



(10) **AT 514778 B1 2016-02-15**

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50550/2013
 (22) Anmeldetag: 05.09.2013
 (45) Veröffentlicht am: 15.02.2016

(51) Int. Cl.: **B22F 3/03** (2006.01)
B22F 5/08 (2006.01)
B30B 9/28 (2006.01)
B30B 11/04 (2006.01)
B30B 15/04 (2006.01)
B30B 15/06 (2006.01)

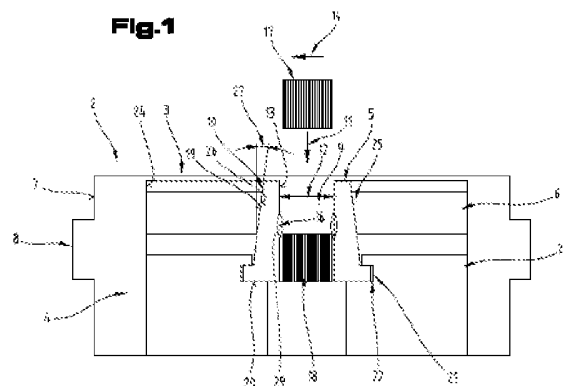
(56) Entgegenhaltungen:
 GB 2371773 A
 US 5631029 A1
 US 2007157693 A1
 US 2002044985 A1

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

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

(54) Kalibrierwerkzeug

(57) Die Erfindung betrifft ein Kalibrierwerkzeug (2) zur Herstellung einer Balligkeit auf einem Sinterbauteil (1), insbesondere auf Zähnen eines, eine Verzahnung aufweisenden Sinterbauteils (1), umfassend einen Kalibrierwerkzeuggrundkörper (4), in dem ein Kalibriereinsatz (5) gehalten ist, wobei der Kalibriereinsatz (5) eine Ausnehmung (9) zur Aufnahme des zu kalibrierenden Sinterbauteils (1) oder zur Aufnahme eines Druckstiftes (35) aufweist, und wobei der Kalibriereinsatz (5) in Richtung senkrecht auf eine Pressrichtung verstellbar ist, sodass ein Durchmesser (12) der Ausnehmung (9) verkleinert oder vergrößert werden kann, und eine Verstelleinrichtung vorgesehen ist, die auf den Kalibriereinsatz (5) zur Veränderung des Durchmessers (12) der Ausnehmung (9) wirkt, und wobei an einer Innenoberfläche (13) oder einer Außenoberfläche (19) des Kalibriereinsatzes (5) ein vertiefter Bereich (15) oder ein erhabener Bereich (29) zur Herstellung der Balligkeit ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kalibrierwerkzeug zur Herstellung einer Balligkeit auf einem Sinterbauteil, insbesondere auf Zähnen eines eine Verzahnung aufweisenden Sinterbauteils, umfassend einen Kalibrierwerkzeuggrundkörper, in dem ein Kalibriereinsatz gehalten ist, wobei der Kalibriereinsatz eine Ausnehmung zur Aufnahme des zu kalibrierenden Sinterbauteils oder zur Aufnahme eines Druckstiftes aufweist, wobei der Kalibriereinsatz in Richtung senkrecht auf eine Pressrichtung verstellbar ist, sodass ein Durchmesser der Ausnehmung verkleinert oder vergrößert werden kann, und wobei weiter eine Verstelleinrichtung vorgesehen ist, die auf den Kalibriereinsatz zur Veränderung des Durchmessers der Ausnehmung wirkt. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Balligkeit auf einem Sinterbauteil, insbesondere auf Zähnen eines eine Verzahnung aufweisenden Sinterbauteils während des Kalibrierens des Sinterbauteils, wonach das gesinterte Sinterbauteil in ein Kalibrierwerkzeug eingeführt wird, das einen Kalibriereinsatz aufweist, der in einem Kalibrierwerkzeuggrundkörper gehalten ist, wobei der Kalibriereinsatz eine Ausnehmung aufweist, in die das Sinterbauteil oder ein Druckstift eingebracht wird, und wobei das Sinterbauteil zur Anlage an einen Unterstempel gebracht wird, wobei ein Kalibriereinsatz verwendet wird, der in Richtung senkrecht auf eine Pressrichtung verstellbar ist, sodass ein Durchmesser der Ausnehmung verkleinert oder vergrößert werden kann, wobei vor oder nach dem Einbringen des Sinterbauteils in den Kalibriereinsatz der Durchmesser verkleinert oder vergrößert wird, sodass der Sinterbauteil zur Anlage an die Innenoberfläche oder die Außenoberfläche des Kalibriereinsatzes gelangt, und wobei nach dem Kalibrieren des Sinterbauteils der Durchmesser der Ausnehmung des Kalibriereinsatzes wieder vergrößert oder verkleinert wird, und danach das kalibrierte Sinterbauteil aus dem Kalibriereinsatz entfernt wird.

[0002] Eine Breitenballigkeit auf Zähnen von pulvermetallurgisch hergestellten Bauteilen ist vorteilhaft für das Laufverhalten, wie z.B. das Tragbild, das NVH-Verhalten, die Kompensation von Achsfehlern, etc., von Zahnrädern mit einer Laufverzahnung. Die Breitenballigkeit kann hergestellt werden, indem die Verzahnung nach dem Sintern spanend bearbeitet wird.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind aber auch Walzverfahren bekannt. So beschreibt z.B. die DE 32 19 674 A1 ein Verfahren zur Herstellung eines zahnstangenförmigen Werkzeugs für das Kaltrollen einer Balligverzahnung, wonach an einem Werkzeugeinsatzrohling eine Zahnung mit geraden Zähnen erzeugt wird, wobei der Werkzeugeinsatzrohling während der Erzeugung der Zahnung eingespannt wird und/oder der mit der Zahnung versehenen Werkzeugeinsatz im Gebrauch derart gewölbt wird, dass sich an dem fertigen Werkzeug aus einem Werkzeugträger und dem daran montierten Werkzeugeinsatz eine zur Zahnform der Balligverzahnung komplementäre Zahnform der Zahnung des Werkzeugeinsatzes ergibt.

[0004] Die DE 20 60 579 A1 beschreibt ein zahnradartiges Walzwerkzeug zum spanlosen Feinbearbeiten der vorverzahnten Zahnflanken von Zahnrädern mit Innen- oder Außenverzahnung, insbesondere von Stirn- und Kegelrädern, durch Umformen mittels einer Flächenpressung zwischen den Zahnflanken des Werkzeuges und des Werkstückes hervorruhenden Anpresskraft, welches gekennzeichnet ist, durch eine theoretische Punktberührung zwischen den in axialer Richtung zueinander beweglichen Zahnflanken des Werkzeuges und des Werkstückes. Die Zahnflanken des Werkzeuges sind über die Zahnbreite ballig ausgeführt.

[0005] Die AT 508 990 B1 beschreibt ein Walzwerkzeug zur Herstellung einer balligen Verzahnung auf einem Zahnrad durch Querwalzen, insbesondere zum zumindest bereichsweisen Verdichten der Verzahnung des Zahnrades, mit einem Werkzeugkörper, der radial nach außen vorragende Werkzeugzähne für den kämmenden Eingriff in die Verzahnung des zu walzenden Zahnrades aufweist, wobei die Werkzeugzähne im Bereich der Zahnflanken in axialer Richtung zumindest bereichsweise hohlballig ausgeführt sind.

[0006] Die WO 2008/116243 A1 beschreibt ein Verfahren zur Bearbeitung einer Verzahnung an einem Außenumfang oder einem Innenumfang eines Werkstücks aus gepresstem und gesinterem Pulvermetall, mit einem an der Verzahnung durchgeführten Walzvorgang mit zwei drehba-

ren Formwalzrädern, die eine in die Verzahnung des Werkstücks eingreifende Formverzahnung aufweisen, wobei die zwei Formwalzräder mit zueinander zumindest annähernd konstantem Achsabstand zwischen ihren Formwalzradachsen drehbar in einem gemeinsamen Halterahmen angeordnet sind. Weiter beschreibt die WO 2008/116243 A1 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0007] Aus der US 6,517,772 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnrades aus Pulvermetall bekannt, wobei das Verfahren das Verdichten und Sintern von Pulvermetall zur Bildung eines Zahnradrohlings umfasst. Der Zahnradrohling ist zur Verdrehung um eine erste Achse gelagert, wobei das Werkzeug zur Verdrehung um eine zweite Achse, quer zur ersten Achse, gelagert ist. Das Werkzeug weist eine Reihe von Zahnradzahn-Schneideabschnitte und eine axial benachbarte Gruppe von Zahnradzahn-Oberflächenverdichtungsabschnitte auf. Das Werkzeug wird um eine zweite Achse angetrieben und Zahnradzähne werden durch Entfernen von Zahnradrohling-Material in den Pulvermetall-Zahnradrohling geschnitten, um einen gezahnten Zahnradrohling herzustellen. Das Werkzeug und der gezahnte Zahnradrohling werden ohne Demontage relativ zueinander verschoben, um die Zahnradzahn-Oberflächenverdichtungsabschnitte des Werkzeugs in kämmenden Eingriff mit den Zähnen des gezahnten Zahnradrohlings zu bringen. Das Werkzeug ist dabei um die zweite Achse angetrieben, um die Oberfläche der Zahnradzähne zu verschieben und zu verdichten.

