformungselement, welches während des Fügens und nach dem Fügen, dann also in dem gefügten Sinterteil, mit einem Teil seiner Oberfläche wenigstens einen Teil der Mantelfläche des Sinterteils bildet.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass es sich bei dem ersten Sinterfügeteil und/oder bei dem zweiten Sinterfügeteil um Sinterfügeteile handelt, welche wenigstens abschnittsweise einen etwa ringförmigen oder ringförmigen Querschnitt aufweisen, und dass weiter-

hin das äußere Radialverformungselement als Ring ausgebildet ist. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das als Ring ausgebildete Radialverformungselement einen Innendurchmesser aufweist, der im Wesentlichen dem Außendurchmesser des ersten Sinterfügeteils und/oder des zweiten Sinterfügeteils entspricht, so dass das äußere Ver-
5 formungsteil in Form eines Rings die Sinterfügeteile wenigstens teilweise umlaufend angeordnet werden kann und hierdurch ein Radialverformungselement bildet, das als äußeres Radialverformungselement ausgebildet ist.

10 In einer weiteren Ausgestaltung des Teilesatzes kann beispielsweise vorgesehen sein, dass

- das erste Sinterfügeteil einen erste radialen Rückhaltevorsprung und/oder
- das zweite Sinterfügeteil einen zweiten radialen Rückhaltevorsprung aufweist

15 zur axialen Positionierung des äußeren Verformungsteils im gefügten Zustand des Sinter-
teils.

Bei dem radialen Rückhaltevorsprung handelt es sich um eine wenigstens über einen Winkelbereich des Sinterfügeteils sich in radialer Richtung über an anderen axialen Posi-
20 tionen des Sinterfügeteils vorhandene radiale Erstreckungen hinaus erstreckende radiale Erstreckungen, welche bewirken, dass ein das erste Sinterfügeteil und/oder das zweite Sinterfügeteil in wenigstens teilweise umlaufender Anordnung positioniertes äußeres Ver-
formungsteil durch die Vorsprünge in axialer Richtung positioniert wird.

25 In einer weiteren Ausgestaltung des Teilesatzes kann beispielsweise vorgesehen sein, dass

- zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche des ersten Sinterfüge-
teils,
- 30 - zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche des zweiten Sinterfüge-
teils,
- zumindest einen Bereich mit wenigstens einer Außenfügefläche des ersten Sinter-
fügeteils und/oder
- zumindest einen Bereich wenigstens einer Außenfügefläche des zweiten Sinterfü-
35 geteils

wenigstens eine radiale Erhebung aufweist, die als inneres Radialverformungselement ausgestaltet ist.

Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die radiale Erhebung bei dem Fügen eine
5 Presspassung bewirkt.

Der Begriff des inneren Radialverformungselements umfasst, dass in dem gefügten Zustand des Sinterteils das innere Radialverformungselement in dem Inneren des Sinterteils befindlich ist. Eine radiale Erhebung ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass sie
10 aus dem Material eines oder mehrerer der Sinterfügeteile heraus gebildet ist und einstückig mit dem Sinterfügeteil oder den Sinterfügeteilen ausgebildet ist. Durch das Vorhandensein einer radialen Erhebung ergibt sich der Vorteil, dass aufgrund der Reduktion der Kontaktfläche, welche zwischen dem ersten Sinterteil und dem zweiten Sinterteil sich während des Fügens ergibt durch das während des Fügens leichter herbeigeführte plastische Verformen der radialen Erhebung insbesondere auch die Positionierung des ersten
15 Sinterteils in Relation zum zweiten Sinterteil deutlich verbessert wird.

Eine weitere Ausgestaltung des Teilesatzes kann beispielsweise eine oder mehrere radiale Erhebungen aufweisen, die in einer der geometrischen Formen Kugelabschnitt, Kugelabschnittstumpf, Kegelstumpf, Quader, Trapezoidstumpf, Pyramidenstumpf oder Linienerhebung ausgebildet ist.
20

In dem Fall, dass eine radiale Erhebung als Linienerhebung ausgebildet ist, ist bevorzugt vorgesehen, dass die radiale Erhebung in einer Richtung orientiert ausgebildet ist, welche
25 zu einer axialen Richtung des ersten Sinterfügeteils und/oder zu einer axialen Richtung des zweiten Sinterfügeteils parallel ausgerichtet ist. Durch eine Ausbildung der radialen Erhebung als Linienerhebung, welche in einer zu einer axialen Richtung des ersten Sinterfügeteils parallelen Richtung und/oder in einer zu einer axialen Richtung des zweiten Sinterfügeteils parallelen Richtung orientiert ist, hat den Vorteil, dass im Zuge der Herstellung des ersten Sinterfügeteils und/oder des zweiten Sinterfügeteils mittels axialen Einpressens des Presslings und/oder des Grünlings in einer entsprechend ausgeformte Matrize eine besonders vorteilhafte Herstellung des Sinterfügeteils möglich ist.
30

In einer weiteren Ausgestaltung des Teilesatzes kann beispielsweise vorgesehen sein,
35 dass

- eine Mindesterstreckung einer oberen Kontaktfläche von 0,2 mm in wenigstens einer Dimension der Kontaktfläche aufweist,
- eine Erstreckung einer Grundfläche der Grundfläche von 0,4 mm bis 2,0 mm in wenigstens einer Dimension aufweist und/oder
- 5 - eine Höhe von 0,1 mm bis 2,0 mm zwischen der Grundfläche und der Kontaktfläche aufweist.

