

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer:	A 50632/2015	(51) Int. Cl.:	B22F 3/16	(2006.01)
(22) Anmeldetag:	20.07.2015		B22F 3/24	(2006.01)
(45) Veröffentlicht am:	15.09.2017		C23C 8/04	(2006.01)
			C23C 8/24	(2006.01)
			C23C 8/30	(2006.01)
			C23C 8/36	(2006.01)
			B22F 5/08	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102005027048 A1
WO 2015/090592 A1
JP 2012-127492 A
US 2015/033894 A1
JP 2004-308917 A

(73) Patentinhaber:
Miba Sinter Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

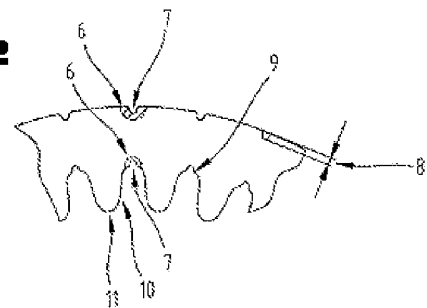
(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Verfahren zum Herstellen eines ringförmigen Sinterbauteils**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines ringförmigen Sinterbauteils (1), umfassend die Schritte Pressen eines Sinterpulvers, Sintern und Härten des Sinterbauteils (1) durch Plasmanitrieren oder Plasmanitrocarburieren, wobei vor dem Härten in diskreten Oberflächenbereichen Zonen (6) mit einer höheren Plastifizierung des Werkstoffes in Form von Vertiefungen (7) und/oder in Form von Überhöhungen (14), die an dem Grünling in den Zonen (6) mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes hergestellt werden, erzeugt werden, wobei im Falle der Überhöhungen (14) der Sinterbauteil (1) vor dem Härten kalibriert wird und dabei die Überhöhungen (14) zumindest annähernd vollständig eingeebnet werden. Die Zonen (6) mit der höheren Plastifizierung werden an zumindest einer der folgenden Stellen erzeugt:

- in der verzahnungsfreien Mantelfläche,
- in radialer Verlängerung der Zahnfüße (9) am verzahnungsfreien Außenumfang,
- in der Mitte der Zahnfüße (9),
- an den Zahnköpfen (11),
- in zumindest einer der beiden axialen Stirnflächen (15).

Fig.2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines ringförmigen, eine Innenverzahnung (2) und/oder eine Außenverzahnung aufweisenden Sinterbauteils, insbesondere eines Hohlrades, umfassend die Schritte in der angegebenen Reihenfolge Bereitstellen eines Sinterpulvers, Pressen des Sinterpulvers zu einem Grünling, Sintern des Grünlings und Härten des Sinterbauteils, gegebenenfalls Kalibrieren vor dem Härten des Sinterbauteils, wobei vor dem Härten in diskreten Oberflächenbereichen Zonen mit einer höheren Plastifizierung des Werkstoffes, bezogen auf die neben diesen Zonen vorhandenen Bereiche des Sinterbauteils, in Form von Vertiefungen und/oder in Form von Überhöhungen, die an dem Grünling in den Zonen mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes hergestellt werden, erzeugt werden, wobei im Falle der Herstellung der Überhöhungen der Sinterbauteil vor dem Härten jedenfalls kalibriert wird und dabei die Überhöhungen zumindest annähernd vollständig eingeebnet werden. Weiter betrifft die Erfindung ein ringförmiges Sinterbauteil bei dem über seinen Außen- und/oder Innenumfang verteilt Zonen mit einer höheren Plastifizierung des Werkstoffes, bezogen auf die neben diesen Zonen vorhandenen Bereiche des Sinterbauteils, ausgebildet sind.

[0002] Aus dem Stand der Technik, wie beispielsweise der JP 2003-313649 A, der DE 10 2005 027 055 A1, der JP 32-78262 B2 oder der KR 2001-0038555 A, ist bekannt, dass Bauteile aus einem Sinterwerkstoff zur Oberflächenhärtung einer Plasmanitrierung unterzogen werden können. Diese Art der Oberflächenhärtung hat den Vorteil, dass die Sinterbauteile in net-shape Qualität hergestellt werden können, da während des Plasmanitrierens praktisch kein bzw. ein sehr geringfügiger Bauteilverzug auftritt. Somit kommt den dem Plasmanitrieren vorausgehenden Herstellungsschritten eine besondere Bedeutung zu, da in diesen Herstellungsschritten die zumindest annähernde net-shape Qualität der Sinterbauteile ebenfalls bereits vorliegen sollte.