[0008] Die DE 18 17 649 A1 beschreibt ein Verfahren zum Erzeugen einer axialen Balligkeit an Zahnflanken vorgearbeiteter Zähne zylindrischer Werkstücke durch einen Nachrollvorgang mittels rotierender Verzahnungsrollwerkzeuge, deren Zähne unter einem Andruck in Zahneingriff mit den Zähnen des Werkstückes sind und den Werkstoff von den Zahnflanken entsprechend der zu erzeugenden Balligkeit verdrängen, wobei der Nachrollvorgang unter Verwendung paralleler Zahnprofile an den Verzahnungsrollwerkzeugen erfolgt, während die gegenseitige Lage der Teilkreise der Zähne von Werkzeug und Werkstück durch Verschwenken relativ zueinander zunehmend verändert wird. Weiter beschreibt die DE 18 17 649 A1 eine Rollmaschine zur Durchführung des Verfahrens mit zwei Verzahnungsrollwerkzeugen, zwischen denen das Werkstück gelagert ist, wobei den Abrollbewegungen zwischen den Verzahnungsrollwerkzeugen und dem Werkstück Schwenkbewegungen der in Eingriff befindlichen Zahnprofile relativ zueinander überlagerbar sind und einstellbare Anschlagmittel zur Endbegrenzung der Schwenkbewegung vorhanden sind.

[0009] Weitere Verfahren und Werkzeuge zur Erzeugung von Balligkeiten bzw. zum Walzen von Zahnrädern sind aus der JP 2008-049384 A, der DE 19 66 067 A1, der DE 20 04 222 A1, der DE 16 52 654 A1, der FR 2 385 480 A1, der GB 2 146 590 A, der CH 564 999 A5, der DE 29 48 106 A1 und der US 6,289,586 B1 bekannt.

[0010] Die GB 2 371 773 A beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von künstlichen Knochen aus Titan oder einer Titanlegierung unter Hitzeeinwirkung. Die Vorrichtung besteht aus einer kegelstumpfförmigen zweiteiligen Matrize mit einer axialsymmetrischen Ausnehmung, in der sich das zu kompaktierende Pulver befindet. Über diese Matrize wird eine Druckform gestülpt, die eine kegelförmige Ausnehmung aufweist, deren Dimensionierung in etwa der Außenwandung der Matrize entspricht. Die Kompaktierung erfolgt durch Aufpressen der Druckform auf die Matrize unter Hitzeeinwirkung in einem Ofen, in dem sich die gesamte Vorrichtung befindet.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu schaffen, mit der eine Verzahnung mit Zähnen, die eine Balligkeit aufweisen, einfacher hergestellt werden kann.

[0012] Gelöst wird diese Aufgabe einerseits mit dem eingangs genannten Kalibrierwerkzeug und andererseits mit dem eingangs genannten Verfahren. Dazu ist bei dem Kalibrierwerkzeug vorgesehen, dass an einer inneren oder äußeren Oberfläche des Kalibriereinsatzes ein vertiefter oder ein erhabener Bereich zur Herstellung der Balligkeit ausgebildet ist. Nach dem Verfahren ist vorgesehen, dass nach dem Einbringen des Sinterbauteils in den Kalibriereinsatz und der Verkleinerung oder Vergrößerung des Durchmessers mit einem Oberstempel der Sinterbau-

teil gegen den Unterstempel gedrückt wird und dabei der Werkstoff des Sinterbauteils partiell in den vertieften Bereich oder um den erhabenen Bereich herum verbracht wird, und dass anschließend der Oberstempel entfernt wird.

[0013] Von Vorteil ist dabei, dass mit der Kalibrierung des Sinterbauteils, die üblicherweise nach dem Sintern durchgeführt wird, gleichzeitig die Balligkeit hergestellt wird, sodass ein zusätzlicher Verfahrensschritt für die Herstellung von Zahnrädern mit balligen Zähnen entfallen kann. Es werden damit entsprechende Kostenvorteile realisiert. Darüber hinaus kann die Pressform, mit der der Sinterbauteil-Grünling aus einem entsprechenden Pulver vor dem Sintern hergestellt wird einfacher ausgeführt werden, da auf eine Balligkeit der Zähne der Verzahnung keine Rücksicht genommen werden muss. Insbesondere kann der Grünling mit Zähnen ohne Balligkeit hergestellt werden, wodurch die Entformung des Grünlings einfacher erfolgen kann und wodurch Ausbrüche am Grünling aufgrund des Entformens - der Grünling weist im Vergleich zum gesinterten Bauteil noch eine geringere Festigkeit auf - reduziert werden können. Darüber hinaus ist es von Vorteil, die Kalibrierung des Sinterbauteils mit der Herstellung der Balligkeit zu kombinieren, da damit die Genauigkeit der Balligkeit verbessert werden kann.

[0014] Um die radiale Verstellbarkeit des Kalibriereinsatzes zu vereinfachen und damit eine Beschleunigung des Verfahrensschrittes „Kalibrierung und Herstellung der Balligkeit“ zu erreichen, kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante des Kalibrierwerkzeuges vorgesehen sein, dass der Kalibriereinsatz aus einem elastischen Werkstoff hergestellt ist oder flexibel ausgeführt ist.

[0015] Nach einer weiteren Ausführungsvariante des Kalibrierwerkzeuges kann vorgesehen sein, dass der Kalibriereinsatz eine äußere Oberfläche aufweist, die zumindest teilweise in axialer Richtung konisch verlaufend ausgebildet ist, und dass die Verstelleinrichtung als in axialer Richtung verschiebbare Druckplatte ausgebildet ist, wobei die Druckplatte an dem konisch verlaufenden Bereich der äußeren Oberfläche des Kalibriereinsatzes anliegt, und wobei die Druckplatte eine Ausnehmung aufweist, in die der Kalibriereinsatz hineinragt oder durch die der Kalibriereinsatz hindurchragt, oder dass die Innenoberfläche des Kalibriereinsatzes zumindest teilweise in axialer Richtung konisch verlaufend ausgebildet ist. Gemäß der entsprechenden Ausführungsvariante des Verfahrens ist dabei vorgesehen, dass die Veränderung des Durchmessers der Ausnehmung des Kalibriereinsatzes mit einer Druckplatte oder dem Druckstift, die oder der die Verstelleinrichtung bildet, durchgeführt wird, wozu der Kalibriereinsatz an einer äußeren Oberfläche oder an der Innenoberfläche zumindest bereichsweise mit einem konischen Verlauf ausgebildet ist, und dass die Veränderung des Durchmessers der Ausnehmung durch Verschiebung der Druckplatte in axialer Richtung vorgenommen wird, wozu die Druckplatte eine Ausnehmung aufweist, in die der Kalibriereinsatz hineinragt oder durch die der Kalibriereinsatz hindurchragt, oder dass die Veränderung des Durchmessers der Ausnehmung durch Verschiebung des Druckstiftes in die Ausnehmung des Kalibriereinsatzes vorgenommen wird. Von Vorteil ist dabei, dass sämtliche Bewegungen - mit Ausnahme der radialen Verstellung des Kalibriereinsatzes - in einer Richtung erfolgen können, wodurch der Platzbedarf des Werkzeuges reduziert werden kann. Darüber hinaus kann damit die Maßgenauigkeit des Sinterbauteils auf einfache Art und Weise verbessert werden, da die Druckplatte allseitig auf den Kalibriereinsatz wirkt, und somit keine zusätzlichen Maßnahmen für die Genauigkeit der Veränderung des Durchmessers der Ausnehmung im Kalibriereinsatz erforderlich sind.

[0016] Es ist dabei von Vorteil, wenn die Ausnehmung der Druckplatte mit einer zumindest teilweise in axialer Richtung konisch verlaufenden Oberfläche ausgebildet ist. Es wird damit möglich, dass die Druckplatte über eine größere Fläche an der konisch ausgebildeten Fläche des Kalibriereinsatzes anliegt, wodurch der erforderliche Druck auf den Kalibriereinsatz für die Verstellung des Durchmessers der Ausnehmung im Kalibriereinsatz reduziert werden kann bzw. sich die wirkenden Kräfte während der Verstellung über einen größeren Flächenbereich verteilt werden können, wodurch einerseits der Bewegungsablauf weniger störungsanfällig gegen Verkantungen wird und andererseits eine höhere Standzeit des Kalibriereinsatzes erreicht werden können.

[0017] Nach einer anderen Ausführungsvariante des Kalibrierwerkzeuges kann vorgesehen sein, dass die Verstelleinrichtung durch zumindest einen Schieber gebildet ist, der in Richtung senkrecht auf die Pressrichtung verschiebbar ist. Nach der Ausführungsvariante des Verfahrens kann dabei vorgesehen sein, dass die Veränderung des Durchmessers der Ausnehmung des Kalibriereinsatzes durch radiale Verstellung zumindest eines, zumindest einen Teil der Verstelleinrichtung bildenden Schiebers vorgenommen wird. Es wird damit möglich, bewusst Asymmetrien am Sinterbauteil zu erzeugen. Andererseits ist es durch die Verwendung von zumindest zwei Schiebern möglich, Balligkeiten zu erzeugen, die über ihren Verlauf unterschiedliche Radien aufweisen, ohne dass dies bereits im Kalibriereinsatz durch entsprechende Formgebung des vertieften oder des erhabenen Bereichs vorgesehen werden muss.

