

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Mai 2012 (18.05.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/063130 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B21J 5/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB2011/002950

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. November 2011 (11.11.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
GM 698/2010 12. November 2010 (12.11.2010) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): PMG ASTURIAS POWDER METAL S.A.U. [ES/ES]; Pol. Ind. Vega de Baina, E-33682 Mieres (ES).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CASTRO MENÉNDEZ-CASTANEDO, Diego [ES/ES]; Av. Rufé García Rendueles n° 19, Ent. H, ES-33202 Gijón, Principado de Asturias (ES). LÓPEZ MARTÍNEZ, Juan Ignacio [ES/

ES]; C/Albéniz, 18-5°Dcha, ES-33011 Oviedo, Principado de Asturias (ES). PRESA LÓPEZ, Iván José [ES/ES]; C/ Vazquez de Mella 37 - 8° A, ES-33012 Oviedo, Principado de Asturias (ES).

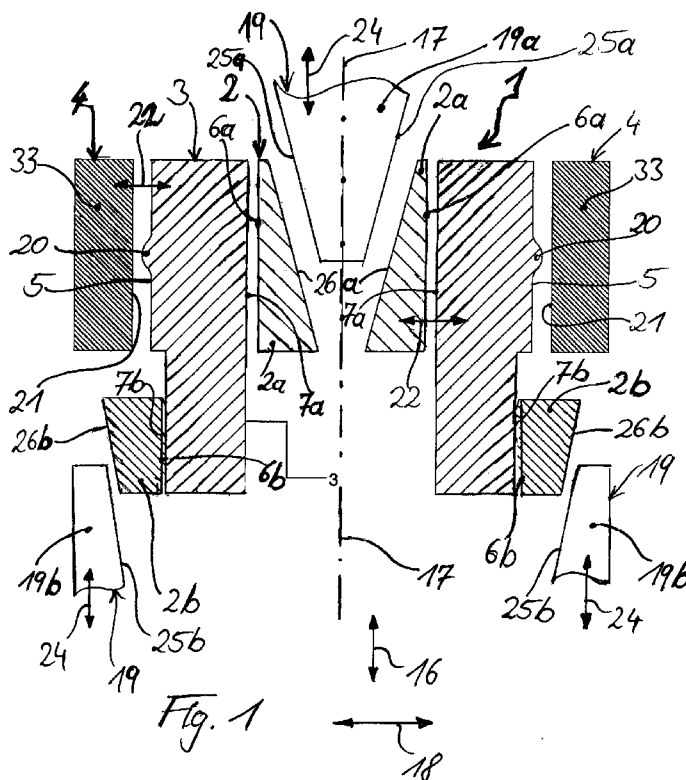
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR FORMING A WORKPIECE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM FORMEN EINES WERKSTÜCKES



(57) Abstract: The invention relates to a method for forming a surface relief on a available surface (21) of a compacted sintered component which forms the workpiece (4), using a forming element (3) that is moved in the working direction (22) towards the available surface (21). The working direction (22) runs radially in relation to the workpiece (4) and a contact surface of the forming element (3), the shape of said surface (5) having a relief (20), is applied to the surface (21) of the workpiece (4) in the working direction (22).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen eines Oberflächen-Reliefs an einer bereitgestellten Oberfläche (21) eines verdichteten Sinterbauteiles als Werkstück (4) mittels eines Formelementes (3), welches in einer Arbeitsrichtung (22) auf die bereitgestellte Oberfläche (21) zu bewegt wird, wobei die Arbeitsrichtung (22) radial bezüglich des Werkstückes (4) verläuft und das Formelement (3) mit einem Form-Relief (20) einer Kontaktfläche (5) die Oberfläche (21) des Werkstückes (4) in Arbeitsrichtung (22) beaufschlagt.



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

Veröffentlicht:

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

Verfahren zum Formen eines Werkstückes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen eines Werkstückes.

Aus WO 2010/075600 A1 ist ein Verfahren zum Formen von Hinterlegungen an der Innenverzahnung einer pulvermetallurgisch hergestellten Schiebemuffe für ein Schaltgetriebe bekannt. Als Hinterlegungen werden hierbei Ausnehmungen im Bereich der Zahnflanken der Innenverzahnung ringförmiger Bauteile bezeichnet. Das Formen erfolgt mit Hilfe eines Rollwerkzeugs, wobei die Hinterlegungen durch ein Hinterrollen unter plastischer Materialverdrängung aus dem Hinterlegungsbereich geformt werden. Aufgrund der Rotationsbewegungen des Rollwerkzeuges entlang der Oberfläche des Werkstückes für eine vordefinierte Anzahl von Werkzeug-Umdrehungen besteht die Gefahr, dass das Werkstück mechanisch deformiert wird.

EP 2 060 346 A2 ist ein Werkzeug zum Verdichten eines Sinterbauteiles oder zum Verdichten eines Pulvers für das herzustellende Sinterbauteil entnehmbar. Das Werkzeug weist ein hinsichtlich seiner radialen Abmessungen veränderliches Verdichtungselement auf, mit dessen Hilfe ein Sinterbauteil in

Form eines einfachen Ringes oder die Verzahnung eines Sinterbauteiles bzw. eines Sinterpulvers verdichtet wird.

In DE 2 212 512 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Formung von Schlössern in Innenverzahnungen verschiebbarer Hülsen beschrieben. Dabei verschieben sich sogenannte Formungsbacken der Vorrichtung radial und erzielen ein Kaltpressen in der Innenverzahnung. Beim Pressen wird überschüssiges Material in den Zahnfuß und den Zahnkopf der Zähne gedrückt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine bereitgestellte Oberfläche eines Werkstückes kostengünstig und gleichzeitig maßhaltig durch Formen zu bearbeiten.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

Gemäß Anspruch 1 ist ein Formelement vorgesehen, welches einfach entlang einer Arbeitsrichtung auf eine bereitgestellte Oberfläche eines verdichteten Sinterbauteiles als Werkstück zu bewegt wird und mit einem Form-Relief einer Kontaktfläche des Formelements die Oberfläche des Werkstückes in Arbeitsrichtung beaufschlagt. Die Bewegung des Formelementes in Arbeitsrichtung erfolgt nicht etwa rotatorisch, sondern zumindest im wesentlichen translatorisch entlang einer radialen Richtung bezüglich des Werkstückes, so dass mit geringem Kraftaufwand ein guter Wirkungsgrad beim Formen des gewünschten Oberflächen-Reliefs erzielt wird, welches durch das Form-Relief der Kontaktfläche des Formelements vordefiniert ist.

Zum Verständnis des Verfahrens gemäß Anspruch 1 sei festgehalten, dass das Form-Relief des Formelementes nicht-komplementär zu der bereitgestellten Oberfläche des bereits verdichteten Sinterbauteiles ausgebildet ist. Vorzugsweise ist das durch Sintern hergestellte Bauteil auch bereits kalibriert.

Das Formen an dem verdichteten Sinterbauteil ermöglicht eine zeitsparende Herstellung des gewünschten Oberflächen-Reliefs oder der gewünschten Endgeometrie des Werkstückes im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren wie Rollieren oder Nachbearbeiten durch Fräsen. Zudem sind mit der Erfindung eine deutlich größere Anzahl unterschiedlicher und komplizierter Relief-Geometrien an der Werkstück-Oberfläche realisierbar, da sie als Negativ-Relief vorgegeben werden können und nicht erst durch eine umständliche Nachbearbeitung hergestellt werden müssen.

Außerdem vermeidet das erfindungsgemäße Verfahren störende Gratbildung an der Werkstück-Oberfläche, was ebenfalls kostenaufwändige Nachbearbeitungsschritte einspart. Die in DE 2 212 512 A1 offenbarte Hülse besteht aus Vollmaterial, so dass beim Pressen überschüssiges Material in den Zahnfuß und den Zahnkopf gedrückt wird. Hierdurch entsteht Grat, der nachträglich bearbeitet und entfernt werden muss. Außerdem muss die Gratbildung bzw. deren Entfernung bei der Dimensionierung der Verzahnung berücksichtigt werden. Diese Verfahrensschritte werden erfindungsgemäß vermieden, indem ein durch Sintern hergestelltes und hierdurch Porosität aufweisendes Sinterbauteil als Werkstück eingesetzt wird. Beim Formen kann deshalb überschüssiges Material in die Poren des Sinterbauteiles gedrückt

werden. Auf diese Weise werden einzelne Oberflächenbereiche des zu formenden Oberflächen-Reliefs nicht durch überschüssiges Material oder Gratbildung beeinträchtigt. Hierdurch ist eine qualitativ hochwertige und maßgenaue Fertigung auch von komplexen Geometrien eines Oberflächen-Reliefs (z.B. Ausnehmungen im Bereich eines Zahnkopfes und/oder eines Zahnfußes eines Zahnes der Innen- oder Außenverzahnung einer Schieberruffe, insbesondere für Kraftfahrzeuge) möglich. Demgegenüber können bei dem Werkstück aus Vollmaterial gemäß DE 2 212 512 A1 lediglich die Flanken der Zähne geformt werden, da das überschüssige Material beim Formen bereits die Zahnfüße und die Zahnköpfe beeinträchtigt.

Das Hineindrücken von überschüssigem Material in die Poren des Sinterbauteiles im Bereich eines Oberflächen-Reliefs während des Formens eines vordefinierten Oberflächen-Reliefs hat den weiteren Vorteil, dass dieser Bereich verbessert gegen Beschädigungen und Verschleiß geschützt werden kann. Hierdurch kann die Lebensdauer des Sinterbauteiles ohne Mehrkosten erhöht werden.

Die Maßnahmen der Ansprüche 2 und 3 ermöglichen eine einfache Anpassung der Verfahrensdurchführung an ringförmige Werkstücke, z.B. Zahnräder oder Schieberruffen für den Automobilbereich. Darüber hinaus ist mittels der radial veränderlichen Erstreckung des Formelementes ein mechanischer Eingriff des Formelementes mit dem Werkstück sowie ein Lösen dieses Eingriffs während der Verfahrensdurchführung technisch einfach realisierbar.

Aufgrund des Verfahrensprinzips können definierte Endgeometrien sowohl an radial inneren als auch an radial äußeren Oberflächen von insbesondere ringförmigen Werkstücken realisiert werden. Die bereitgestellten radial inneren oder äußeren Oberflächen können auch Unterbrechungen (z.B. Einkerbung, Nut, oder dergleichen) aufweisen.

Vorteilhaft erfolgt das Formen des Oberflächen-Reliefs an einzelnen oder sämtlichen Zähnen einer Verzahnung (insbesondere einer Innen- oder Außenverzahnung) eines Werkstückes, so dass die Endgeometrie des Werkstückes besonders kostengünstig und maßgenau gefertigt werden kann.