Eine Ausbildung der Erhebung gemäß der oben genannten Werte hat sich als besonders vorteilhaft dahingehend erwiesen, dass die Erhebung in genügendem Ausmaße Volumenmaterial bereithält, um mittels plastischen Fließens von Material der Erhebung in ausreichendem Maße eine relativ zueinander erfolgende Positionierung des ersten Sinterfügeteils zu dem zweiten Sinterfügeteil zu ermöglichen. Des Weiteren ist aber gleichzeitig der zwischen dem ersten Sinterfügeteil und dem zweiten Sinterfügeteil sich ergebende Hohlraum gering genug, um beispielsweise durch plastische Verformung geschlossen zu werden und/oder einer ordnungsgemäßen Funktion des Sinterteils nicht entgegenzu-
10 stehen.

In einer weiteren Ausgestaltung des Teilesatzes kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision ein Rotor für einen Nockenwellen-
20 versteller, ein Pumpenring, ein Ölpumpengehäuse, ein Stator oder ein Stoßdämpferkolben ist.

Des Weiteren ist eine Verwendung eines Teilesatzes vorgesehen, um ein Fügen zu einem Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision zu bewerkstelligen, wobei das Sinterteil mit
25 hochgenauer radialer Präzision aus einem Kalibrierwerkzeug entnehmbar ist. Bevorzugt ist für das Fügen zu dem Sinterteil eine Verwendung eines der erläuterten Verfahren vorgesehen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus den nachfolgenden
30 Figuren hervor. Die aus den Figuren hervorgehenden Einzelheiten und Merkmale sind jedoch nicht auf diese beschränkt. Vielmehr können ein oder mehrere Merkmale mit ein oder mehreren Merkmalen aus der obigen Beschreibung zu neuen Ausgestaltungen verknüpft werden. Insbesondere dienen die nachfolgenden Ausführungen nicht als Beschränkung des jeweiligen Schutzbereichs, sondern erläutern einzelne Merkmale sowie
35 ihr mögliches Zusammenwirken untereinander.

Es zeigen:

- 5 Fig. 1: Beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils als Stator aus einem Sinterfügeteil und einem zweiten Sinterfügeteil sowie einem als äußeres Verformungsteil ausgebildeten Radialverformungselement;
- 10 Fig. 2: beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils als Stator aus einem Sinterfügeteil und einem zweiten Sinterfügeteil sowie einem als äußeres Verformungsteil ausgebildeten Radialverformungselement im Querschnitt;
- 15 Fig. 3: beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils als Ölpumpengehäuse aus einem ersten Sinterfügeteil, einem zweiten Sinterfügeteil sowie einem sichtbaren als äußeres Radialverformungselement ausgebildeten Radialverformungselement;
- 20 Fig. 4: beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils als Ölpumpengehäuse aus einem ersten Sinterfügeteil, einem zweiten Sinterfügeteil sowie einem sichtbaren als äußeres Verformungsteil ausgebildeten Radialverformungselement im Querschnitt, weiterhin darstellend ein als inneres Verformungsteil ausgebildetes Radialverformungselement;
- 25 Fig. 5: beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils aus einem ersten Sinterfügeteil und einem zweiten Sinterfügeteil mit einem als radiale Erhebung ausgebildeten Radialverformungselement im Querschnitt;
- Fig. 6: beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils aus einem ersten Sinterfügeteil und einem zweiten Sinterfügeteil mit einem als radiale Erhebung ausgebildeten Radialverformungselement in einer Aufsicht.

30 Fig. 1 ist eine beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils 1 in Schrägansicht zu entnehmen. Bei dem Sinterteil 1 handelt es sich um einen Stator eines Nockenwellenverstellers. Das Sinterteil 1 weist ein erstes Sinterfügeteil 2 und ein zweites Sinterfügeteil 3 auf, die miteinander gefügt sind. Des Weiteren weist das Sinterteil 1 ein äußeres Verformungsteil 5 auf, welches ein als äußeres Radialverformungselement ausgebildetes Radialverformungselement bildet. Das äußere Verformungsteil 5 ist in der gezeigten Ausgestaltung als Ring ausgebildet. Die axiale Erstreckung 12 des äußeren Verformungsteils 5 entspricht einem Abstand eines ersten radialen Rückhaltevorsprungs 13 des ersten Sinter-

35

teils von einem zweiten radialen Rückhaltevorsprung 14, wobei in der gezeigten Ausbildung auch der erste radiale Rückhaltevorsprung 13 und der zweite radiale Rückhaltevorsprung 14 rotationssymmetrisch gegenüber der Rotationsachse 15 des Sinterteils 1 ausgebildet sind. Der erste radiale Rückhaltevorsprung 13 und der zweite radiale Rückhaltevorsprung 14 bewirken eine axiale Positionierung des äußeren Verformungsteils 5. Die radiale Erstreckung des äußeren Verformungsteils 5 ist an jeder Stelle größer als die radiale Erstreckung sowohl des ersten Sinterfügeteils 2 als auch des zweiten Sinterfügeteils 3. Hierdurch wird bewirkt, dass bei dem Kalibrieren ein plastisches Fließen des äußeren Verformungsteils maßgeblich zu dem Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision beiträgt.

