

(19)



österreichisches  
patentamt

(10)

AT 505 947 A1 2009-05-15

(12)

## Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1840/2007**

(22) Anmeldetag: **14.11.2007**

(43) Veröffentlicht am: **15.05.2009**

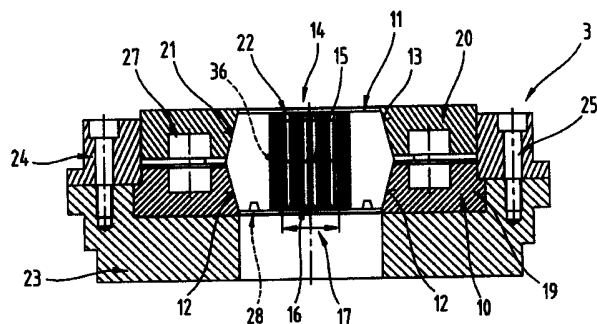
(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **B22F 3/03** (2006.01),  
**B22F 5/08** (2006.01),  
**B30B 15/02** (2006.01)

(73) Patentinhaber:

MIBA SINTER AUSTRIA GMBH  
A-4663 LAAKIRCHEN (AT)

### (54) VERDICHTUNGSWERKZEUG

(57) Die Erfindung betrifft ein Werkzeug (3) zum Verdichten eines Sinterbauteils oder eines Pulvers für das Sinterbauteil, mit einem Spannelement (10) und einem radial in Bezug auf seine Abmessungen veränderlichen Verdichtungselement (11) mit einer Anlagefläche für das Sinterbauteil bzw. das Pulver, die mit einer zur Oberfläche des herzustellenden Sinterbauteils komplementären Oberfläche ausgebildet ist, wobei das Spannelement (10) eine schräge erste Fläche (12) und das Verdichtungselement (11) eine dazu komplementäre schräge zweite Fläche (13) aufweisen und die erste und die zweite schräge Fläche (12,13) zur Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes (11) zusammenwirken, und wobei das Spannelement (10) und/oder das Verdichtungselement (11) in axialer Richtung verschiebbar ist bzw. sind, sowie gegebenenfalls mit einem Stützelement (9).

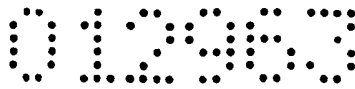


AT 505 947 A1 2009-05-15

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Werkzeug (3) zum Verdichten eines Sinterbauteils oder eines Pulvers für das Sinterbauteil, mit einem Spannelement (10) und einem radial in Bezug auf seine Abmessungen veränderlichen Verdichtungselement (11) mit einer Anlagefläche für das Sinterbauteil bzw. das Pulver, die mit einer zur Oberfläche des herzustellenden Sinterbauteils komplementären Oberfläche ausgebildet ist, wobei das Spannelement (10) eine schräge erste Fläche (12) und das Verdichtungselement (11) eine dazu komplementäre schräge zweite Fläche (13) aufweisen und die erste und die zweite schräge Fläche (12, 13) zur Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes (11) zusammenwirken, und wobei das Spannelement (10) und/oder das Verdichtungselement (11) in axialer Richtung verschiebbar ist bzw. sind, sowie gegebenenfalls mit einem Stützelement (9).

Fig. 3



Die Erfindung betrifft ein Werkzeug zum Verdichten eines Sinterbauteils oder eines Pulvers für das Sinterbauteil, eine Pressvorrichtung zum Verdichten eines Sinterbauteils oder eines Pulvers für das Sinterbauteil, mit zumindest einem Pressenelement zur Aufbringung des Verdichtungsdruckes und mit einem Werkzeug zum Verdichten des Sinterbauteils, in das das Sinterbauteil einlegbar ist und das zwischen einem Oberstempel und einem Unterstempel angeordnet ist, ein Verfahren zum Verdichten eines Pulvers zu einem Sinterbauteil in einem Werkzeug, nach dem das Pulver in das Werkzeug eingefüllt und in diesem verpresst wird, sowie ein Verfahren zum Verdichten eines Sinterbauteils mit einem Werkzeug einer Pressvorrichtung, nach dem das Sinterbauteil in das Werkzeug eingelegt und in diesem verpresst wird.

Die Herstellung von Sinterbauteilen, insbesondere von Sinterzahnradern – im Sinne der Erfindung wird unter einem Zahnrad sowohl ein Zahnrad an sich als auch ein Zahnriemenrad oder ein Kettenrad verstanden – erfolgt heute üblicherweise so, dass aus einem Pulver, beispielsweise einem Metallpulver oder einem Pulver aus einer Legierung, durch Pressen ein so genannter Grünling hergestellt wird, dieser in der Folge gegebenenfalls vorgesintert wird, zur Erhöhung der Dichte in oberflächennahen Schichten der Grünling weiters verpresst wird und gegebenenfalls zur Erhöhung der Maßgenauigkeit des Sinterbauteils dieser einer Kalibrierung zugeführt wird, welche ebenfalls unter Druck durchgeführt wird, der Grünling anschließend gesintert wird und gegebenenfalls nach dem Sintern einer weiteren Kalibrierung zugeführt wird.

Die Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, Sinterbauteile, insbesondere Sinterzahnräder bzw. Sinterbauteile mit Verzahnungen, kostengünstiger herstellen zu können.

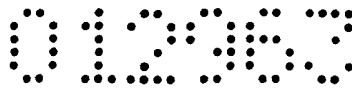
Diese Aufgabe wird durch das eingangs genannte Werkzeug gelöst, welches ein Spannelement und ein radial im Bezug auf seine Abmessungen veränderliches Verdichtungselement mit einer Anlagefläche für das Sinterbauteil bzw. das Pulver, die mit einer zur Oberfläche des herzustellenden Sinterbauteils im Anlagenbereich komplementären Oberfläche ausgebildet ist, aufweist, wobei das Spannelement eine schräge erste Fläche und das Verdichtungselement eine dazu komplementäre schräge zweite Fläche aufweisen und die erste und die zweite schräge Fläche zur Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes zusammenwirken und wobei das Spannelement in axialer Richtung verschiebbar ist, und welches gegebenenfalls ein Stützelement aufweist, unabhängig hiervon durch die eingangs genannte Pressvorrichtung, bei der das Werkzeug entsprechend der Erfindung ausgebildet ist, sowie durch das Verfahren zum Verdichten eines Pulvers zu einem Sinterbauteil bzw. durch das Verfahren zum Verdichten eines Sinterbauteils, wobei ein Werkzeug verwendet wird, das erfindungsgemäß ausgebildet ist und die Kontur<sup>u</sup> des Sinterbauteils vor oder nach dem Einfüllen des Pulvers durch Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes über die zumindest eine erste und zumindest eine zweite schräge Fläche durch Verschieben zumindest eines Teils des Spannelementes in axialer Richtung bzw. die Kontur des Sinterbauteils vor oder nach dem Einlegen des Sinterbauteils durch Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes über die zumindest eine erste und die zumindest eine zweite schräge Fläche durch Verschieben zumindest eines Teils des Spannelementes in axialer Richtung festgelegt wird.

Von Vorteil ist dabei, dass mit diesem Werkzeug bzw. nach diesem Verfahren Sinterbauteile mit sehr hoher Genauigkeit der Kontur hergestellt werden können, wobei in einem Arbeitsgang sowohl die Verdichtung als auch die Kalibrierung des Sinterpulvers bzw. Sinterbauteiles erfolgt, wodurch im Vergleich zum Stand der Technik zumindest ein Arbeitsgang, nämlich das Kalibrieren des verdichteten Sinterbauteils, beispielsweise durch Walzen, entfällt und damit eine entsprechende Kostenreduzierung durch Verkürzung des Arbeitsablaufes und durch Einsparungen im Hinblick auf die Werkzeugkosten durch Reduzierung der notwendigen Werkzeuge erreicht werden kann. Bei so genannten Mehrfachrädern, welche auf einem Rad mehrere unterschiedliche Verzahnungen aufweisen, ist es mit dem Werkzeug nach der Erfindung möglich, sogar mehrere Arbeitsgänge, da normalerweise jede Verzahnung von sich gesondert kalibriert werden muss, einzusparen. Es sind also

mit dem Verfahren insbesondere Zahnräder herstellbar, die ein sehr hohes Maß an Rundlaufgenauigkeit aufweisen. Andererseits ist es selbstverständlich durch entsprechende Geometrie des Werkzeuges möglich, auch so genannte unrunde Zahnräder bzw. Kettenräder bzw. Sinterbauteile mit komplexeren Geometrien herzustellen, wie dies für verschiedenste Anwendungen, beispielsweise in Getrieben und Motoren, erforderlich ist. Ebenso sind mit diesem Werkzeug durch entsprechende Anpassung des Verdichtungselements auch Sinterbauteile bzw. Zahnräder herstellbar, welche eine Hinterschneidung aufweisen, ebenso wie Mehrfachräder, bei welchen die einzelnen Verzahnungen durch so genannte Borde voneinander getrennt sind. Die Herstellung der Sinterbauteile kann dabei ohne Reduzierung der Hubzahl des Presswerkzeuges erfolgen, sodass bei bereits bestehenden Anlagen lediglich das Werkzeug ausgewechselt werden muss und keine sonstigen Einschränkungen im Herstellverfahren vorhanden sind. Darüber hinaus ist das Werkzeug kostengünstig herstellbar und können damit im Falle eines notwendigen Austausches eines Werkzeuges rasch und kostengünstig Ersatzwerkzeuge angeschafft werden. Aufgrund des Aufbaus des Werkzeuges ist dieses sehr variabel im Hinblick auf verschiedenste Geometrien von Sinterbauteilen, in dem lediglich das Verdichtungselement ausgetauscht werden muss. Das Werkzeug ist also voll integrationsfähig in einen bereits bestehenden Kalibrierprozess. Mit der Kalibrierung des Sinterbauteils kann gleichzeitig auch eine Oberflächenverdichtung erfolgen. Durch die Einfachheit des Werkzeuges ist es damit auch geringer Rüstaufwand verbunden, sodass Stillstandzeiten reduziert werden können. Mit Hilfe des Werkzeuges ist aber auch eine Prozessverbesserung im Hinblick auf die Reproduzierbarkeit durch Erhöhung der Werkzeugstandzeit möglich. Darüber hinaus kann damit zumindest annähernd ein isostatisches Verpressen durchgeführt werden, wodurch die Komprimierung des Pulvers bzw. des Sinterbauteils homogener erfolgen kann und damit das Eigenschaftsportfolio des Sinterbauteils ebenfalls homogener ist.

An bzw. in dem Spannelement kann zumindest ein Führungselement angeordnet sein, welches ein Außengewinde aufweist, das in ein Innengewinde des Spannelementes eingreift. Es ist damit auf einfache und sehr genaue Weise möglich, die Vorspannung des Verdichtungselements einzustellen.

Das Spannelement kann zumindest ein erstes Spannelementteil und zumindest ein zweites Spannelementteil aufweisen, die in axialer Richtung übereinander angeordnet sind, wobei



das zweite Spannelementteil eine zur ersten schrägen Fläche gegenläufig geneigte weitere schräge Fläche aufweist und das Verdichtungselement die zweite schräge Fläche und eine weitere dazu gegenläufig geneigte schräge Fläche aufweist, wobei die erste schräge Fläche des Spannelementes mit der zweiten schrägen Fläche des Verdichtungselementes und die weitere schräge Fläche des Spannelementes mit der weiteren schrägen Fläche des Verdichtungselementes zusammenwirken. Insbesondere ist es damit möglich, das Verdichtungselement als Doppelkonuselement auszubilden. Es ist auf diese Weise möglich, einerseits die Genauigkeit des Sinterbauteils insofern weiter zu verbessern, als ein Kippen gegenüber einer Vertikalen der inneren Oberfläche, d.h. der Formoberfläche, des Verdichtungselementes vermieden bzw. ausgeglichen werden kann. Darüber hinaus ist es aber gerade umgekehrt möglich, durch unterschiedliche Zustellung der einzelnen schrägen Flächen gerade ein derartiges Kippen der einer Oberfläche des Verdichtungselementes, welche an dem zu verdichtenden Sinterbauteil bzw. Sinterpulver anliegt, herbeizuführen, um beispielsweise Zahnräder bzw. Sinterbauteile herzustellen, welche - in axialer Richtung gesehen - eine kegelstumpfförmige Außenoberfläche im Bereich einer Verzahnung aufweisen. Es wird also damit die Variabilität des Werkzeuges hinsichtlich der zu fertigenden Sinterbauteile weiter erhöht. Die schrägen Flächen können dabei denselben Zahlenwert des Neigungswinkels aufweisen, ebenso sind Ausführungen möglich, bei den sich die absoluten Werte der Neigungswinkel voneinander unterscheiden.

Zwischen dem ersten Spannelementteil und dem zweiten Spannelementteil kann zumindest ein Federelement angeordnet sein, also beispielsweise eine Feder oder insbesondere, gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung, ein Federbalg, insbesondere aus einem Elastomer. Es kann damit sichergestellt werden, zusätzlich zum Führungselement, dass die beiden Spannelementteile über ihren gesamten Umfang zumindest annähernd gleich voneinander beabstandet sind, auch bei der Druckbeaufschlagung in der Presse, wodurch ein Verkanten bzw. Verkippen des Verdichtungselementes besser vermieden werden kann und die Dichte bzw. der Dichteverlauf im Sinterbauteil gleichmässigt werden kann.

Das erste Spannelementteil kann durch ein Konuselement mit einem Außenkonus und das zweite Spannelementteil durch zumindest eine Keilscheibe mit einem Innenkonus gebildet sein, wobei das Verdichtungselement einen Innenkonus zum Eingriff mit dem Außenkonus des Konuselementes und einen Außenkonus zum Eingriff mit der oder den Keilscheibe(n)

aufweist, wodurch mit einem einfachen, nicht wartungsintensiven Werkzeug auch Innenhinterlegungen, z.B. Innenverzahnungen, hergestellt werden können.

Zur Unterstützung der Aufdehnung des Verdichtungselementes kann in diesem zumindest eine Keilnut angeordnet sein.

Um die richtige Einstellung des Verdichtungselementes im Hinblick auf das herzustellende Sinterbauteil zu unterstützen bzw. zu erleichtern, ist es möglich, dass in diesem sich in radialer Richtung erstreckende schlitzförmige Freistellungen angeordnet sind die gegebenenfalls an zumindest einem ihrer Enden eine Bohrung bzw. Ausnehmung in axialer Richtung mit einem größeren Durchmesser als eine Breite der schlitzförmigen Freistellungen aufweisen.

Für die Ausführungsvariante der Erfindung, nach der ein Sinterzahnrad hergestellt wird, kann das Verdichtungselement an seiner Anlagefläche für das Sinterbauteil bzw. das Pulver eine Verzahnung mit Zahnköpfen und dazwischen angeordneten Zahnböden aufweisen, die komplementär zu einer Verzahnung des Sinterbauteils ist.

Dabei ist es möglich, dass sich die schlitzförmigen Freistellungen von einer der Verzahnung des Verdichtungselementes in radialer Richtung gegenüberliegenden Begrenzungsfläche des Verdichtungselementes bis in einen Bereich des Zahnkopfkreises und/oder Fußkreises der Verzahnung des Verdichtungselementes erstreckend angeordnet sind bzw. ist es gemäß einer weiteren Ausführungsvariante möglich, dass die schlitzförmigen Freistellungen im Bereich des Zahnkopfkreises des Verdichtungselementes in radialer Richtung ausgehend von der der Verzahnung des Verdichtungselementes in radialer Richtung gegenüberliegenden Begrenzungsfläche des Verdichtungselementes sich maximal nur bis in den Bereich des Fußkreises erstrecken. Wiederum kann damit die Genauigkeit der Einstellung des inneren Durchmessers bzw. der inneren Abmessungen des Verdichtungselementes, welche für das herzustellende Sinterbauteil von Bedeutung sind, entsprechend fein vorgenommen werden bzw. kann die Variabilität der Einstellmöglichkeiten erhöht werden.

Für den Abbau von Spannungen im Verdichtungselement aufgrund der Zustellung über das Spannelement ist es von Vorteil, wenn Enden der schlitzförmigen Freistellungen, welche



dem Fußkreis der Verzahnung des Verdichtungselementes am nächsten liegen, mit der Bohrung bzw. Ausnehmung in axialer Richtung versehen sind.

Weiters ist es möglich, dass die schlitzförmigen Freistellungen im Bereich des Fußkreises vor der der Verzahnung des Verdichtungselementes in radialer Richtung gegenüber liegenden Begrenzungsfläche des Verdichtungselementes enden, wodurch das Zusammenwirken der einzelnen schlitzförmigen Freistellungen miteinander verbessert werden kann.

