(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
27. August 2015 (27.08.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/124708 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B21H 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/053566

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Februar 2015 (20.02.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 002 219.6
21. Februar 2014 (21.02.2014) DE

(71) Anmelder: **GKN SINTER METAL ENGINEERING GMBH** [DE/DE]; Krebsöge 10, 42477 Radevormwald (DE).

(72) Erfinder: **KOTTHOFF, Gerhard**; Vivaldistraße 10, 42499 Hückeswagen (DE). **LEUPOLD, Björn**; Hamalandweg 12, 45770 Marl (DE). **WATTENBERG, Frank**; Schmittenbuscher Straße 12a, 42899 Remscheid (DE).

(74) Anwalt: **VON KREISLER SELTING WERNER**; Deichmannhaus am Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A GEAR TOGETHER WITH A CLAMPING MEANS

(54) **Bezeichnung** : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES ZAHNRADES NEBST SPANNMITTEL

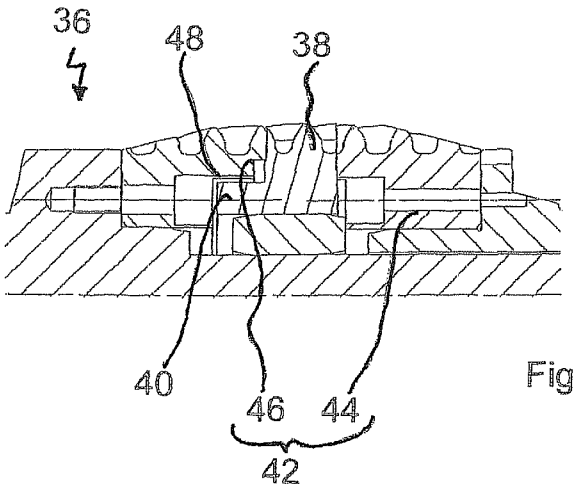


Fig.3

(57) **Abstract**: The invention relates to a method for producing at least one gear, in particular a helically toothed gear, wherein the gear is produced from a gear blank (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) pressed and sintered with an oversize in the region of the set of teeth (18), wherein the gear blank (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) has two opposite end faces and a circumference. In the method, the gear blank (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) is clamped in a clamping means (42). The gear blank (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) is compressed in the region of the oversize by means of the engagement of at least one circumferential tool (10, 28) having a set of mating teeth (12, 26) that engages with the set of teeth (18) of the gear blank (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84), wherein the gear blank (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) is radially clamped over the circumference by the clamping means (42) at both end faces during the compression of the gear blank, wherein each individual tooth (56, 66) of the set of teeth (18) of the gear blank (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) is supported by the clamping means (42) substantially over the entire tooth height. In this way, the quality of the set of teeth can be improved. The invention further relates to a device and to a clamping means.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/124708 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, insbesondere eines schrägverzahnten Zahnrades, wobei das Zahnrad aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich (18) gepressten und gesinterten Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) hergestellt wird, wobei der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) zwei gegenüberliegende Stirnseiten und einen Umfang aufweist. Bei dem Verfahren wird der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) in ein Spannmittel (42) eingespannt. Der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) wird im Bereich des Aufmaßes durch ein Eingreifen mindestens eines umlaufenden Werkzeuges (10, 28) mit einer in die Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) eingreifenden Gegenverzahnung (12, 26) verdichtet, wobei der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) während seiner Verdichtung an beiden Stirnseiten durch das Spannmittel (42) über den Umfang radial eingespannt wird, wobei jeder einzelne Zahn (56, 66) der Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) im Wesentlichen über die gesamte Zahnhöhe durch das Spannmittel (42) gestützt wird. Auf diese Weise kann die Verzahnungsqualität verbessert werden. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung und ein Spannmittel.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Zahnrades nebst Spannmittel

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, eine Vorrichtung zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, sowie ein Spannmittel dafür.