[0003] Die DE 10 2005 027 048 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines zumindest teilweise oberflächenverdichteten metallenen Verzahnungselementes aufweisend ein verdichtetes Sintermaterial, wobei eine Vorform des Verzahnungselementes mit einem lokal selektiven Aufmaß bezogen auf ein Endmaß des Verzahnungselementes hergestellt wird und mittels wenigstens eines Walzwerkzeuges auf das Endmaß gewalzt wird, wobei das Verzahnungselement zumindest im Bereich wenigstens einer Flanke und/oder eines Fußes eines Zahnes des Verzahnungselementes zur Erzeugung einer verdichteten Randschicht an einer Oberfläche lokal variiert verdichtet wird. Das Verzahnungselement kann oberflächengehärtet sein.

[0004] Aus der WO 2015/090592 A1 ist eine pulvermetallurgisch hergestellte Komponente bekannt, mit einem Körper und einer eine Vielzahl von Zähnen aufweisenden Verzahnung, wobei zwischen zwei in Umfangsrichtung einander zugewandten Zahnflanken zweier benachbarter Zähne eine Zahnücke mit einem Lückenboden ausgebildet ist, der Lückenboden die beiden einander zugewandten Zahnflanken miteinander verbindet, und die Verzahnung entlang der Umfangsrichtung einen Verdichtungsbereich aufweist, welcher eine höhere Dichte im Vergleich zur Dichte der gesamten Komponente aufweist. Ein Bodenabschnitt des Lückenbodens ist Bestandteil des Verdichtungsgebietes. Der Verdichtungsgebiet weist eine höhere Dichte auf im Vergleich zur Dichte eines in Umfangsrichtung benachbarten Bodenabschnittes des Lückenbodens.

[0005] Die JP 2012/127492 A beschreibt ein Kugellager mit einem Außenring bestehend aus einem Metallsinterkörper. Die innere Mantelfläche des Außenrings umfasst eine Lauffläche für Wälzkörper. Die Lauffläche wird durch plastische Verformung hergestellt. Zusätzlich Dichtungsnuten sind auf beiden Seiten der Lauffläche vorgesehen.

[0006] Aus der US 2015/033894 A1 ist ein gesintertes Zahnrad bekannt, das einen Grundbereich und einen, durch kaltplastische Verformung hergestellten, verdichteten Bereich aufweist. Zudem ist eine gehärtete Oberflächenschicht vorgesehen.

[0007] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von Sinterbauteilen in net-shape Qualität anzugeben.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird bei dem eingangs genannten Verfahren dadurch gelöst, dass das Sinterbauteil durch Plasmanitrieren oder Plasmanitrocarburieren gehärtet wird und dass die Zonen mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes an zumindest einer der folgenden Stellen erzeugt werden:

- in der verzahnungsfreien Mantelfläche des Außenumfangs oder des Innenumfangs des Sinterbauteils,
- in radialer Verlängerung der Zahnfüße am verzahnungsfreien Außenumfang,
- in der Mitte der Zahnfüße,
- an den Zahnköpfen,
- in zumindest einer der beiden axialen Stirnflächen.

[0009] Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Sinterbauteil gelöst, das an zumindest einer der genannten Stellen die Zonen mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes aufweist.