[0018] Der Kalibriereinsatz kann in einem Hydraulikkolbengehäuse gehalten sein. Es ist damit eine bessere Einbindung des Kalibriereinsatzes an die Antriebseinrichtung zur Verformung des Sinterbauteils erreichbar, wodurch eine bessere Kraftübertragung erzielbar ist, insbesondere keine zusätzlichen Maßnahmen getroffen werden müssen, dass sich der Kalibriereinsatz während des Kalibrierens und des Ausformens der Balligkeit nicht bewegt.

[0019] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0020] Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0021] Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante eines Kalibrierwerkzeuges in Seitenansicht geschnitten und in der Ausgangsstellung;

[0022] Fig. 2 das Kalibrierwerkzeug nach Fig. 1 mit im Verfahrensstadium des Einbringens des zu kalibrierenden Sinterbauteils;

[0023] Fig. 3 das Kalibrierwerkzeug nach Fig. 1 in der Kalibrierstellung;

[0024] Fig. 4 das Kalibrierwerkzeug nach Fig. 1 in der Stellung nach dem Kalibrieren und mit geöffnetem Kalibriereinsatz;

[0025] Fig. 5 das Ausstoßen des fertigen Sinterbauteils aus dem Kalibrierwerkzeug nach Fig. 1;

[0026] Fig. 6 eine Ausführungsvariante eines Kalibriereinsatzes in Seitenansicht geschnitten

[0027] Fig. 7 eine weitere Ausführungsvariante eines Kalibrierwerkzeuges in Seitenansicht geschnitten;

[0028] Fig. 8 einen Teil des Kalibrierwerkzeuges zur Herstellung einer Balligkeit bei einer Innenverzahnung.

[0029] 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.

[0030] In den Fig. 1 bis 5 sind verschiedene Verfahrensstadien eines Verfahrens zur Kalibrierung eines Sinterbauteils 1 mit einem Kalibrierwerkzeug 2 gezeigt.

[0031] Das Sinterbauteil 1 ist insbesondere ein Zahnrad. Im Sinne der Erfindung wird unter einem Zahnrad sowohl ein Zahnrad an sich als auch ein Zahnriemenrad oder ein Kettenrad verstanden. Es ist daneben aber auch möglich, andere Sinterbauteile 1 mit dem Kalibrierwerkzeug 2 herzustellen.

[0032] Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass ein Sinterbauteil 1 bzw. ein pulvermetallurgischer Bauteil üblicherweise nach folgender Verfahrensrouten hergestellt wird:

- Gegebenenfalls vorlegieren des eingesetzten Pulver;
- Pulvermischen;
- Pressen eines Grünlings aus dem Pulver in einer Pressform;
- Sintern des Grünlings, wobei das Sintern auch zweistufig erfolgen kann;
- Kalibrieren des gesinterten Bauteils;
- Gegebenenfalls mechanische und oder physikalische Nachbehandlung (beispielsweise Härtung) des Sinterbauteils.

[0033] Da diese prinzipielle Verfahrensweise sowie Abwandlungen dazu aus dem Stand der Technik bekannt sind, sei zur Vermeidung von Wiederholungen auf die einschlägige Literatur dazu verwiesen.

[0034] Das Kalibrierwerkzeug 2 wird im Verfahrensschritt „Kalibrieren des Bauteils“ eingesetzt. Es ist dabei vorgesehen, dass in diesem Verfahrensschritt nicht nur die Kalibrierung an sich, also die Erhöhung der Maßgenauigkeit des Sinterbauteils 1, erfolgt, sondern gleichzeitig damit eine Balligkeit auf den Zähnen der Verzahnung des Sinterbauteils 1 erzeugt wird.

[0035] Unter einer Balligkeit im Sinne der Erfindung wird insbesondere eine Abweichung der Linearität der Zahnflanken von Zähnen eines Zahnrades verstanden. Es werden darunter sowohl die Breitenballigkeit, die Profilballigkeit und die Flankendrehungsballigkeit verstanden. Die Breitenballigkeit ist dabei eine Modifikation des Zahnprofils entlang der Zahnbreite in axialer Richtung eines Zahnrades, die Längsballigkeit eine Modifikation des theoretischen Zahnprofils in Profilrichtung von Zahnfuß zum Zahnkopf, und die Flankendrehungsballigkeit eine Modifikation des Zahnprofils durch Verdrehung einer Zahnflanke in Längsrichtung. Die Definitionen der Höhen- und Breitenballigkeit von Verzahnungen sind in der Norm DIN 3960 enthalten.

[0036] Insbesondere wird mit dem Kalibrierwerkzeug 2 eine Breitenballigkeit erzeugt.

[0037] Es können alle drei Arten der Balligkeit gemeinsam oder nur einzelne oder eine Kombination aus zwei der voranstehend genannten Balligkeitsarten erzeugt werden.

[0038] Weiter wird das Kalibrierwerkzeug 2 bevorzugt auf Geradverzahnungen angewandt. Es können aber auch Schrägverzahnungen mit einer Balligkeit des Zahnprofils hergestellt werden.

[0039] Die Balligkeit kann sowohl symmetrisch als auch asymmetrisch ausgeführt sein. Dies bedeutet, dass beispielsweise bei einer Breitenballigkeit eine Seite der Zahnflanken (in axialer Richtung des Zahnrades betrachtet) stärker zurückgenommen wird (bezogen auf das theoretische Profil) als die zweite Seite.

[0040] In Fig. 1 ist das Kalibrierwerkzeug 2 zur Herstellung einer Breitenballigkeit auf den Zahnflanken eines Zahnes dargestellt.

[0041] Das Kalibrierwerkzeug 2 besteht aus bzw. weist folgende Bestandteile auf:

- einen Kalibrierwerkzeuggrundkörper 4
- einen Kalibriereinsatz 5
- eine Verstelleinrichtung in Form einer Druckplatte 6.

[0042] Der Kalibrierwerkzeuggrundkörper 4 umgibt den Kalibriereinsatz 5 und die Druckplatte 6, insbesondere werden diese Bauteile vollständig vom Kalibrierwerkzeuggrundkörper 4 umgeben. An einer äußeren Oberfläche 7 des Kalibrierwerkzeuggrundkörpers 4 ist vorzugsweise ein Ringsteg 8 angeordnet bzw. ausgebildet, über den der Kalibrierwerkzeuggrundkörper 4 in einer nicht dargestellten Kalibriervorrichtung gehalten werden kann.

[0043] Der Kalibrierwerkzeuggrundkörper 4 kann beispielsweise aus Stahl bestehen.

[0044] Innerhalb des Kalibrierwerkzeuggrundkörpers 4 ist der Kalibriereinsatz 5 angeordnet. Dieser ist insbesondere zumindest annähernd kegelstumpfförmig, vorzugsweise kegelstumpfförmig, ausgebildet und weist eine Ausnehmung 9 auf. Die Ausnehmung 9 ist von einem Kalibriereinsatzmantel 10 umgeben. Insbesondere ist die Ausnehmung 9 in einer Axialrichtung 11 durchgängig durch den Kalibriereinsatz 5 ausgebildet. Bevorzugt ist die Ausnehmung 9 eine Bohrung mit einem Durchmesser 12.

[0045] Die Ausführung der Ausnehmung 9 als Bohrung wird für die Kalibrierung von Zahnrädern verwendet. Wenn allerdings das zu kalibrierende Sinterbauteil 1 von der Kreisgeometrie abweicht, wird der Grundriss der Ausnehmung 9 entsprechend an den Grundriss des Sinterbauteils 1 in Axialrichtung 11 angepasst, d.h. die Kontur in Radialrichtung, um den Kalibriereinsatzmantel 10 vollflächig über den Umfang des Sinterbauteils 1 anlegen zu können.

[0046] Wenngleich bevorzugt, muss die Ausnehmung 9 nicht zwingenderweise als durch den Kalibriereinsatz durchgängige Ausnehmung 9 ausgebildet sein, sondern kann beispielsweise auch eine Sacklochbohrung sein. Die durchgängige Ausnehmung 9 hat jedoch den Vorteil, dass das Sinterbauteil 1 einfacher aus dem Kalibriereinsatz entfernt werden kann.

[0047] Die Ausnehmung 9 ist von einer im Wesentlichen zylindrischen Innenoberfläche 13 (mit Verzahnung) des Kalibriereinsatzmantels 10 in einer Radialrichtung 14 begrenzt. Mit Ausnahme eines vertieften Bereiches 15 in der Innenoberfläche 13 weist die Ausnehmung 9 einen zumindest annähernd konstanten, insbesondere einen konstanten, Durchmesser auf. Der vertiefte Bereich 15 dient zur Herstellung der Breitenballigkeit auf den Zähnen eines als Zahnrad ausgebildeten Sinterbauteils 1.

[0048] Die Tiefe des vertieften Bereiches 15 gegenüber der zylindrischen Innenoberfläche 13 richtet sich nach der gewünschten Geometrie der herzustellenden Balligkeit am Sinterbauteil 1. Beispielsweise kann ein Rundungsradius 16 des insbesondere mit einer Rundung ausgeführten vertieften Bereiches 15 ausgewählt sein aus einem Bereich von 10 mm bis 15.000 mm. Die Balligkeit kann, je nach Ausführung des Kalibriereinsatzes 5, auch am Zahnkopf eines Zahnrades bzw. verzahnten Sinterbauteils 1 vorliegen.