Eine bevorzugte Anwendung des Verfahrens ist deshalb die Herstellung von Zahnrädern, Schiebemuffen, Synchronringen und Kupplungskörpern für den Automobilbau, insbesondere für Schaltgetriebe von Kraftfahrzeugen.

Mittels Formen kann ein gewünschtes Oberflächen-Relief an einer Verzahnung (insbesondere Verzahnung einer Schiebemuffe) kostengünstig hergestellt werden. Aufgrund der Porosität des als Sinterbauteil hergestellten Werkstückes, insbesondere einer Schiebemuffe, kann beim Formen entstehendes überschüssiges Material von den Poren aufgenommen werden, so dass die Zähne der Verzahnung in sämtlichen Oberflächenbereichen, also auch im Bereich des Zahnkopfes und des Zahnfußes maßhaltig geformt werden können.

Das an einem Zahn zu formende Oberflächen-Relief ist vorzugsweise an einer seitlichen, in Umfangsrichtung einem benachbarten Zahn zugewandten Zahnflanke und/oder an einem radial außenliegenden Kopfbereich und/oder an

einem sich an den Grundkörper des verdichteten Sinterbauteiles anschließenden Fußbereich des Zahnes vorgesehen.

An den Zähnen der Verzahnung können Ausnehmungen geformt sein, d.h. an den Zähnen wird durch Formen Material verdrängt. Die Ausnehmungen können vorteilhaft Hinterlegungen, Anschläge bzw. Anschlagzähne oder Rastnuten an Zähnen der Verzahnung ausbilden.

Herkömmlich werden solche Oberflächen-Reliefs wie Hinterlegungen, Rastnuten oder Anschlagzähne an den Zähnen der Verzahnung oftmals aufwändig durch Fräsen, Rollieren oder anderweitiges Nachbearbeiten hergestellt. Darüber hinaus ist die herkömmliche Nachbearbeitung mit Einschränkungen bei der Reliefgestaltung an der Verzahnung verbunden, während das erfindungsgemäß vorgeschlagene Formen beliebige Oberflächen-Reliefs in sämtlichen Oberflächenbereichen (insbesondere Kopfbereich, Seitenflanken, Fußbereich) der Zähne erlaubt.

Die Oberflächen-Reliefs können z.B. Hinterlegungen und/oder Rastnuten und/oder Anschlagzähne aufweisen. Herkömmlich müssen an einem Zahn mehrere Bearbeitungsschritte durchgeführt werden, wenn z.B. eine Hinterlegung und eine Rastnut, d.h. mehrere Relief-Typen an diesem Zahn vorgesehen sind. Mittels des Formens können auch diese unterschiedlichen Relief-Typen mit einem entsprechend ausgestalteten Form-Relief in einem einzigen Arbeitsschritt zeit- und kostensparend an den dafür vorgesehenen Zähnen der Verzahnung realisiert werden.

Die mechanische Bewegungssteuerung des Formelementes mittels eines quer zu seiner Arbeitsrichtung entlang einer Antriebsrichtung beweglichen Antriebselementes ermöglicht eine definierte Kraftübertragung auf die Oberfläche des Werkstückes und unterstützt folglich eine maßhaltige Endgeometrie des Werkstückes.

Die Maßnahmen der Ansprüche 10 bis 14 verbessern zusätzlich die definierte Kraftübertragung auf das Werkstück.

Anspruch 15 unterstützt eine definierte mechanische Kopplung zwischen dem Formelement und den übrigen Bauteilen eines Antriebs-Werkzeugs während der Verfahrensdurchführung.

Vorteilhaft verlaufen die zueinander komplementären Flächen des Übertragungselements und des Formelementes parallel zur Antriebsrichtung des Antriebselementes. Diese Geometrie unterstützt einen konstruktiv einfachen Aufbau des Formelementes und dessen kostengünstige Herstellung. Außerdem fördert der einfache Aufbau des Formelementes den funktionssicheren Ablauf des Verfahrens zum Formen.

Anspruch 17 betrifft eine bevorzugte Ausführungsform des Übertragungselementes, welche die Bewegungssteuerung des Formelementes abhängig von dessen konstruktiver Ausgestaltung unterstützt.

Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird weiterhin vorgeschlagen, ein Werkzeug zu verwenden, um an einer bereitgestellten Oberfläche eines als

verdichtetes Sinterbauteil ausgebildeten Werkstückes ein Oberflächen-Relief zu formen. Dabei weist das Werkzeug ein Formelement auf, welches in einer radialen Arbeitsrichtung in Richtung des verdichteten Sinterbauteiles beweglich ist und eine Kontaktfläche mit einem Form-Relief aufweist. Mit diesem Form-Relief beaufschlagt das Werkzeug die bereitgestellte und durch Formen zu bearbeitende Oberfläche des verdichteten Sinterbauteiles in Arbeitsrichtung. Somit trägt dieses Werkzeug dazu bei, bereitgestellte Oberflächen von bereits verdichteten Sinterbauteilen (z.B. eine Innenverzahnung oder Außenverzahnung von Schiebemuffen für Kraftfahrzeuge) kostengünstig durch Formen zu bearbeiten. Dabei wird an der bereitgestellten Oberfläche ein Oberflächen-Relief geformt, welches durch das Form-Relief des Formelementes vordefiniert ist.

Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine geschnittene schematische Seitenansicht des Werkzeugs in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine geschnittene schematische Seitenansicht des Werkzeugs in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Formelementes in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 4 eine geschnittene Seitenansicht des Formelementes gemäß Fig. 3,

Fig. 5A, 5B perspektivische Teildarstellungen zweier Formelemente mit unterschiedlichen Form-Reliefs zum Formen der Innenverzahnung einer Schiebemuffe,

Fig. 6 eine perspektivische Teildarstellung einer Schiebemuffe mit einer für das Formen bereitgestellten Innenverzahnung, vor dem Formungsvorgang,

Fig. 7A, 7B, 7C perspektivische Teildarstellungen von Schiebemuffen mit unterschiedlichen Oberflächen-Reliefs an der Innenverzahnung nach dem Formen,

Fig. 8A, 8B eine perspektivische Darstellung eines Zahnes der Innenverzahnung einer Schiebemuffe, vor und nach dem Formen eines Oberflächen-Reliefs,

Fig. 9 ein Teilquerschnitt eines Formelementes zum Formen des Oberflächen-Reliefs an dem Zahn gemäß Fig. 8B,

Fig. 10A, 10B eine perspektivische Darstellung eines Zahnes der Innenverzahnung einer Schiebemuffe, vor und nach dem Formen einer weiteren Ausführungsform des Oberflächen-Reliefs,

Fig. 11 ein Teilquerschnitt eines Formelementes zum Formen des Oberflächen-Reliefs an dem Zahn gemäß Fig. 10B,

Fig. 12A, 12B eine perspektivische Darstellung eines Zahnes der Innenverzahnung einer Schiebemuffe, vor und nach dem Formen einer weiteren Ausführungsform des Oberflächen-Reliefs,

Fig. 12C, 12D perspektivische Darstellungen von Zähnen der Innenverzahnung einer Schiebemuffe, nach dem Formen weiterer Ausführungsformen des Oberflächen-Reliefs,

Fig. 13 ein Teilquerschnitt eines Formelementes zum Formen des Oberflächen-Reliefs an dem Zahn gemäß Fig. 12B,

Fig. 14A, 14B eine perspektivische Darstellung eines Zahnes der Innenverzahnung einer Schiebemuffe, vor und nach dem Formen einer weiteren Ausführungsform des Oberflächen-Reliefs,

Fig. 15 ein Teilquerschnitt eines Formelementes zum Formen des Oberflächen-Reliefs an dem Zahn gemäß Fig. 14B,

Fig. 16 eine geschnittene Seitenansicht einer Antriebsvorrichtung für das Werkzeug in einer Position vor dem Formen des Werkstückes,

Fig. 17 die geschnittene Seitenansicht der Antriebsvorrichtung und des Werkzeugs gemäß Fig. 16 in einer Position während des Formens des Werkstückes.

Das Werkzeug 1 zum Formen gemäß Fig. 1 weist ein Übertragungselement 2 und ein Formelement 3 auf. Das Übertragungselement 2 enthält einen ersten Übertragungselementteil 2a und einen zweiten Übertragungselementteil 2b. Beide Übertragungselementteile 2a und 2b sind in Axialrichtung 16 des Werkzeugs 1, das heißt entlang einer Mittellängsachse 17 des Werkzeugs 1, mit Abstand zueinander angeordnet. Das Formelement 3 ist hinsichtlich seiner radialen Erstreckung in Radialrichtung 18 veränderbar. Hierzu werden einzelne oder sämtliche Übertragungselementteile 2a, 2b in Radialrichtung 18 bewegungsgesteuert. Diese Bewegungssteuerung erfolgt mittels eines zugeordneten, in Fig. 1 lediglich schematisch dargestellten Antriebselementes 19a, 19b.

Das Formelement 3 trägt eine Kontaktfläche 5 mit einem Form-Relief 20, welches eine bereitgestellte radial innere Oberfläche 21 des ringförmigen Werkstückes 4 zum Formen in Arbeitsrichtung 22 beaufschlagen soll. Das

Werkstück 4 ist als ein verdichtetes Sinterbauteil ausgebildet. Die Arbeitsrichtung 22 verläuft im wesentlichen in Radialrichtung 18 des Werkstückes 4. Das Form-Relief 20 ist nicht-komplementär bezüglich der zu formenden inneren Oberfläche 21 ausgebildet. Um die innere Oberfläche 21 zu formen, wird das Formelement 3 mittels des Antriebselementes 19 und des Übertragungselementes 2 in Richtung seiner radial größten Erstreckung bewegt (Fig. 1).

Zum Formen einer bereitgestellten radial äußeren Oberfläche 23 wird das Formelement 3 mittels des Antriebselementes 19, 19a, 19b und des Übertragungselementes 2 in Richtung seiner radial kleinsten Erstreckung bewegt (Fig. 2).

Zur Bewegungssteuerung des Formelementes 3 wird das Antriebselement 19 quer zur Arbeitsrichtung 22 entlang einer Antriebsrichtung 24 angetrieben. Die Antriebsrichtung 24 verläuft parallel zur Axialrichtung 16. Miteinander korrespondierende bzw. zusammenwirkende Flächen des Antriebselementes 19, des Übertragungselementes 2 und des Formelementes 3 gewährleisten die notwendige Kraftübertragung auf das Formelement 3, damit dieses in seine unterschiedliche Positionen vor, während und nach dem Formen überführt werden kann, ohne dass es zu unerwünschten mechanischen Kontakten zwischen dem Formelement 3 und seines Form-Reliefs 20 mit dem Werkstück 4 kommt. Das Antriebselement 19 weist eine Antriebsfläche 25a, 25b auf, welche in einem spitzen Winkel zur Antriebsrichtung 24 verläuft. Die Antriebsfläche 25a wirkt mit einer komplementären Übertragungsfläche 26a des Übertragungselementes 2a zusammen. Analoges gilt für die Antriebsfläche 25b

und eine komplementäre Übertragungsfläche 26b des Übertragungselementes 2b.