Das europäische Patent EP 1 694 452 B1 beschreibt ein Verfahren zum Herstellen eines Zahnrades. Um eine vergleichsweise niedrige Dauerbiegefestigkeit im Bereich der Zahn füße und eine geringe Verschleißfestigkeit bei pulvermetallurgisch hergestellten Zahnrädern zu vermeiden, ist es bekannt, die gesinterten Pulvermetallrohlinge der Zahnräder im Flanken- und im Fußbereich zu verdichten, so dass eine weitgehend porenfreie Oberflächenschicht erhalten wird, die im Eingriffsbereich des Zahnrades eine erhebliche Steigerung der zulässigen Belastbarkeit mit sich bringt. Die Verdichtung der Oberflächenschicht erfolgt über ein Drückerwerkzeug in Form wenigstens eines Zahnrades, das entweder eine in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifende Außenverzahnung oder eine Innenverzahnung aufweist, mit deren Hilfe die Gleitgeschwindigkeit zwischen den Zahnflanken des Pulvermetallrohlings und des Drückerwerkzeuges verringert werden kann.

Dieses Verfahren ist jedoch beim Walzen, insbesondere von schrägverzahnten Zahnrädern, nicht dazu geeignet, das in Kraftrichtung dünne Ende des Zahnes ausreichend zu stützen um eine ausreichende Verdichtung zu gewährleisten und um das Rückfedern des Zahnendes zu verhindern. Durch die ausschließlich elastische Verformung während der Nachverdichtung kommt es zu einer Verschränkung der Zahnflanken und damit zu einer Reduzierung der Verzahnungsqualität beziehungsweise zu einer erhöhten Hartfeinbearbeitung aufgrund des ungewollten Zusatzaufmaßes.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Verbesserung einer Verzahnungsqualität eines Zahnrades zu ermöglichen und ein Herstellungsverfahren eines Zahnrades mit guten Eigenschaften zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5 und durch ein Spannmittel mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben. Die jeweils angegebenen Merkmale in der Beschreibung, in der Figurenbeschreibung und in den Figuren können

allgemein wie auch speziell mit anderen Merkmalen zu Weiterbildungen verknüpft werden. Insbesondere sind die angegebenen Beispiele mit ihren jeweiligen Merkmalen nicht beschränkend auszulegen. Die dort angegebenen Merkmale können vielmehr auch mit anderen Merkmalen aus anderen Beispielen oder aus der allgemeinen Beschreibung verknüpft werden.

Gemäß einem Gedanken der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, insbesondere eines schrägverzahnten Zahnrades, vorgeschlagen, wobei das Zahnrad aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich gepressten und gesinterten Zahnradrohling hergestellt wird, wobei der Zahnradrohling zwei gegenüberliegende Stirnseiten und einen Umfang aufweist. Das Verfahren umfasst dabei folgende Schritte:

- Einspannen des Zahnradrohlings in ein Spannmittel,
- Verdichten des Zahnradrohlings im Bereich des Aufmaßes durch ein Eingreifen mindestens eines umlaufenden Werkzeuges mit einer in die Verzahnung des Zahnradrohlings eingreifenden Gegenverzahnung,

wobei der Zahnradrohling während seiner Verdichtung an beiden Stirnseiten durch das Spannmittel über den Umfang radial eingespannt wird,

wobei jeder einzelne Zahn der Verzahnung des Zahnradrohlings im Wesentlichen über die gesamte Zahnhöhe durch das Spannmittel gestützt wird.

Der Begriff Aufmaß kann hierbei ein negatives und/oder ein positives Aufmaß beschreiben. Bei einem positiven Aufmaß kann die Zahnflanke zusätzliches Material aufweisen, dass bei dem Verdichtungsprozeß über die Zahnflanke verteilt wird. Bei einem negativen Aufmaß kann der Rohling an der Zahnflanke ein Untermaß aufweisen. Darunter ist zu verstehen, dass weniger Material, insbesondere Sintermaterial und/oder ein anderes Material in einem Bereich vorgesehen ist, als in Bezug auf eine Endkontur nach einem Bearbeitungsschritt vorgesehen sein müßte. Durch ein negatives Aufmaß kann sichergestellt werden, dass bei Verdrängung von Sintermaterial keine unerwünschten Erhebungen entstehen. Das negative Aufmaß kann daher einen durch insbesondere Verdrängung von Sintermaterial aufzufüllenden Bereich eines Zahnradrohlings mit einer Verzahnung darstellen. Der Begriff Zahnradrohling kann hierbei einen Grünling eines Sinterverfahrens, insbesondere eines pulvermetallurgischen Verfahrens beschreiben. Der Begriff Werkzeug kann hierbei ein Drückerwerkzeug in Form wenigstens eines Zahnrades beschreiben, das entweder eine in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifende Außenverzahnung oder eine Innenverzahnung aufweist.