Fig. 2 ist eine die Rotationsachse 15 enthaltende Querschnittsdarstellung der in Fig. 1 zu entnehmenden Ausgestaltung eines Sinterteils 1 mit hochgenauer radialer Präzision zu entnehmen.

Fig. 3 ist eine weitere beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils 1 in Schrägansicht zu entnehmen. Bei der in Fig. 3 beispielhaften Ausgestaltung handelt es sich um ein Ölpumpengehäuse, welches ein erstes Sinterfügeteil 2 und ein zweites Sinterfügeteil 3 aufweist. Des weiteren weist das Sinterteil 1 der Fig. 3 ein äußeres Verformungsteil 5 auf, welches als Ring ausgebildet ist. Das als Ring ausgebildete äußere Verformungsteil 5 umläuft das erste Sinterfügeteil 2 vollständig und ist auf einem Teilbereich der äußeren Mantelfläche des ersten Sinterfügeteils 2 anliegend ausgebildet. Ebenfalls ist der Fig. 3 ein inneres Verformungsteil 4 zu entnehmen, das ebenfalls als Ring ausgebildet ist.

Fig. 4 ist eine Querschnittsdarstellung des in Fig. 3 dargestellten Sinterteils zu entnehmen. Zusätzlich zu den bereits der Darstellung der Fig. 3 zu entnehmenden Merkmalen des Sinterteils 1 ist der in Fig. 4 gezeigten Darstellung zudem noch ein erster Rückhaltevorsprung 13 zu entnehmen, welcher gemeinsam mit dem zweiten Sinterfügeteil 3 eine axiale Positionierung des äußeren Verformungsteils 5 bewerkstelligt. Weiterhin ist der Querschnittsdarstellung der Fig. 4 ein in dem Inneren des Sinterteils 1 eingebrachtes inneres Verformungsteil 4 zu entnehmen. Das innere Verformungsteil 4 ist in der gezeigten Darstellung ebenfalls als Ring ausgestaltet und ist in einer Ausnehmung des zweiten Sinterfügeteils 3 eingebracht. Die Maße und die geometrische Ausbildung des Rings sind derart gestaltet, dass das innere Verformungsteil 4 eine zweite Innenfügefläche 9 des zweiten Sinterfügeteils 3 über den gesamten Teil ihrer axialen Erstreckung vollständig abdeckt. Das innere Verformungsteil 4 deckt eine erste Außenfügefläche 10 des ersten Sinterfüge-

teils 2 über den gesamten Teil ihrer axialen Erstreckung vollständig ab. zwischen der ersten Außenfügefläche 10 und der zweiten Innenfügefläche 9 ist das innere Verformungsteil 4 in der gezeigten Ausgestaltung in Presspassung angeordnet. Durch die gezeigte Anordnung des inneren Verformungsteils wird bewirkt, dass eine axiale Positionierung des ersten Sinterfügeteils 2 zu dem zweiten Sinterfügeteil 3 mit einer hohen Genauigkeit als Folge der plastischen Verformung des als inneres Radialverformungselement fungierenden inneren Verformungsteils 4 bewirkt wird. Eine axiale Positionierung des inneren Verformungsteils erfolgt durch den zweiten Rückhaltevorsprung 14, welcher in der Ausnehmung des zweiten Sinterfügeteils ausgebildet ist.

10

Fig. 5 ist eine weitere beispielhafte Ausgestaltung eines Sinterteils 1 zu entnehmen. Bei dem in der Fig. 5 dargestellten Sinterteil 1 handelt es sich um ein Sinterteil 1, welches aus einem ersten Sinterfügeteil 2 und einem zweiten Sinterfügeteil 3 gefügt ist. Das erste Sinterfügeteil 2 weist eine Ausnehmung auf, deren innere Mantelfläche eine erste Innenfügefläche 8 bildet. In die Ausnehmung hinein ist das zweite Sinterfügeteil 3 eingebracht. Es kommt eine insbesondere reibschlüssige Verbindung der beiden Sinterfügeteile zustande, indem als radiale Erhebungen 6 ausgebildete innere Radialverformungselemente, die an einer zweiten Außenfügefläche 9 des zweiten Sinterfügeteils 3 angeordnet sind und die bei dem Einführen des zweiten Sinterfügeteils 3 in die Ausnehmung des ersten Sinterfügeteils plastisch verformt sind.

20

Während die genannten radialen Erhebungen der Darstellung der Fig. 5 nicht zu entnehmen sind, sind sie der Aufsichtdarstellung der Fig. 6 zu entnehmen.