[0049] Der Kalibriereinsatz 5 ist vorzugsweise flexibel ausgeführt, um eine Verformung des Kalibriereinsatzmantels 10 zu ermöglichen. Er kann aus einem metallischen Werkstoff hergestellt sein, beispielsweise aus Stahl, oder einem Hartmetall. Ebenso kann der Kalibriereinsatz 5 aus einem elastischen Werkstoff hergestellt sein, beispielsweise aus einem Elastomer bzw. Gummi.

[0050] Unter flexibel wird verstanden, dass der Kalibriereinsatz 5 anpassungsfähig an die Stellung der Verstelleinrichtung, d.h. der Druckplatte 6 bei der Ausführungsvariante des Kalibrierwerkzeuges 2 nach Fig. 1, ist. Es ist dabei von Vorteil, wenn der metallische Werkstoff des Kalibriereinsatzes 5 ein Elastizitätsmodul nach EN ISO 6892 bzw. DIN 10002 -1 (Norm für Zugversuch) aufweist, das ausgewählt ist aus einem Bereich von 100 GPa bis 600 GPa.

[0051] Es ist aber auch möglich, die Flexibilität durch Schlitze oder dgl. zu erreichen.

[0052] Für den Fall, dass mit dem Kalibrierwerkzeug 2 ein Zahnrad kalibriert wird, weist die Innenoberfläche 13 des Kalibriereinsatzes 5 ebenfalls eine Verzahnung auf, die im vertieften Bereich 15 komplementär zur gewünschten Verzahnung des Zahnrades sowie vorzugsweise in den Bereichen oberhalb und unterhalb zur Verzahnung eines Oberstempels 17 und eines Unterstempels 18 ist. Der Oberstempel 17 und der Unterstempel 18 sind Teil einer nicht dargestellten Pressvorrichtung, in die das Kalibrierwerkzeug 2 eingesetzt ist, und werden von entsprechenden, aus dem Stand der Technik bekannten Antriebsvorrichtungen bewegt.

[0053] Eine Außenoberfläche 19, die den Kalibriereinsatz 5 in der Radialrichtung 14 begrenzt, ist vorzugsweise in der Axialrichtung 11 zumindest bereichsweise konisch verlaufend ausgebildet. Der Ausdruck „zumindest bereichsweise“ bezieht sich hier auf den vertieften Bereich 15 und/oder auf die Bereiche oberhalb und/oder unterhalb des vertieften Bereiches 15. Insbesondere ist die Außenoberfläche 19 des Kalibriereinsatzes 5 im Eingriffsbereich der Verstelleinrich-

tung, also der Druckplatte 6 in Fig. 1, konisch verlaufend ausgebildet. Der Kalibriereinsatz 5 verjüngt sich somit nach oben, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist.

[0054] Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Außenoberfläche 19 des Kalibriereinsatzes 5 mit einer Rundung zu versehen, wobei auch in diesem Fall in der Ausführung des Kalibrierwerkzeuges 2 nach Fig. 1 der Kalibriereinsatz 5 nach oben verjüngend ausgebildet ist, also in jene Richtung, aus der der Sinterbauteil 1 in den Kalibriereinsatz 5 eingeführt wird.

[0055] Im Bereich einer unteren Stirnfläche 20 kann der Kalibriereinsatz 5 einen Flansch 21 aufweisen. Über diesen Flansch 21 kann der Kalibriereinsatz 5 im Kalibrierwerkzeug 2 gehalten werden.

[0056] Prinzipiell kann der Kalibriereinsatz 5 aber auch auf eine andere geeignete Weise im Kalibrierwerkzeug gehalten werden.

[0057] Ebenso kann der Flansch 21 an einer anderen Stelle an der Außenoberfläche 19 des Kalibriereinsatzes 5 angeordnet sein, solange er die Wirkverbindung des Kalibriereinsatzes 5 mit der Verstelleinrichtung zur Verstellung des Durchmessers 12 der Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 5 nicht stört.

[0058] Vorzugsweise greift der Flansch 21 in eine entsprechende Nut 22 eines Hydraulikkolbengehäuses 23 ein. Das Hydraulikkolbengehäuse 23 ist Teil einer Hydraulikeinrichtung.

[0059] Zur Verkleinerung bzw. zur Vergrößerung des Durchmessers 12 der den Formhohlraum bildenden Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 4 ist letzterer mit einer Verstelleinrichtung wirkungsverbunden. Bei der Ausführungsvariante des Kalibrierwerkzeuges 2 ist dieses als Druckplatte 6 ausgeführt.

[0060] Die Druckplatte 6 ist innerhalb des Kalibrierwerkzeuggrundkörpers 4 angeordnet und in der Axialrichtung 11 verschiebbar. In der Radialrichtung 14 erstreckt sich die Druckplatte 6 bis zu einer inneren Oberfläche 24 des Kalibrierwerkzeuggrundkörpers 4, an der sie anliegt und an der sie gegebenenfalls geführt werden kann, beispielsweise über zumindest einen Steg, der in der Axialrichtung 11 verlaufen, an der inneren Oberfläche des Kalibrierwerkzeuggrundkörpers 4 ausgebildet und in eine Nut in der Druckplatte 6 eingreifen kann. Es ist auch die umgekehrte Ausbildung bzgl. der Anordnung von Nut und Steg möglich.

[0061] Weiter weist die Druckplatte 6 eine Druckplattenausnehmung 25 auf, die insbesondere konzentrisch zum Kalibriereinsatz 5 angeordnet ist. In diese Druckplattenausnehmung 25 ragt der Kalibriereinsatz 5 hinein oder durch diese hindurch, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Die Druckplatte 6 liegt dabei mit zumindest einem Teil einer die Druckplattenausnehmung 25 begrenzenden Stirnfläche 26 an der Außenoberfläche 19 an. Vorzugsweise liegt die gesamte Stirnfläche 26 der Druckplatte 6 an der Außenoberfläche 19 des Kalibriereinsatzes 5 an. Dazu weist die Stirnfläche 26 der Druckplatte 6 ebenfalls einen konischen Verlauf in der Axialrichtung 11 auf, wobei der Absolutwert der Neigung der Stirnfläche 26 gegenüber der Vertikalen zumindest annähernd gleich ist dem Absolutwert der Neigung der Außenoberfläche 19 des Kalibriereinsatzes 5 gegenüber der Vertikalen. Ein Winkel 27 der Neigung ist insbesondere ausgewählt aus einem Bereich von $0,5^\circ$ bis 5° .

[0062] Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass nur ein Teilbereich der Stirnfläche 26 der Druckplatte 6 an dem Kalibriereinsatz 5 anliegt.

[0063] Gegebenenfalls kann die Druckplatte 6 an dem Kalibriereinsatz 5 ebenfalls geführt sein, beispielsweise wiederum über zumindest einen in der Axialrichtung 11 verlaufenden Steg, der über die Außenoberfläche 19 des Kalibriereinsatzes 5 vorragt und in eine entsprechende Nut in der Stirnfläche 25 eingreift, bzw. ist auch die umgekehrte Ausbildung der Führung möglich.

[0064] Die Verschiebung der Druckplatte 6 in der Axialrichtung 11 kann mit einer in Fig. 1 nicht dargestellten Antriebseinrichtung erfolgen, beispielsweise über eine Kolbenstange.

[0065] Durch die Verschiebung der Druckplatte 6 in der Axialrichtung 11 nach unten wird auf den Kalibriereinsatz durch dessen sich nach unten erweiternden Querschnitt eine Druckkraft

ausgeübt, sodass der Kalibriereinsatz 5 aufgrund dessen Flexibilität zusammengedrückt wird und damit der Durchmesser 12 der Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 5 verkleinert. Umgekehrt wird durch die Bewegung der Druckplatte 6 in der Axialrichtung 11 nach oben der Druck auf den Kalibriereinsatz 5 verkleinert, sodass sich dieser entspannt bis der Durchmesser 12 der Ausnehmung 9 wieder seine ursprüngliche Größe erreicht.

[0066] Fig. 1 zeigt die entspannte Stellung des Kalibriereinsatzes 5, sodass der Durchmesser 12 der Ausnehmung 9 am größten ist.

[0067] Es ist damit möglich, einen gesinterten und noch nicht kalibrierten Sinterbauteil 1 in die Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 5 einzubringen.

[0068] Nachdem der gesinterte Sinterbauteil 1 nach dem Sintern und vor dem Kalibrieren üblicherweise einen kleineren maximalen Außendurchmesser aufweisen als der fertig kalibrierte Sinterbauteil 1 bzw. der maximale Außendurchmesser maximal so groß ist wie der Durchmesser 12 der Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 5 in der Kalibrierstellung des Kalibrierwerkzeuges, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist, kann der Sinterbauteil 1 auch in den vorgespannten Kalibriereinsatz 5 eingeführt werden.

[0069] Es ist also möglich, dass der Sinterbauteil 1 entweder in den entspannten oder in den vorgespannten Kalibriereinsatz 5 eingebracht wird.

[0070] Bevorzugt wird der Sinterbauteil 1 in den Kalibriereinsatz 5 in der vorgespannten Stellung, d.h. der Kalibrierstellung eingebracht, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist. Dazu wird die Druckplatte 6 in der Axialrichtung 11 in die untere Endstellung gebracht.