Beim Einspannen des Zahnradrohlings in das Spannmittel kann der Zahnradrohling auf einen Dorn oder eine Welle aufgesetzt werden, bevor das Spannmittel den Zahnradroh-

ling einklemmt. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass der Zahnradrohling in der Vorrichtung drehbar gelagert ist.

Vorzugsweise wird der Zahnradrohling zur radialen Einspannung in dem Spannmittel axials eingeklemmt. Beispielsweise kann auf diese Weise die Steifigkeit der stirnseitigen Zahnenden vergrößert werden, wodurch die elastische Verformung reduziert wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden in das Spannmittel mindestens zwei Zahnradrohlinge eingespannt, um mindestens zwei Zahnräder herzustellen. Auf diese Weise kann die Massenproduktion von Zahnrädern vereinfacht werden. Weiterhin können zwischen den jeweiligen Stirnseiten der Zahnradrohlinge welche nicht unmittelbar benachbart zu den Druckringen des Spannmittels angeordnet sind, mindestens ein Spannelement angeordnet sein und/oder die mindestens zwei Zahnradrohlinge können unmittelbar benachbart zueinander angeordnet sein. Auf diese Weise kann das Einspannen der Zahnradrohlinge dem vorhandenen Spannmittel und dem vorhandenen Werkzeug angepasst werden, wodurch keine zusätzlichen Spannmittel oder Werkzeuge angeschafft werden müssen. Dadurch können die Produktionskosten, die Totzeiten und die Rüstzeiten für die Herstellung des Zahnrades reduziert werden.

Vorzugsweise erfolgt das Eingreifen des mindestens einen umlaufenden Werkzeugs in die Verzahnung der mindestens zwei Zahnradrohlinge gleichzeitig oder nacheinander. Auf diese Weise kann die Massenproduktion von Zahnrädern vereinfacht werden. Der gleichzeitige oder nacheinander erfolgende Eingriff des Werkzeuges in die Verzahnung der Zahnradrohlinge kann entweder durch das gleiche Werkzeug oder durch mehrere Werkzeuge erfolgen, wobei dann jeweils ein Werkzeug in einen Zahnradrohling eingreift.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, insbesondere eines schrägverzahnten Zahnrades, mit einem Spannmittel zum Einspannen mindestens eines mit Aufmaß gepressten und gesinterten Zahnradrohlings für das Zahnrad und mit mindestens einem Werkzeug, das mit einer Gegenverzahnung in eine Verzahnung des Zahnradrohlings eingreift, wobei das Spannmittel zum axialen Klemmen des Zahnradrohlings vorgesehen ist, wobei das Spannmittel einen ersten und einen zweiten Druckring umfasst, wobei die Druckringe jeden einzelnen Zahn der Verzahnung des Zahnradrohlings zwischen den Druckringen im Wesentlichen über die gesamte Zahnhöhe abstützen. Durch die Abstützung jedes einzelnen Werkstückzahnes über nahezu die gesamte Zahnhöhe kann beispielsweise die Steifigkeit der stirnseitigen Zahnenden vergrößert werden, wodurch die elastische Verformung reduziert wird. Bevorzugt wird die Vorrichtung zusammen mit dem oben wie auch noch nachfolgend beschriebenen Verfahren eingesetzt.

Vorzugsweise weist das Spannmittel eine zum Zahnradrohling identische Verzahnungsgeometrie auf. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass das Spannmittel nicht durch das Werkzeug beschädigt wird. Weiterhin kann weiterhin sichergestellt werden, dass das Spannmittel den Zahnradrohling über die gesamte Zahnhöhe abstützt.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Verzahnungsgeometrie des Spannmittels ein äquidistantes Untermaß auf, wobei sich die Verzahnungsgeometrie des Spannmittels in axialer Richtung verjüngt. Durch die Verwendung eines äquidistantes Untermaß kann eine Kollision der Verzahnung des Spannelementes mit dem Werkzeug vermieden werden. Weiterhin kann durch die axiale Verjüngung sichergestellt werden, dass das Werkzeug das Spannmittel und den Zahnradrohling überrollen kann ohne dass eine Kollision des Spannmittels mit dem Werkzeug erfolgt.