25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Sinterteils (1) mit hochgenauer radialer Präzision,
wobei das Sinterteil (1) aus wenigstens
5 - einem ersten Sinterfügeteil (2) und
- einem zweiten Sinterfügeteil (3)
hergestellt wird,
und wobei
das Verfahren wenigstens die folgenden Schritte umfasst:
10 - Fügen des ersten Sinterfügeteils (2) mit dem zweiten Sinterfügeteil (3),
- Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision, aufweisend ein Verformen von
wenigstens einem Radialverformungselement, das bevorzugt an einer Fügekontakt-
zone (7) angrenzend positioniert ist, wobei das Verformen des Radialverformungs-
elements wenigstens mittels eines Kalibrierwerkzeugs bewirkt wird und zumindest
15 im Wesentlichen als plastische Verformung des Radialverformungselements erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein äußeres Verfor-
mungsteil (5) im Rahmen des Fügens
- wenigstens das erste Sinterfügeteil (2) zumindest teilweise umlaufend und/oder
20 - wenigstens das zweite Sinterfügeteil (3) zumindest teilweise umlaufend
positioniert wird und das äußere Verformungsteil (5) ein als äußeres Radialverfor-
mungselement ausgebildetes Radialverformungselement bildet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
25 ein inneres Verformungsteil (4) im Rahmen des Fügens
- wenigstens eine erste Innenfügefläche (8) des ersten Sinterfügeteils (2) zumindest
teilweise abdeckend und/oder
- wenigstens eine zweite Innenfügefläche (9) des zweiten Sinterfügeteils (3) zumin-
dest teilweise abdeckend
30 positioniert wird und das innere Verformungsteil (4) ein als inneres Radialverfor-
mungselement ausgebildetes Radialverformungselement bildet.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
ein, mehrere, bevorzugt alle, Verformungsteile während des Fügens reib-, form-,
35 kraft- und/oder stoffschlüssig mit einem oder mehreren Sinterfügeteilen verbunden
werden und/oder

dass ein, mehrere, bevorzugt alle, Verformungsteile während des Herbeiführens der hochgenauen radialen Präzision reib-, form-, kraft- und/oder stoffschlüssig mit einem oder mehreren Sinterfügeteilen verbunden werden.

- 5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche (8, 9) des ersten Sinterfügeteils (2), und/oder
 - 10 - zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche (8, 9) des zweiten Sinterfügeteils (3), und/oder
 - zumindest ein Bereich wenigstens einer Außenfügefläche (10, 11) des ersten Sinterfügeteils (2), und/oder
 - zumindest ein Bereich wenigstens einer Außenfügefläche (10, 11) des zweiten Sinterfügeteils (3)
- 15 wenigstens eine radiale Erhebung (6) aufweist, die ein als inneres Radialverformungselement ausgebildetes Radialverformungselement bildet.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision wenigstens teilweise
- 20 gleichzeitig mit dem Fügen des ersten Sinterfügeteils (2) und des zweiten Sinterfügeteils (3) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 - für das Fügen wenigstens ein erster Prozessschritt mittels wenigstens eines Fügwerkzeugs vorgenommen wird und/oder
 - für das Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision wenigstens ein zweiter Prozessschritt mittels eines als separates Kalibrierwerkzeug ausgebildeten Kalibrierwerkzeugs vorgenommen wird und/oder mittels eines als Kalibrierbereich eines
 - 30 Folgwerkzeugs ausgebildeten Kalibrierwerkzeugs vorgenommen wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Herbeiführen der hochgenauen radialen Präzision eine Entnahme
- 35 des Sinterteils (1) aus dem Kalibrierwerkzeug als Sinterteil mit hochgenauer radialer Präzision erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des Sinterteils (1) ein Gegeneinanderpressen einer ersten Fügefläche des ersten Sinterfügeteils (2) und einer zweiten Fügefläche des zweiten Sinterfügeteils (3) unter mittels eines Presswerkzeuges bewirktem axialen Pressdruck bewirkt wird, wobei
- 5 bevorzugt das erste Sinterfügeteil (2) wenigstens ein an der ersten Fügefläche angeordnetes erstes Verformungselement aufweist und/oder das zweite Sinterfügeteil wenigstens ein an der zweiten Fügefläche angeordnetes zweites Verformungselement aufweist und mittels des Gegeneinanderpressens eine Verformung
- 10 wenigstens eines der Verformungselemente herbeigeführt wird.
10. Teilesatz mit Sinterfügeteilen für ein Fügen der Sinterfügeteile zu einem Sinterteil (1) mit hochgenauer radialer Präzision, wobei der Teilesatz aufweist:
- 15 - wenigstens ein erstes Sinterfügeteil (2),
- wenigstens ein zweites Sinterfügeteil (3),
- wenigstens ein Radialverformungselement.
11. Teilesatz nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilesatz ein äußeres Verformungsteil (5) aufweist, welches im Rahmen des Fügens
- 20 - wenigstens das erste Sinterfügeteil (2) zumindest teilweise umlaufend und/oder
- wenigstens das zweite Sinterfügeteil (3) zumindest teilweise umlaufend positionierbar ist und ein Radialverformungselement bildet, das als äußeres Radialverformungselement ausgebildet ist.
- 25 12. Teilesatz nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass
- das erste Sinterfügeteil (2) einen ersten radialen Rückhaltevorsprung (13) und/oder
- das zweite Sinterfügeteil (3) einen zweiten radialen Rückhaltevorsprung (14) aufweist
- 30 zur axialen Positionierung des äußeren Verformungsteils (5) im gefügten Zustand des Sinterteils (1).
13. Teilesatz nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilesatz ein inneres Verformungsteil (4) aufweist, welches im Rahmen des Fügens
- 35 - wenigstens eine erste Innenfügefläche (8) des ersten Sinterfügeteils (2) zumindest teilweise abdeckend und/oder