Das Übertragungselement 2 ist zwischen dem Antriebselement 19 und dem Formelement 3 angeordnet. Das Übertragungselement 2a bzw. 2b weist eine zweite Übertragungsfläche 6a bzw. 6b auf, welche mit einer komplementären Anlagefläche 7a bzw. 7b des Formelementes 3 zusammenwirkt. Die zweiten Übertragungsflächen 6a, 6b und die Anlageflächen 7a, 7b verlaufen parallel zur Antriebsrichtung 24 bzw. in Axialrichtung 16.

Mindestens ein Übertragungselementteil 2a, 2b und/oder das Formelement 3 sind vorzugsweise auch in Axialrichtung 16 beweglich.

Das Formelement 3 ist vorzugsweise im wesentlichen ringförmig oder hohlzylindrisch ausgebildet. Dies ist am besten in Fig. 3 und Fig. 4 erkennbar. Entlang seiner Umfangsrichtung können eine Vielzahl von Schlitten 8 vorgesehen sein. Sie ermöglichen eine einfache radial veränderliche Erstreckung der Abmessungen des Formelementes 3. Das Formelement 3 kann gewissermaßen in Radialrichtung 18 „geöffnet“ (radiale Vergrößerung) und „geschlossen“ (radiale Verkleinerung) werden.

Das mit Schlitten 8 versehene Formelement 3 gemäß Fig. 5A, 5B ist für die Realisierung von radial inneren Endgeometrien an einer inneren Oberfläche 21 des Werkstückes 4 geeignet.

Das Formelement 3 gemäß Fig. 3 und Fig. 4 ist für das Formen einer radial äußeren Oberfläche 23 eines Werkstückes 4 geeignet. Die Schlitz 8 sind in Radialrichtung 18 ausgerichtet, sie erstrecken sich in Axialrichtung 16 jedoch nicht über die gesamte Länge des Formelementes 3. Die bereitgestellte äußere Oberfläche 23 kann in Umfangsrichtung 29 vollständig zylindrisch ausgebildet sein, so dass mittels der Form-Reliefs 20 einzelne Ausnehmungen geformt werden können. Die äußere Oberfläche kann alternativ eine Außenverzahnung 31 mit einem oder mehreren Zähnen 27 aufweisen, wie dies schematisch in Fig. 4 angedeutet ist. In diese Zähne 27 der Außenverzahnung 31 können dann mittels der Form-Reliefs 20 einzelne Ausnehmungen wie z.B. Rastnuten 14 geformt werden.

In einer Ausführungsform handelt es sich bei der bereitgestellten Oberfläche des Werkstückes 4 um die noch nicht geformte Innenverzahnung 11 einer Schiebemuffe 10 (Fig. 6). Die zu formende Endgeometrie bzw. das zu formende Oberflächen-Relief der Innenverzahnung 11 werden durch das Form-Relief 20 des Formelementes 3 definiert (Fig. 5A, 5B). Mittels des jeweils definierten Form-Reliefs 20 kann die durch Formen zu bearbeitende Innenverzahnung 11 unterschiedliche Endgeometrien annehmen: Die Innenverzahnung 11 oder einzelne Zähne 27 davon können nach dem Formen z.B. die Geometrie und Funktion von Hinterlegungen 12 (Fig. 7A, 8B, 10B), von Anschlagzähnen 13 (Fig. 7B, 14B) oder von Rastnuten 14 (Fig. 7C, 12B, 12C, 12D) aufweisen.

Bei einer entsprechenden Ausgestaltung des Formelementes 3 (z.B. prinzipiell gemäß Fig. 2, 3, 4) können selbstverständlich auch einzelne Zähne 27 einer

Außenverzahnung 31 die vorbeschriebenen oder nachfolgend noch zu beschreibenden Endgeometrien aufweisen.

In Fig. 8B ist eine erste Variante einer durch Formen hergestellten Hinterlegung 12 an einem Zahn 27 dargestellt. Die Geometrie dieser Hinterlegung 12 entspricht im wesentlichen der Variante gemäß Fig. 7A. Ein zum Formen dieser Hinterlegung 12 verwendbares Formelement 3 ist in Fig. 9 in der das Formen bewirkenden Arbeitsposition dargestellt.

Die Konstruktion eines noch nicht geformten Zahnes 27 einer Verzahnung ist anhand von Fig. 8A gut erkennbar. Er weist einen radial ausgerichteten Kopfbereich 30 auf. Diesem Kopfbereich 30 radial gegenüberliegend und dem Grundkörper 33 des Sinterbauteiles 4 bzw. der Schiebemuffe 10 zugewandt befindet sich ein Fußbereich 32 des Zahnes. Zwischen dem Kopfbereich 30 und dem Fußbereich 32 sind zwei seitliche Zahnflanken 28 angeordnet. Jeweils eine Zahnflanke 28 ist einem in Umfangsrichtung 29 des Sinterbauteiles 4 benachbarten Zahn 27 zugewandt.

Bei der Ausführungsform des Zahnes 27 gemäß Fig. 8A werden mittels des Formelementes 3 insbesondere die beiden Zahnflanken 28 und in geringem Umfang vorzugsweise auch der Fußbereich 32 geformt derart, dass mittels des Formens als Hinterlegungen 12 ausgebildete Ausnehmungen an den Zahnflanken 28 entstehen.

In Fig. 10B ist eine weitere Variante einer durch Formen der Seitenflanken 28 und des Fußbereiches 32 hergestellten Hinterlegung 12 an einem Zahn 27

dargestellt. Ein zum Formen dieser Hinterlegung 12 verwendbares Formelement 3 ist in Fig. 11 in der das Formen bewirkenden Arbeitsposition dargestellt.

In den Fig. 12B, 12C und 12D ist jeweils eine Variante einer durch Formen hergestellten Rastnut 14 an einem Zahn 27 dargestellt. Die Rastnut 14 bildet eine Ausnehmung in dem Kopfbereich 30 des Zahnes 27. Ein zum Formen dieser Rastnuten 14 prinzipiell verwendbares Formelement 3 ist in Fig. 13 in der das Formen bewirkenden Arbeitsposition dargestellt. Die noppenartige Geometrie des Form-Reliefs 20 zum Formen der Rastnut 14 ist dabei jeweils an die geometrische Variante der Rastnut 14 angepasst. Weiterhin ist Fig. 12B, 12C und 12D entnehmbar, dass das Oberflächen-Relief des Zahnes 27 sowohl eine Hinterlegung 12 als auch eine Rastnut 14 aufweist. Dieses Oberflächen-Relief kann mittels eines einzigen Formelementes 3 geformt werden. Alternativ können zeitlich hintereinander mehrere, insbesondere zwei, Formelemente 3 mit unterschiedlichem Form-Relief 20 verwendet werden, um das gesamte Oberflächen-Relief (Hinterlegung 12 und Rastnut 14) am Zahn 27 zu formen.

In Fig. 14B ist ein sogenannter Anschlagzahn 13 als Oberflächen-Relief an einem Zahn 27 dargestellt. Ein zum Formen dieses Anschlagzahnes 13 verwendbares Formelement 3 ist in Fig. 15 in der das Formen bewirkenden Arbeitsposition dargestellt. Der Anschlagzahn 13 wird hergestellt, indem insbesondere zwei in Axialrichtung 16 äußere Kopfabschnitte 35 des Kopfbereiches 30 beaufschlagt werden. Vorzugsweise werden außerdem in geringerem Maße die beiden Zahnflanken 28 und der Fußbereich 32 beaufschlagt. Durch das Formen entstehen ein den eigentlichen Anschlagzahn

13 bildender Kopfabschnitt 34 und die beiden ihn flankierenden äußeren Kopfabschnitte 35. Der Kopfabschnitt 34 einerseits und die Kopfabschnitte 35 andererseits weisen bedingt durch den Formungsvorgang radial eine unterschiedliche lange Erstreckung auf.

Die Formelemente 3 gemäß Fig. 9, 11, 13, 15 können prinzipiell den konstruktiven Aufbau gemäß Fig. 5A oder 5B haben – jedoch mit einem entsprechend angepassten Form-Relief 20.

In Fig. 16 und Fig. 17 sind das Antriebselement 19 bzw. deren Teile 19a, 19b und das Werkzeug 1 als Bestandteile einer Antriebsvorrichtung 15 erkennbar. Die Antriebsvorrichtung 15 kann unterschiedlich ausgestaltet sein und ermöglicht die Übertragung der notwendigen Kräfte zur Bewegungssteuerung des Formelementes 3. Die konstruktive Ausgestaltung der Antriebsvorrichtung 15 sorgt dafür, dass das Formelement 3 ohne unerwünschte Kontaktierung zwischen seinem Form-Relief 20 und seiner Kontaktfläche 5 mit dem Werkstück 4 in die gewünschte Position überführt werden kann. Insbesondere können mittels der Antriebsvorrichtung 15 das Übertragungselement 2 bzw. Teile 2a, 2b davon und/oder das Formelement 3 und/oder das Antriebselement 19 bzw. Teile 19a, 19b davon während der Verfahrensdurchführung in Axialrichtung 16 bewegt werden.

Im Falle eines Formvorganges an einer bereitgestellten radial inneren Oberfläche 21 eines als verdichtetes Sinterbauteil ausgebildeten Werkstückes 4 reduziert die Antriebsvorrichtung 15 mittels des Übertragungselementes 2b die radiale Erstreckung des Formelementes 3 und überführt es in eine

Ausgangsposition innerhalb des Werkstückes 4 mit radialem Abstand zu der zu formenden inneren Oberfläche 21 (Fig. 16). Außerdem ist das Formelement 3 auch axial in die erforderliche Position überführt. Danach steuert die Antriebsvorrichtung 15 mittels des Teiles 19a des Antriebselementes 19 das Übertragungselement 2a derart, dass letzteres die radiale Erstreckung des Formelementes 3 vergrößert, um in einer Arbeitsposition die Formung durchzuführen.

Im Falle eines Formvorganges an einer bereitgestellten radial äußeren Oberfläche 23 eines Werkstückes 4 bewirkt die erforderlichenfalls konstruktiv entsprechend angepasste Antriebsvorrichtung 15 mittels des Übertragungselementes 2a und/oder 2b, dass das Formelement 3 zunächst radial vergrößert wird und ohne Kontakt mit dem Werkstück 4 in eine Ausgangsposition überführt wird, in der das Form-Relief 20 und die Kontaktfläche 5 die radial äußere Oberfläche 23 des Werkstückes 4 mit radialem Abstand umgeben. Außerdem ist das Formelement 3 auch axial in die erforderliche Position überführt. Danach steuert die Antriebsvorrichtung 15 das Übertragungselement 2a und/oder 2b derart, dass dieses die radiale Erstreckung des Formelementes 3 verkleinert, um in einer Arbeitsposition die Formung durchzuführen.