Bevorzugterweise weist der Zahnradrohling mindestens einen axial vorstehenden Absatz auf und das Spannmittel weist Ringschultern auf, wobei der Absatz über die Ringschultern formschlüssig abstützbar ist. Der mindestens eine axial vorstehende Absatz des Zahnradrohlings kann dabei umlaufend sein und in die Ringschultern des Spannmittels eingreifen. Auf diese Weise kann in radialer Richtung ein Formschluß sichergestellt werden. Die im Bereich des Zahnradrohlings vorgesehenen Absätze können nach der Verdichtung des Verzahnungsbereiches wieder entfernt werden.

Vorzugsweise weist mindestens ein Zahn der Verzahnung des Zahnradrohlings stirnseitig eine Vertiefung oder Erhöhung auf und mindestens ein Spannmittelzahn weist eine Erhöhung oder Vertiefung auf, wobei die Erhöhung oder Vertiefung des mindestens einen Spannmittelzahns formschlüssig in die Vertiefung oder Erhöhung des mindestens einen Zahns der Verzahnung des Zahnradrohlings eingreift. Auf diese Weise kann eine reproduzierbare Positionierung von Zahnradrohling und Spannmittel gewährleistet werden. Weiterhin kann dadurch sichergestellt werden, dass der Zahnradrohling sicher in dem Spannmittel eingespannt ist. Die Erhöhung und die Vertiefung können dabei eine beliebige Form, beispielsweise eine ringförmige, mehreckige, ovale, zylinderfömige oder trapezförmige Form, aufweisen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist mit der Vorrichtung ein oben beschriebenes Verfahren durchführbar. Mit Hilfe der Vorrichtung kann somit mindestens ein Zahnrad, insbesondere ein schrägverzahntes Zahnrad, mit einer verbesserten Verzahnungsqualität hergestellt werden.

Prinzipiell ist eine Vorrichtung nutzbar, wie sie aus der EP 1 694 452 A1 oder wie sie aus der US 8,340,806 hervorgeht. Eine Relativbewegung zwischen Werkzeug und Zahnrad-

rohling kann vorzugsweise vorab errechnet und anschließend über eine Maschinensteuerung der Vorrichtung umgesetzt werden.

Bevorzugterweise sind in dem Spannmittel mehrere Zahnradrohlinge einspannbar, wobei zwischen den jeweiligen Stirnseiten der Zahnradrohlinge, welche nicht unmittelbar benachbart zu den Druckringen des Spannmittels angeordnet sind, mindestens ein Spannelement angeordnet ist. Dadurch kann, wie bereits oben beschrieben, die Herstellung des Zahnrades dem vorhandenen Spannmittel und Werkzeug angepasst werden.

Vorzugsweise weist das mindestens eine Spannelement eine zum Zahnradrohling identische Verzahnungsgeometrie auf. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass das Spannelement nicht durch das Werkzeug beschädigt wird. Weiterhin kann sichergestellt werden, dass das Spannelement den Zahnradrohling über die gesamte Zahnhöhe abstützt.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung mindestens zwei Spannelemente auf, welche eine gleiche oder eine unterschiedliche Breite aufweisen. Dadurch kann die Herstellung des Zahnrades dem vorhandenen Spannmittel und Werkzeug angepasst werden.

Bevorzugterweise weist das mindestens eine Spannelemente stirnseitig mindestens eine Ringschulter, Vertiefung oder Erhöhung auf. Auf diese Weise kann eine reproduzierbare Positionierung von Zahnradrohling, Spannelement und Spannmittel gewährleistet werden. Weiterhin kann dadurch sichergestellt werden, dass das der Zahnradrohling sicher in dem Spannmittel eingespannt ist. Des Weiteren kann auf diese Weise in radialer Richtung ein Formschluß sichergestellt werden.

Weiterhin umfasst die Erfindung ein Spannmittel für eine Vorrichtung zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, wobei das Spannmittel den mindestens einen Zahnradrohling axial einklemmt, wobei das Spannmittel einen ersten und zweiten Druckring umfasst, wobei das Spannmittel eine zum Zahnradrohling identische Verzahnungsgeometrie aufweist, wobei sich die Verzahnungsgeometrie des Spannmittels in axialer Richtung verjüngt. Bevorzugt wird das Spannmittel bei der vorgeschlagenen Vorrichtung und/oder bei dem vorgeschlagenen Verfahren eingesetzt.

Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft im Einzelnen anhand der Figuren erläutert. Diese dargestellten Ausgestaltungen sind jedoch nicht beschränkend für den Umfang bezüglich Einzelheiten der Erfindung auszulegen. Vielmehr zeigen sie jeweils zur Veranschaulichung eine von mehreren Möglichkeiten einer Ausgestaltung. Die aus den Figuren hervorgehenden Merkmale sind insbesondere nicht auf die jeweils einzelnen Ausgestal-

tungen beschränkt. Vielmehr sind diese Merkmale mit jeweils anderen, in den Figuren und/oder in der Beschreibung einschließlich der Figurenbeschreibung angegebenen Merkmale jeweils zu nicht näher dargestellten Weiterbildungen kombinierbar.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Wälzanordnung

Fig. 2 eine weitere Wälzanordnung

Fig. 3 eine Schnittansicht einer Vorrichtung in der ein Zahnradrohling mit einem vorstehenden Absatz in einem Spannmittel eingespannt ist,

Fig. 4 eine Schnittansicht einer Vorrichtung in der ein Zahnradrohling ohne einen vorstehenden Absatz in einem Spannmittel eingespannt ist,

Fig. 5a eine Schnittansicht einer Vorrichtung in der ein Zahnradrohling in einem Spannmittel eingespannt ist, wobei der Zahnradrohling eine Erhöhung und das Spannmittel eine Vertiefung aufweist,

Fig. 5b eine Detailansicht des Details A aus Fig. 5a,

Fig. 5c eine Ansicht der Stirnseite eines Zahns des Zahnradrohlings aus Fig.5a und 5b,

Fig. 6a eine weitere Schnittansicht einer Vorrichtung in der ein Zahnradrohling in einem Spannmittel eingespannt ist, wobei der Zahnradrohling eine Erhöhung und das Spannmittel eine Vertiefung aufweist,

Fig. 6b eine Detailansicht des Details B aus Fig. 6a,

Fig. 6c eine Ansicht der Stirnseite eines Zahns des Zahnradrohlings aus Fig. 5a und 5b,

Fig. 7a eine Vorrichtung mit einem Spannmittel, wobei mehrere Zahnradrohlinge mittels Spannelemente voneinander beabstandet eingespannt sind,

Fig. 7b eine weitere Vorrichtung mit einem Spannmittel, bei dem mehrere Zahnradrohlinge mittels Spannelemente voneinander beabstandet eingespannt sind,

Fig. 7c eine dritte Vorrichtung mit einem Spannmittel, bei dem mehrere Zahnradrohlinge mittels Spannelemente voneinander beabstandet eingespannt sind, und

Fig. 8 eine Vorrichtung mit einem Spannmittel in dem mehrere Zahnradrohlinge unmittelbar benachbart zueinander eingespannt sind,

Fig. 9 eine schmatische Ansicht eines Zahnrades

Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Wälzanordnung in schematischer Ansicht. Ein erstes Walzwerkzeug 10 mit einer ersten Verzahnung 12 ist um eine erste Achse 14 in Rotationsrichtung 16 drehbar gelagert. Während des Walzens kann sich die Rotationsrichtung ein- oder auch mehrfach ändern. Auch kann eine erste Rotationsausrichtung in eine umgekehrte Richtung als dargestellt verweisen. Die erste Verzahnung 12 befindet sich im Eingriff mit einer zweiten Verzahnung 18 eines Zahnradrohlings 20. Der Zahnradrohling 20 ist um eine zweite Achse 22 drehbar gelagert. Entsprechend resultiert eine zweite Rotationsrichtung 24. Des Weiteren befindet sich die zweite Verzahnung 18 mit einer dritten Ver-