- wenigstens eine zweite Innenfügefläche (9) des zweiten Sinterfügeteils (3) zumindest teilweise abdeckend
positionierbar ist und ein Radialverformungselement bildet, das als inneres Radialverformungselement ausgebildet ist.
- 5
14. Teilesatz nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
- zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche (8, 9) des ersten Sinterfügeteils (2),
 - zumindest ein Bereich wenigstens einer Innenfügefläche (8, 9) des zweiten Sinterfügeteils (3),
 - 10 - zumindest ein Bereich wenigstens einer Außenfügefläche (10, 11) des ersten Sinterfügeteils (2), und/oder
 - zumindest ein Bereich wenigstens einer Außenfügefläche (10, 11) des zweiten Sinterfügeteils (3)
- 15 wenigstens eine radiale Erhebung (6) aufweist, die als inneres Radialverformungselement ausgestaltet ist.
15. Teilesatz nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die radiale Erhebung (6) mit einer der geometrischen Formen Kugelabschnitt, Kugelabschnittstumpf, Kegelstumpf, Quader, Trapezoidstumpf, Pyramidenstumpf oder Linien-
20 Erhebung, bevorzugt in zu einer axialen Richtung des ersten Sinterfügeteils (2) parallelen Richtung und/oder in zu einer axialen Richtung des zweiten Sinterfügeteils (3) parallelen Richtung, ausgebildet ist.
- 25 16. Teilesatz nach Anspruch 14 oder nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die radiale Erhebung (6)
- eine Mindesterstreckung einer oberen Kontaktfläche von 0,2 mm in wenigstens einer Dimension der Kontaktfläche aufweist,
 - eine Erstreckung einer Grundfläche der Grundfläche von 0,4 mm bis 2,0 mm in
30 wenigstens einer Dimension aufweist und/oder
 - eine Höhe von 0,1 mm bis 2,0 mm zwischen der Grundfläche und der Kontaktfläche aufweist.
- 35 17. Teilesatz nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Sinterteil (1) mit hochgenauer radialer Präzision ein Rotor für einen Nockenwellen-

versteller, ein Pumpenring, ein Ölpumpengehäuse, ein Stator oder ein Stoßdämpferkolben ist.

- 5 18. Verwendung eines Teilesatzes nach einem der Ansprüche 10 bis 17 zum Fügen zu einem aus einem Kalibrierwerkzeug als Sinterteil (1) mit hochgenauer radialer Präzision entnehmbares Sinterteil, bevorzugt unter Nutzung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