[0071] In dieser kann die Druckplatte 6 beispielsweise an dem Hydraulikkolbengehäuse 23 anliegen. Der Kalibriereinsatz 5 wird dadurch zusammengedrückt, d.h. vorgespannt.

[0072] In der Kalibrierstellung steht der Unterstempel 18 am Übergang zwischen dem vertieften Bereich 15 und den daran anschließenden unteren linearen, d.h. zylindrischen Bereich der Ausnehmung 9, wie dies besser aus Fig. 1 ersichtlich ist.

[0073] Das Sinterbauteil 1 wird auf den Unterstempel 18 aufgelegt. Gegebenenfalls kann das Sinterbauteil 1 lediglich in die Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 5 eingelegt und das Auflegen auf den Unterstempel 18 durch die Abwärtsbewegung des Oberstempels 17 in die Kalibrierstellung unterstützt werden.

[0074] Während der Bewegung des Unterstempels 18 und/oder des Oberstempels 17 und des Sinterbauteils 1 greifen deren Verzahnungen in die Verzahnung des Kalibriereinsatzes ein.

[0075] Für die Zentrierung des Sinterbauteils 1 kann ein Kernstift 28 vorgesehen sein, der in dem Kalibrierwerkzeug 2 unbeweglich, d.h. fix, angeordnet ist.

[0076] Spätestens durch die Abwärtsbewegung des Oberstempels 17 trifft das Sinterbauteil 1 auf den Unterstempel. In der Kalibrierstellung ist damit das Sinterbauteil 1 zwischen dem Oberstempel 17 und dem Unterstempel 18 eingespannt, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. Dadurch, dass der Oberstempel 17 sich weiter nach unten bewegt, steigt der Druck auf das Sinterbauteil 1 an, das sich nun im Bereich des vertieften Bereichs 15 im Kalibriereinsatz 5 befindet. Durch diesen Druckanstieg kommt es einerseits zu einem weiteren Verdichten des Sinterbauteils 1, andererseits aber auch zu einer Materialverdrängung bzw. einer Verschiebung des Gefüges des Sinterbauteils 1 in der Radialrichtung 14. Eine Materialverdrängung bzw. eine Verschiebung des Gefüges des Sinterbauteils 1 in der Axialrichtung 11 findet hingegen vorzugsweise nicht bzw. kaum statt. Es kann sich jedoch auch eine messbare Veränderung in der Axialrichtung 11 durch Materialverdrängung einstellen. Durch diese Materialverdrängung bzw. Verschiebung des Gefüges des Sinterbauteils 1 wird der vertiefte Bereich 15 im Kalibriereinsatz 5 von dem Werkstoff des Sinterbauteils 1 ausgefüllt, sodass mit der Kalibrierung des Sinterbauteils 1 gleichzeitig auch die Balligkeit auf den Zähnen des Sinterbauteils 1 erzeugt wird.

[0077] Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass das Sinterbauteil 1 vorzugsweise vor dem Kalibrieren keine Balligkeit der Zähne aufweist. Es ist aber möglich, diese

Balligkeit bereits andeutungsweise während des Pressens des Grünlings für den Sinterbauteil 1 ausgeformt wird.

[0078] Nachdem das Sinterbauteil fertig kalibriert und die Balligkeit ausgebildet ist, wird das Kalibrierwerkzeug 2 geöffnet. Dies ist in Fig. 4 dargestellt. Der Oberstempel 17 wird dazu nach oben aus dem Kalibriereinsatz 5 herausgezogen und die Druckplatte 6 in die obere Endlage im Kalibrierwerkzeuggrundkörper 4 verbracht. Dadurch weitet sich der Kalibriereinsatz 5 auf, d.h. der Durchmesser 12 der Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 5 wird wieder größer sodass die Balligkeit des Sinterbauteils 1 freigegeben wird. Der Durchmesser 12 im zylindrischen Teil der Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes 5 weist dabei eine Größe auf, die das ungehinderte Ausstoßen des Sinterbauteils 1 ermöglicht, d.h. der Durchmesser 12 weist zumindest einen Wert auf, der dem maximalen Durchmesser des Sinterbauteils 1 in gleicher Richtung entspricht.

[0079] Das Ausstoßen des Sinterbauteils 1 aus dem Kalibrierwerkzeug 2, d.h. aus dem Kalibriereinsatz 5, ist in Fig. 5 dargestellt. Dazu kann entweder das Kalibrierwerkzeug 1 bei feststehenden Unterstempel 18 nach unten bewegt werden oder der Unterstempel 18 bei feststehendem Kalibrierwerkzeug 2 nach oben bewegt werden. Alternativ kann sowohl das Kalibrierwerkzeug 2 nach unten als auch der Unterstempel 18 nach oben bewegt werden. Das Sinterbauteil 1 gelangt damit aus dem Kalibriereinsatz 5 und kann entnommen werden.

[0080] Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, Hohlballigkeiten auf Zähnen eines Zahnrades zu erzeugen. Dazu weist der Kalibriereinsatz 5 anstelle des vertieften Bereiches 15 in der Innenoberfläche 13 des Kalibriereinsatzmantels 10 einen über diese Innenoberfläche 13 erhabenen Bereich 29 auf, wie dies in Fig. 1 strichliert angedeutet ist. Der entsprechende Kalibriereinsatz 5 selbst ist in Fig. 6 dargestellt.

[0081] In diesem Fall erfolgt die Ausbildung der Hohlballigkeit durch die Abwärtsbewegung der Druckplatte 6 während der Sinterbauteil 1 zwischen dem Oberstempel 17 und dem Unterstempel 18 eingespannt ist. Insofern ist der Bewegungsablauf etwas unterschiedlich zu voranstehend beschriebenen Bewegungsablauf. Es wird nämlich zuerst der Oberstempel 17 nach unten bewegt und erst danach die Druckplatte 6 ebenfalls nach unten bewegt.

[0082] In der Fig. 7 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsvariante des Kalibrierwerkzeuges gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Fig. 1 bis 5 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Fig. 1 bis 6 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[0083] Das Kalibrierwerkzeug 2 weist wiederum den Kalibrierwerkzeuggrundkörper 4, den Kalibriereinsatz 5 sowie das Hydraulikkolbengehäuse 23 auf. Zum Unterschied zu der Ausführungsvariante des Kalibrierwerkzeuges 2 nach den Fig. 1 bis 5 ist die Verstelleinrichtung zur Verstellung des Durchmessers 12 der Ausnehmung 9 des Kalibriereinsatzes aber nicht durch die Druckplatte 6 (Fig. 1) gebildet, sondern durch zumindest einen Schieber 30. Vorzugsweise sind zumindest zwei Schieber 30 auf gleicher Höhe angeordnet, die aufeinander in eine Schließstellung und voneinander weg in eine Offenstellung in der Radialrichtung 14 bewegt werden können.

[0084] Die Schieber 30 liegen in der Geschlossenstellung bevorzugt aneinander in einem Teilbereich an. Zwischen den Schiebern 30 wird eine Ausnehmung 31 ausgebildet, in die der Kalibriereinsatz 5 hinein oder durch die der Kalibriereinsatz hindurchragt. Im Wesentlichen können die beiden Schieber 30 also auch als geteilte Druckplatte aufgefasst werden, allerdings mit einer anderen Bewegungsrichtung als die Druckplatte 6 nach Fig. 1.

[0085] Der Verfahrensablauf zur Kalibrierung des Sinterbauteils 1 (Fig. 1) und zur Herstellung der Balligkeit auf den Zähnen des Sinterbauteils 1 entspricht im Ausnahme der Bewegungsrichtung der Verstelleinrichtung jener des Kalibrierwerkzeuges nach den Fig. 1 bis 6.

[0086] Wie in Fig. 7 strichliert angedeutet ist, können auch weitere Schieber 32 angeordnet werden. Diese Schieber 32 werden in der Axialrichtung 11 oberhalb und/oder unterhalb der

Schieber 30 angeordnet und sind wie die Schieber 30 horizontal zwischen einer Offenstellung und einer Geschlossenstellung verschiebbar ausgebildet. Es ist damit möglich, eine Balligkeit mit unterschiedlichen Radien innerhalb des Verlaufs der Balligkeit herzustellen.

[0087] Es ist bei dieser Ausführungsvariante auch möglich, dass der Kalibriereinsatz 5 eine zylindrische, also nicht konische, Außenoberfläche 19 aufweist.

[0088] Das Kalibrierwerkzeug 2 kann auch dazu verwendet werden, um eine Balligkeit an den Zähnen eines Zahnrades mit Innenverzahnung, wie z.B. einem Hohlrad, herzustellen. Es ist dazu eine Adaptierung des Kalibriereinsatzes 5 erforderlich, die in Fig. 8 dargestellt ist. Dieser Kalibriereinsatz 5 ist zylindrisch ausgeführt, wobei der Kalibriereinsatzmantel 10 eine zylindrische Außenoberfläche 19 aufweist, in der der vertiefte Bereich 15 (bzw. der erhabene Bereich 29 entsprechend Fig. 6) ausgebildet ist. Der Kalibriereinsatzmantel 10 umgibt eine Ausnehmung 33, die von einer Innenoberfläche 34 des Kalibriereinsatzmantels 10 begrenzt ist. Diese Innenoberfläche 34 weist in der Axialrichtung 11 einen konischen, sich nach unten verjüngenden Verlauf auf.