Bezugszeichenliste

- 1 Werkzeug
- 2, 2a, 2b Übertragungselement
- 3 Formelement

- 4 Werkstück
- 5 Kontaktfläche
- 6a, 6b zweite Übertragungsfläche
- 7a, 7b Anlagefläche
- 8 Schlitz
- 9 Segment
- 10 Schiebemuffe
- 11 nicht geformte Innenverzahnung
- 12 Hinterlegung
- 13 Anschlagzahn
- 14 Rastnut
- 15 Antriebsvorrichtung
- 16 Axialrichtung
- 17 Mittellängsachse
- 18 Radialrichtung
- 19, 19a, 19b Antriebselement
- 20 Form-Relief
- 21 innere Oberfläche
- 22 Arbeitsrichtung
- 23 äußere Oberfläche
- 24 Antriebsrichtung
- 25a, 25b Antriebsfläche
- 26a, 26b Übertragungsfläche
- 27 Zahn
- 28 Seitliche Zahnflanke
- 29 Umfangsrichtung

- 30 Kopfbereich
- 31 Außenverzahnung
- 32 Fußbereich
- 33 Grundkörper
- 34, 35 Kopfabschnitt

Ansprüche

1. Verfahren zum Formen eines Oberflächen-Reliefs (12, 13, 14) an einer bereitgestellten Oberfläche (11, 21, 23, 31) eines als verdichtetes Sinterbauteil (4, 10) ausgebildeten Werkstückes, wobei
 - ein Formelement (3) zum Formen des Oberflächen-Reliefs (12, 13, 14) in einer Arbeitsrichtung (22) auf die bereitgestellte Oberfläche (11, 21, 23, 31) des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) zu bewegt wird,
 - die Arbeitsrichtung (22) des Formelementes (3) in einer radialen Richtung (18) bezüglich des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) verläuft und
 - das Formelement (3) mit einem Form-Relief (20) einer Kontaktfläche (5) die bereitgestellte Oberfläche (11, 21, 23, 31) des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) in Arbeitsrichtung (22) beaufschlägt.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bewegung des Formelementes (3) eine radiale Erstreckung des Formelementes (3) in Arbeitsrichtung (22) verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die radiale Erstreckung des Formelementes (3)
 - in Richtung der radial größten Erstreckung verändert wird, wenn das Oberflächen-Relief (12, 13, 14) an einer bereitgestellten radial inneren Oberfläche (11, 21) des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) geformt wird und
 - in Richtung der radial kleinsten Erstreckung verändert wird, wenn das

Oberflächen-Relief (12, 13, 14) an einer bereitgestellten radial äußeren Oberfläche (23, 31) des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) geformt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberflächen-Relief (12, 13, 14) an einer Verzahnung, insbesondere einer Innenverzahnung (11) oder Außenverzahnung (31), als bereitgestellte Oberfläche des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) geformt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das verdichtete Sinterbauteil als Schiebemuffe (10) für ein Schaltgetriebe eines Kraftfahrzeuges ausgebildet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberflächen-Relief (12, 13, 14) an mindestens einem Zahn (27) einer bereitgestellten Innenverzahnung (11) oder Außenverzahnung (31) geformt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberflächen-Relief (12, 13, 14)

- an einer in Umfangsrichtung (29) der Verzahnung (11, 31) einem benachbarten Zahn (27) zugewandten seitlichen Zahnflanke (28) und/oder
- an einem radial außenliegenden Kopfbereich (30) und/oder

- an einem sich an den Grundkörper (33) des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) anschließenden Fußbereich (32) des Zahnes (27) geformt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

das geformte Oberflächen-Relief

- eine als Ausnehmung in der seitlichen Zahnflanke (28) ausgebildete

Hinterlegung (12) aufweist und/oder

- eine als Ausnehmung in dem Kopfbereich (30) ausgebildete Rastnut (14)

aufweist und/oder

- einen Anschlagzahn (13) aufweist mit im Kopfbereich (30) mindestens zwei unterschiedlichen Kopfabschnitten (34, 35), welche sich in radialer Richtung (18) unterschiedlich weit erstrecken.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Bewegung des Formelementes (3) mittels eines quer zu seiner

Arbeitsrichtung (22) entlang einer Antriebsrichtung (24) beweglichen

Antriebselementes (19, 19a, 19b) gesteuert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Antriebsrichtung (24) in axialer Richtung (16) bezüglich des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) verläuft.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Antriebselement (19, 19a, 19b) eine Antriebsfläche 25a, 25b) zur Kraftübertragung auf das Formelement (3) aufweist.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Antriebsfläche (25a, 25b) in einem spitzen Winkel zur Antriebsrichtung (24) des Antriebselementes (19, 19a, 19b) verläuft.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Antriebsfläche (25a, 25b) mit einer komplementären Übertragungsfläche (26a, 26b) eines zwischen dem Antriebselement (19, 19a, 19b) und dem Formelement (3) positionierten Übertragungselementes (2, 2a, 2b) zusammenwirkt.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Übertragungselement (2, 2a, 2b) in Arbeitsrichtung (22) des Formelementes (3) und/oder in Antriebsrichtung (24) des Antriebselementes (19, 19a, 19b) beweglich ist.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,