Insbesondere sei erwähnt, dass durch diese schlitzförmigen Freistellungen auch eine Flankenverdichtung einstellbar ist.

Eine Tiefe der schlitzförmigen Freistellungen in axialer Richtung, die sich radial bis in den Bereich des Zahnfußkreises erstrecken, kann ausgewählt sein aus einem Bereich bis zu einer oberen Grenze von 10 % einer Gesamthöhe des Verdichtungselementes in axialer Richtung. Es wird damit unter anderem eine bessere Einstellbarkeit des Kopfkreisdurchmessers des herzustellenden Zahnrades bzw. eine bessere Einstellbarkeit der Zahngeometrie erreicht. Diese schlitzförmigen Freistellungen müssen sich dabei nicht bis in die seitliche Mantelfläche des Verdichtungselementes erstrecken.

Zumindest einzelne der schlitzförmigen Freistellungen können an ihrer Oberfläche zumindest bereichsweise eine Antihafbeschichtung aufweisen, die bevorzugt durch eine Gummierung oder durch ein Gleitmittel, wie z.B. ein Kalibrieröl, Polytetrafluorethylen, etc. gebildet ist. Es kann damit zumindest größtenteils verhindert werden, dass Sinterpulver in die offenen, schlitzförmigen Freistellungen aufgrund des Pressdruckes eindringen kann bzw. sollte dies doch auftreten, dass die Entfernung dieses Pulvers aus den Freistellungen, beispielsweise mit Druckluft oder durch Ausspülen, z.B. mit einem Spülmedium, erleichtert werden kann.

Ebenso zur Abdeckung dieser schlitzförmigen Freistellung, um damit das Eindringen von Sinterpulver zu vermeiden, ist es möglich, dass über der Anlagefläche des Verdichtungselementes ein Einsatzelement, z.B. eine Hülse, das gegebenenfalls die Verzahnung nachformt, angeordnet ist. Auch dieses Einsatzelement kann selbstverständlich mit einer Antihafbeschichtung versehen sein.

In dem Einsatzelement und/oder dem Verdichtungselement kann zumindest eine Ausnehmung zur Anordnung eines Werkzeugeinsatzes für die Herstellung von Hinterschneidungen am Sinterbauteil angeordnet sein. Es wird damit die Variabilität in Hinblick auf unterschiedliche Geometrien an herstellbaren Sinterbauteilen erhöht.

Die Zahnköpfe der Verzahnung des Verdichtungselementes können mit einer Ausnehmung bzw. Vertiefung ausgebildet sein, um damit ein Puffervolumen zur Verfügung zu haben für das Ausfließen des Materials während des Pressens und damit das Zahnwachsen zu vermeiden. Selbstverständlich können derartige Ausnehmungen oder Vertiefungen aus demselben Grund auch für die Herstellung anderer Sinterbauteile, z.B. Sinterbauteile ohne eine Verzahnung, angeordnet sein.

Es ist möglich, dass das Verdichtungselement aus einzelnen, nebeneinander angeordneten Lamellen bzw. Segmenten gebildet ist, wodurch es einerseits möglich ist, dieses Verdichtungselement unterschiedlichst aufzubauen in Art eines Bausatzes bzw. es andererseits möglich ist, wenn nur einzelne dieser Lamellen bzw. Segmente im Lauf des Betriebes des erfindungsgemäßen Werkzeuges beschädigt oder abgenutzt werden, dass nicht das gesamte Verdichtungselement an sich ausgetauscht werden muss, sondern eben nur einzelne Lamellen bzw. Segmente.

Zur besseren Positionierung und Halterung der Lamellen bzw. Segmente können an den Lamellen oder Segmenten nutzförmige Ausnehmungen, z.B. in Form eines Schwalbenschwanzes, und dazu komplementäre Erhebungen angeordnet sein, wobei diese so angeordnet sind, dass im zusammengebauten Zustand des Verdichtungselementes die Erhebung einer Lamelle bzw. eines Segmentes in die Ausnehmung einer anderen, daneben angeordneten Lamelle bzw. einem daneben angeordneten Segment eingreift, bzw. können nach einer anderen Ausführungsvariante die Lamellen oder die Segmente Ausnehmungen aufweisen, in die Führungselemente einsetzbar sind. Es wird damit auch der Zusammenbau des Verdichtungselementes vereinfacht, wenngleich im Rahmen der Erfindung auch Ausführungsvarianten möglich sind, bei denen die Lamellen oder Segmente von einer diese außen umgreifenden Klammer zusammengehalten werden. In diesem Fall kann in den Lamellen oder Segmenten oder im Spannelement eine entsprechende Vertiefung zur Auf-

nahme dieser Klammer vorgesehen sein, um ein zumindest annähernd vollflächiges Anliegen des Verdichtungselementes an dem Spannelement zu ermöglichen.

Je nachdem, ob mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug eine Innenverzahnung oder eine Außenverzahnung an einem Sinterbauteil hergestellt wird, ist es möglich, dass das Spannelement zwischen dem Stützelement und dem Verdichtungselement oder das Verdichtungselement zwischen dem Stützelement und dem Spannelement – in radialer Richtung betrachtet – angeordnet ist, wodurch sich die Vielfältigkeit des Einsatzes des erfindungsgemäßen Werkzeuges weiter erhöhen lässt.

Die schrägen Flächen des Werkzeuges können eine Neigung gegen eine Normale in axialer Richtung aufweisen, die ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von  $10^\circ$  und einer oberen Grenze von  $30^\circ$ , wodurch die benötigte Kraft für das Verpressen des Sinterpulvers bzw. des Sinterbauteils variiert werden kann. Es kann damit mit einer flacheren Neigung aufgrund des kürzeren Weges eine größere Kraft verwendet werden bzw. bei einer größeren Neigung eine entsprechend niedrigere Kraft aufgebracht werden. Es ist auf diese Weise möglich, den Pressdruck zu variieren.

Aufgrund der genauen Einstellbarkeit des Verdichtungselementes in dem erfindungsgemäßen Werkzeug ist es möglich, mehrere Teile gleichzeitig in diesem Werkzeug mit entsprechend hoher Genauigkeit herzustellen, wozu das Verdichtungselement eine entsprechende Höhe in axialer Richtung aufweisen kann.

Andererseits ist es möglich, dass in der erfindungsgemäßen Pressvorrichtung mehrere erfindungsgemäße Werkzeuge nacheinander bzw. übereinander angeordnet sind, um damit die Verdichtung schrittweise durchzuführen und somit die Dichte in dem herzustellenden Sinterbauteil weiter zu erhöhen, wobei es generell möglich ist mit dem Werkzeug an sich schon beinahe Volldichte im Sinterbauteil selbst, also nicht nur, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, in den äußeren Bereichen derartiger Sinterbauteile, herzustellen. Durch die Anordnung mehrerer Werkzeuge in einer erfindungsgemäßen Pressvorrichtung oder in verschiedenen Stationen kann die Annäherung an die Volldichte des Sinterbauteils weiter erhöht werden. Es ist damit auch möglich über mehrere übereinander angeordnete Werkzeuge mehrere Sinterbauteile gleichzeitig herzustellen bzw. zu verpressen.

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass es im Rahmen der Erfindung selbstverständlich möglich ist, die Verdichtung so durchzuführen, dass Sinterbauteile, ausgehend von ihrer äußeren Oberfläche, an der gegebenenfalls die Verzahnung angeordnet ist bzw. bei Innenverzahnungen an der inneren Oberfläche, in Richtung auf die jeweils gegenüberliegende Oberfläche einen Dichtegradienten aufweisen können, um beispielsweise Sinterbauteile herzustellen, die an der Verzahnungsoberfläche eine entsprechende Härte aufweisen und an einer anderen Oberfläche eine höhere Elastizität.

Weiters ist es möglich, dass bei der erfindungsgemäßen Pressvorrichtung der Unterstempel einen Keilsteg aufweist, der in die Keilnut des Werkzeuges eingreift, um damit die Aufdehnung des Verdichtungselementes zu automatisieren.

Schließlich ist es möglich, dass oberhalb und/oder unterhalb des Werkzeuges Führungselemente angeordnet sind, insbesondere Matrizenplatten. Es ist damit eine bessere horizontale Führung bei Durchmesseränderungen des Verdichtungselementes möglich, wobei damit gegebenenfalls auf die Führungselemente im Spannelement verzichtet werden kann.

Weiters betrifft die Erfindung die Verwendung des Werkzeuges zur Herstellung eines Sinterbauteils mit einer Außenverzahnung und/oder mit einer Innenverzahnung.

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

Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

- Fig. 1 eine Pressvorrichtung in offener Stellung mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug;
- Fig. 2 eine erste Ausführungsvariante des Werkzeuges in Seitenansicht geschnitten;
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsvariante des Werkzeuges in Seitenansicht geschnitten;
- Fig. 4 eine Draufsicht des Werkzeuges nach Fig. 3;

- Fig. 5 ein Detail des Werkzeuges nach Fig. 3 in Seitenansicht geschnitten;
- Fig. 6 die Ausbildung eines Verdichtungselementes in Doppelkonusform in Schrägansicht;
- Fig. 7 eine Draufsicht auf das Verdichtungselement nach Fig. 6;
- Fig. 8 eine Detail einer Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Werkzeuges in Seitenansicht geschnitten;
- Fig. 9 ein segmentiertes Werkzeug in Draufsicht;
- Fig. 10 eine Ausführungsvariante des Werkzeuges zur Herstellung einer Innenverzahnung;
- Fig. 11 eine Ausführungsvariante des Werkzeuges nach Fig. 10 zur Herstellung einer Innenverzahnung in Seitenansicht geschnitten;
- Fig. 12 eine Ausführungsvariante der Erfindung zu Herstellung einer Schiebemuffe;
- Fig. 13 einen Stempel zur Herstellung eines Sinterbauteils mit einer Innenfreistellung in Schrägansicht;
- Fig. 14 den Stempel nach Fig. 13 in Seitenansicht geschnitten;
- Fig. 15 den Stempel nach Fig. 13 in Draufsicht geschnitten;
- Fig. 16 eine Ausführungsvariante des Werkzeuges zur Herstellung eines Sinterbauteils mit einer Hinterlegung von Innen in Schrägansicht;
- Fig. 17 das Werkzeug nach Fig. 16 in Seitenansicht;
- Fig. 18 das Werkzeug nach Fig. 16 in Draufsicht;
- Fig. 19 einen Schnitt durch das Werkzeug nach Fig. 16.

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 bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

In Fig. 1 ist eine Pressvorrichtung 1 dargestellt, umfassend ein Pressenelement 2 zur Aufbringung des Verdichtungsdruckes und ein Werkzeug 3 zum Verdichten zumindest der Verzahnung eines Sinterbauteils oder eines Sinterpulvers. Das Pressenelement 2 umfasst eine Unterstempelaufnahme 4 mit einem Unterstempel, eine Oberstempelaufnahme 5 mit einem Oberstempel, sowie eine Werkzeugaufnahme 6. Die Unterstempelaufnahme 4 und/oder die Oberstempelaufnahme 5 und/oder die Werkzeugaufnahme 6 sind von Säulen 7, 8 gehalten und können entlang dieser vertikal verfahrbar ausgebildet sein. Da einer derartige Pressvorrichtung 1 mit Ausnahme des Werkzeuges 3 bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist, erübrigt sich eine weitere Erörterung an dieser Stelle und sei der Fachmann an die einschlägige Literatur hierzu verwiesen.

Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsvariante des Werkzeuges 3 im Querschnitt geschnitten. Dieses Werkzeug 3 umfasst ein Stützelement 9, ein Spannelement 10, sowie ein Verdichtungselement 11. Das Stützelement 9 wird von der Werkzeugaufnahme 6 bewegungsfest gehalten. Das Spannelement 10 weist eine erste schräge Fläche 12 auf, welche mit einer zweiten schrägen Flächen 13 des Verdichtungselementes 11 zusammenwirkt, wobei diese zweite schräge Fläche 13 eine zur ersten schrägen Fläche 12 komplementäre Neigung aufweist, sodass also die beiden Elemente, d.h. das Verdichtungselement 11 und das Spannelement 12 entlang dieser beiden schrägen Flächen 12, 13 relativ zueinander verstellbar sind.

Obwohl bei dieser Ausführungsvariante ein gesondertes Stützelement 9 dargestellt ist, ist dieses für das Werkzeug nicht zwingend erforderlich, da die Abstützung beispielsweise auch ausschließlich über die Werkzeugaufnahme 6 erfolgen kann bzw. ist gegebenenfalls

eine gesonderte Abstützung nicht erforderlich, d.h. die Abstützung erfolgt durch das Werkzeug selbst.

Das Verdichtungselement 11 weist eine innere Öffnung 14 auf, welche an ihrer Oberfläche 15 mit einer Verzahnung 16 ausgestattet ist. Diese Verzahnung 16 ist komplementär zu einer Verzahnung an einem Sinterbauteil ausgebildet, sodass also mit Hilfe des Verdichtungselementes 11 die Verzahnung des Sinterbauteils verdichtet wird bzw. generell der Sinterbauteil an sich verdichtet wird bzw. wenn ein Sinterpulver verwendet und verpresst wird, kann über diese Verzahnung 16 die Geometrie des Sinterbauteils festgelegt werden.

Als Sinterpulver können beispielsweise Sinterstähle, Pulver aus Eisen, Kupfer, bzw. generell Metallen oder metallischen Legierungen verwendet werden, wobei an dieser Stelle darauf hingewiesen wird, dass die Erfindung nicht auf einem bestimmten Werkstoff beschränkt ist.

Über die beiden schrägen Flächen 12, 13 sowie die damit erreichbare axiale relative Verschiebbarkeit des Verdichtungselementes 11 zum Spannelement 10 kann ein Durchmesser 17 der Öffnung 14 eingestellt werden und somit die Genauigkeit der herzustellenden Sinterbauteile erhöht werden. Mit Hilfe der schrägen Flächen 12, 13 ist es weiterhin möglich, ein Verkippen des Verdichtungselementes 10 gegen eine Normale in axialer Richtung auszugleichen bzw. dieses bewusst herbeizuführen, je nachdem welche Sinterbauteile hergestellt werden sollen.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass als Sinterbauteile vorwiegend solche Sinterbauteile verstanden werden sollen, welche eine Verzahnung aufweisen, wobei diese Verzahnung sowohl innen als auch außen am Sinterbauteil angeordnet werden kann, also eine Innenverzahnung oder eine Außenverzahnung hergestellt werden kann. Beispiele hierfür sind Zahnräder, Zahnriemenräder, Kettenräder, Schiebemuffen, Kupplungskörper Sinterbauteile mit Einlegungen, d.h. Bauteilen, welche aus einem anderen Werkstoff als das Sinterbauteil bestehen und welche in diesem gehaltert werden, Synchronnaben Verbindungen zu Antriebswellen, wobei in diesem Fall auch eine Festigkeitssteigerung aufgrund der hohen Dichte möglich ist, die mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug bzw. nach dem erfindungsgemäßen Verfahren im Sinterbauteil erreicht wird, etc. Es sind auch Zahnräder mit Verzahnungsballigkeiten, d.h. einer Breitenballigkeit, herstellbar. Ebenso ist es möglich mit

Hilfe des erfindungsgemäßen Werkzeuges 3 auch Sinterbauteile mit Hinterschneidungen, also beispielsweise Zahnräder mit Borden oder so genannte einteilige Mehrfachzahnräder, bei dem dieses Zahnrad mehrere zueinander unterschiedliche Verzahnung aufweist, herzustellen.

Das erfindungsgemäße Werkzeug 3 ist neben seiner Verwendung zur unmittelbaren Verpressung von Sinterpulver sowohl aus Metallen als auch aus metallischen Legierungen gegebenenfalls mit weiteren Zusätzen, wie diese bei der Herstellung von Sinterbauteilen üblich sind, insbesondere auch für die Nachverdichtung und Kalibrierung in einem einzigen Schritt von bereits gepressten Sinterbauteil-Halbfertigfabrikaten verwendbar. Gegebenenfalls können diese Halbfertigfabrikate bereits vorgesintert sein.