[0010] Von Vorteil ist dabei, dass durch die Ausbildung der höher plastifizierten Bereiche bzw. Zonen im Sinterbauteil der Effekt des Rückfederns des Sinterbauteils beim Umformen, insbesondere beim Kalibrieren des Sinterbauteils, reduziert bzw. vermieden werden kann. Unter dem Begriff „Zurückfedern“ versteht man, dass Sinterbauteile normalerweise während der Umformung einer bleibenden plastischen und einer nicht bleibenden elastischen Verformung unterworfen sind. Nach der Entlastung des Sinterbauteils baut sich die elastische Verformung wieder ab, sodass das Sinterbauteil also teilweise wieder in seine Ausgangsform zurückkehrt. Dieser Effekt wirkt also der Formgebung des Sinterbauteils vor dem Plasmanitrieren oder Plasmanitrocarburieren entgegen, wodurch die net-shape Qualität nur mit höherem Aufwand durch mechanische Bearbeitung erreicht werden kann. Mit dem Verfahren nach der Erfindung kann dem entgegengewirkt werden, indem das ringförmige Sinterbauteil zwar mit einer lokal unrunder, d.h. von der kreisrunden Geometrie abweichenden, Form hergestellt wird, die jedoch, auf die Gesamtheit des Sinterbauteils betrachtet, zu einer besseren Genauigkeit der runden Geometrie führt. Es kann damit die net-shape Qualität des Sinterbauteils vor dem Plasmanitrieren oder Plasmanitrocarburieren deutlich verbessert werden.

[0011] Im Falle der Erzeugung von Überhöhungen zur Herstellung der höher plastifizierten Bereiche wird das Sinterbauteil vor dem Plasmanitrieren oder Plasmanitrocarburieren kalibriert und werden dabei die Zonen mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes während des Kalibrierens erzeugt. Es kann damit erreicht werden, dass während des Kalibrierens das Sinterbauteil unter einer verbleibenden Anlage kalibriert werden kann, wodurch die net-shape Qualität durch die voranstehend genannten Vermeidung bzw. Reduzierung der Rückfederung einfacher erreicht werden kann.

[0012] Die Zonen mit der höheren Plastifizierung können sich in axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung des Sinterbauteils erstreckend hergestellt werden. Es kann damit besser auf die konkrete Bauteilgeometrie Bezug genommen werden, insbesondere wenn diese eine Verzahnung aufweist, wie dies bei einem Hohlrad der Fall ist. Zudem sind derartig orientierte höher plastifizierte Zonen einfacher in einem Sinterprozess darstellbar.

[0013] Gemäß einer besonderen Ausführungsvariante dazu können die Zonen mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes als in axialer Richtung verlaufende Rillen erzeugt werden, wodurch die Rückfederung des Sinterbauteils besser vermieden werden kann. Insbesondere kann damit die verbleibende Anlage des Sinterbauteils während des Kalibrierens über die gesamte Bauteildicke ermöglicht werden und die net-shape Qualität des Sinterbauteils in der Kalibrierstufe bzw. danach einfacher erreicht werden kann.

[0014] Es ist von Vorteil, wenn für die Ausbildung der Zonen mit der höheren Plastifizierung, insbesondere während der Kalibrierung des Sinterbauteils, dem Sinterbauteil eine polygonalen Form gegeben wird, insbesondere dieser in der Kalibrierstufe des Verfahrens zu einer polygonalen Außenkontur kalibriert wird, da diese zwar lokal von der idealen Geometrie abweicht, in seiner Gesamtheit aber die Rundung an sich des ringförmigen Sinterbauteils eine höhere Genauigkeit aufweist.

[0015] Besonders vorteilhaft wird das Verfahren angewandt, wenn als Sinterpulver ein chromhaltiges Sinterpulver verwendet wird bzw. wenn das Sinterbauteil aus einem chromhaltigen Sinterwerkstoff besteht. Chromhaltige Sinterbauteile weisen von Natur aus bereits eine relativ hohe Härte auf. Dies führt dazu, dass sich diese Sinterbauteile nur bedingt kalibrieren lassen, da sie verstärkt zu dem voranstehend genannten Effekt des Zurückfederns neigen und somit die Form, die ihnen beim Kalibrieren verliehen wird, nicht halten. Durch die Anwendung des Verfahrens bzw. die Ausbildung der höher plastifizierten Zonen kann dem Zurückfedern entgegnet werden, sodass chromhaltige Sinterbauteile einer net-shape Fertigung besser zugänglich sind.

[0016] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0017] Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0018] Fig. 1 ein Sinterbauteil in Form eines Hohlrades;

[0019] Fig. 2 einen Ausschnitt aus dem Sinterbauteil nach Fig. 1;

[0020] Fig. 3 den Sinterbauteil nach Fig. 1 im Querschnitt;

[0021] Fig. 4 einen Ausschnitt aus einem Grünling zur Herstellung eines Sinterbauteils;

[0022] Fig. 5 den Ausschnitt nach Fig. 4 nach dem Kalibrieren.