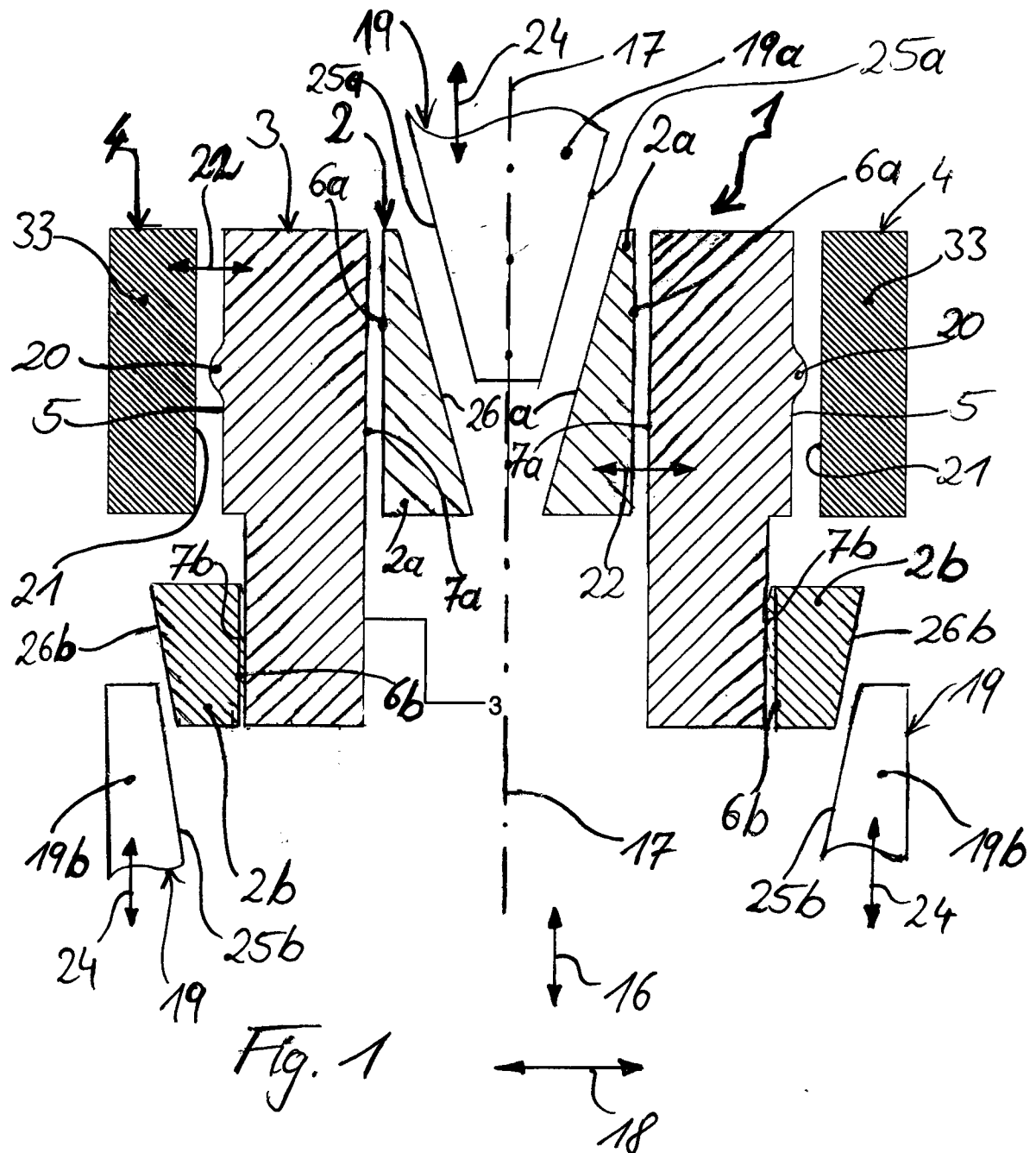
dadurch gekennzeichnet, dass

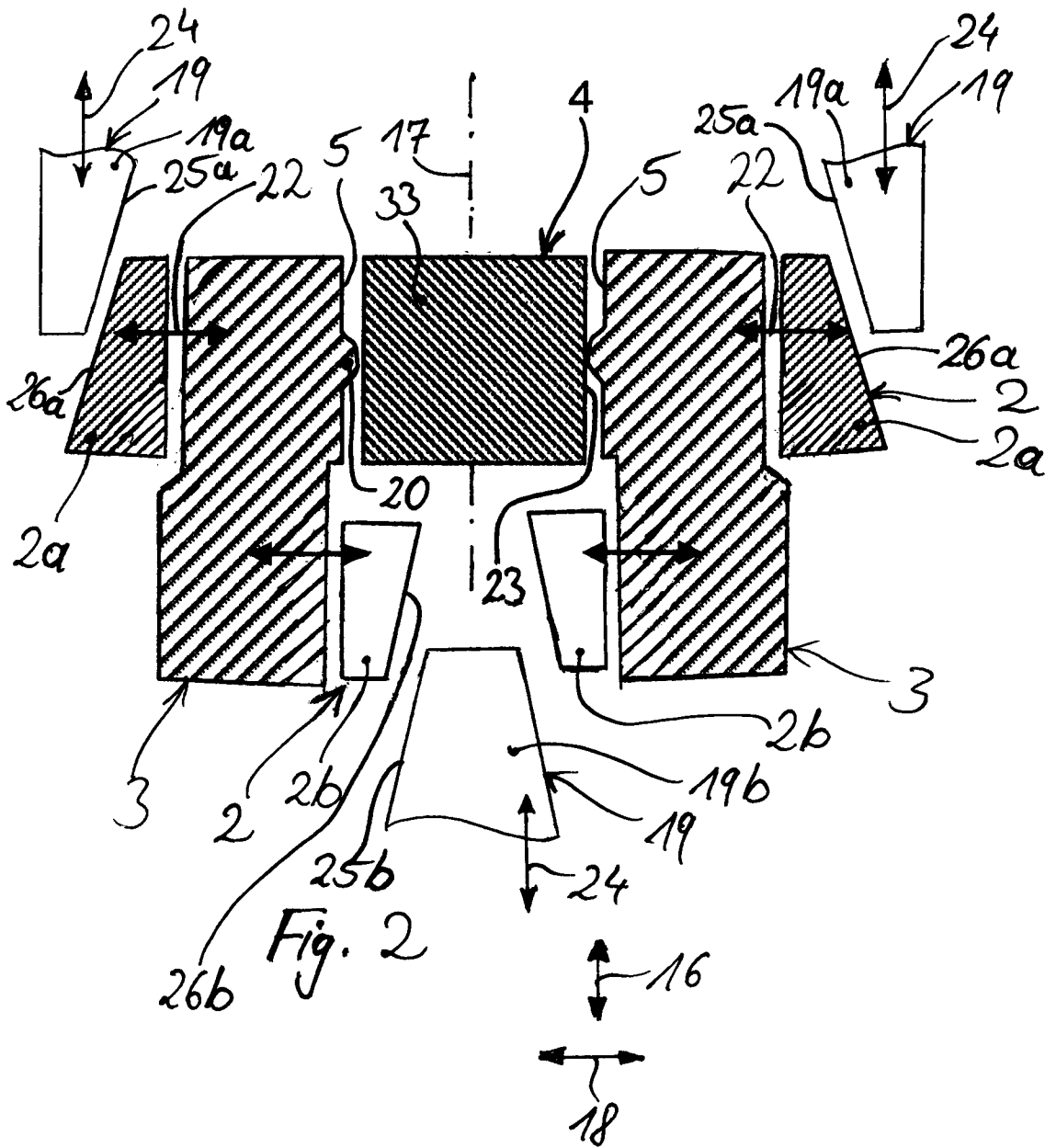
das Übertragungselement (2, 2a, 2b) eine zweite Übertragungsfläche (6a, 6b) aufweist, welche mit einer komplementären Anlagefläche (7a, 7b) des Formelementes (3) zusammenwirkt.

16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Übertragungsfläche (6a, 6b) und die Anlagefläche (7a, 7b) parallel zur Antriebsrichtung (24) des Antriebselements (19, 19a, 19b) verlaufen.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Formelement (3) mit einem Übertragungselement (2) zusammenwirkt,
welches mindestens zwei quer zur Arbeitsrichtung (22) voneinander beabstandete Übertragungselementteile (2a, 2b) aufweist, wobei jeder Übertragungselementteil (2a, 2b) eine zweite Übertragungsfläche (6a, 6b) aufweist und mit jeweils einer Anlagefläche (7a, 7b) des Formelementes (3) zusammenwirkt.

18. Verwendung eines Werkzeugs (1) zum Formen eines Oberflächen-Reliefs (12, 13, 14) an einer bereitgestellten Oberfläche (11, 21, 23, 31) eines als verdichtetes Sinterbauteil (4, 10) ausgebildeten Werkstückes, wobei das Werkzeug (1) ein Formelement (3) aufweist, welches in einer radialen Arbeitsrichtung (18, 22) beweglich ist und eine Kontaktfläche (5) mit einem Form-Relief (20) aufweist zur Beaufschlagung der Oberfläche (11, 21, 23, 31) des verdichteten Sinterbauteiles (4, 10) in Arbeitsrichtung (22).





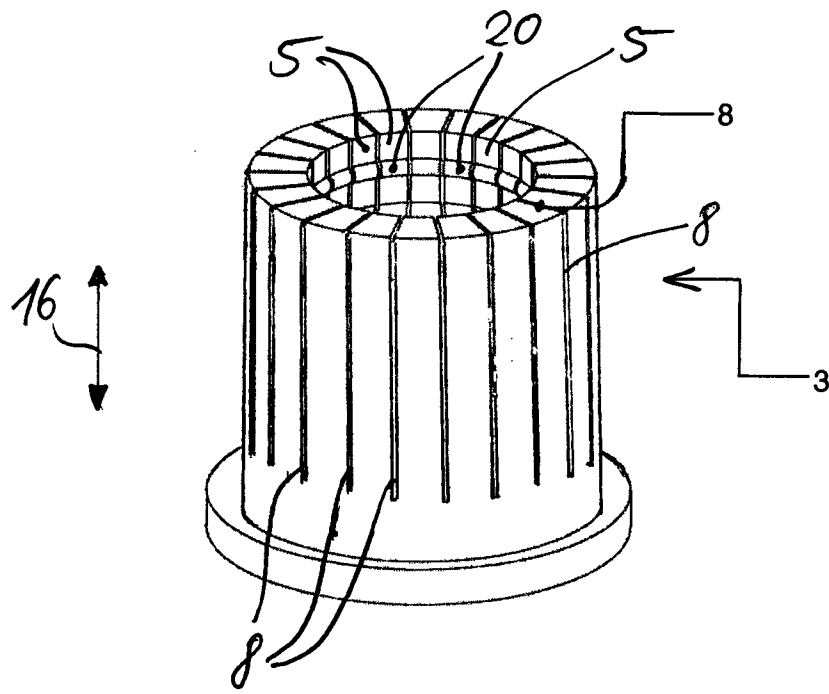


Fig. 3

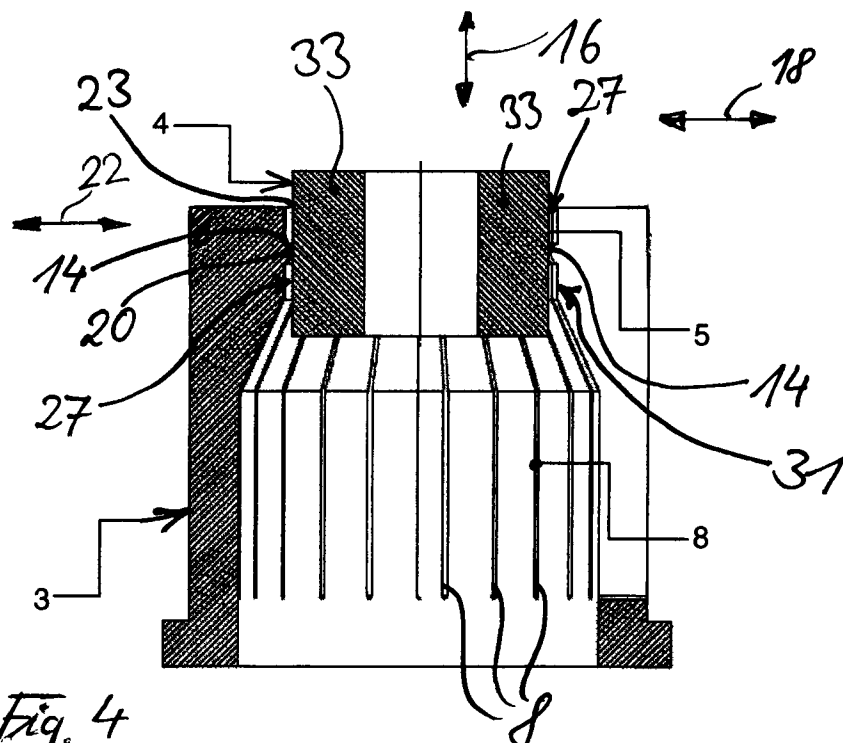


Fig. 4

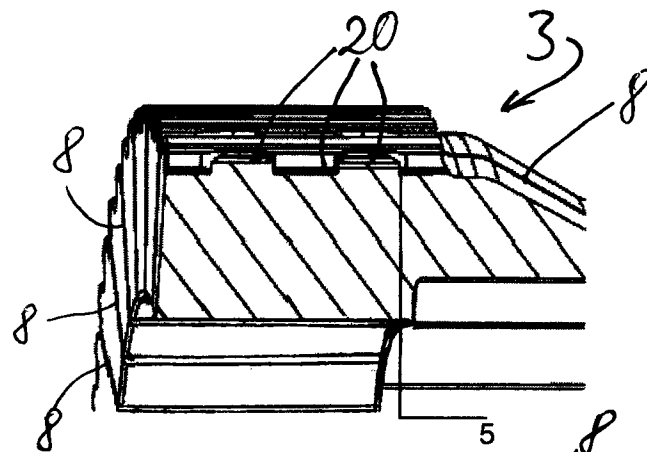


Fig. 5A

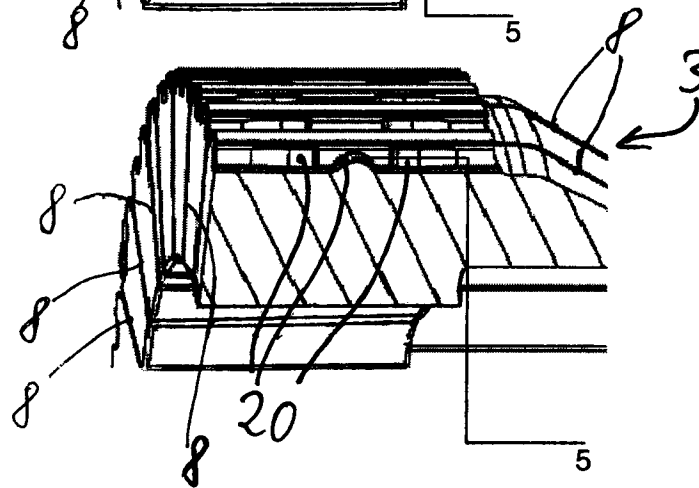
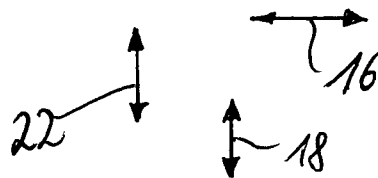