Die Fig. 3 und 4 zeigen jenes Werkzeug 3 in Seitenansicht geschnitten bzw. in Draufsicht, welches in der Pressvorrichtung 1 nach Fig. 1 angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsvariante des Werkzeuges 3 ist das Verdichtungselement 11 als Doppelkonuselement ausgebildet, wobei dieses neben der schrägen Fläche 13 eine weitere schräge Fläche 18 aufweist mit einer zur Neigung der ersten schrägen Fläche 13 entgegen gesetzten Neigung gegen eine Normale in axialer Richtung. Insbesondere können diese beiden Neigungen betragsmäßig gleich sein, also den gleichen Winkel hinsichtlich seines Zahlenwertes aufweisen, es sind jedoch auch Ausführungen möglich, bei denen diese Winkel auch hinsichtlich ihres Betrages, d.h. Zahlenwertes, voneinander differieren.

Das zugehörige Spannelement 10 ist bei dieser Ausführungsvariante zweiteilig mit einem ersten unteren Spannelementteil 19 und einem zweiten oberen Spannelementteil 20 ausgebildet. Das erste untere Spannelementteil 19 weist die erste schräge Fläche 12 auf, welche hinsichtlich ihrer Neigung komplementär zur schrägen Fläche 13 des Verdichtungselementes 11 ausgebildet ist und weist das zweite Spannelementteil 20 ebenfalls eine schräge Fläche 21 auf, welche komplementär zur weiteren schrägen Fläche 18 des Verdichtungselementes 11 ausgebildet ist und mit dieser zusammenwirkt.

Die beiden Spannelementteile 19, 20 sind in axialer Richtung des Werkzeuges 3 relativ zueinander verstellbar, wodurch die Einstellung des Verdichtungselementes 11 genauer erfolgen kann, insbesondere kann auch ein Verkippen der inneren Oberfläche 15 des Verdichtungselementes 11, welche die Verzahnung 16 aufweist, gegen die Normale in axialer

Richtung besser ausgeglichen bzw. korrigiert werden. Es kann damit die Rundlaufgenauigkeit von mit Verzahnungen ausgestatteten Sinterbauteilen, insbesondere Zahnrädern, weiter erhöht werden bzw. - nachdem mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug 3 auf so genannte unrunde Zahnräder hergestellt werden können - ist auch die Einstellung einer unrunder Kontur mit höherer Genauigkeit möglich.

Zur besseren Einführbarkeit von bereits vorgepressten Sinterbauteil-Halbfertigfabrikaten in das Verdichtungselement 11 kann der Durchmesser 17 der Öffnung 14 des Verdichtungs-elementes 11 in einem Aufnahmebereich 22 zumindest annähernd konusartig sich erweiternd ausgebildet sein, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass dieses Merkmal bei dem erfindungsgemäßen Werkzeug 3 nicht zwingend vorhanden sein muss.

Bei der Ausführung des Werkzeuges 3 nach Fig. 3 ist auch das Stützelement 10 zweiteilig ausgebildet mit einem unteren Stützelementteil 23 und einem oberen Stützelementteil 24, der mit dem unteren Stützelementteil 23 bewegungsfest, beispielsweise über Schrauben 25, verbindbar ist. Der obere Stützelementteil 24 ist gegenüber dem unteren Stützelementteil 23 in Richtung auf das Spannelement 10 vorspringend ausgebildet und weist das untere Spannelementteil 19 einen entsprechenden Vorsprung in Richtung auf das Stützelement 9 auf, sodass das untere Spannelementteil 19 bewegungsfest bereichsweise zwischen den beiden Stützelementteilen 23, 24 eingespannt werden kann und somit lediglich das obere Spannelementteil 20 relativ zum unteren Spannelementteil 19 vertikal verstellbar ist.

Wie aus den Fig. 4 und 5 ersichtlich ist, sind an dem Spannelement 10 bei dieser Ausführungsvariante vier Führungselemente 26 in Form von Schrauben ausgebildet, welche ein Außengewinde aufweisen, die in ein Innengewinde des Spannelementes 10 eingreifen, insbesondere des unteren Spannelementteils 19. Es kann über diese Führungselemente 26 die Höhenlage des oberen Spannelementteils 20 im Bezug auf das untere Spannelementteil 19 festgelegt werden und kann damit die Einstellung des Verdichtungselementes 11 festgelegt werden.

Es sei erwähnt, dass, obwohl bei der Ausführungsvariante nach den Fig. 3 bis 5 vier Führungselemente 26 angeordnet sind, es selbstverständlich auch möglich ist, eine davon unterschiedliche Anzahl an Führungselementen 26 vorzusehen, beispielsweise 3, 5, 6, etc.

Um die relative Lage des oberen Spannelementteils 20 in Bezug auf das untere Spannelementteil 19 besser fixieren zu können, ist es von Vorteil, wenn, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, zwischen diesen zumindest ein Federelement 27 ausgebildet bzw. angeordnet ist, beispielsweise eine herkömmliche Feder oder aber bevorzugt ein Federbalg, der insbesondere zumindest teilweise aus einem Elastomer gefertigt ist. Über letztere Variante ist es möglich die Kraft, welche über diese Federelemente 27 der Zustellung des oberen Spannelementteils 20 über die Führungselemente 26 entgegengesetzt wird, zumindest in gewissen Grenzen einzustellen.

Es können auch hier wiederum insbesondere vier Federelemente 27 angeordnet sein, die zwischen den Führungselementen 26 (in Umfangsrichtung gesehen) entsprechend Fig. 4 angeordnet sind. Auch hier ist es wiederum möglich, mehr oder weniger dieser Federelemente 27 vorzusehen, beispielsweise 3, 4, 5 oder dgl.

Wie aus Fig. 3 strichliert ersichtlich ist, ist es möglich, im unteren Bereich des Verdichtungselementes 11 eine insbesondere umlaufende Keilnut 28 vorzusehen, um damit ein Aufdehnen dieses Verdichtungselementes 11 zu vereinfachen oder zu erleichtern. Insbesondere kann ein entsprechend keilförmig ausgebildeter umlaufender Steg der Werkzeugaufnahme 6 der Pressvorrichtung 1 (Fig. 1) in diese Keilnut 28 eingreifend ausgebildet sein. Insbesondere kann über diese Keilnut 28 die untere Aufspannfläche der Öffnung 14 ebenfalls verändert bzw. beeinflusst werden, neben der Einstellung über die schrägen Flächen 12, 13.

In Fig. 5 ist ein Ausschnitt aus dem Werkzeug 3 dargestellt, wobei insbesondere das Führungselement 26 daraus ersichtlich ist, welches über ein Außengewinde in ein Innengewinde des unteren Spannelementteils 19 eingreift und weist das obere Spannelementteil 20 bevorzugt einen Anschlag 29 auf, um die vertikale Verstellbarkeit des Führungselementes 26 zu begrenzen, wobei dieser Anschlag 29 auch dazu dient das obere Spannelementteil 20 durch das horizontale Verschieben des Führungselementes 26 zum unteren Spannelementteil 19 zuzustellen.

In den Fig. 6 und 7 ist das Verdichtungselement 11 in Schrägansicht sowie in Draufsicht dargestellt. Insbesondere sind aus diesen beiden Figuren schlitzförmige Freistellung 30 ersichtlich, über die die Verstellbarkeit und damit die Anpassbarkeit des Durchmessers 17

der Öffnung 14 einfacher bzw. genauer durchgeführt werden kann. Es sind in diesen Fig. 6 und 7 mehrere unterschiedliche schlitzförmige Freistellung 30 dargestellt, insbesondere schlitzförmige Freistellungen 30, die in einem Abstand zu einem Zahnkopfkreis 31 des Verdichtungselementes 11 beginnend sich in radialer Richtung auf eine gegenüberliegenden Begrenzungsfläche 32 des Verdichtungselementes 11 sich erstreckend ausgebildet sind. Des Weiteren können diese Freistellungen 30, wie dies aus Fig. 7 ersichtlich ist, im Bereich des Zahnkopfkreises 31 sich maximal nur bis in einen Bereich eines Fußkreises 33 erstreckend ausgebildet sein. Daneben ist es möglich, dass schlitzförmige Freistellungen 30 beginnend beim Fußkreis 33 sich in radialer Richtung auf die Begrenzungsfläche 32 sich erstreckend ausgebildet sind, wobei die Freistellungen 30 in Richtung der Öffnung 14 des Verdichtungselementes 11 offen ausgebildet sind.

Jene Freistellungen 30, welche sich in Richtung auf die Zahnköpfe der Verzahnung 16 erstreckend ausgebildet sind, verlaufen über die gesamte Höhe des Verdichtungselementes 11, wie dies aus Fig. 6 ersichtlich ist.

Wie weiters aus Fig. 6 ersichtlich ist, verlaufen jene Freistellung 30, welche im Bereich des Fußkreises 33 beginnend sich in radialer Richtung auf die Begrenzungsfläche 32 sich erstreckend ausgebildet sind, nicht über die gesamte Höhe des Verdichtungselementes 11 und können diese beispielsweise in axialer Richtung, beginnend an einer äußeren Stirnfläche 34 des Verdichtungselementes 11, sich über eine Höhe bzw. Tiefe erstrecken, die ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer oberen Grenze von 10 % der Gesamthöhe des Verdichtungselementes 11 in axialer Richtung. Diese Tiefe kann also zwischen 0 % und 10 % betragen.

Zumindest einzelne dieser schlitzförmigen Freistellungen 30 können an ihrem Endbereich eine Bohrung 35 aufweisen, um damit einen besseren Spannungsabbau zu erreichen. Diese Bohrungen 35 kann durchgängig durch das Verdichtungselement 11 ausgebildet sein bzw. sich über einen Teil der Höhe des Verdichtungselementes 11, beginnend von einer oder von beiden Stirnflächen 34 des Verdichtungselementes 11 möglich.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Freistellungen 30 auch an den äußeren Enden – in radialer Richtung betrachtet – Bohrungen zum Spannungsabbau aufweisen können.

Es ist selbstverständlich auch möglich, andere geometrische Anordnungen dieser Freistellungen 30 als dies in Fig. 6 und 7 dargestellt ist, vorzusehen. Beispielsweise können nur Freistellungen 30 im Bereich der Zahnköpfe oder der Zahnböden der Verzahnung 16 angeordnet sein. Andererseits können die schlitzförmigen Freistellungen 30 eine andere geometrische Form aufweisen, beispielsweise keilnutförmig oder dgl. Die Herstellung dieser Freistellungen 30 erfolgt bevorzugt durch das so genannte Drahterodieren, kann aber auch über andere mechanische Bearbeitungsverfahren erfolgen.

Das Verdichtungselement 11 kann auch aus Einzellamellen bzw. Einzelsegmenten hergestellt sein, wobei beispielsweise eine Lamelle bzw. ein Segment in etwa der Breite eines Zahnes der Verzahnung 16 entsprechen kann und in radialen Richtung keilförmig - in Draufsicht gesehen - ausgebildet sein kann, (nicht dargestellt). In diesem Fall ist es möglich, sofern die Freistellungen 30 angeordnet werden, dass diese in Form von Hinterschneidungen in diesen z.B. im Kantenbereich ausgebildet sind. Eine Lamelle bzw. ein Segment kann aber auch mehr als einen Zahn, z.B. zwei, drei oder vier umfassen.

Wenn mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug 3 ein Sinterpulver verpresst wird, besteht die Gefahr, dass Pulverteilchen in diese Freistellungen 30, sofern diese angeordnet sind, eindringen, wodurch die Verstellung bzw. Einstellung des Verdichtungselementes 11 über diese Freistellungen 30 nicht mehr möglich ist bzw. erschwert wird. Für diesen Fall ist es im Rahmen der Erfindung möglich, dass diese Freistellungen 30 mit einer Antihafbeschichtung versehen sind, beispielsweise mit einer Gummierung oder einem Gleitmittel, wie z.B. einem Kalibrieröl oder Polytetrafluorethylen oder einem Gleitlack. Es wird auf diese Weise möglich, dass eingedrungenes Pulver leichter aus diesen Freistellungen 30 beispielsweise mit Luft durch Ausblasen des Verdichtungselementes 11 wieder entfernt werden können, wobei dieses Ausblasen gegebenenfalls automatisiert werden kann, sodass nach jedem Verdichtungsschritt oder nach mehreren Verdichtungsschritten automatisch in der Pressvorrichtung 1 das Verdichtungselement 11 ausgeblasen wird, wozu an der Pressvorrichtung 1 entsprechende Vorkehrungen vorgesehen sein können, beispielsweise ein Druckluftanschluss mit entsprechenden Düsen, welche auf das Verdichtungselement 11 gerichtet bzw. richtbar sind. Auch das Spülen mit einem anderen Fluid, z.B. mit einer Spülflüssigkeit, ist möglich.

Ebenfalls zur Vermeidung des Eindringens von Sinterpulver in diese schlitzförmigen Freistellungen 30 und/oder zum Schutz der Verzahnung 16 des Verdichtungselementes 11 kann, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist, über der Verzahnung 16 ein Einsatzelement 36 angeordnet sein. Dieses Einsatzelement 36 kann beispielsweise eine Wandstärke von 2 mm aufweisen, wobei sich diese Wandstärke nach der Festigkeit des hierfür verwendeten Werkstoffes richten kann, wobei dieses Einsatzelement 36 keine tragende Funktion hat und damit sehr dünn ausgeführt werden kann bzw. soll sich dieses Einsatzelement 36 an die Zahnflanken anpassen, sowie die Flankenbewegungen während des Einstellens des Werkzeuges 3 mit ausführen, um eine Anpassung an die gewünschte Geometrie des herzustellenden Sinterbauteils bzw. Sinterhalbfertigfabrikats zu ermöglichen.

Mit Hilfe der Keilnut 28 ist auch ein größeres Aufmass der Öffnung 14 möglich, sodass auch größere Sinterbauteile eingelegt werden können.

Obwohl nicht dargestellt, kann in den Zahnköpfen zumindest eine Vertiefung bzw. Ausnehmung ausgebildet sein, um während des Verpressens ausfließendes Material aufnehmen und das Zahnwachsen vermeiden zu können.

Das Werkzeug 3 nach den Fig. 1 bis 7 ist zur Herstellung einer Außenverzahnung am herzustellenden Sinterbauteil geeignet. Da prinzipiell aber auch die Herstellung einer so genannten Innenverzahnung möglich ist, ist es im Rahmen der Erfindung selbstverständlich möglich, dass nicht das Spannelement 10 zwischen dem Stützelement 9 und dem Verdichtungselement 11 angeordnet ist, sondern das Verdichtungselement 11 zwischen dem Stützelement 9 und dem Spannelement 10 angeordnet wird (in radialer Richtung).

Es ist weiters möglich, dass eine Länge bzw. Höhe des Verdichtungselementes 11 bzw. des gesamten Werkzeuges 3 in axialer Richtung so bemessen ist, dass mehrere Sinterbauteile, d.h. Sinterhalbfertigfabrikate, in das Werkzeug 3, d.h. deren Öffnungen 14 des Verdichtungselementes 11, eingelegt werden können und gleichzeitig verdichtet und kalibriert werden können. Gegebenenfalls können zwischen den einzelnen Sinterbauteilen auch Trennmittel, beispielsweise Trennblätter, Trennscheiben oder dgl., angeordnet werden.

Die Absolutwerte der Winkel der schrägen Flächen 12, 13, 18, 21 können beispielsweise ausgewählt sein aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von  $2^\circ$  und einer oberen

Grenze von 30 °. Es ist damit möglich, über die Länge des Verstellweges die aufzubringende Kraft zu variieren.

Insbesondere bei der Ausführungsvariante Doppelkonuseinsatz ist es möglich, über die schrägen Flächen 12, 13, 18, 21 zylinderförmige Konturen mit sehr hoher Genauigkeit herzustellen bzw. ist es damit auch möglich, Sinterbauteile herzustellen, welche kegelförmig ausgebildet sind, beispielsweise Kegelräder.

Mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug wird nicht nur eine Verdichtung der Randzonen erreicht, wie dies beispielsweise beim Oberflächenverdichten durch Walzen, welches aus dem Stand der Technik bekannt ist, erzielt wird, sondern ist es damit möglich, im Sinterbauteil zumindest annähernd die Volldichte zu erreichen, d.h. dass der Anteil der Poren im Sinterbauteil nahezu null wird.

Es ist andererseits auch möglich, einen Dichtegradienten, beginnend von Volldichte im Bereich der Verzahnung 16 zu einer geringeren Dichte im Sinterbauteilinneren einzustellen, wobei dieser Dichtegradient insbesondere einen flachen Verlauf aufweisen kann.