[0023] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0024] In Fig. 1 ist ein Sinterbauteil 1 in Form eines Hohlrades dargestellt. Dieses ist bekanntlich ringförmig ausgebildet und weist eine Innenverzahnung 2 auf. Da derartige Sinterbauteile 1 an sich bekannt sind, erübrigt sich eine weitere Erörterung.

[0025] Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass das nachstehend beschriebene Verfahren nicht nur zur Herstellung von Hohlrädern angewandt werden kann. Vielmehr können nach dem Verfahren ringförmige Sinterbauteile 1 an sich hergestellt werden, die gegebenenfalls anstelle oder zusätzlich zu der Innenverzahnung 2 eine Außenverzahnung aufweisen.

[0026] Besonders bevorzugt wird das Verfahren zur Herstellung von dünnwandigen Sinterbauteilen 1 angewandt. Unter dem Begriff „dünnwandig“ wird dabei eine Dicke 3 des Sinterbauteils 1 in der radialen Richtung, die senkrecht auf eine axiale Richtung 4 verläuft, verstanden, die sehr viel kleiner ist, als die halbe Differenz zwischen dem Außendurchmesser und dem Innendurchmesser des Sinterbauteils 1. Die Dicke 3 wird dabei zwischen dem Fußkreis der Innenverzahnung 2 und einem maximalen Außendurchmesser 5 des Sinterbauteils 1 gemessen, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist. Sofern das Sinterbauteil 1 nur eine Außenverzahnung aufweist, ist die Dicke 3 dementsprechend zwischen dem Fußkreis der Verzahnung und dem Innendurchmesser zu messen. Sollte das Sinterbauteil 1 sowohl eine Innenverzahnung 2 als auch eine Außenverzahnung aufweisen, ist die Dicke 3 zwischen den beiden Fußkreisen der Verzahnungen zu messen. Insbesondere ist ein dünnwandiger Sinterbauteil 1 ein Sinterbauteil 1 der die Bedingung $d_a/Dicke\ 3 = 10$ bis 100, wobei da der Außendurchmesser 5 ist. Der maximale Außendurchmesser 5 des Sinterbauteils 1 ist der größte Außendurchmesser 5, den dieser Sinterbauteil 1 aufweist.

[0027] Das Sinterbauteil 1 wird nach einem Sinterverfahren hergestellt. Dazu wird aus einem Sinterpulver, das aus den einzelnen (metallischen) Pulvern durch Mischen hergestellt wird, wobei die Pulver gegebenenfalls vorlegiert eingesetzt werden können, ein Grünling in einer entsprechenden Pressform hergestellt. Der Grünling wird in der Folge bei üblichen Temperatu-

ren entwächst und ein- oder zweistufig bzw. mehrstufig gesintert und danach vorzugsweise auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Sintern kann beispielsweise bei einer Temperatur zwischen 1100 °C und 1350 °C erfolgen.

[0028] Da diese Verfahrensweisen und die dabei verwendeten Verfahrensparameter aus dem Stand der Technik bekannt sind, sei zur Vermeidung von Wiederholungen dazu auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

[0029] Als Sinterpulver, aus dem das Sinterbauteil 1 hergestellt wird, wird vorzugsweise ein chromhaltiges Pulver verwendet. Beispielsweise kann dieses Pulver 0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-% Chrom, 0,1 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Kohlenstoff, 0 Gew.-% bis 2 Gew.-% Molybdän und 0 Gew.-% bis 2 Gew.-% Nickel enthalten, wobei den Rest Eisen bildet.

[0030] Gegebenenfalls können dem Sinterpulver auch übliche Verarbeitungshilfsstoffe, wie Presshilfsmittel und/oder Bindemittel, in den üblichen Mengenanteilen zugesetzt werden. Diese Mengenanteile beziehen sich dabei auf die gesamte Pulvermischung. Die voranstehenden Mengenanteile der metallischen Pulver sind hingegen auf die Gesamtheit der metallischen Anteile bezogen.