Fig. 5B



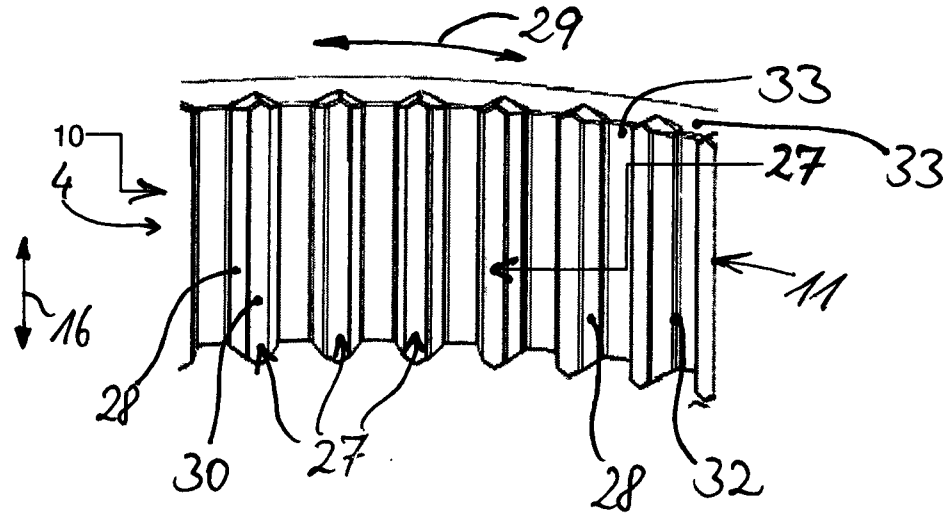


Fig. 6

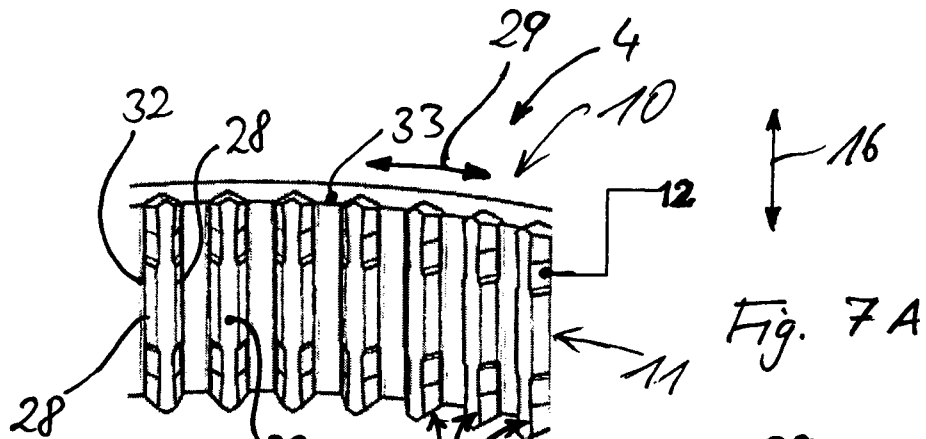


Fig. 7A

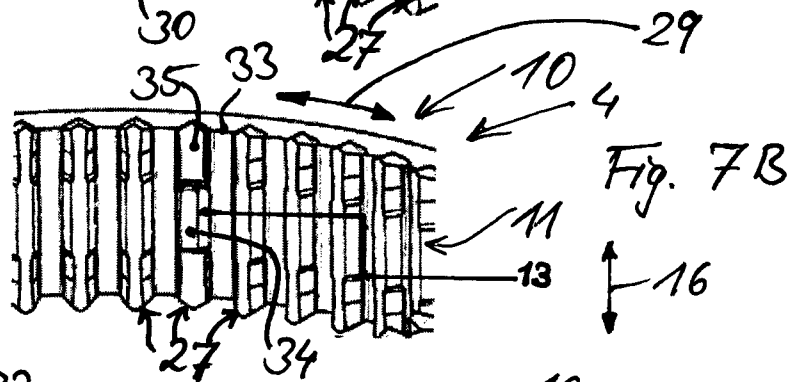


Fig. 7B

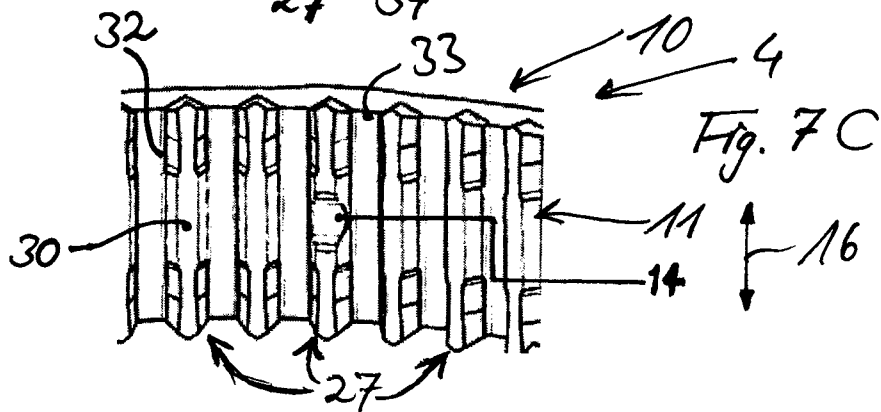
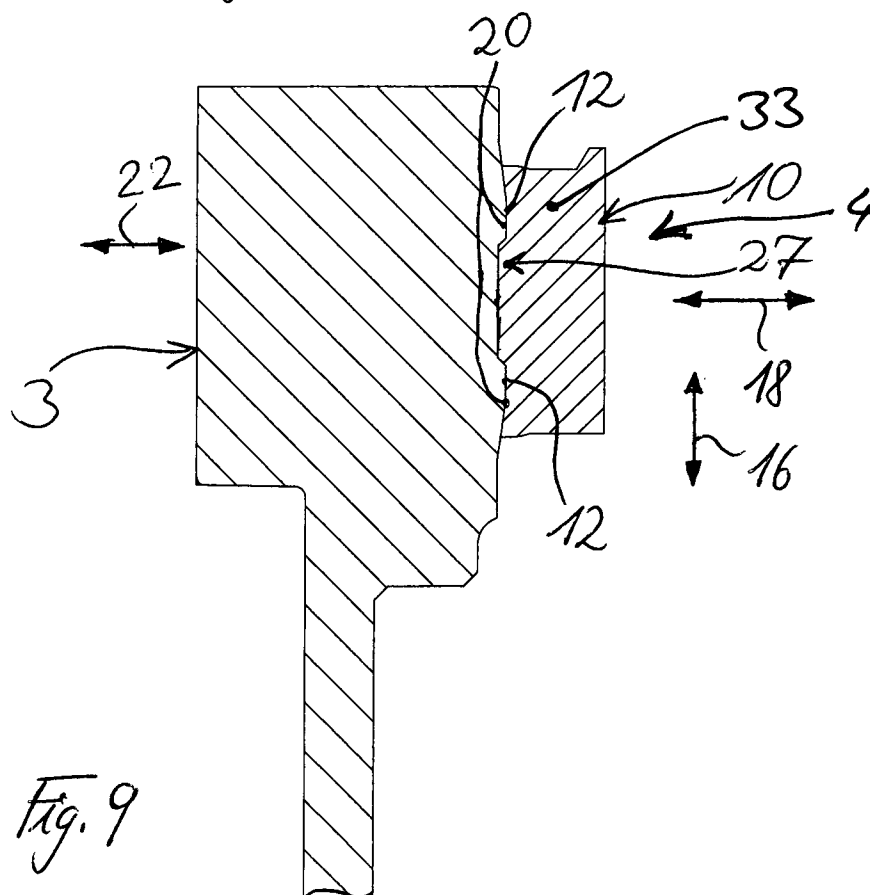