Die Anordnung der Federelemente 27 ist insbesondere dann von Vorteil, wenn für die schrägen Flächen 12, 13, 18, 21 ein relativ flacher Winkel, d.h. eine flache Neigung gegenüber der Normalen in axialer Richtung, beispielsweise im Bereich zwischen 10 ° und 15 °, gewählt wird, da damit das Aufspannen des Verdichtungselementes 11 unterstützt wird.

Es ist weiters im Rahmen der Erfindung möglich, um die erzielte Dichte des Sinterbauteils weiter an die Volldichte anzunähern, mehrere dieser erfindungsgemäßen Werkzeuge 3 in der Pressvorrichtung 1 bzw. in mehreren hintereinander angeordneten Pressvorrichtungen 1 vorzusehen, sodass ein schrittweises Verdichten erfolgt.

Mit Hilfe dieser erfindungsgemäßen Werkzeuge 3 ist beispielsweise eine Verstellung der Flanken der Zähne der Verzahnung 16 bzw. des inneren, offenen Durchmessers des Werkzeuges von bis zu 20 % möglich.

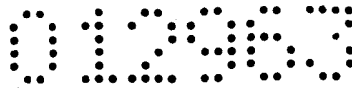
Während der Zustellung bzw. Einstellung des Verdichtungselementes 11 ist es möglich, dass sich einzelne der schlitzförmigen Freistellungen 30 zumindest im Bereich der Öff-

nung 14 des Verdichtungselementes 11 sich verjüngen. Bei anderen ist wiederum möglich, dass die Spaltbreite durch das Einspannen unverändert bleibt.

Es besteht weiters im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass das Verstellelement in axialer Richtung im Bereich der Formfläche(n) zumindest eine Freistellung zur Herstellung von Sinterbauteilen mit einem Vorsprung oder zumindest einen Vorsprung in Richtung auf den Formhohlraum zur Herstellung von Sinterbauteilen mit einer Hinterschneidung aufweist. Diese Freistellung(en) bzw. der Vorsprung/die Vorsprünge erstrecken sich dabei beginnend von der Stirnfläche 34 in Richtung auf die gegenüberliegende Stirnfläche des Verdichtungselementes 11 und können sich nur über einen Teil der Höhe oder über die gesamte Höhe des Verdichtungselementes 11 erstrecken.

In Fig. 8 ist eine weitere Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Werkzeuges 3 ausschnittsweise dargestellt. Dieses weist wiederum das Stützelement 9, z.B. einen Abstützring, das Spannelement 10 mit den beiden gegenläufigen schrägen Flächen 12, 13, und daran anschließend – in radialer Richtung von außen nach innen betrachtet – das Verdichtungselement 11 in Doppelkonusausführung auf. An das Verdichtungselement 11 in Richtung auf einen Formhohlraum 37 weisend ist bei dieser Ausführungsvariante das Einsatzelement 36 in Form einer Hülse angeordnet. Lediglich zu Veranschaulichung des Prinzips ist diese Hülse mit einer ebenen, geraden Oberfläche, d.h. ohne komplexe Geometrie, dargestellt. Selbstverständlich ist es möglich, die Oberflächengeometrie, die komplementär zum herzustellenden Bauteil ausgebildet ist, nahezu beliebig zu wählen und entsprechende Formen bzw. allgemein als Figuren bezeichnet vorzusehen, sodass also nicht nur ein Sinterbauteil in Form eines einfachen Ringes ausgebildet werden kann. Dieses Einsatzelement 36 ist dabei in seiner Wandstärke so bemessen, bzw. aus einem entsprechend flexiblen Werkstoff gebildet, dass es die Durchmesseränderung infolge der Veränderung der relativen Stellung des Spannelementes 10 zum Verdichtungselement 11 mit vollzieht bzw. nicht behindert. In Fig. 8 ist dazu eine Breite 38 des Verstellbereiches dargestellt.

Anders als bei obigen Ausführungsvarianten sind zur Führung des Werkzeuges 3, insbesondere während der Durchmesserstellung bzw. dem Pressen, bei der Variante nach Fig. 8 eine obere und eine untere Führungsplatte 39, 40, z.B. in Form von Matrizenplatten, vorgesehen, die so angeordnet sind, dass diese das Verdichtungselement 11, das Spann-



- 21 -

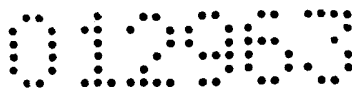
element 10 und zumindest einen Teil des Stützelementes 9 in radialer Richtung überdecken. Dabei kann zusätzlich die untere Führungsplatte 40 von dem Stützelementteil 23 aufgenommen sein.

Es soll mit dieser Fig. 8 auch verdeutlicht werden, dass die Erfindung nicht auf die Herstellung von Sinterbauteilen mit Verzahnungen, beispielsweise Schalträder und Schiebemuffen von Getrieben, Synchronringe, Zahnräder von Umschlingungstrieben bzw. Zahnradtrieben, wobei diese allgemein zu verstehen sind, also z.B. Schrägverzahnung, Geradverzahnungen, Stirnverzahnungen, Kegelverzahnungen, etc., beschränkt ist, wenngleich sich dabei die besonderen Vorteile des Werkzeuges 3 zeigen, sondern beliebig ausgestaltete Sinterbauteile mit hoher Präzision und gegebenenfalls hoher Dichte hergestellt werden können.

Zur Herstellung von komplexeren Oberflächengeometrien, z.B. von Hinterschneidungen am Sinterbauteil, können Werkzeugeinsätze vorgesehen sein, die zumindest teilweise das Einsatzelement 36, oder sollte dies nicht vorhanden sein, das Verdichtungselement 11 durchdringen.

Fig. 9 zeigt die Draufsicht auf eine Variante des Verdichtungselementes 11. Dieses besteht aus vier Segmenten 41, die zusammengesetzt eine Keilscheibe mit konusförmigen Verlauf einer inneren Oberfläche 42. Zumindest zwei dieser Segmente 41 weisen eine Ausnehmung 43 auf, die zumindest annähernd – in Draufsicht betrachtet – die Hälfte einer schwalbenschwanzförmigen Ausnehmung bilden, sodass im zusammengebauten Zustand der Segmente 41 diese Ausnehmungen 43 zweier benachbarter Segmente 41 eine schwalbenschwanzförmige Ausnehmung ergeben, in der ein Führungselement mit der Ausnehmung entsprechendem Querschnitt angeordnet werden kann. Selbstverständlich können sämtliche Segmente 41 – obwohl nicht dargestellt – diese Ausnehmungen aufweisen.

Eine andere Ausgestaltung hierzu kann vorsehen, dass an einem Segment 41 ein Vorsprung und eine dazu komplementäre Vertiefung ausgebildet sind, sodass beim Zusammenbau der Segmente 41 ein Vorsprung in die Vertiefung des benachbart anzuordnenden Segmentes 41 eingreift. Es sind auch hier wiederum schwalbenschwanzförmige Ausführungen möglich.



- 22 -

Diese Ausführungen können auch auf die oben erwähnten Lamellen bzw. Segmente angewandt werden.

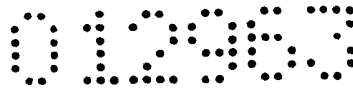
Durch die segmentartige bzw. lamellenförmige Ausbildung des Verdichtungselementes 11 kann der Verstellbereich vergrößert werden, im Vergleich zu einem einstückigen Verdichtungselement 11.

Die Ausnehmungen 43 müssen nicht zwangsweise dergestalt sein, dass sich ein schwalbenschwanzförmiger Querschnitt – in Draufsicht betrachtet – ergibt, sondern können auch andere Querschnitte gewählt werden.

Fig. 10 zeigt einer Variante des Werkzeuges 3 zur Herstellung von Sinterbauteilen mit einer Innenverzahnung. Dieses Werkzeug weist das, beispielsweise ringförmige Stützelement 9 auf, das Verdichtungselement 11 in Form eines Doppelkonuseinsatzes und das Spannelement 10 mit den beiden schrägen Flächen 12, 13, welche in Wirkverbindung mit dem Verdichtungselement 11 steht. Zwischen dem Stützelement 9 und dem Verdichtungselement 11 ist der Formhohlraum 37 ausgebildet, wobei die zur Herstellung der Innenverzahnung komplementäre Verzahnung 16 an der der doppelkonusförmigen Oberfläche gegenüberliegenden Oberfläche des Verdichtungselementes 11 angeordnet ist. Bei dieser Variante ist also das Spannelement 10 zentrisch im Werkzeug angeordnet.

In Hinblick auf die weiteren Ausgestaltungen dieser Variante, z.B. die Anordnung von Matrizenplatten, etc. sei zur Vermeidung von Wiederholungen auf obige Ausführungen verwiesen.

Von Vorteil bei dieser Variante ist, dass Hinterschneidungen, z.B. zur Herstellung von Kupplungskörpern, relativ einfach bewerkstelligt werden können, indem im Stützelement 9 ein Durchbruch 44 vorgesehen werden, durch welchen ein Werkzeugeinsatz 45 zur Ausbildung der Hinterschneidung hindurchgeführt werden können, beispielsweise verstellbare, segmentartige Ringelemente, die für das Ausstoßen des Sinterbauteils aus dem Werkzeug 3 zumindest teilweise, zumindest jedoch aus dem Formhohlraum 37 – entsprechen Doppelpfeil 46 - in die Ruhestellung herausgezogen werden können, wie dies in Fig. 10 strichliert dargestellt ist. Diese Hinterschneidungen bzw. Ausnehmungen in der Oberfläche des Sinterbauteils bzw. Durchbrüche durch den Sinterbauteil müssen dabei nicht umlaufend über

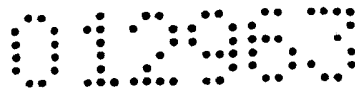


den gesamten Sinterbauteil vorgesehen werden, wie dies bei Schiebemuffen für Automotiv-Anwendungen der Fall ist, sondern können bei entsprechender Adaptierung des Werkzeugeinsatzes diese auch in diskreten Bereichen des Sinterbauteils angeordnet werden.

In einer Variante zur Fig. 10 zeigt Fig. 11 eine andere Möglichkeit mit dem Werkzeug 3 ein Sinterbauteil mit einer Innenverzahnung bzw. einer anderen geometrischen Innenfigur herzustellen. Bei dieser Variante ist das Verdichtungselement 11 ebenfalls als Doppelkonuselement ausgeführt, allerdings verlaufen dessen schräge Flächen im Vergleich zur Ausführungsvariante nach Fig. 10 konträr unter Ausbildung einer in Richtung auf das Spannelement 10 weisenden umlaufenden Kante 47. Das zumindest zweiteilige Spannelement 10 weist die zu den schrägen Flächen des Verdichtungselementes 11 komplementären schrägen Flächen 12, 13 auf. Durch die gegenläufige Bewegung der Teile des Spannelementes 10 entsprechend vertikalem Doppelpfeil 48 wird die Bewegung des Verdichtungselementes 11 entsprechend horizontalem Doppelpfeil 49 verursacht, also eine radiale Pressbewegung durch axiale Maschinenbewegung erzeugt, wie bei allen Ausführungsvarianten der Erfindung.

In Fig. 12 ist schließlich eine mögliche Ausgestaltung des Werkzeuges 3 zur Herstellung einer Schiebemuffe dargestellt. Dabei ist zentral ein wellenförmiges Formgebungselement 50 angeordnet, welches an seiner äußeren Oberfläche die Verzahnung 16 zur Ausbildung der Verzahnung der Schiebemuffe aufweist. Zwischen dem Einsatzelement 36, welches an dem Verdichtungselement 11, das wieder doppelkonusförmig ausgebildet ist, anliegt, und diesem Formgebungselement 50 wird der Formhohlraum 37 ausgebildet. Im Verdichtungselement 11 und dem Einsatzelement 36 sind Ausnehmungen 51, 52 vorgesehen, in denen der Werkzeugeinsatz 45 gemäß Doppelpfeil 46 radial verstellbar zur Ausbildung einer umlaufenden Nut an der äußeren Stirnfläche der Schiebemuffe, angeordnet ist. Das Formgebungselement 50 kann von der oberen und/oder unteren Führungsplatte 39, 40 geführt sein oder gegebenenfalls an der oberen oder unteren Führungsplatte 39, 40 angeformt sein.

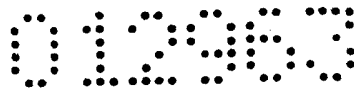
Die weitere Ausbildung des Werkzeuges 3 kann entsprechend voranstehenden Ausführungen vorgenommen werden. Es ist im Rahmen der Erfindung weiters möglich, dass anstelle einer einzelnen oberen bzw. unteren Führungsplatte 39, 40 mehrere obere und/oder untere Führungsplatten 39, 40 vorgesehen werden.



Eine Variante zur Ausführung nach Fig. 12 zur Herstellung eines Sinterbauteils mit einer Innenfreistellung, z.B. eines Kupplungskörpers eines Getriebes, ist in den Fig. 13 bis 15 in dargestellt. Zur besseren Übersicht ist nicht das gesamte Werkzeug 3 gezeigt, sondern lediglich die zur Herstellung der Innenfreistellung relevanten Teile. Im hülsenartigen Einsatzelement 36, das – obwohl nicht dargestellt – selbst eine entsprechende Oberflächen-geometrie zur Ausformung von Oberflächengeometrien des Sinterbauteils aufweisen kann, ist zumindest ein, das Einsatzelement 36 durchdringender, horizontal entsprechend Doppelpfeil 54 verfahrbarer Stempel 55 an einem Verstellelement 56 angeordnet. Das Verstellelement 56 ist seinerseits in vertikaler Richtung verstellbar an einer Halterung 57, z.B. einem Kernstift, angeordnet. Zur Halterung des Einsatzelementes 36 an der Hülsenhalterung 57 kann letztere mit einer Querschnittserweiterung – wie im oberen Teil der Fig. 14 dargestellt - und kann die innere Ausnehmung des Einsatzelementes 36, in der die Halterung 57 angeordnet ist, entsprechen komplementär ausgebildet sein.

Der Stempel 54 ist annähernd L-förmig ausgebildet. Das Verstellelement 56 ist als Konus-leiste ausgebildet. Im Bereich des Zusammenwirkens vom Stempel 55 mit dem Verstell-element 56 ist an letzterem eine Führung 58 für den Stempel 55 angeordnet, z.B. ein Steg mit schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, der in eine entsprechende Nut auf der Rück-seite des Stempels 55 eingreift, oder umgekehrt. Diese Führung 58 ist gegen die Längsmit-telachse in spitzem Winkel zu dieser geneigt ausgebildet, ebenso wie der entsprechende Schenkel des Stempels 55, sodass eine Auf- bzw. Abwärtsbewegung des Verstellelementes 56 in eine radiale Bewegung des Stempels 55 umgesetzt wird und dieser aus dem Einsatz-element 36 herausfährt bzw., zum Entformen des Sinterbauteils, in dieses einfährt. Für die axiale Bewegung des Verstellelementes 57 kann zwischen diesem und der Halterung 57 ebenfalls eine entsprechende Führung angeordnet sein.

Selbstverständlich können auch mehrere derartige Stempel 55 in einem Einsatzelement 36 angeordnet werden, um mehrere Innenfreistellung gleichzeitig herzustellen, wobei diese gegebenenfalls in Gruppen zusammengefasst oder sämtliche auf einem einzigen Verstell-element 56, das in diesem Fall die Halterung 57 z.B. hülsenartig umgeben kann, betätigbar sein können.



In den Fig. 16 bis 19 ist eine Variante des Werkzeuges 3 zur Herstellung eines Sinterbauteils mit einer Hinterlegung von Innen dargestellt. Dieses Werkzeug 3 umfasst das Verdichtungselement 11, das bei dieser Ausführung als Konusstempel gebildet ist, sowie ein zweiteiliges Spannelement 10 mit einem Konuselement 59 und einer Keilscheibe 60. Auf die Darstellung der Werkzeughalterung wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Ebenso ist die Werkstückhalterung nicht dargestellt, die z.B. durch eine Hülse gebildet sein kann, welche oberhalb der Keilscheibe 60 unter Ausbildung des Formhohlraumes 37 (nicht dargestellt) um das Verdichtungselement 11 verlaufend angeordnet werden kann.

In Fig. 19 ist zudem strichliert ein herzustellendes Werkstück 61, also ein Sinterbauteil, angedeutet.

Diese Werkzeug 3 kann z.B. zur Herstellung einer Innenverzahnung an einem Sinterbauteil dienen, es können aber in Abhängigkeit von der Oberflächengestaltung des Verdichtungselementes 11 an der Anlage zum Werkstück 61 auch andere Sinterbauteile hergestellt werden.