[0089] Anstelle der Druckplatte 6 nach Fig. 1 wird bei dieser Ausführungsvariante des Kalibriereinsatzes 5 ein Druckstift 35 verwendet, der in der Axialrichtung 11 verschiebbar ist. Vorzugsweise weist eine Außenoberfläche 36 des Druckstiftes 35 ebenfalls einen konischen Verlauf in der Axialrichtung 11 auf, wobei wiederum der Absolutwert der Neigung der Außenoberfläche 36 des Druckstiftes 35 gegenüber der Vertikalen bevorzugt dem Absolutwert der Neigung der Innenoberfläche 34 des Kalibriereinsatzmantels 10 gegen die Vertikale entspricht.

[0090] Bei dieser Ausführungsvariante des Kalibriereinsatzes 5 wird der Kalibriereinsatz 5 durch das Einschieben des Druckstiftes aufgeweitet. Während des Kalibrierens des Sinterbauteils 1 (Fig. 1) wird dessen Werkstoff ebenfalls partiell in den vertieften Bereich 15 des Kalibriereinsatzes 5 gedrückt, wodurch die Balligkeit ausgebildet wird. Danach wird der Kalibriereinsatz 5 durch das Herausziehen des Druckstiftes entspannt, sodass der Durchmesser des Kalibriereinsatzes wieder kleiner wird. Dadurch wird der ballige Bereich der Zähne des Sinterbauteils 1 frei gegeben, und dieser kann ausgestoßen werden.

[0091] Bezüglich der weiteren Bauteile des Kalibrierwerkzeuges 2 dieser Ausführungsvariante sei auf die voranstehenden Ausführungen zu den Fig. 1 bis 6 verwiesen.

[0092] Obwohl das Kalibrierwerkzeug 2 vorzugsweise zur Herstellung balligen, insbesondere breitenballigen, Zähnen eines Zahnrades aus einem Sinterwerkstoff verwendet wird, können auch Balligkeiten auf anderen Sinterbauteilen 1 bei entsprechender Adaptierung der Geometrie des Kalibriereinsatzes 5 bzw. der Verstelleinrichtung erzeugt werden.

[0093] Der vertiefte Bereich 15 und/oder der erhabene Bereich 29 im Kalibriereinsatz 5 können beispielsweise spanend oder durch erodieren hergestellt werden.

[0094] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Kalibrierwerkzeuges 2, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

[0095] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Kalibrierwerkzeuges 2 dieses bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Sinterbauteil	31	Ausnehmung
2	Kalibrierwerkzeug	32	Schieber
3		33	Ausnehmung
4	Kalibrierwerkzeuggrundkörper	34	Innenoberfläche
5	Kalibriereinsatz	35	Druckstift
6	Druckplatte	36	Außenoberfläche
7	Oberfläche		
8	Ringsteg		
9	Ausnehmung		
10	Kalibriereinsatzmantel		
11	Axialrichtung		
12	Durchmesser		
13	Innenoberfläche		
14	Radialrichtung		
15	Bereich		
16	Rundungsradius		
17	Oberstempel		
18	Unterstempel		
19	Außenoberfläche		
20	Stirnfläche		
21	Flansch		
22	Nut		
23	Hydraulikkolbengehäuse		
24	Oberfläche		
25	Druckplattenausnehmung		
26	Stirnfläche		
27	Winkel		
28	Kernstift		
29	Bereich		
30	Schieber		

Patentansprüche

1. Kalibrierwerkzeug (2) zur Herstellung einer Balligkeit auf einem Sinterbauteil (1), insbesondere auf Zähnen eines eine Verzahnung aufweisenden Sinterbauteils (1), umfassend einen Kalibrierwerkzeuggrundkörper (4), in dem ein Kalibriereinsatz (5) gehalten ist, wobei der Kalibriereinsatz (5) eine Ausnehmung (9) zur Aufnahme des zu kalibrierenden Sinterbauteils (1) oder zur Aufnahme eines Druckstiftes (35) aufweist, wobei der Kalibriereinsatz (5) in Richtung senkrecht auf eine Pressrichtung verstellbar ist, sodass ein Durchmesser (12) der Ausnehmung (9) verkleinert oder vergrößert werden kann, und wobei weiter eine Verstelleinrichtung vorgesehen ist, die auf den Kalibriereinsatz (5) zur Veränderung des Durchmessers (12) der Ausnehmung (9) wirkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer Innenoberfläche (13) oder einer Außenoberfläche (19) des Kalibriereinsatzes (5) ein vertiefter Bereich (15) oder ein erhabener Bereich (29) zur Herstellung der Balligkeit ausgebildet ist.
2. Kalibrierwerkzeug (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kalibriereinsatz (5) aus einem elastischen Werkstoff hergestellt ist oder flexibel ausgeführt ist.
3. Kalibrierwerkzeug (2) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenoberfläche (19) des Kalibriereinsatzes (5) zumindest teilweise in axialer Richtung konisch verlaufend ausgebildet ist, und dass die Verstelleinrichtung als in axialer Richtung verschiebbare Druckplatte (6) ausgebildet ist, wobei die Druckplatte (6) an dem konisch verlaufenden Bereich der Außenoberfläche (19) des Kalibriereinsatzes (5) anliegt, und wobei die Druckplatte (6) ein Druckplattenausnehmung (25) aufweist, in die der Kalibriereinsatz (5) hineinragt oder durch die der Kalibriereinsatz (5) hindurchragt, oder dass die Innenoberfläche (13) des Kalibriereinsatzes zumindest teilweise in axialer Richtung konisch verlaufend ausgebildet ist.
4. Kalibrierwerkzeug (2) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckplattenausnehmung (25) der Druckplatte (6) mit einer zumindest teilweise in axialer Richtung konisch verlaufenden Stirnfläche (26) ausgebildet ist.
5. Kalibrierwerkzeug (2) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstelleinrichtung durch zumindest einen Schieber (30, 31) gebildet ist, der in Richtung senkrecht auf die Pressrichtung verschiebbar ist.
6. Kalibrierwerkzeug (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kalibriereinsatz (5) in einem Hydraulikkolbengehäuse (23) gehalten ist.
7. Verfahren zur Herstellung einer Balligkeit auf einem Sinterbauteil (1), insbesondere auf Zähnen eines eine Verzahnung aufweisenden Sinterbauteils (1), während des Kalibrierens des Sinterbauteils (1), wonach das gesinterte Sinterbauteil (1) in ein Kalibrierwerkzeug (2) eingeführt wird, das einen Kalibriereinsatz (5) aufweist, der in einem Kalibrierwerkzeuggrundkörper (4) gehalten ist, wobei der Kalibriereinsatz (5) eine Ausnehmung (9) aufweist, in die das Sinterbauteil (1) oder ein Druckstift (35) eingebracht wird, und wobei das Sinterbauteil (1) zur Anlage an einen Unterstempel (18) gebracht wird, wobei ein Kalibriereinsatz (5) verwendet wird, der in Richtung senkrecht auf eine Pressrichtung verstellbar ist, sodass ein Durchmesser (12) der Ausnehmung (9) verkleinert oder vergrößert werden kann, wobei vor oder nach dem Einbringen des Sinterbauteils (1) in den Kalibriereinsatz (5) der Durchmesser (12) verkleinert oder vergrößert wird, sodass der Sinterbauteil (1) zur Anlage an die Innenoberfläche (13) oder die Außenoberfläche (19) des Kalibriereinsatzes (5) gelangt, und wobei nach dem Kalibrieren des Sinterbauteils (1) der Durchmesser (12) der Ausnehmung (9) des Kalibriereinsatzes (5) wieder vergrößert oder verkleinert wird, und danach das kalibrierte Sinterbauteil (1) aus dem Kalibriereinsatz (5) entfernt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer Innenoberfläche (13) des Kalibriereinsatzes (5) oder an einer Außenoberfläche (19) des Kalibriereinsatzes (5) ein vertiefter Bereich (15) oder ein erhabener Bereich (19) zur Herstellung der Balligkeit ausgebildet ist, dass nach dem Einbringen des Sinterbauteils (1) in den Kalibriereinsatz (5) und der Verkleinerung oder Vergröße-

rung des Durchmessers (12) mit einem Oberstempel (17) der Sinterbauteil (1) gegen den Unterstempel (18) gedrückt wird und dabei der Werkstoff des Sinterbauteils (1) partiell in den vertieften Bereich (15) oder um den erhabenen Bereich (29) herum verbracht wird, und dass anschließend der Oberstempel (17) entfernt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Veränderung des Durchmessers (12) der Ausnehmung (9) des Kalibriereinsatzes (5) mit einer Druckplatte (6) oder dem Druckstift (35), die oder der die Verstelleinrichtung bildet, durchgeführt wird, wozu der Kalibriereinsatz (5) an der Außenoberfläche (19) oder an der Innenoberfläche (13) zumindest bereichsweise mit einem konischen Verlauf ausgebildet ist, und dass die Veränderung des Durchmessers (12) der Ausnehmung (9) durch Verschiebung der Druckplatte (6) in axialer Richtung vorgenommen wird, wozu die Druckplatte (6) eine Druckplattenausnehmung (25) aufweist, in die der Kalibriereinsatz (5) hineinragt oder durch die der Kalibriereinsatz (5) hindurchragt, oder dass die Veränderung des Durchmessers (12) der Ausnehmung (9) durch Verschiebung des Druckstiftes (35) in die Ausnehmung (9) des Kalibriereinsatzes (5) vorgenommen wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Veränderung des Durchmessers (12) der Ausnehmung (9) des Kalibriereinsatzes (5) durch radiale Verstellung zumindest eines zumindest einen Teil der Verstelleinrichtung bildenden Schiebers (30, 31) vorgenommen wird.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