zahnung 26 eines zweiten Werkzeugs 28 im Eingriff. Dieses zweite Werkzeug 28 ist um eine dritte Achse 30 in einer dritten Rotationsrichtung 32 drehbar gelagert. Beispielsweis kann mit dieser Wälzanordnung ein Verdichten des Zahnradrohlings 20 im Bereich eines Aufmaßes an den durch ein Eingreifen mindestens der umlaufenden Werkzeugen 10 und 28 mit einer in die Verzahnung 18 des Zahnradrohlings 20 eingreifenden Gegenverzahnung 12 und 26 erfolgen.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Möglichkeit, wie beispielsweise gleichzeitig zumindest zwei Zahnradrohlinge 20 verdichtet werden können. Neben der Bewegung des Werkzeugs 34 kann auch eine Bewegung der Zahnradrohlinge 20 in Richtung des Werkzeugs 34 erfolgen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass auf einer Zahnradrohlingachse zwei oder mehrere Zahnradrohlinge 20 angeordnet werden.

Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht einer Vorrichtung 36 bei dem ein Zahnradrohling 38 mit einem vorstehenden Absatz 40 in einem Spannmittel 42 eingespannt ist. Das Spannmittel 42 umfasst zwei Druckringe 44 und 46 zwischen denen der Zahnradrohling 38 eingeklemmt ist. Es ist dargestellt, dass die Druckringe 44 und 46 jeden einzelnen Zahn der Verzahung des Zahnradrohling 38 zwischen den Druckringen 44 und 46 im Wesentlichen über die gesamte Zahnhöhe abstützen. Dabei klemmt das Spannmittel 42 mit Hilfe der Druckringe 44 und 46 den Zahnradrohling 38 zur radialen Einspannung axial ein, wodurch die Steifigkeit der stirnseitigen Zahnenden des Zahnradrohlings 38 vergrößert wird und dadurch die elastische Verformung reduziert wird. Das Spannmittel 42 weist eine zum Zahnradrohling 38 identische Verzahnungsgeometrie auf, welche zur Kompensation elastischer Einflüße in axialer Richtung ein äquidistantes Untermaß aufweist. Zur Vermeidung von Kollisionen bei flankenlinienwinkeloptimaler Einstellung der Werkzeuge wird die Verzahnungsgeometrire des Spannmittels 42 in axialer Richtung verjüngt. Die so erzeugte Verzahnungsgeometrie entspricht in Grundzügen einer Beveloid-Verzahnung.

Der Druckring 46 weist eine Ringschulter 48 auf, welche den Absatz 40 formschlüssig abstützt. Der Absatz 40 kann dabei zylindrisch ausgebildet sein und mit der Ringschulter 48 eine Steckverzahnung ausbilden.

Fig. 4 zeigt eine Vorrichtung 36 in der ein Zahnradrohling 50 in dem Spannelement 42 eingespannt ist. Im Gegensatz zur Fig. 3 weist der Zahnradrohling 50 keinen Absatz 40 auf.

Fig. 5a, Fig. 5b, Fig. 5c zeigen eine Vorrichtung 36 in der ein Zahnradrohling 52 in einem Spannmittel 42 eingespannt ist. Das Detail A der Fig. 5a ist in Fig. 5b vergrößert dargestellt. Es ist in Fig. 5b dargestellt, dass ein Zahn 54 des Zahnradrohlings 52 an seiner zum Spannmittel 42 unmittelbar benachbarten Stirnseite eine Erhöhung 56 aufweist. Die Erhö-

hung 56 greift in eine Vertiefung 58 eines Spannmittelzahns 60 ein. Durch einen Eingriff der Erhöhung 56 in die Vertiefung 58 kann eine reproduzierbare Positionierung von Zahnradrohlung 52 und Spannmittel 42 gewährleistet werden. In Fig. 5c ist dargestellt, dass die Erhöhung 56 eine runde Form aufweist.

Fig. 6a, Fig. 6b, Fig. 6c zeigen eine andere Ausführungsform der Vorrichtung 36 in der ein Zahnradrohling 62 in einem Spannmittel 42 eingespannt ist. In Fig. 6b ist eine Vergrößerung des Details B der Fig.6a dargestellt. Fig. 6b zeigt wie die Fig. 5b, dass ein Zahn 64 des Zahnradrohlings 62 an seiner zum Spannmittel 42 unmittelbar benachbarten Stirnseite eine Erhöhung 66 aufweist. Die Erhöhung 66 greift in eine Vertiefung 68 eines Spannmittelzahns 70 ein. Durch einen Eingriff der Erhöhung 66 in die Vertiefung 68 kann eine reproduzierbare Positionierung von Werkstück und Spannmittel gewährleistet werden. In Fig. 6c ist dargestellt, dass die Erhöhung 66 eine ovale Form aufweist.