Im Wesentlichen kann das Spannelement 10 auch bei dieser Ausführungsvariante als „Doppelkonuselement“ aufgefasst werden, wenngleich die beiden Konusse auf die beiden Bauteile Konuselement 59 und Keilscheibe 60, die die beiden voranstehend erwähnten Spannelementeile (19,20) bilden, aufgeteilt sind. Das Konuselement 59 weist im Bereich des Eingriffes in das Verdichtungselement 11 einen Außenkonus unter Ausbildung der schrägen Fläche 12 auf. Das Verdichtungselement 11 weist im oberen, dem Konuselement 59 zugewandten Endbereich einen Innenkonus unter Ausbildung der schrägen Fläche 13 auf, wobei die schräge Fläche 13 komplementär zur schrägen Fläche 12 des Außenkonus des Konuselementes 59 ist. Unterhalb dieses Bereiches ist das Verdichtungselement 11 mit einem Außenkonus ausgebildet, dessen schräge Fläche 21 komplementär zur schrägen Fläche 18 des Innenkonus der Keilscheibe 60 ist, die in diesem Bereich mit dem Verdichtungselement 11 in Wirkverbindung steht, sodass die Keilscheibe 60 auf dem Außenkonus des Verdichtungselementes 11 axial verschoben werden kann.

Wie in Fig. 17 strichliert angedeutet, kann das Verdichtungselement 11 wiederum die Freistellungen 30, sog. Entspannungsschnitte für die radiale Entspannung, aufweisen. Es wird damit die radiale Beweglichkeit des Verdichtungselementes 11 ermöglicht.

Die Verdichtung des Werkstückes 61, d.h. des Sinterbauteils bzw. des Pulver für das Sinterbauteil, erfolgt derart, dass über das Konuselement 59 durch dessen Axialverschiebung das Verdichtungselement 11 zumindest im Bereich des Werkstückes 61 aufgespreizt wird und dieses gegen das gehaltete Werkstück 61 drückt. Die Keilscheibe 60, bzw. wenn mehrere Keilscheiben 60 verwendet werden, sind während dessen „angehoben“, sodass die Radialbewegung des Verdichtungselementes 11 nicht behindert wird. Für die Entformung des Werkstückes 61 wird das Konuselement 59 aus seinem Eingriff mit dem Verdichtungselement 11 gebracht und dafür über eine Axialbewegung der Keilscheibe(n) 60 der Durchmesser des Verdichtungselementes 11 wieder reduziert, wodurch dieses aus dem Eingriff mit dem Werkstück 61 gebracht wird.

Das Verdichtungselement 11 kann auch bei dieser Variante des Werkzeuges 3 aus einzelnen Lamellen bzw. Segmenten bestehen, die durch die Keilscheibe(n) 60 zusammengehalten werden.

Gegebenenfalls kann auch bei dieser Ausführungsvariante zwischen dem herzustellenden Sinterbauteil und dem Verdichtungselement 11 ein Einsatzelement 36, gegebenenfalls mit einem Stempel 55, vorgesehen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereich beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1 oder 5,5 bis 10.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Werkzeuges 3, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner

012953

- 27 -

Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Werkzeuges 3 dieses bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrunde liegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

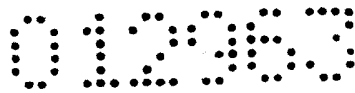
Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1; 2; 3, 4, 5; 6, 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13, 14, 15; 16, 17, 18, 19 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

012353

- 28 -

### Bezugszeichenaufstellung

|    |                      |    |                    |
|----|----------------------|----|--------------------|
| 1  | Pressvorrichtung     | 36 | Einsatzelement     |
| 2  | Pressenelement       | 37 | Formhohlraum       |
| 3  | Werkzeug             | 38 | Breite             |
| 4  | Unterstempelaufnahme | 39 | Führungsplatte     |
| 5  | Oberstempelaufnahme  | 40 | Führungsplatte     |
| 6  | Werkzeugaufnahme     | 41 | Segment            |
| 7  | Säule                | 42 | Oberfläche         |
| 8  | Säule                | 43 | Ausnehmung         |
| 9  | Stützelement         | 44 | Durchbruch         |
| 10 | Spannelement         | 45 | Werkzeugeinsatz    |
| 11 | Verdichtungselement  | 46 | Doppelpfeil        |
| 12 | Fläche               | 47 | Kante              |
| 13 | Fläche               | 48 | Doppelpfeil        |
| 14 | Öffnung              | 49 | Doppelpfeil        |
| 15 | Oberfläche           | 50 | Formgebungselement |
| 16 | Verzahnung           | 51 | Ausnehmung         |
| 17 | Durchmesser          | 52 | Ausnehmung         |
| 18 | Fläche               | 53 |                    |
| 19 | Spannelementteil     | 54 | Doppelpfeil        |
| 20 | Spannelementteil     | 55 | Stempel            |
| 21 | Fläche               | 56 | Verstellelement    |
| 22 | Aufnahmebereich      | 57 | Hülsenhalterung    |
| 23 | Stützelementteil     | 58 | Führung            |
| 24 | Stützelementteil     | 59 | Konuselement       |
| 25 | Schraube             | 60 | Keilscheibe        |
| 26 | Führungselement      | 61 | Werkstück          |
| 27 | Federelement         |    |                    |
| 28 | Keilnut              |    |                    |
| 29 | Anschlag             |    |                    |
| 30 | Freistellung         |    |                    |
| 31 | Zahnkopfkreis        |    |                    |
| 32 | Begrenzungsfläche    |    |                    |
| 33 | Fußkreis             |    |                    |
| 34 | Stirnfläche          |    |                    |
| 35 | Bohrung              |    |                    |



## **P a t e n t a n s p r ü c h e**

1. Werkzeug (3) zum Verdichten eines Sinterbauteils oder eines Pulvers für das Sinterbauteil, mit einem Spannelement (10) und einem radial in Bezug auf seine Abmessungen veränderlichen Verdichtungselement (11) mit einer Anlagefläche für das Sinterbauteil bzw. das Pulver, die mit einer zur Oberfläche des herzustellenden Sinterbauteils komplementären Oberfläche ausgebildet ist, wobei das Spannelement (10) eine schräge erste Fläche (12) und das Verdichtungselement (11) eine dazu komplementäre schräge zweite Fläche (13) aufweisen und die erste und die zweite schräge Fläche (12, 13) zur Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes (11) zusammenwirken, und wobei das Spannelement (10) und/oder das Verdichtungselement (11) in axialer Richtung verschiebbar ist bzw. sind, sowie gegebenenfalls mit einem Stützelement (9).
2. Werkzeug (3) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an bzw. in dem Spannelement (10) zumindest ein Führungselement (26) angeordnet ist, welches ein Außengewinde aufweist, das in ein Innengewinde des Spannelementes (10) eingreift.
3. Werkzeug (3) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (10) zumindest einen ersten Spannelementteil (19) und zumindest einen zweiten Spannelementteil (20) aufweist, die in axialer Richtung übereinander angeordnet sind, wobei das zweite Spannelementteil (20) eine zur ersten schrägen Fläche (12) gegenläufig geneigte weitere schräge Fläche (18) aufweist, und das Verdichtungselement (11) die zweite schräge Fläche (13) und eine weitere dazu gegenläufig geneigte schräge Fläche (21) aufweist, wobei die erste schräge Fläche (12) des Spannelementes (10) mit der zweiten schrägen Fläche (13) des Verdichtungselementes (11) und die weitere schräge Fläche (18) des Spannelementes (10) mit der weiteren schrägen Fläche (21) des Verdichtungselementes (11) zusammenwirken.

4. Werkzeug (3) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichtungselement (11) als Doppelkonuselement ausgebildet ist.
5. Werkzeug (3) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Spannelementteil (19) und dem zweiten Spannelementteil (20) zumindest ein Federelement (27) angeordnet ist.
6. Werkzeug (3) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (27) als Federbalg, insbesondere aus einem Elastomer, ausgebildet ist.
7. Werkzeug (3) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Spannelementteil (19) durch ein Konuselement (59) mit einem Außenkonus und das zweite Spannelementteil (20) durch zumindest eine Keilscheibe (60) mit einem Innenkonus gebildet ist, wobei das Verdichtungselement (11) einen Innenkonus zum Eingriff mit dem Außenkonus des Konuselementes (59) und einen Außenkonus zum Eingriff mit der oder den Keilscheibe(n) (60) aufweist.
8. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Verdichtungselement (11) zumindest eine Keilnut (28) angeordnet ist.
9. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Verdichtungselement (11) sich in radialer Richtung erstreckende, schlitzförmige Freistellungen (30) angeordnet sind, von denen gegebenenfalls zumindest einzelne an zumindest einem ihrer Enden eine Bohrung (35) bzw. Ausnehmung in axialer Richtung mit einem größeren Durchmesser als eine Breite der schlitzförmigen Freistellungen (30) aufweisen.
10. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichtungselement (11) an seiner Anlagefläche für das Sinterbauteil bzw. das Pulver eine Verzahnung (16) mit Zahnköpfen und dazwischen angeordneten Zahnböden aufweist, die komplementär zu einer Verzahnung des Sinterbauteils ist.

11. Werkzeug (3) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die schlitzförmigen Freistellungen (30) sich von einer der Verzahnung (16) des Verdichtungselementes (11) in radialer Richtung gegenüberliegenden Begrenzungsfläche (32) des Verdichtungselementes (11) bis in einen Bereich eines Zahnkopfkreises (31) und/oder Fußkreises (33) der Verzahnung (16) des Verdichtungselementes (11) erstreckend angeordnet sind.

12. Werkzeug (3) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die schlitzförmigen Freistellungen (30) im Bereich des Zahnkopfkreises (31) des Verdichtungselementes (11) in radialer Richtung ausgehend von der der Verzahnung (16) des Verdichtungselementes (11) in radialer Richtung gegenüberliegenden Begrenzungsfläche (32) des Verdichtungselementes (11) sich maximal nur bis in den Bereich des Fußkreises (33) erstrecken.

13. Werkzeug (3) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrungen (35) bzw. Ausnehmung in axialer Richtung an den Enden der schlitzförmigen Freistellungen (30) ausgebildet sind, welche dem Fußkreis (33) der Verzahnung (16) des Verdichtungselementes (11) am nächsten liegen.

14. Werkzeug (3) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die schlitzförmigen Freistellungen (30) im Bereich des Fußkreises (33) vor der der Verzahnung (16) des Verdichtungselementes (11) in radialer Richtung gegenüberliegenden Begrenzungsfläche (32) des Verdichtungselementes (11) enden.

15. Werkzeug (3) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Tiefe der schlitzförmigen Freistellungen (30) in axialer Richtung, die sich bis in den Bereich des Zahnfußkreises erstrecken, ausgewählt ist aus einem Bereich bis zu einer oberen Grenze von 10 % einer Gesamthöhe des Verdichtungselementes (11) in axialer Richtung.

16. Werkzeug (3) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne der schlitzförmigen Freistellungen (30) an ihrer Oberfläche zumindest bereichsweise mit einer Antihafbeschichtung versehen sind.
17. Werkzeug (3) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Antihafbeschichtung als Gummierung ausgebildet ist, oder durch ein Gleitmittel, z.B. PTFE, gebildet ist.
18. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über Anlagefläche des Verdichtungselementes (11) für das Sinterbauteil bzw. Pulver ein Einsatzelement (36), z.B. eine Hülse, angeordnet ist.
19. Werkzeug (3) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Einsatzelement (36) und/oder dem Verdichtungselement (11) zumindest eine Ausnehmung (48, 49) zur Anordnung eines Werkzeugeinsatzes (45) für die Herstellung von Hinterschnidungen am Sinterbauteil angeordnet ist.
20. Werkzeug (3) nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahnköpfe der Verzahnung (16) des Verdichtungselementes (11) mit einer Ausnehmung versehen sind.
21. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichtungselement (11) aus einzelnen nebeneinander angeordneten Lamellen bzw. Segmenten (41) gebildet ist.
22. Werkzeug (3) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass an den Lamellen oder Segmenten (41) nutzförmige Ausnehmungen, z.B. in Form eines Schwalbenschwanzes, und dazu komplementäre Erhebungen angeordnet sind.

23. Werkzeug (3) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Lamellen oder Segmente (41) Ausnehmungen (43) aufweisen, in die Führungselemente einsetzbar ist.

24. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannelement (10) zwischen dem Stützelement (9) und dem Verdichtungselement (11) oder das Verdichtungselement (11) zwischen dem Stützelement (9) und dem Spannelement (10) – in radialer Richtung betrachtet – angeordnet ist.

25. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die schrägen Flächen (12, 13, 18, 21) eine Neigung gegen eine Normale in axialer Richtung aufweisen, deren Absolutwert ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von  $2^\circ$  und einer oberen Grenze von  $30^\circ$ .

26. Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichtungselement (11) eine Höhe in axialer Richtung aufweist, die das gleichzeitige Einlegen von mehreren Sinterbauteilen ermöglicht.

27. Pressvorrichtung (1) zum Verdichten eines Sinterbauteils oder eines Pulvers für das Sinterbauteil, mit zumindest einem Pressenelement (2) zur Aufbringung des Verdichtungsdruckes und mit einem Werkzeug (3) zum Verdichten des Sinterbauteils oder des Sinterpulvers, in das das Sinterbauteil einlegbar oder das Pulver einfüllbar ist und das zwischen einem Oberstempel und einem Unterstempel angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

28. Pressvorrichtung (1) nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Werkzeuge (3) nacheinander bzw. übereinander angeordnet sind.

29. Pressvorrichtung (1) nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterstempel einen Keilsteg aufweist, der in eine Keilnut (28) eingreift, welche an einer Oberfläche des Werkzeuges (3) ausgebildet ist.

30. Pressvorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass oberhalb und/oder unterhalb des Werkzeuges Führungselemente angeordnet sind, insbesondere Matrizenplatten.

31. Verfahren zum Verdichten eines Pulvers zu einem Sinterbauteil in einem Werkzeug (3), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 26, einer Pressvorrichtung (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 27 bis 30, nach dem das Pulver in das Werkzeug (3) eingefüllt und in diesem verpresst wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Werkzeug (3) verwendet wird, das ein Spannelement (10) und ein radial in Bezug auf seine Abmessungen veränderliches Verdichtungselement (11) mit einer Anlagefläche für das Pulver umfasst, wobei das Spannelement (10) zumindest eine schräge erste Fläche (12) und das Verdichtungselement (11) zumindest eine dazu komplementäre schräge zweite Fläche (13) aufweisen, und die Kontur des Sinterbauteils vor oder nach dem Einfüllen des Pulvers durch Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes (11) über die zumindest eine erste und die zumindest eine zweite schräge Fläche (12, 13), durch verschieben zumindest eines Teils des Spannelementes (10) und/oder Verdichtungselementes (11) in axialer Richtung festgelegt wird.

32. Verfahren zum Verdichten eines Sinterbauteils in einem Werkzeug (3), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 26, einer Pressvorrichtung (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 27 bis 30, nach dem das Sinterbauteil in das Werkzeug (3) eingelegt und in diesem verpresst wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Werkzeug (3) verwendet wird, das ein Spannelement (10) und ein radial in Bezug auf seine Abmessungen veränderliches Verdichtungselement (11) mit einer Anlagefläche für das Sinterbauteil umfasst, wobei das Spannelement (10) zumindest eine schräge erste Fläche (12) und das Verdichtungselement zumindest eine dazu komplementäre schräge zweite Fläche (13) aufweisen, und die Kontur des Sinterbauteils vor oder nach dem Einlegen des Sinterbauteils durch Spreizung bzw. Aufweitung oder Verkleinerung des Verdichtungselementes (11) über die zumindest eine erste und die zumindest eine zweite schräge Fläche (12, 13), durch verschieben zumindest eines Teils des Spannelementes (10) und/oder Verdichtungselementes (11) in axialer Richtung festgelegt wird.

012963

- 7 -

33. Verwendung des Werkzeuges (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 26 zur Herstellung eines Sinterbauteils mit einer Außenverzahnung.

34. Verwendung des Werkzeuges (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 26 zur Herstellung eines Sinterbauteils mit einer Innenverzahnung.