[0031] Nach dem Sintern wird das Sinterbauteil 1 zur Verbesserung der Verschleißbeständigkeit gehärtet. Das Härten erfolgt durch Plasmanitrieren oder Plasmanitrocarburieren, wozu in der Behandlungskammer für die Sinterbauteile 1 zumindest eine Stickstoffquelle und gegebenenfalls zumindest eine Kohlenstoffquelle vorhanden ist. Die Sinterbauteile 1 werden vor der Wärmebehandlung vorzugsweise im Plasma gereinigt, gegebenenfalls nach vorangegangener Entfernung von Ölen und Fetten in einer Reinigungsanlage. Bevorzugt erfolgt die Reinigung mittels Sputtern. Das Plasmanitrieren bzw. Plasmanitrocarburieren des Sinterbauteils 1 kann bei einer Temperatur von 350 °C und 600 °C im Zeitraum von 1 Stunde bis 60 Stunden bei einer Spannung zwischen 300 V bis 800 V und einem Druck von 0,1 mbar bis 10 mbar erfolgen.

[0032] Bevor der gesinterte Grünling plasmanitriert oder plasmanitrocarburiert wird, ist vorgesehen, dass dieser kalibriert wird. Durch das Kalibrieren wird bekanntlich die Maßgenauigkeit eines Sinterbauteils verbessert, sodass das Sinterbauteil 1 nach dem Kalibrieren seine Sollmaße aufweist. Es können damit unter anderem Verzüge des Sinterbauteils 1 aus vorausgegangenen Verfahrensschritten ausgeglichen werden. Es kann jedoch vorkommen, dass das Sinterbauteil 1 während des Plasmanitrierens bzw. Plasmanitrocarburierens geringfügig größer wird. Dies kann bei der Formgebung bzw. beim Kalibrieren des Sinterbauteils 1 berücksichtigt werden, indem dieses auf ein Maß, das kleiner ist als das Sollmaß, kalibriert wird.

[0033] Das Kalibrieren des Sinterbauteils 1 erfolgt mit Hilfe einer Kalibriermatrize. Während des Kalibrierens kann dabei vorgesehen sein, dass in diskreten Oberflächenbereichen Zonen 6 (bzw. Bereiche) mit einer höheren Plastifizierung des Werkstoffes, bezogen auf die neben diesen Zonen vorhandenen Bereiche des Sinterbauteils 1, erzeugt werden, wie dies in Fig. 2 strichliert angedeutet ist.

[0034] Unter dem Ausdruck „Plastifizierung“ wird im Sinne vorliegender Beschreibung eine plastische Verformung verstanden. In den höher plastifizierten Bereichen des Sinterbauteils 1 wird dieser also einer höheren plastischen Verformung unterzogen.

[0035] Gemäß einer ersten Ausführungsvariante des Verfahrens kann die teilweise höhere Plastifizierung des Werkstoffes des Sinterbauteils 1 dadurch erreicht werden, dass eine Kalibriermatrize verwendet wird, die an den Stellen, an denen die Zonen 6 des höher plastifizierten Werkstoffes entstehen sollen, Werkzeugstege aufweist. Diese Werkzeugstege drücken sich während des Kalibrierens, d.h. während des Eindrückens des Sinterbauteils 1 in die Kalibriermatrize, in die Oberfläche des Sinterbauteils 1 ein, wodurch an dessen Oberfläche bleibende Vertiefungen 7 entstehen, die in Fig. 2 beispielhaft dargestellt sind. Um diese Vertiefungen 7 herum werden dadurch die höher plastifizierten Zonen 6 ausgebildet.

[0036] Eine Tiefe 8 der Vertiefungen 7 ist bevorzugt ausgewählt aus einem Bereich von 1 % bis 50 %, insbesondere aus einem Bereich von 1 % bis 10 %, der Dicke 3 (Wanddicke) des Sinterbauteils 1.