Fig. 7a zeigt eine Vorrichtung 36, in der mehrere Zahnradrohlinge 72 axial aufgereiht und in einem Spannmittel 42 eingespannt sind. Die jeweiligen Stirnseiten der Zahnradrohlinge 72, welche nicht unmittelbar benachbart zu den Druckringen 44, 46 des Spannmittels 42 angeordnet sind, sind an Spannelementen 74 angeordnet. In Fig. 7a weisen die Spannelemente 74 unterschiedliche Breiten auf. Weiterhin ist in Fig. 7a dargestellt, dass die Druckringe 44 ,46 des Spannmittels 42 zum Beispiel mit Hilfe von Muttern 76 und 78 die Zahnradrohlinge 72 und die Spannelemente 74 einspannen. An Stelle von Muttern können jedoch auch andere Verspannkomponenten zum Einsatz kommen, die ein Verspannen von Zahnradrohlingen 72 und Druckringe 44, 46 ermöglichen. Die Spannelemente 74 weisen eine identische Verzahnungsgeometrie, wie die Zahnradrohlinge 72 auf. Weiterhin können die Spannelemente 74 stirnseitig mindestens eine Ringschulter, Vertiefung oder Erhöhung aufweisen, um mit den Zahnradrohlingen 72 eine reproduzierbare Positionierung von Zahnradrohlingen 72 und den jeweiligen Spannelementen 74 auszubilden.

Fig. 7b zeigt eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung 36, in der mehrere Zahnradrohlinge 80 und 82 in einem Spannmittel 42 eingespannt sind. Die jeweiligen Stirnseiten der Zahnradrohlinge 80, 82 , welche nicht unmittelbar benachbart zu den Druckringen 44, 46 des Spannmittels 42 angeordnet sind, sind an Spannelementen 74 angeordnet. Die eingespannten Zahnradrohlinge 80 und 82 weisen in diesem Ausführungsbeispiel unterschiedliche Breiten auf. Sie können aber auch gleich Breiten wie auch gleiche Größen aufweisen. Die Druckringe 44, 46 des Spannelements 42 spannen in diesem Ausführungsbeispiels ohne Hilfe von Muttern 76, 78 die Spannelemente 74 und die Zahnradrohlinge 80, 82 ein.

Fig. 7c zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung 36, in der mehrere Zahnradrohlinge 72 in einem Spannmittel 42 eingespannt sind. Wie in Fig. 7a sind zwischen den

jeweiligen Stirnseiten der Zahnradrohlinge 72, welche nicht unmittelbar benachbart zu den Druckringen 44, 46 des Spannmittels 42 angeordnet sind, Spannelemente 74 angeordnet. Die Zahnradrohlinge 72 weisen die gleiche Breite auf und die Druckringe 44, 46 des Spannelements 42 spannen in diesem Ausführungsbeispiels ohne Hilfe von Muttern 76, 78 die Spannelemente 74 und die Zahnradrohlinge 72 ein.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung 36, in der zwischen den Druckringen 44 ,46 des Spannmittels 42 zwei Zahnradrohlinge 84 angeordnet sind. Die jeweiligen Stirnseiten der Zahnradrohlinge 84 , welche nicht unmittelbar benachbart zu den Druckringen 44, 46 des Spannmittels 42 angeordnet sind, sind zueinander angeordnet.