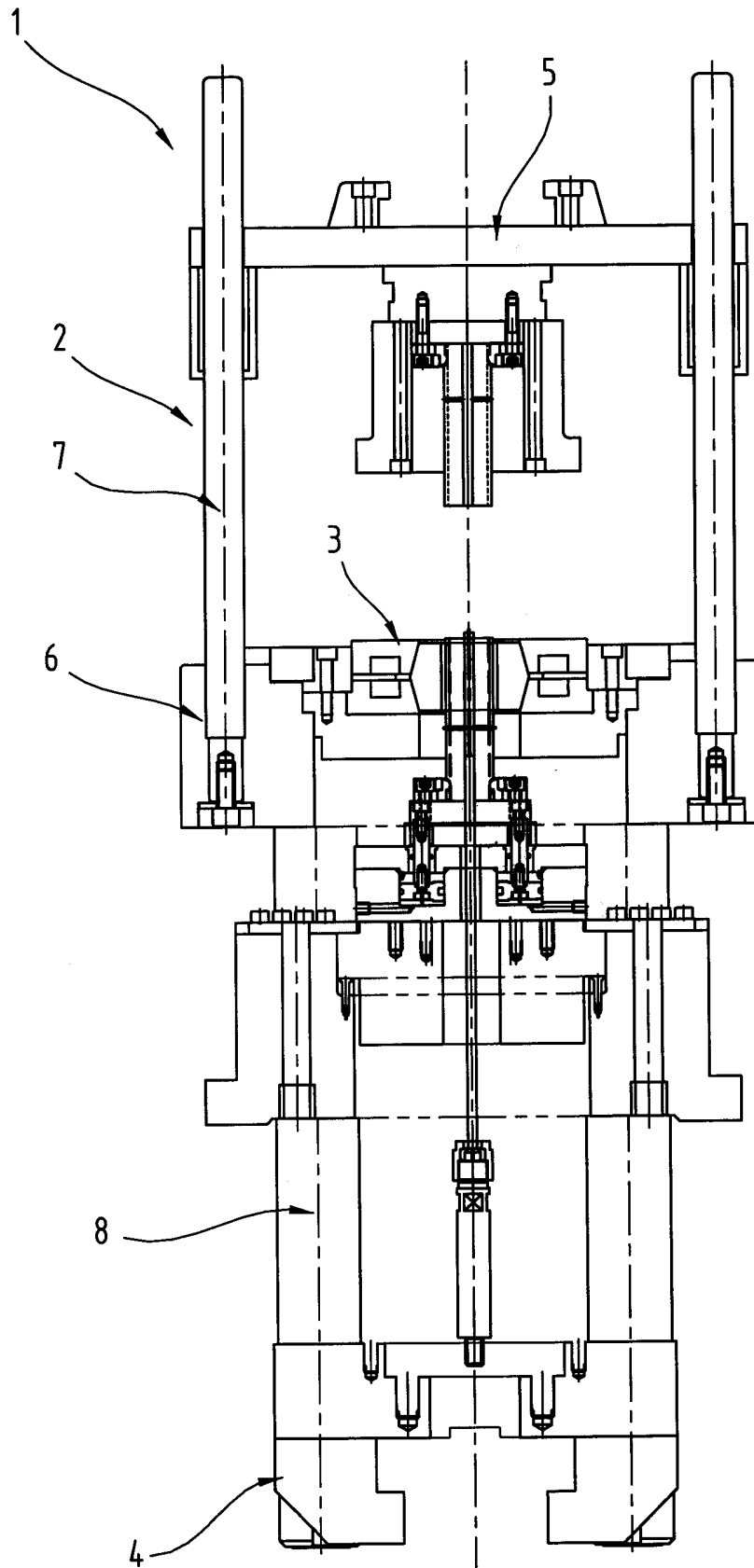
Miba Sinter Austria GmbH

durch

  
Dr. Clemens Othner

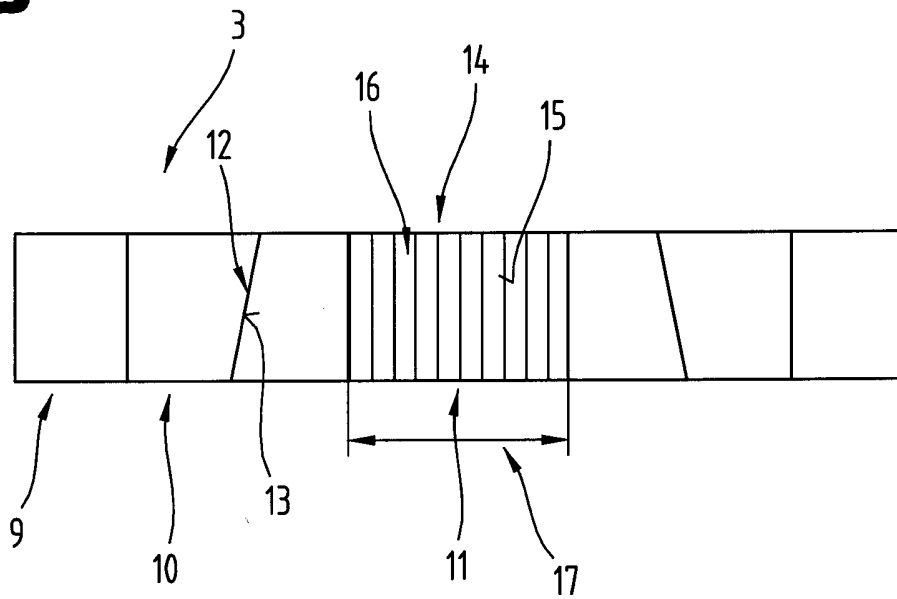
012983

**Fig.1**

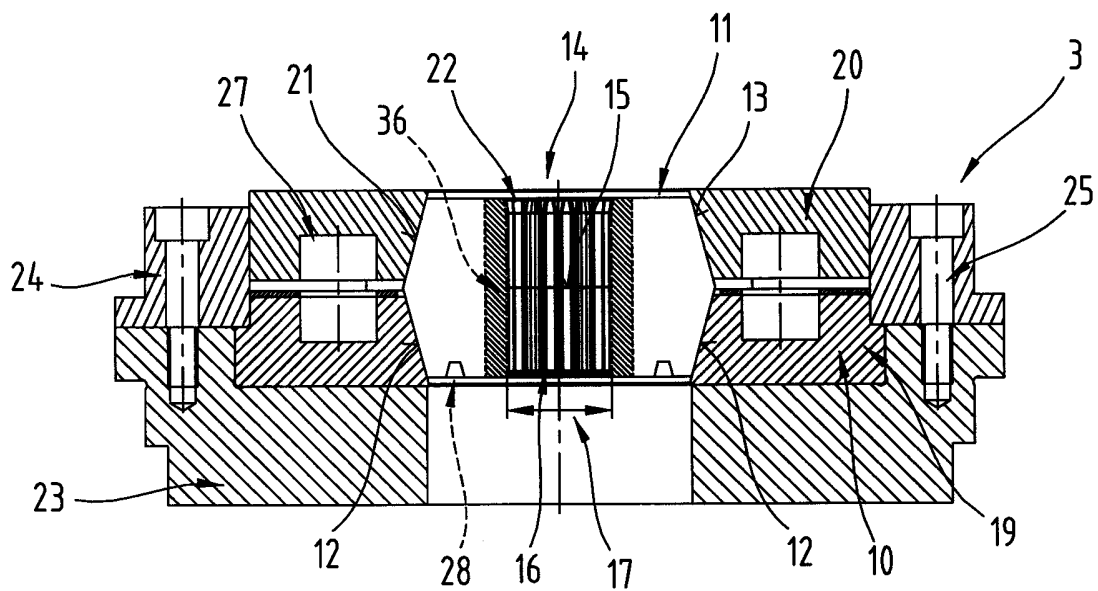


012983

**Fig.2**

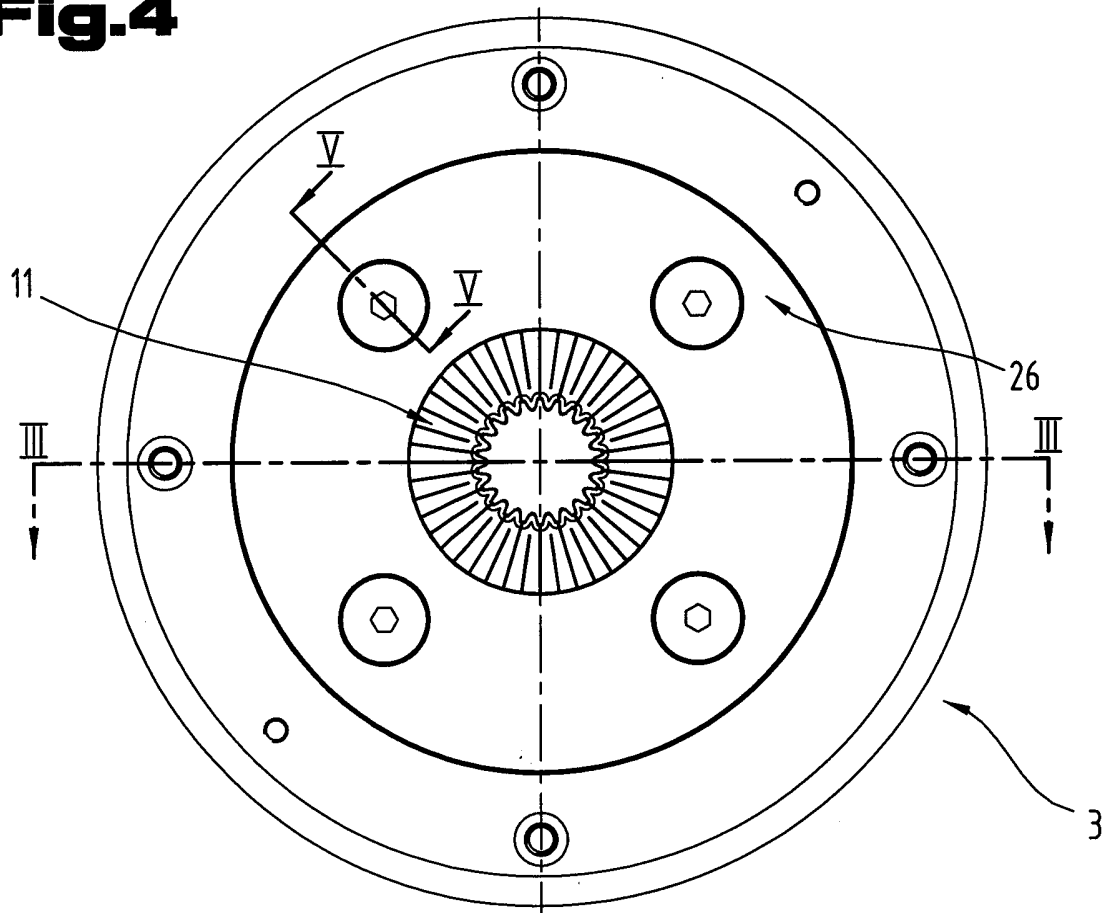


**Fig.3**

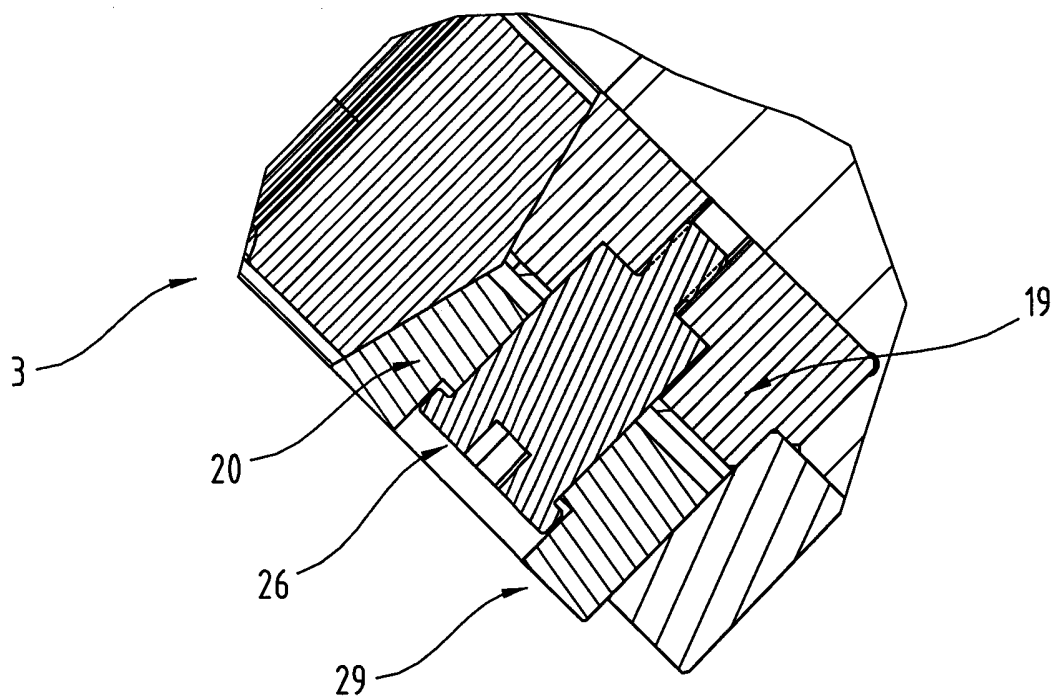


012963

**Fig.4**

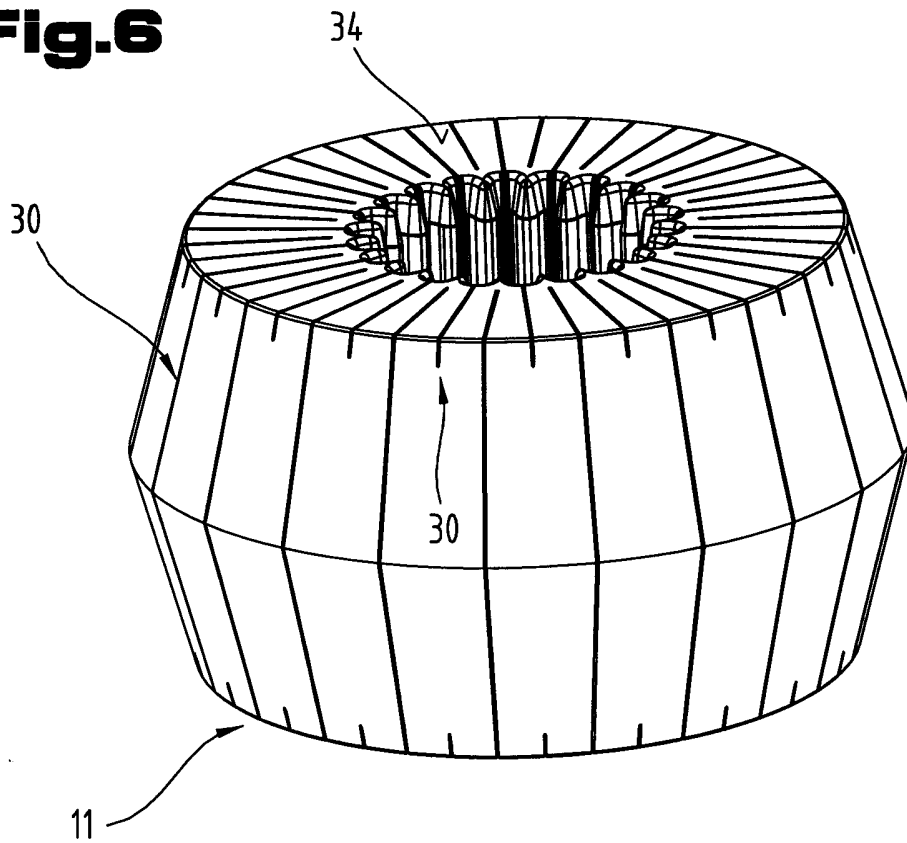


**Fig.5**

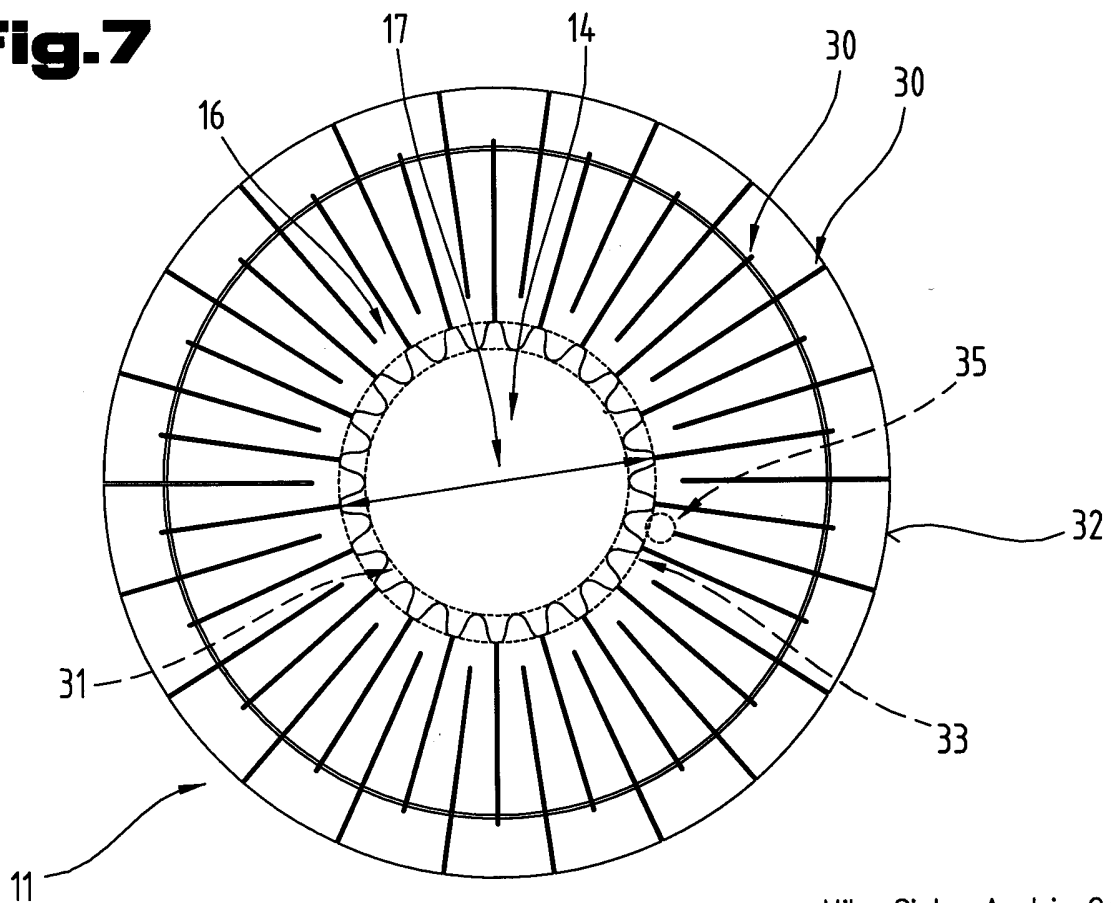


012963

**Fig.6**

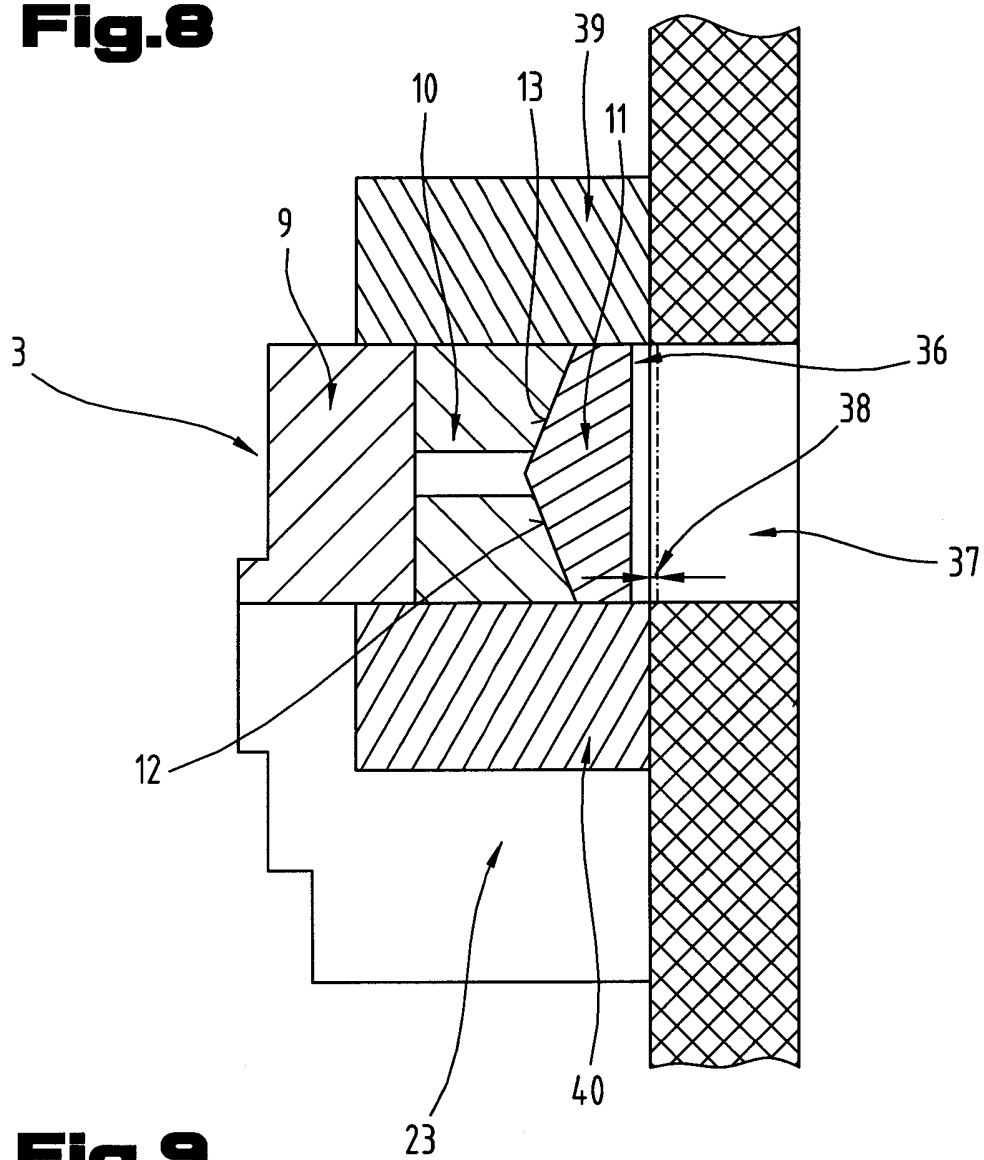


**Fig.7**

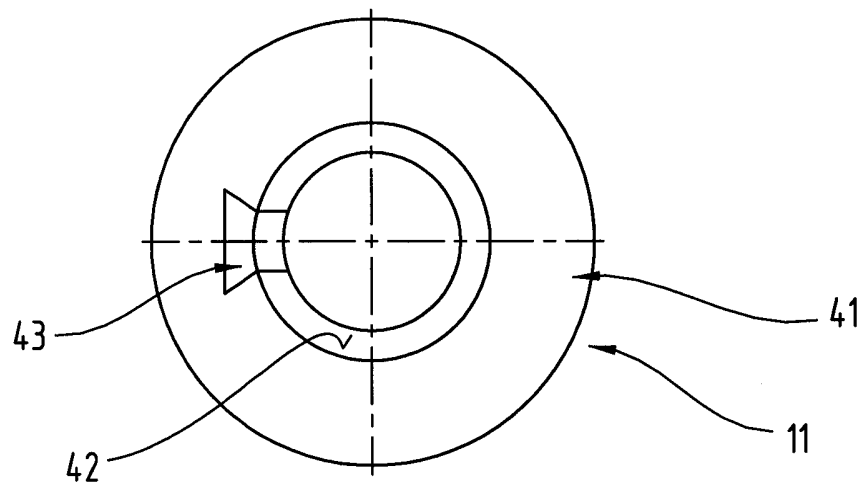


012983

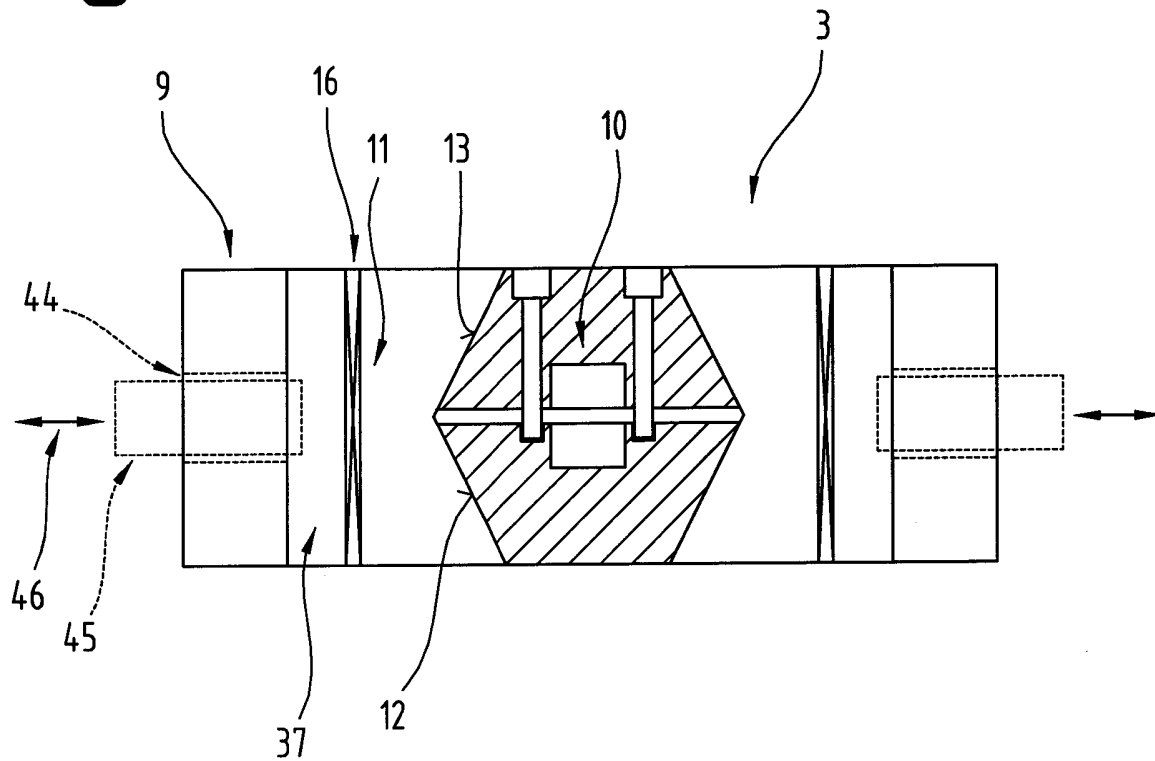
**Fig.8**



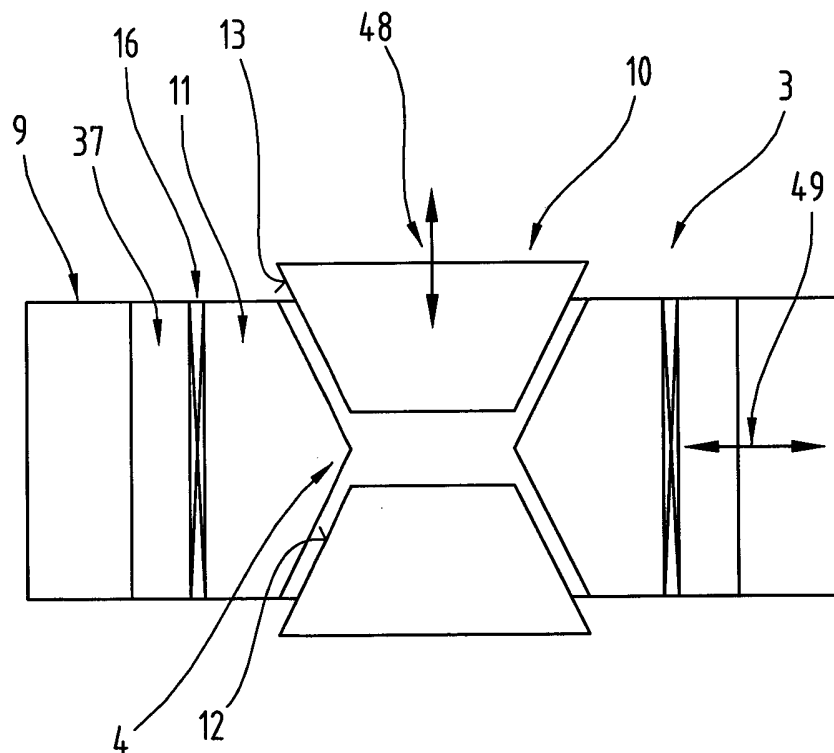
**Fig.9**



**Fig.10**

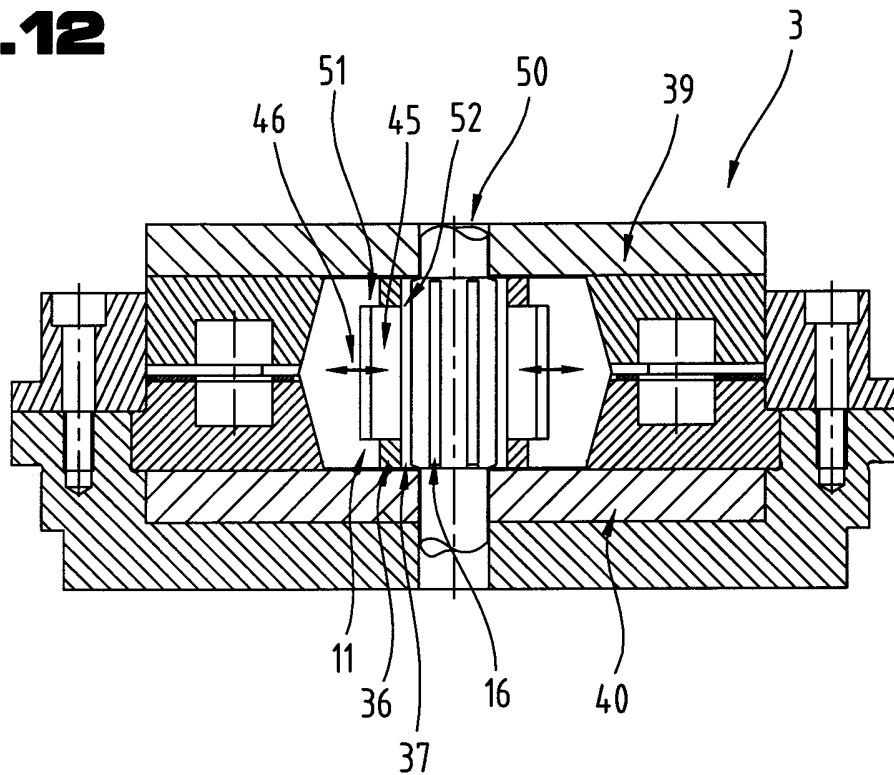


**Fig.11**

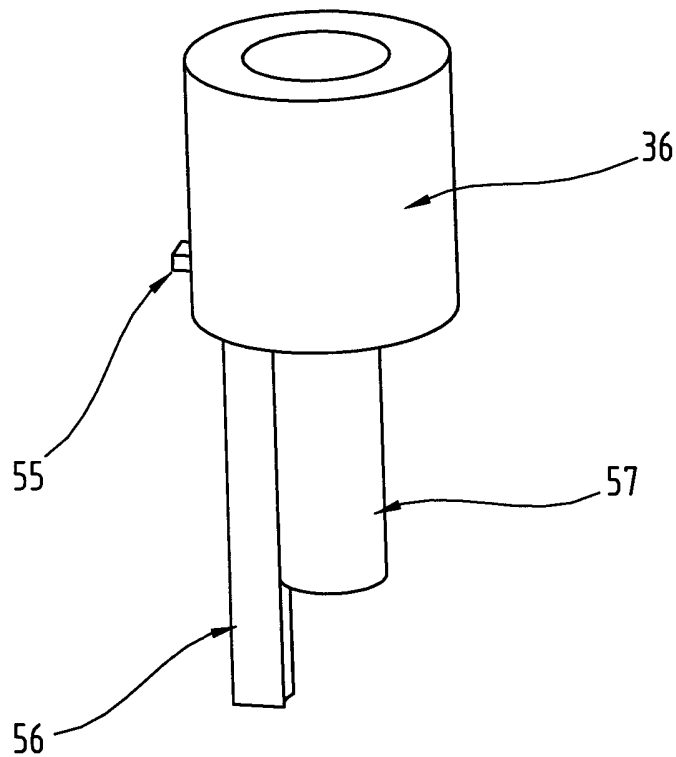


012983

**Fig.12**

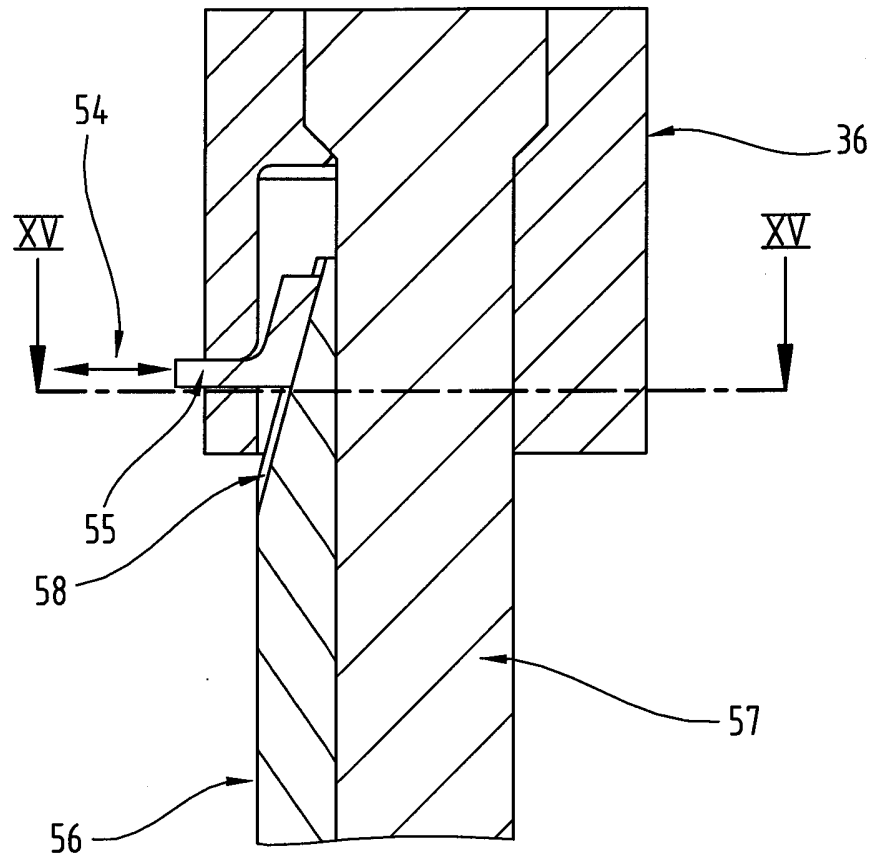


**Fig.13**

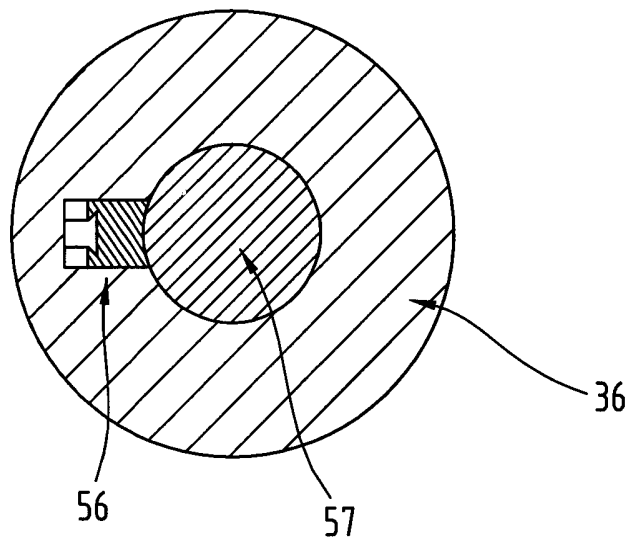


012963

**Fig.14**

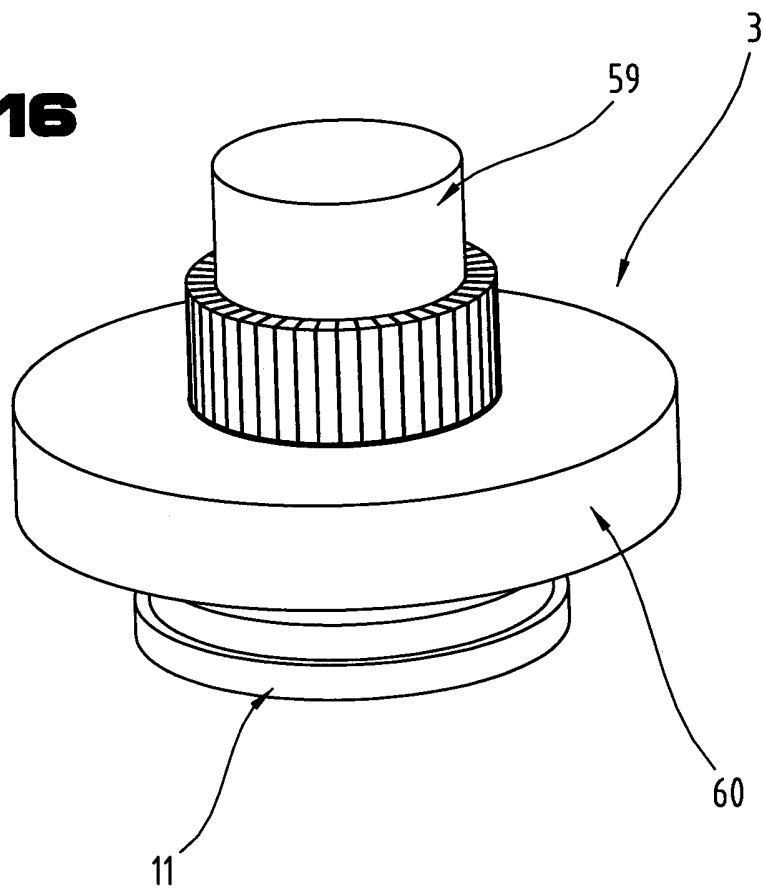


**Fig.15**

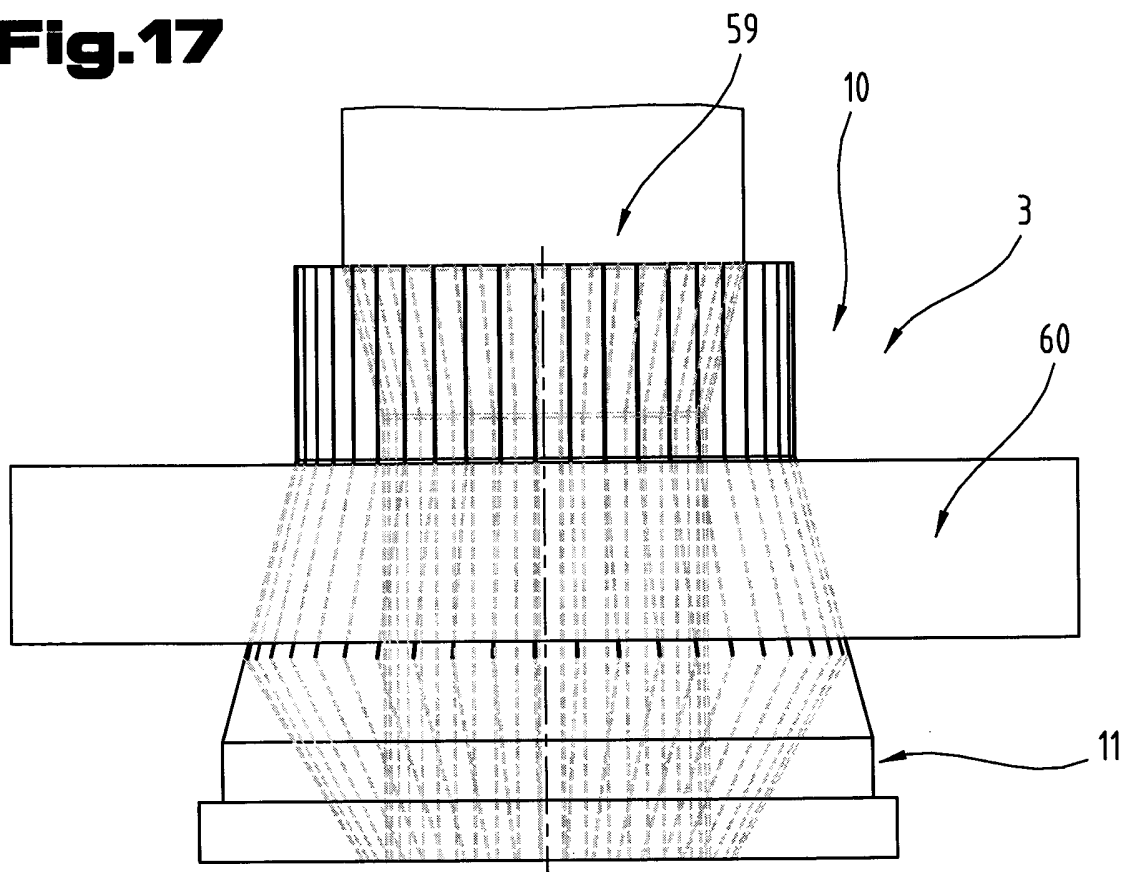


010983