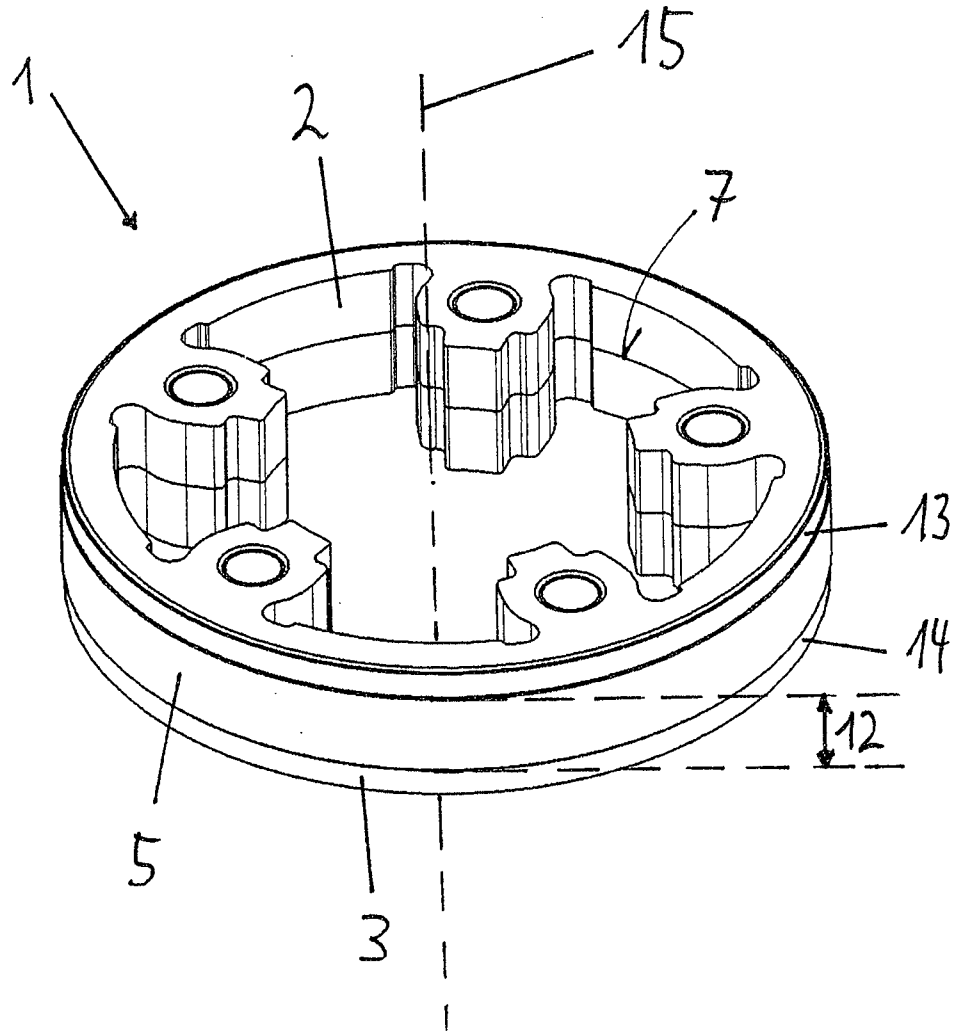


Fig. 1

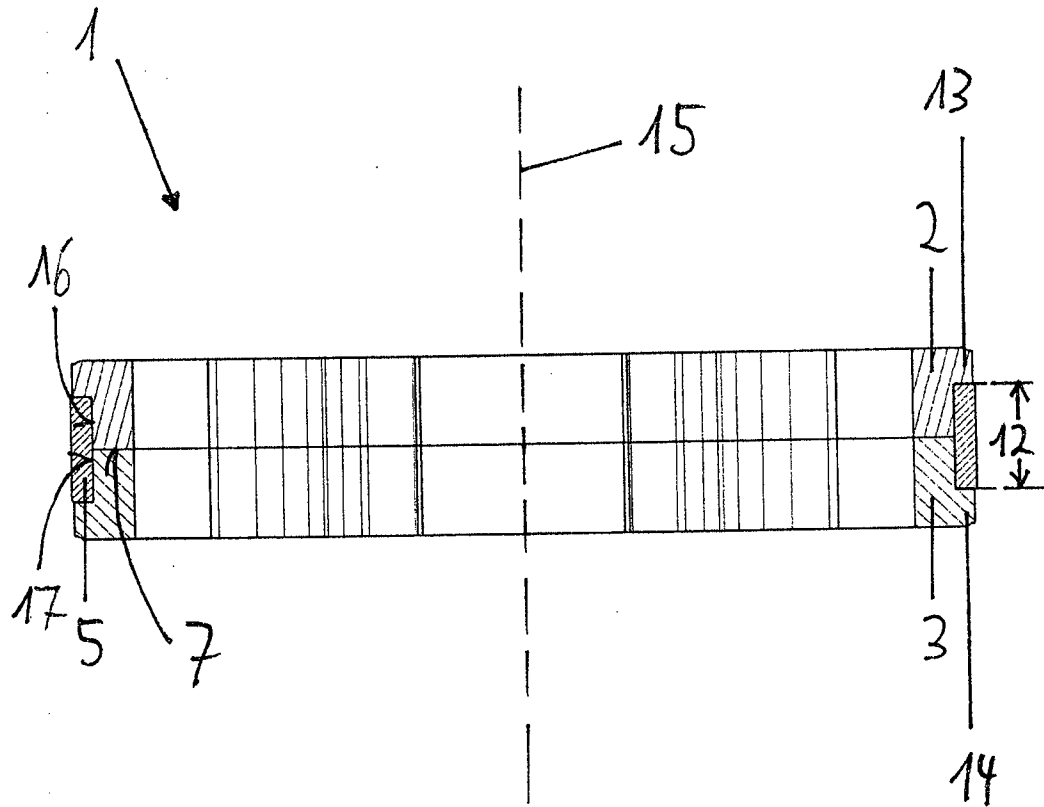


Fig. 2