[0037] Bevorzugt werden die Vertiefungen 7 und damit die höher plastifizierten Zonen 6 in regelmäßigen Abständen über den gesamten äußeren Umfang des Sinterbauteils 1 ausgebildet, sodass das Sinterbauteil 1 eine polygonale Außenkontur erhält. Beispielsweise können die Vertiefungen 7 in radialer Verlängerung von Zahnfüßen 9 der Innenverzahnung 2 des Sinterbauteils 1 ausgebildet werden, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist, wobei gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante in radialer Verlängerung jedes Zahnfußes 9 der Innenverzahnung 2 eine derartige Vertiefung 7 und die zugehörige höher plastifizierte Zone 6 ausgebildet wird. An diesen Stellen treten beim Kalibrieren bzw. beim Runddrücken höhere Spannungen auf, als in den restlichen Bereichen, also beispielsweise im Bereich der Zahnmitte, sodass die Wirkung der höheren Plastifizierung größer ist, da während des Plastifizierens diese Spannungen zumindest teilweise abgebaut werden. Es können mit dieser Ausführungsvariante beispielsweise die Vertiefungen 7 mit kleiner ausgeführt werden.

[0038] Alternativ oder zusätzlich dazu können derartige Vertiefungen 7 und die zugehörigen höher plastifizierten Zonen 6 auch im Bereich der Innenverzahnung 2 ausgebildet werden, insbesondere in den Zahnfüßen 9, wie dies ebenfalls in Fig. 2 dargestellt ist, wobei auch hier wiederum aus den genannten Gründen die Wirkung vergrößert werden kann.

[0039] Die Vertiefungen 7 und damit die höher plastifizierten Zonen 6 können aber auch an anderen Stellen ausgebildet werden, beispielsweise in Zahnflanken 10 und/oder den Zahnköpfen 11 der Innenverzahnung 2 und/oder an anderen Stellen als den genannten am Außenumfang des Sinterbauteils 1.

[0040] Die Vertiefungen 7 können beispielsweise einen zumindest annähernd dreieckigen, trapezförmigen, quadratischen, runden, etc., Querschnitt aufweisen (in der axialen Richtung 4 betrachtet), wobei die Ecken bzw. Kanten vorzugsweise gerundet ausgeführt sind, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist.

[0041] Die Zonen 6 mit der höheren Plastifizierung können sich in der axialen Richtung 4 und/oder in Umfangsrichtung des Sinterbauteils 1 erstreckend hergestellt werden. Bevorzugt werden die Zonen 6 mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes als in der axialer Richtung 4 verlaufende Rillen 12 erzeugt, wobei diese gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante sich über die eine gesamte Breite 13 des Sinterbauteils 1 sich erstreckend hergestellt werden, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist.

[0042] Es ist aber auch möglich, wenngleich nicht bevorzugt, dass sich die Vertiefungen 7 bzw. die Rillen 12 nur über einen Teilbereich der Breite 13 des Sinterbauteils 1 erstreckend ausgebildet werden.

[0043] In den Fig. 4 und 5 ist eine andere Ausführungsvariante der Erfindung dargestellt. Es ist auch möglich, dass die höher plastifizierten Zonen 6 nicht über die voranstehend genannte Werkzeugstege und die dadurch hergestellten Vertiefungen 7 im Sinterbauteil 1 hergestellt werden, sondern dass der Grünling in den Zonen 6, in denen eine höhere Plastifizierung des Werkstoffes ausgebildet wird, mit einer Überhöhung 14 hergestellt wird, wie dies schematisch in Fig. 4 dargestellt ist. In der Kalibriermatrize wird diese Überhöhung 14 dann zumindest annähernd vollständig, insbesondere zur Gänze, eingeebnet, d.h. dass der Werkstoff der Überhöhung 14 in das Sinterbauteil 1 unter Ausbildung der höher plastifizierten Zone 6 hineingedrückt wird, sodass der äußere Umfang des Sinterbauteils 1 mit der gewünschten runden, insbesondere kreisrunden, Geometrie hergestellt wird, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

[0044] Selbstverständlich ist diese Ausführungsvariante der Erfindung auch auf den inneren Umfang des kreisringförmigen Sinterbauteils 1 anwendbar.

[0045] Es ist weiter möglich, dass die Ausführungsvariante mit den Überhöhungen 14 mit der Ausführungsvariante mit den Werkzeugstegen in der Matrize kombiniert wird, sodass also an den Stellen, an denen die Werkzeugstege zur Ausbildung der Vertiefungen 7 zur Anlage an das Sinterbauteil 1 gelangen, die Überhöhungen 14 ausgebildet sind bzw. im Grünling ausgebildet werden.