**Fig.16**

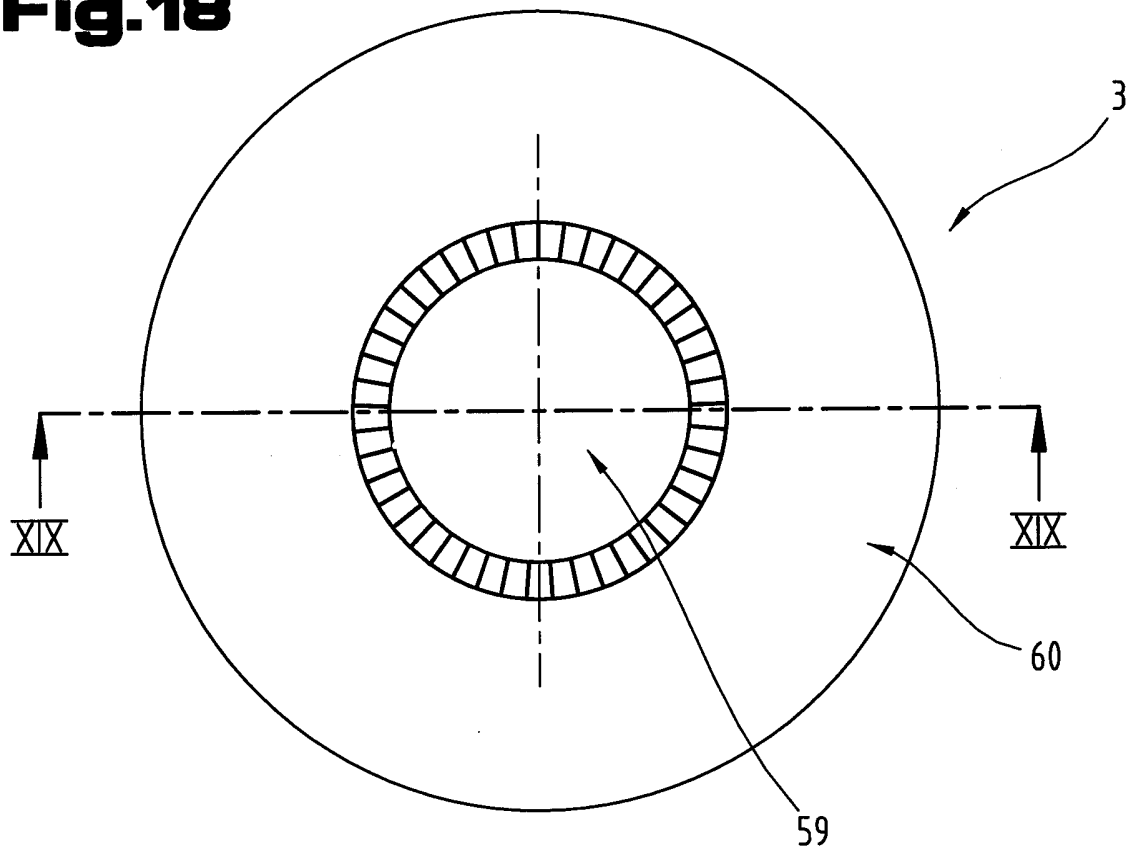


**Fig.17**

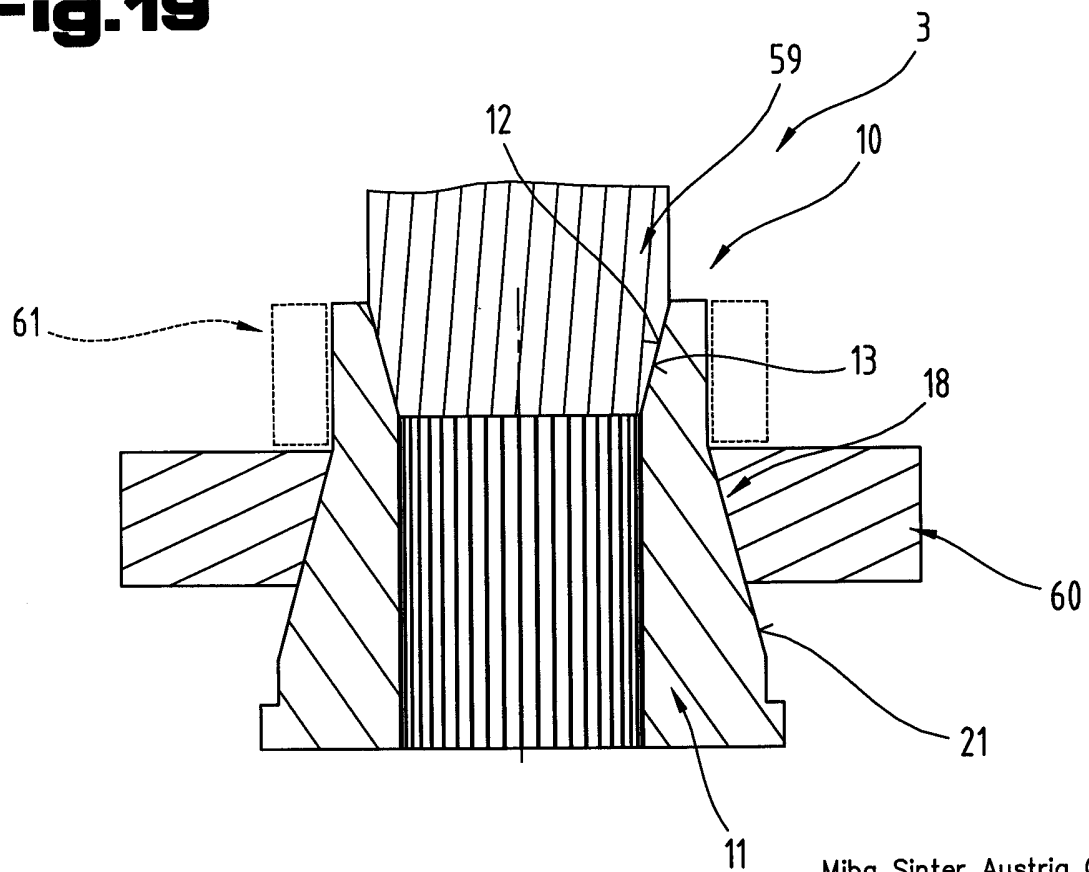


012983

**Fig.18**



**Fig.19**





Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC<sup>8</sup>:  
**B22F 3/03** (2006.01); **B22F 5/08** (2006.01); **B30B 15/02** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:  
**B22F 3/03**, **B22F 5/08**, **B30B 15/02B2**

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
**B22F**; **B30B**

Konsultierte Online-Datenbank:  
**WPI**; **EPODOC**; **TXTN**

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **14. November 2007** eingereichten Ansprüchen erstellt.

| Kategorie <sup>1)</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung:<br>Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum,<br>Textstelle oder Figur soweit erforderlich | Betreffend Anspruch |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| A                       | EP 1 422 050 A2 (DORST) 26. Mai 2004 (26.05.2004)<br><i>Figuren 2 und 5; Anspruch 1</i><br>--                                                                          | 1-34                |
| A                       | DE 198 04 700 A1 (DANFOSS) 19. August 1999 (19.08.1999)<br><i>Figuren 1 und 2; Ansprüche 1-12</i><br>--                                                                | 1-34                |
| A                       | DE 321659 C (PURE COAL) 10. Juni 1929 (10.06.1929)<br><i>Figur 5</i><br>--                                                                                             | 1                   |
| A                       | WO 2005039805 A2 (ALVIER) 6. Mai 2005 (06.05.2005)<br><i>Figuren 1-5</i><br>----                                                                                       | 1                   |

Datum der Beendigung der Recherche:  
**9. Mai 2008**

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):  
**Dipl.-Ing. RIEDER**

<sup>1)</sup> **Kategorien** der angeführten Dokumente:

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

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