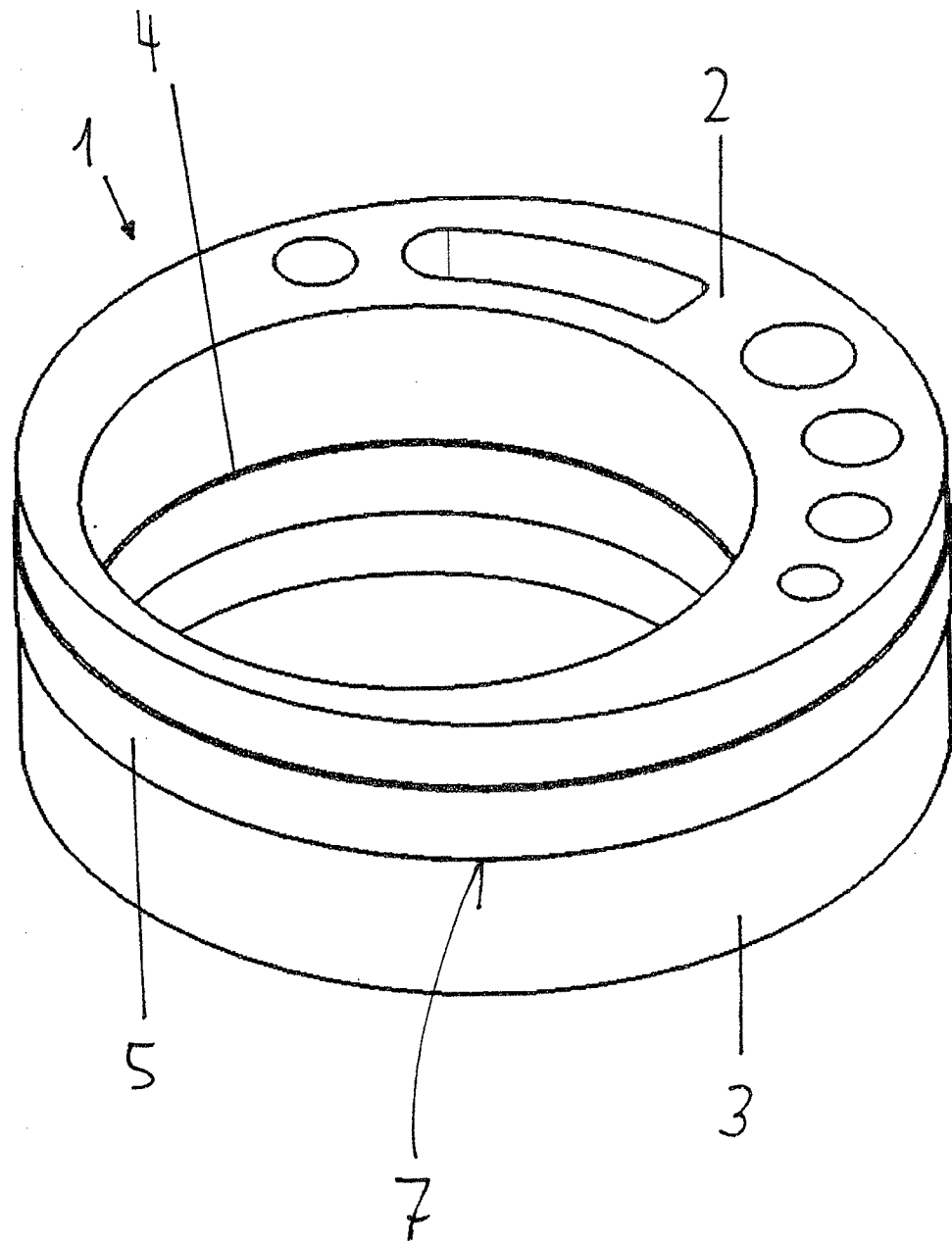


Fig. 3

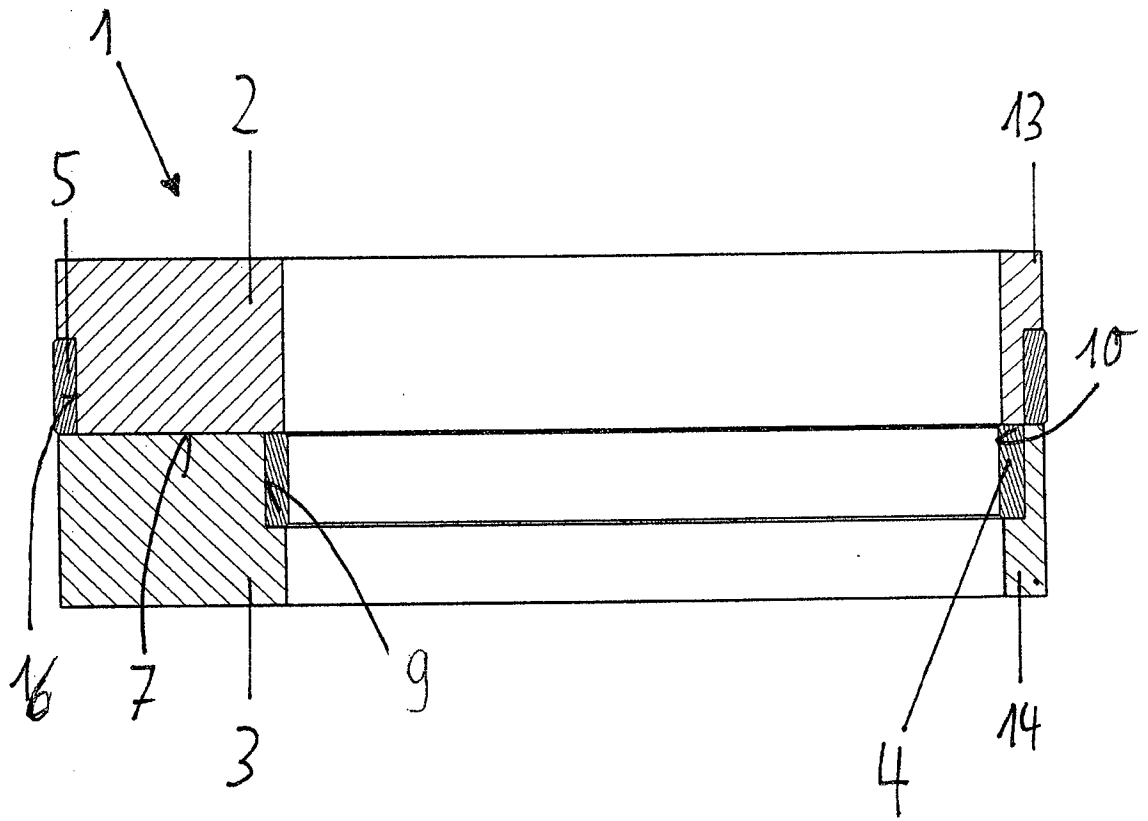


Fig. 4