[0046] Obwohl voranstehend nicht erwähnt besteht im Rahmen des Verfahrens auch die Möglichkeit, dass das Sinterbauteil 1 vor dem Kalibrieren und nach dem Sintern einer ein- oder mehrstufigen Nachverdichtung der Oberfläche in einer entsprechenden Verdichtungsmatrize unterzogen wird.

[0047] Es ist weiter möglich, dass alternativ oder zusätzlich zu den Vertiefungen 7 im Bereich der Zahnfüße 9 und/oder in radialer Richtung diesen gegenüberliegend an der Stirnfläche des Sinterbauteils derartige Vertiefungen 7 in zumindest einer der beiden axialen Stirnflächen 15, insbesondere in beiden axialen Stirnflächen 15, ausgebildet werden, beispielsweise durch Rändeln, wie dies im linken Teil der Fig. 1 angedeutet ist. Es kann damit die Ebenheit des Sinterbauteils 1 im Sinne voranstehender Ausführungen verbessert werden.

[0048] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Sinterbauteils 1, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

[0049] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Sinterbauteils 1 dieser bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Sinterbauteil
- 2 Innenverzahnung
- 3 Dicke
- 4 Richtung
- 5 Außendurchmesser
- 6 Zone
- 7 Vertiefung
- 8 Tiefe
- 9 Zahnfuß
- 10 Zahnflanke
- 11 Zahnkopf
- 12 Rille
- 13 Breite
- 14 Überhöhung
- 15 Stirnfläche

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines ringförmigen, eine Innenverzahnung (2) und/oder eine Außenverzahnung aufweisenden Sinterbauteils (1), insbesondere eines Hohlrades, umfassend die Schritte in der angegebenen Reihenfolge Bereitstellen eines Sinterpulvers, Pressen des Sinterpulvers zu einem Grünling, Sintern des Grünlings und Härten des Sinterbauteils (1), gegebenenfalls Kalibrieren vor dem Härten des Sinterbauteils (1), wobei vor dem Härten in diskreten Oberflächenbereichen Zonen (6) mit einer höheren Plastifizierung des Werkstoffes, bezogen auf die neben diesen Zonen (6) vorhandenen Bereiche des Sinterbauteils (1), in Form von Vertiefungen (7) und/oder in Form von Überhöhungen (14), die an dem Grünling in den Zonen (6) mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes hergestellt werden, erzeugt werden, wobei im Falle der Herstellung der Überhöhungen (14) der Sinterbauteil (1) vor dem Härten jedenfalls kalibriert wird und dabei die Überhöhungen (14) zumindest annähernd vollständig eingeebnet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sinterbauteil (1) durch Plasmanitrieren oder Plasmanitrocarburieren gehärtet wird und dass die Zonen (6) mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes an zumindest einer der folgenden Stellen erzeugt werden:
 - in der verzahnungsfreien Mantelfläche des Außenumfangs oder des Innenumfangs des Sinterbauteils,
 - in radialer Verlängerung der Zahnfüße (9) am verzahnungsfreien Außenumfang,
 - in der Mitte der Zahnfüße (9),
 - an den Zahnköpfen (11),
 - in zumindest einer der beiden axialen Stirnflächen (15).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zonen (6) mit der höheren Plastifizierung in axialer Richtung (4) und/oder in Umfangsrichtung des Sinterbauteils (1) sich erstreckend hergestellt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zonen (6) mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes als in axialer Richtung (4) verlaufende Rillen (12) erzeugt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sinterbauteil (1) zu einer polygonalen Außenkontur kalibriert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Sinterpulver ein chromhaltiges Sinterpulver verwendet wird.
6. Ringförmiges Sinterbauteil (1) bei dem über seinen Außen- und/oder Innenumfang verteilt Zonen (6) mit einer höheren Plastifizierung des Werkstoffes, bezogen auf die neben diesen Zonen (6) vorhandenen Bereiche des Sinterbauteils (1), ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zonen (6) mit der höheren Plastifizierung des Werkstoffes an zumindest einer der folgenden Stellen erzeugt sind:
 - in der verzahnungsfreien Mantelfläche des Außenumfangs oder des Innenumfangs des Sinterbauteils,
 - in radialer Verlängerung der Zahnfüße am verzahnungsfreien Außenumfang,
 - in der Mitte der Zahnfüße,
 - an den Zahnköpfen,
 - in zumindest einer der beiden axialen Stirnflächen (15).
7. Sinterbauteil (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieser aus einem chromhaltigen Sinterwerkstoff besteht.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Fig.1