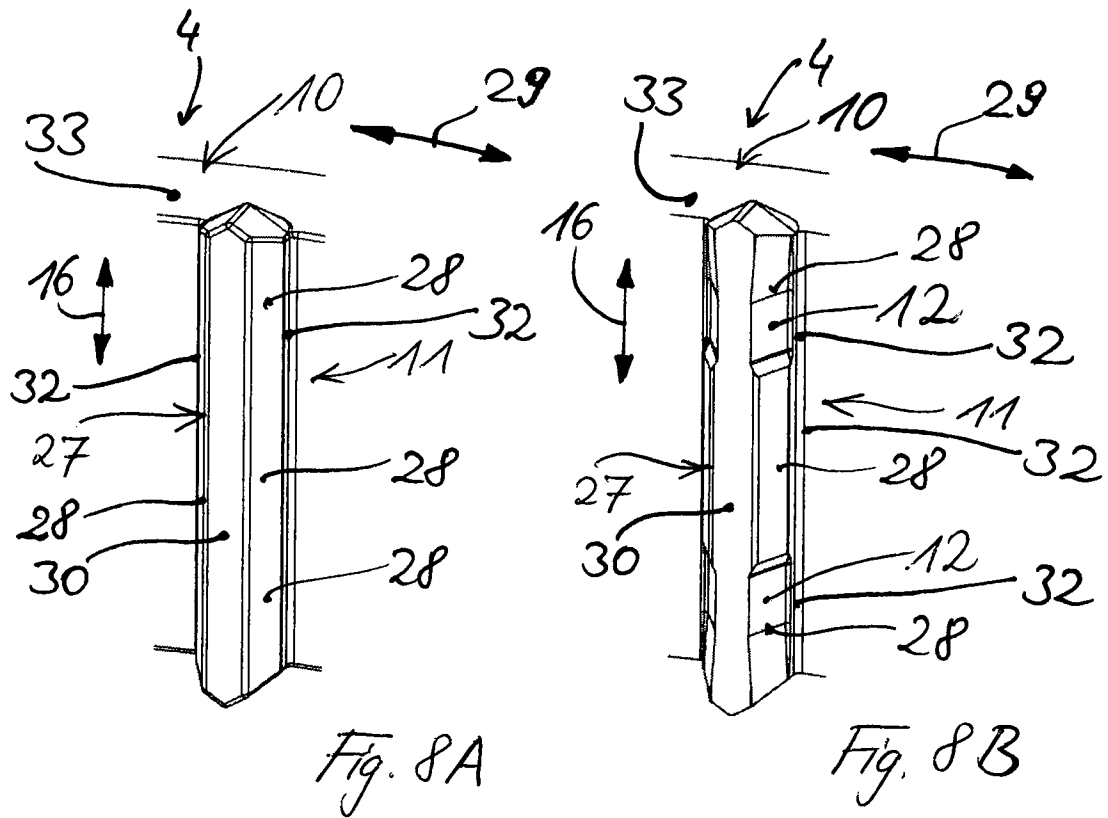
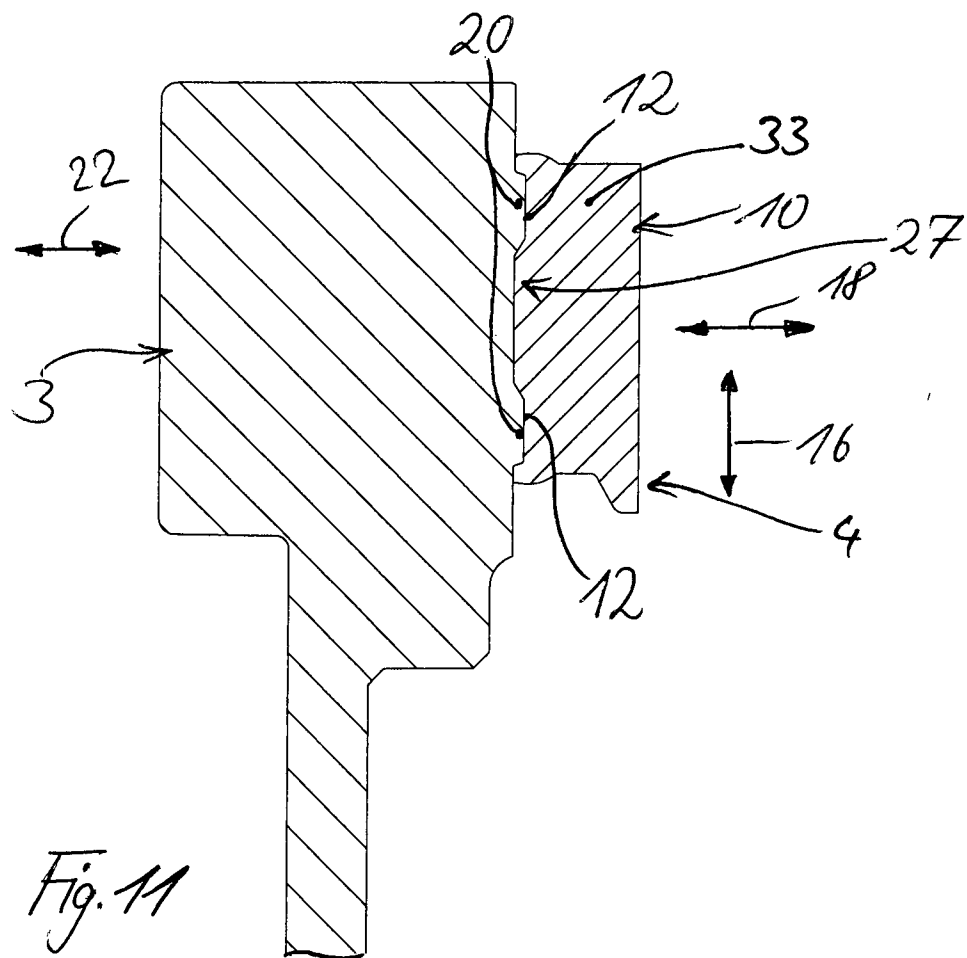
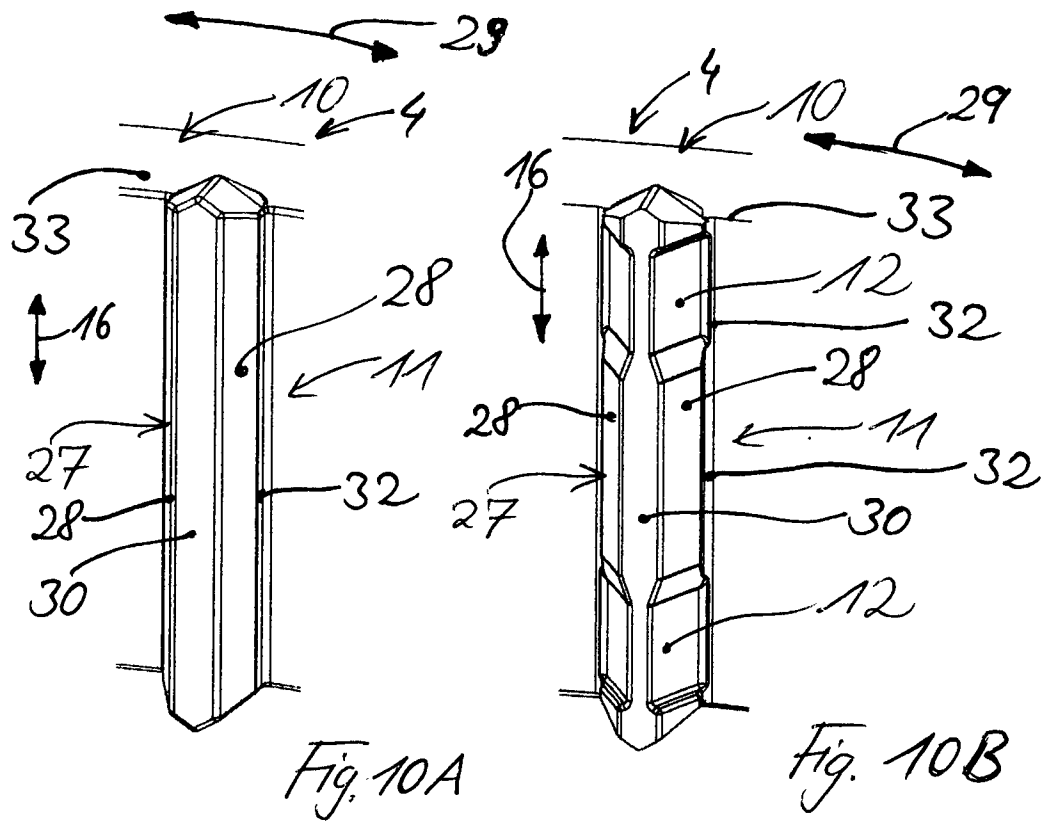
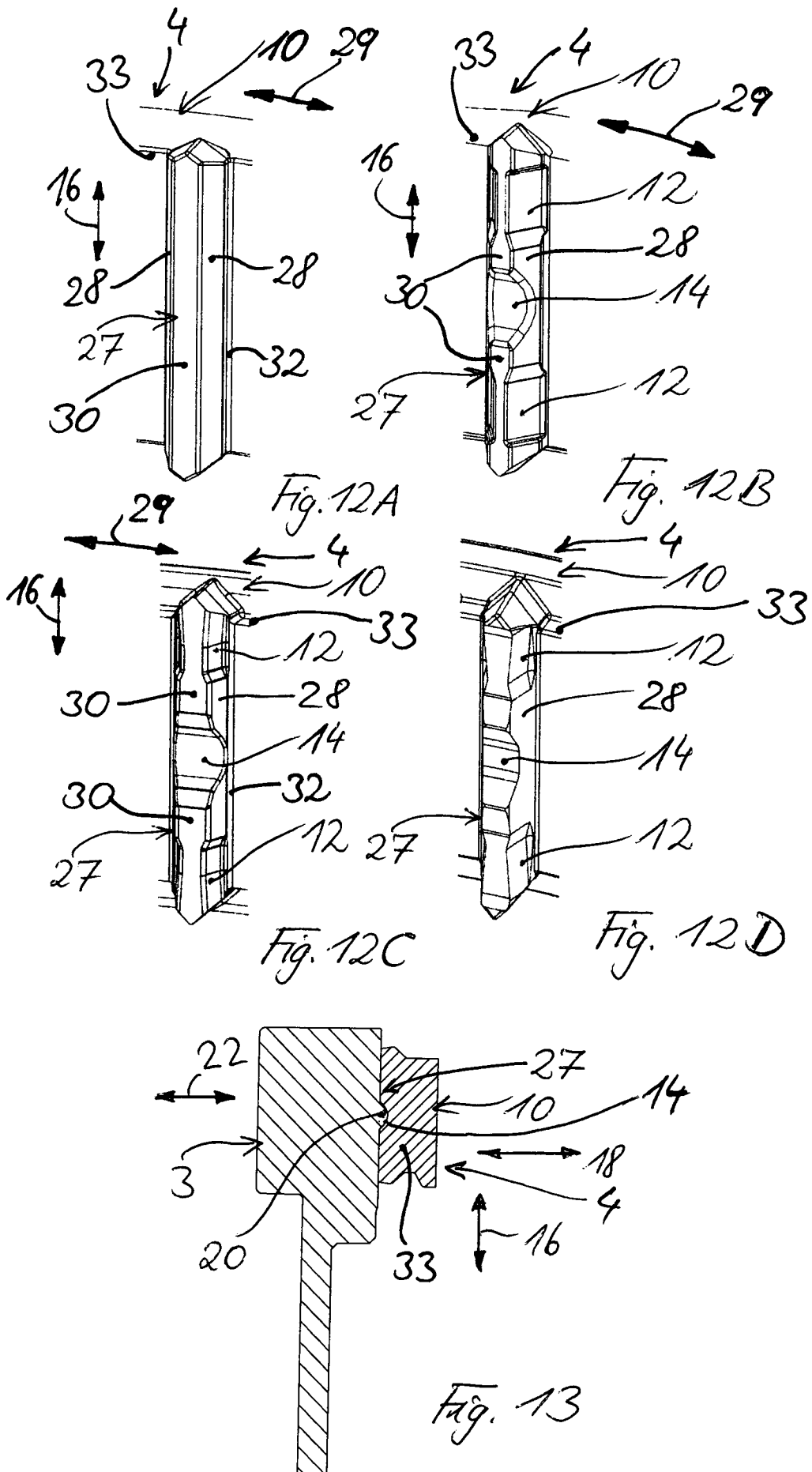
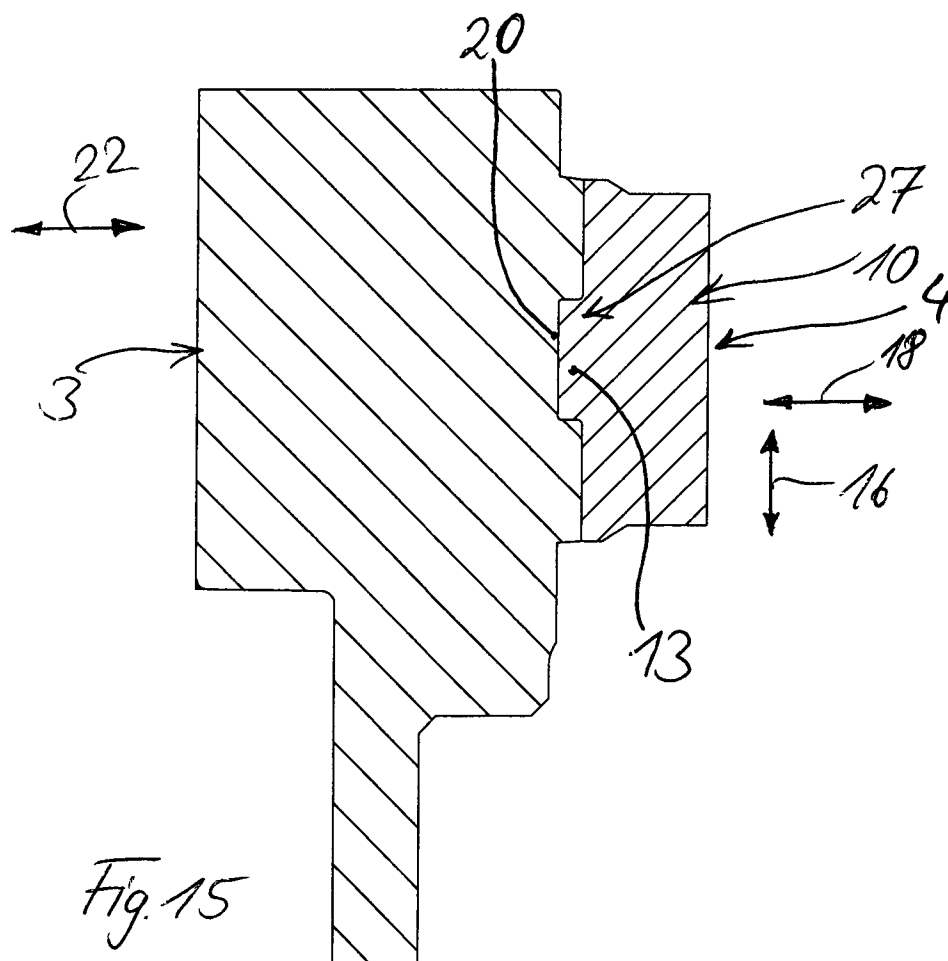
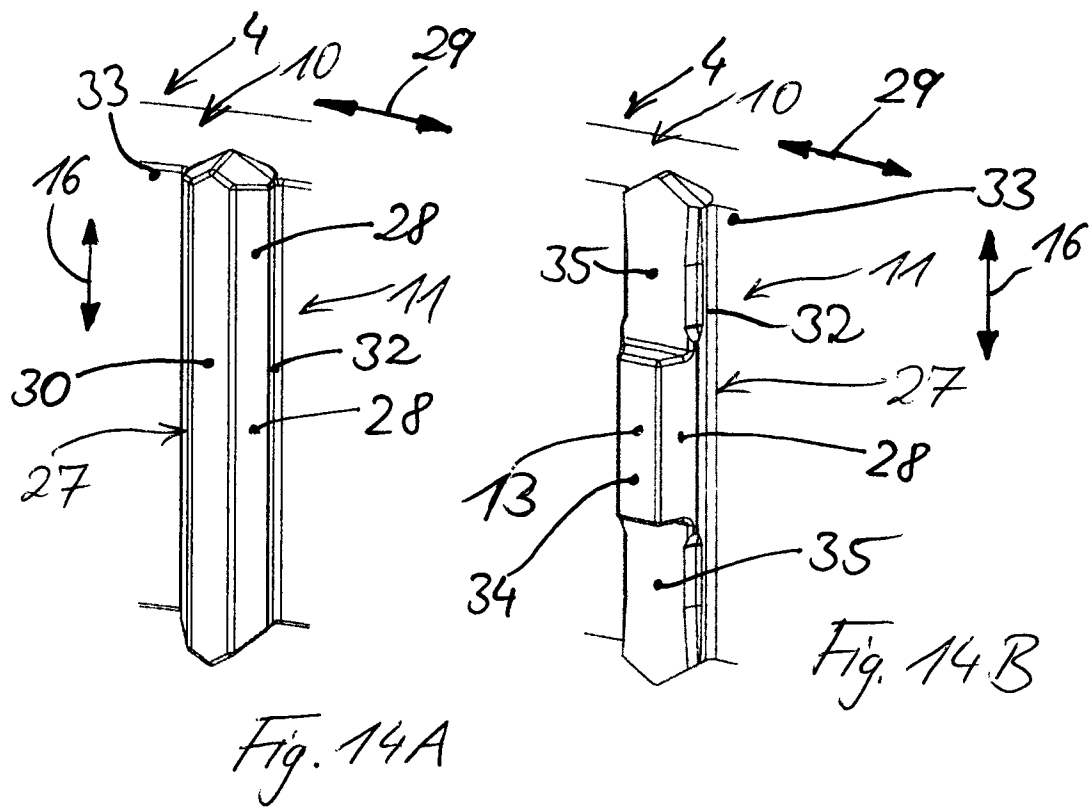