Fig.1

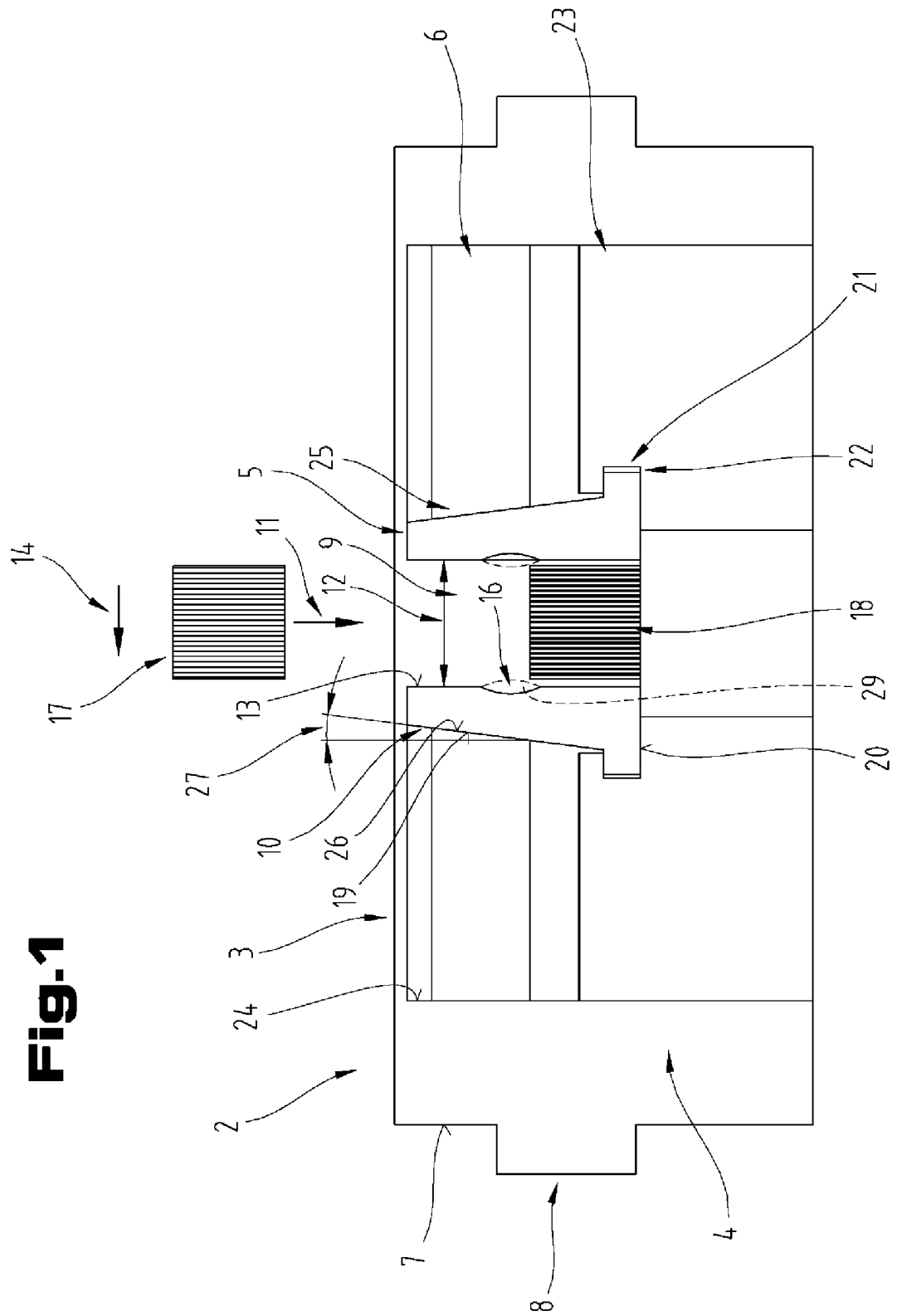


Fig.2

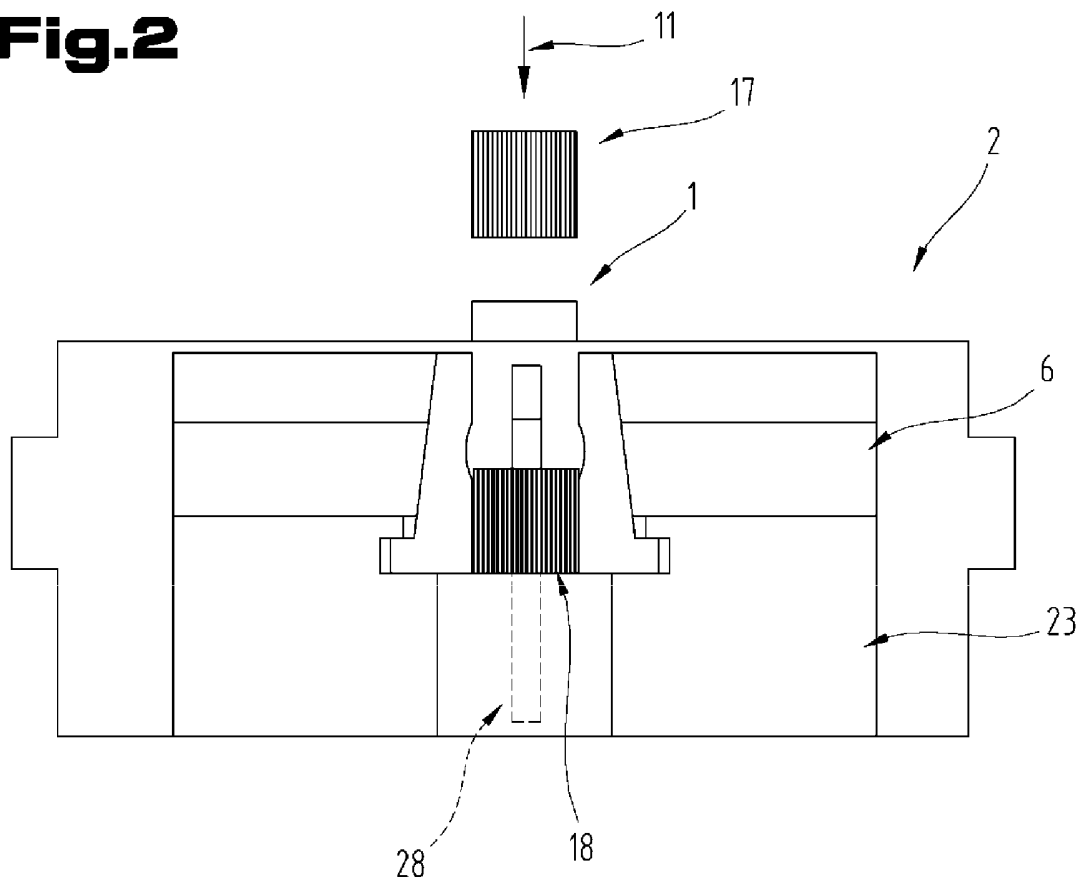


Fig.3

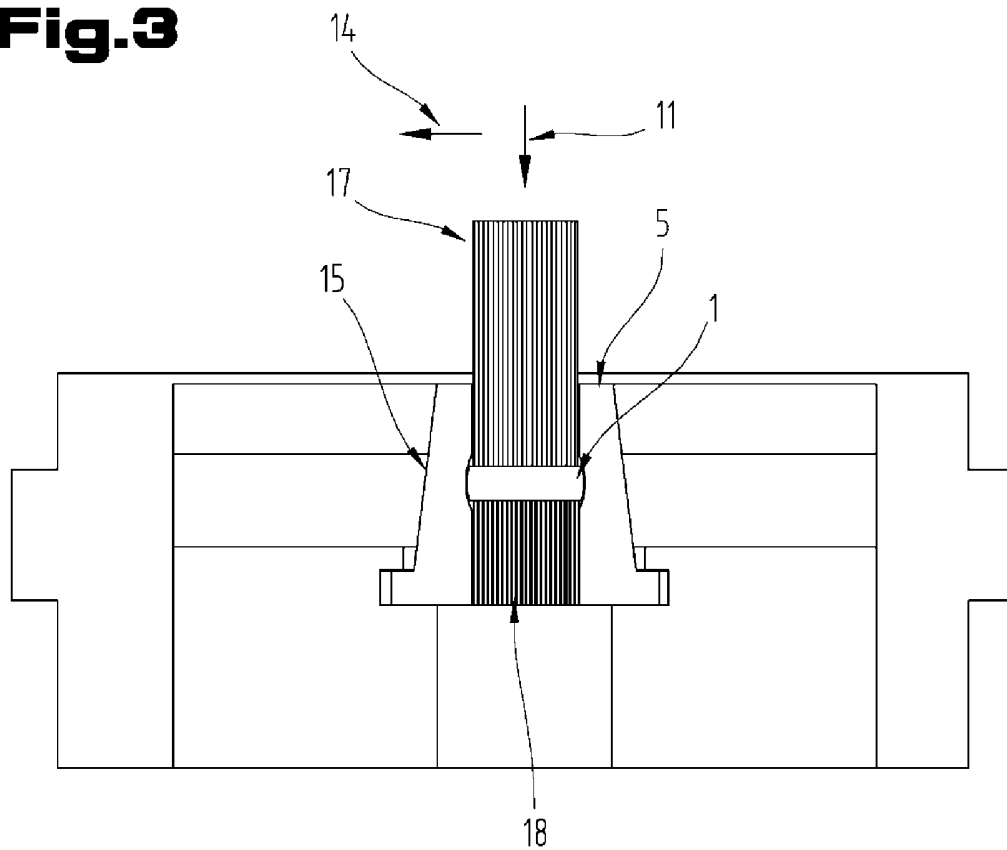


Fig.4