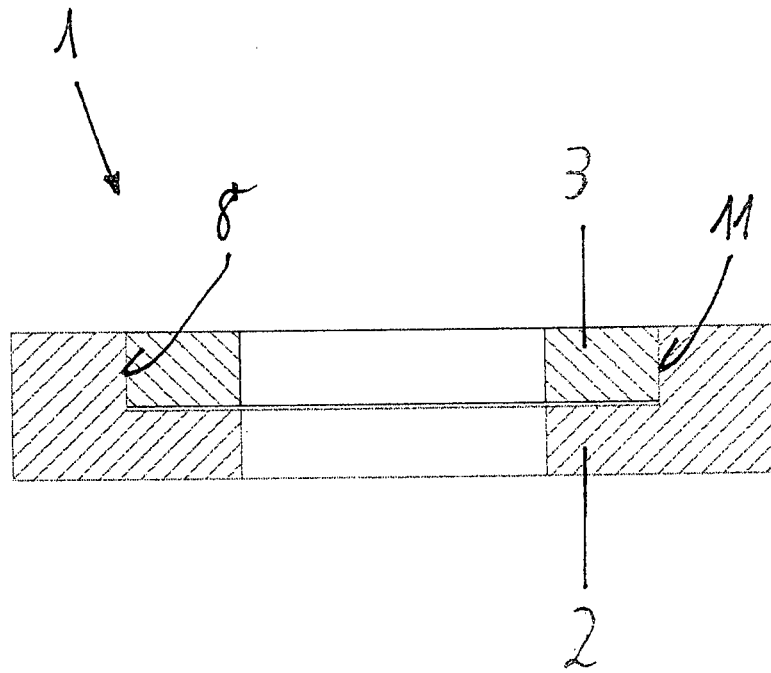


Fig. 5

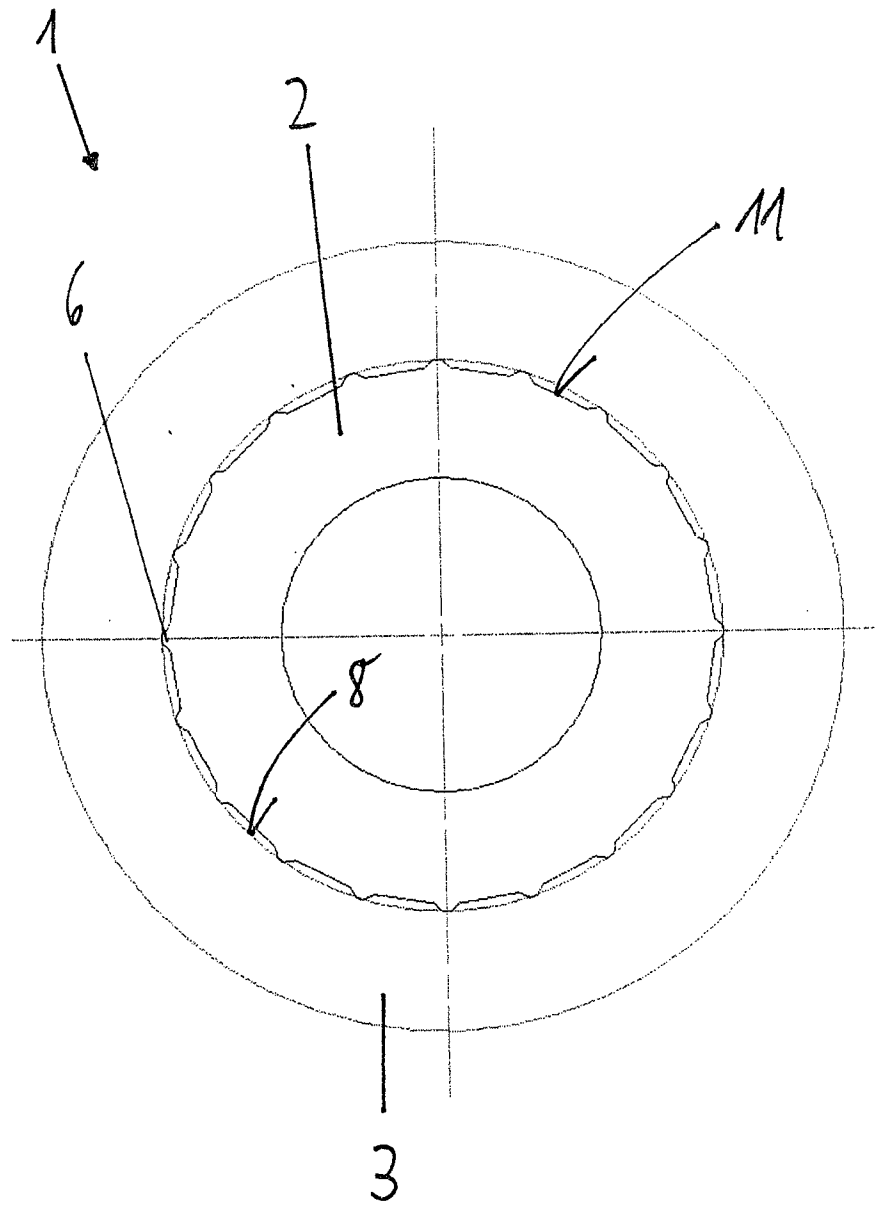


Fig. 6