Fig. 7C









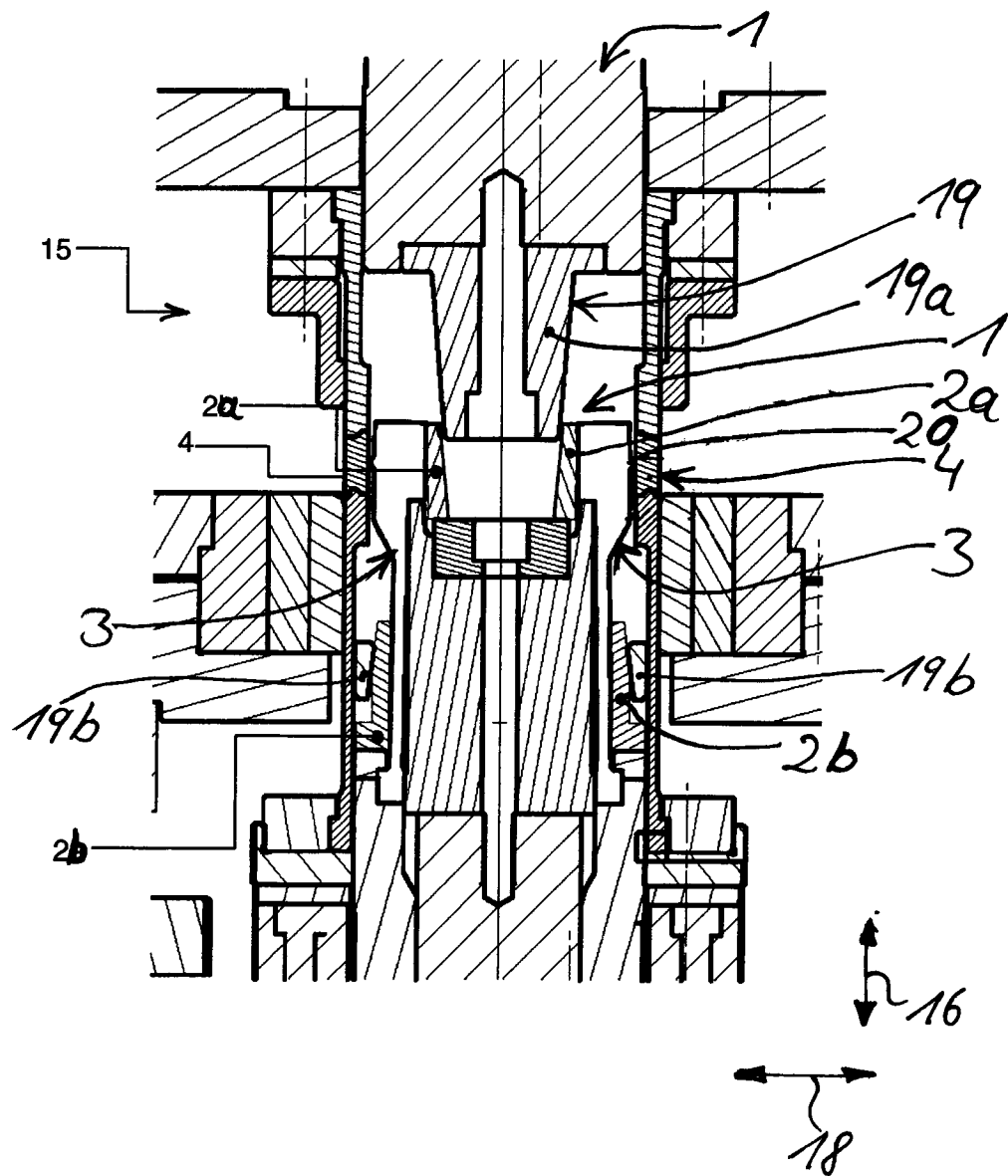


Fig. 15

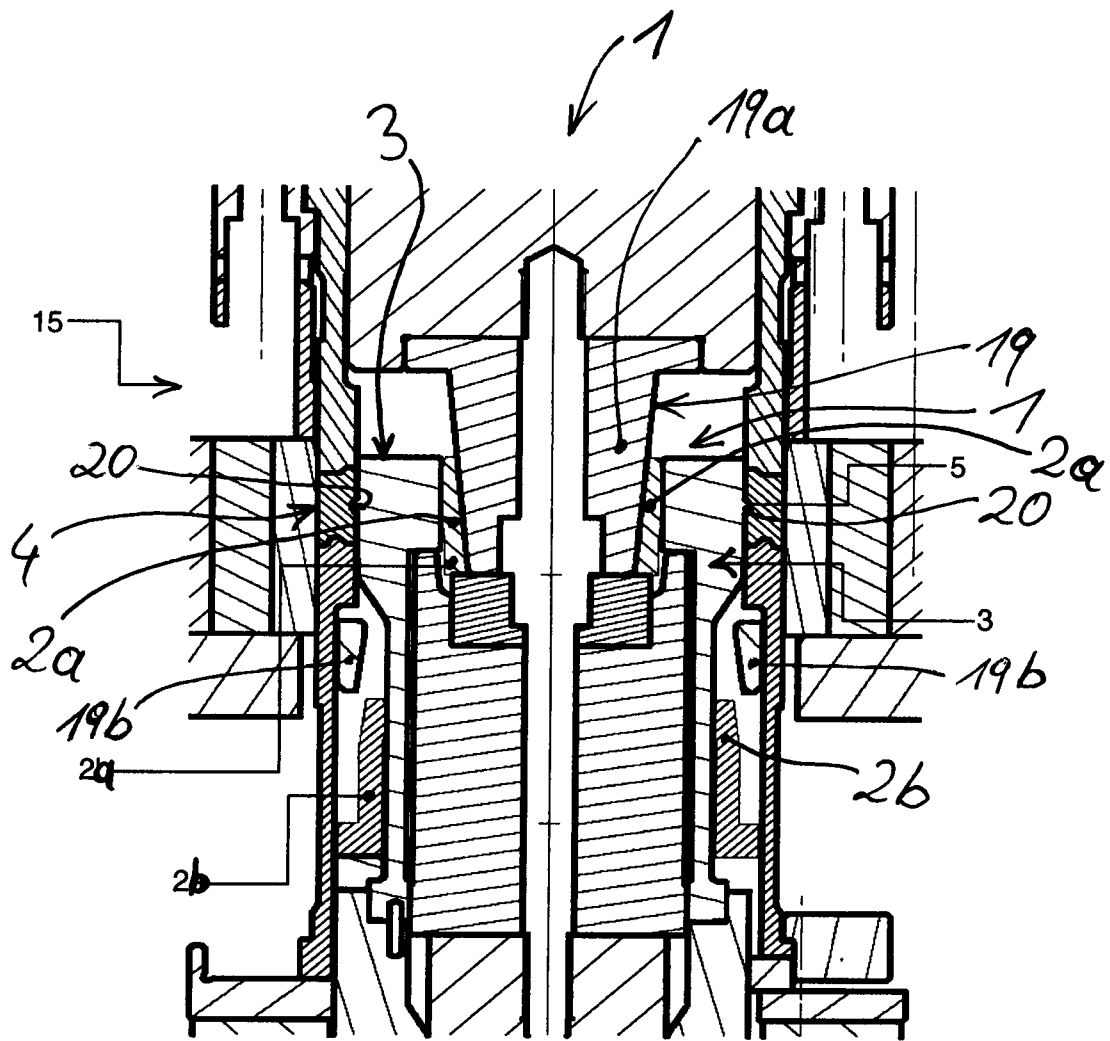


Fig. 17