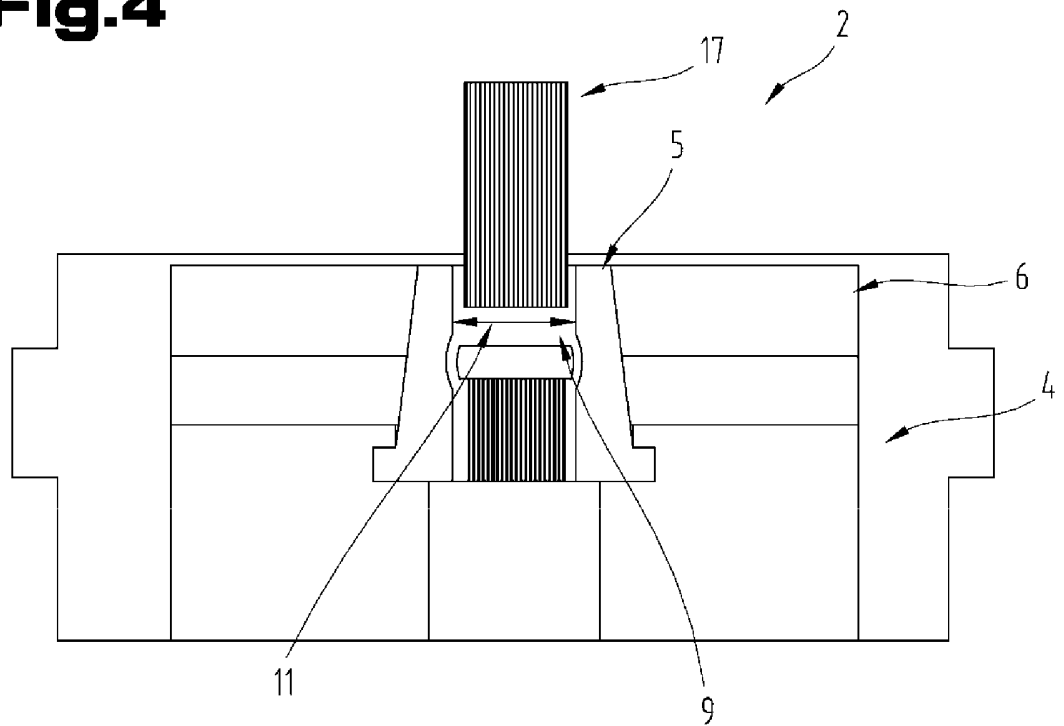


Fig.5

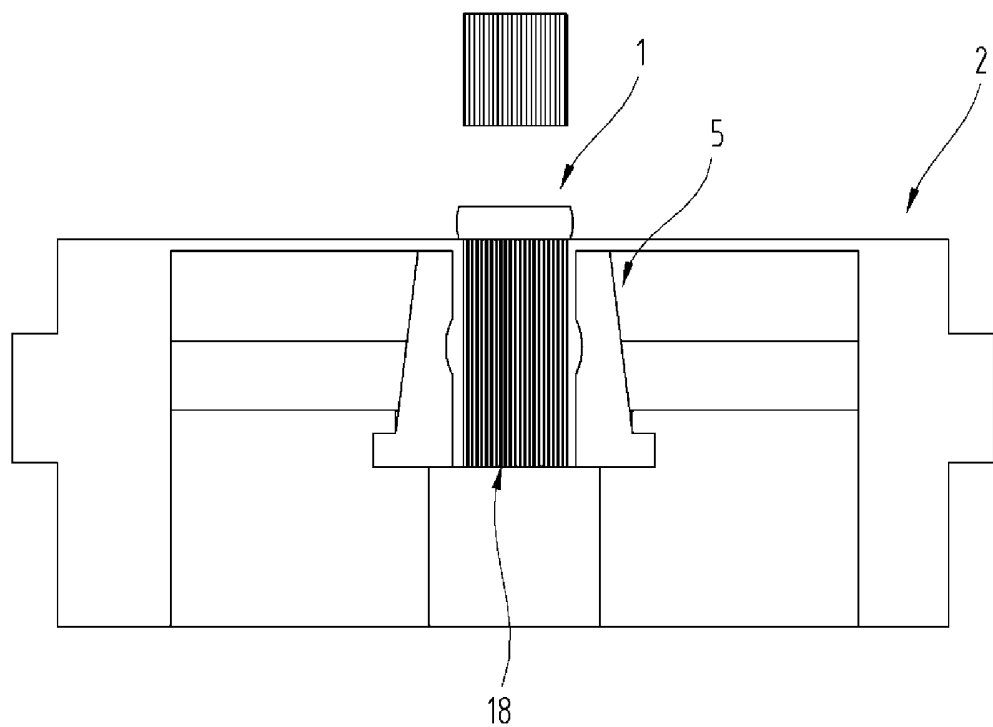


Fig.7

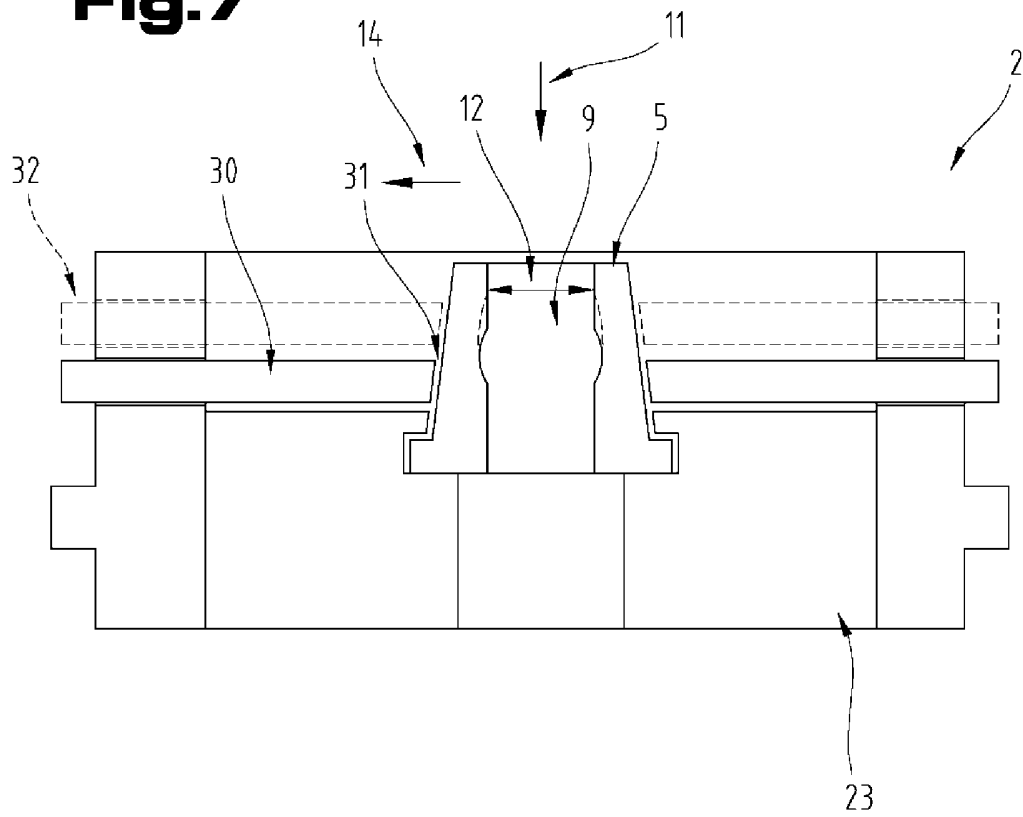


Fig.6

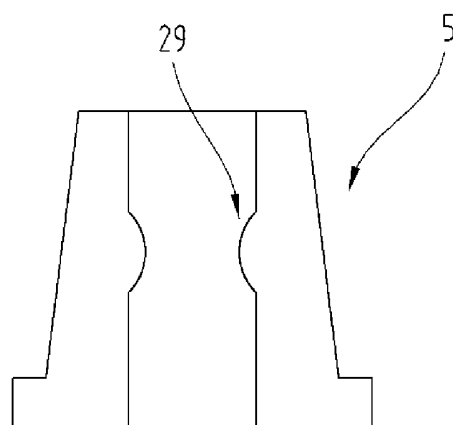


Fig.8