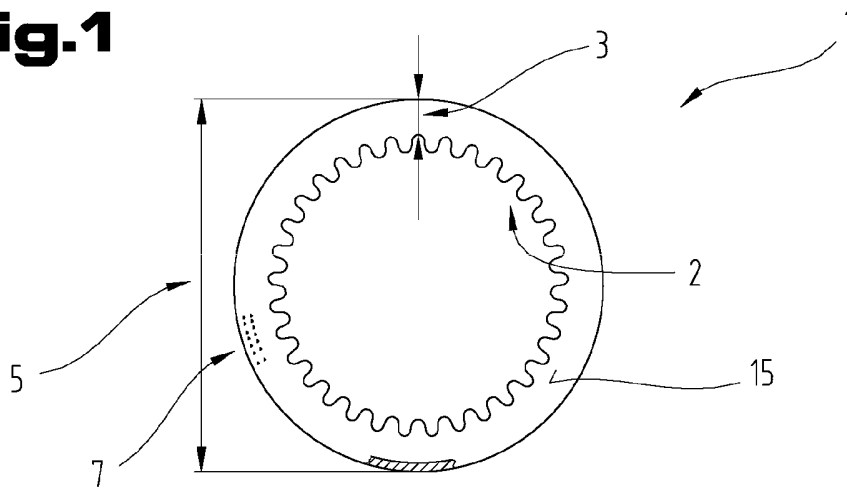


Fig.2

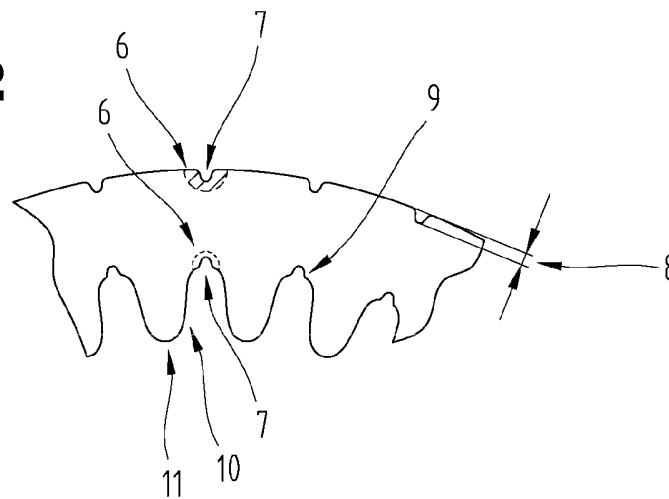


Fig.3

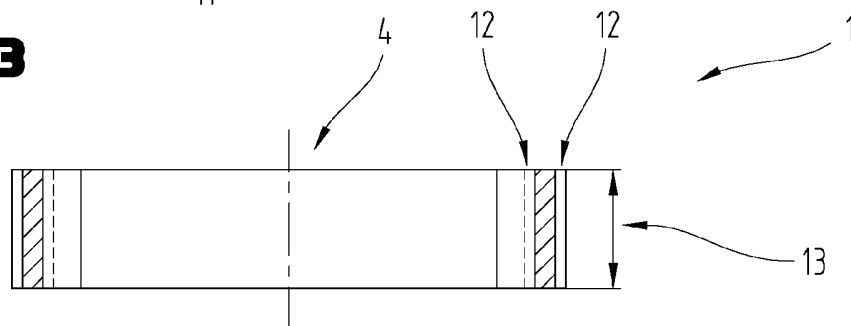


Fig.4

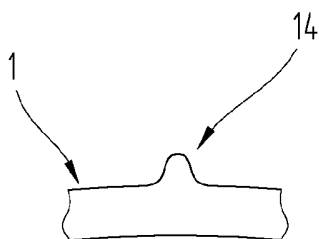


Fig.5