Fig. 9 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Zahnrades 86. Nachdem der Zahnradrohling verdichtet worden ist, kann, falls benötigt, mittels einer mechanischen Bearbeitung ein Absatz 88 eingearbeitet werden. Die mechanische Bearbeitung kann beispielsweise Fräsen, Schleifen und/oder Drehen umfassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, insbesondere eines schrägverzahnten Zahnrades,
wobei das Zahnrad aus einem mit einem Aufmaß im Verzahnungsbereich gepressten und gesinterten Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) hergestellt wird,
wobei der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) zwei gegenüberliegende Stirnseiten und einen Umfang aufweist,
umfassend folgende Schritte:
- Einspannen des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) in ein Spannmittel (42),
- Verdichten des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) im Bereich des Aufmaßes durch ein Eingreifen mindestens eines umlaufenden Werkzeuges (10, 28, 34) mit einer in die Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) eingreifenden Gegenverzahnung (12, 26),
wobei der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) während seiner Verdichtung an beiden Stirnseiten durch das Spannmittel (42) über den Umfang radial eingespannt wird,
wobei jeder einzelne Zahn (54, 64) der Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) im Wesentlichen über die gesamte Zahnhöhe durch das Spannmittel (42) gestützt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) zur radialen Einspannung in dem Spannmittel (42) axial eingeklemmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei in das Spannmittel (42) mindestens zwei Zahnradrohlinge (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) eingespannt werden, um mindestens zwei Zahnräder herzustellen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Eingreifen des mindestens einen umlaufenden Werkzeugs (10, 28, 38) in die Verzahnung (18) der mindestens zwei Zahnradrohlinge (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) gleichzeitig oder nacheinander erfolgt.

5. Vorrichtung zum Herstellen mindestens eines Zahnrades, insbesondere eines schrägverzahnten Zahnrades, mit einem Spannmittel (42) zum Einspannen mindestens eines mit Aufmaß gepressten und gesinterten Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) für das Zahnrad und mit mindestens einem Werkzeug (10, 28, 38), das mit einer Gegenverzahnung (12, 26) in eine Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) eingreift, wobei das Spannmittel (42) zum axialen Klemmen des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) vorgesehen ist, wo-

bei das Spannmittel (42) einen ersten (44) und einen zweiten Druckring (46) umfasst, wobei die Druckringe (44, 46) jeden einzelnen Zahn (54, 64) der Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) zwischen den Druckringen (44, 46) im Wesentlichen über die gesamte Zahnhöhe abstützen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei das Spannmittel (42) eine zum Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) identische Verzahnungsgeometrie aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Verzahnungsgeometrie des Spannmittels (42) ein äquidistantes Untermaß aufweist, und wobei sich die Verzahnungsgeometrie des Spannmittels (42) in axialer Richtung verjüngt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei der Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) mindestens einen axial vorstehenden Absatz (40) aufweist und das Spannmittel (42) Ringschultern (48) aufweist, wobei der Absatz (40) über die Ringschultern (48) formschlüssig abstützbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei mindestens ein Zahn (54, 64) der Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) stirnseitig eine Vertiefung oder Erhöhung (56, 66) aufweist und mindestens ein Spannmittelzahn (60, 70) eine Erhöhung oder Vertiefung (58, 68) aufweist, wobei die Erhöhung oder Vertiefung (58, 68) des mindestens einen Spannmittelzahns (60, 70) formschlüssig in die Vertiefung oder Erhöhung (56, 66) des mindestens einen Zahns (54, 64) der Verzahnung (18) des Zahnradrohlings (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) eingreift.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei mit der Vorrichtung ein Verfahren nach Anspruch 1 bis 4 durchführbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, wobei in dem Spannmittel (42) mehrere Zahnradrohlinge (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) einspannbar sind, wobei zwischen den jeweiligen Stirnseiten der Zahnradrohlinge (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) welche nicht unmittelbar benachbart zu den Druckringen (44, 46) des Spannmittels (42) angeordnet sind, mindestens ein Spannelement (74) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei das mindestens eine Spannelement (74) eine zum Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) identische Verzahnungsgeometrie aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei die Vorrichtung mindestens zwei Spannelemente (74) aufweist, welche eine gleiche oder eine unterschiedliche Breite aufweisen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei das mindestens eine Spannelemente (74) stirnseitg mindestens eine Ringschulter, Vertiefung oder Erhöhung nach Anspruch 9 aufweist.

15. Spannmittel für eine Vorrichtung zum Herstellen mindestens eines Zahnrades nach einem der Ansprüche 5 bis 14, wobei das Spannmittel den mindestens einen Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) axial einklemmt, wobei das Spannmittel einen ersten (44) und zweiten Druckring (46) umfasst, wobei das Spannmittel eine zum Zahnradrohling (20, 38, 50, 52, 62, 72, 80, 82, 84) identische Verzahnungsgeometrie aufweist, wobei sich die Verzahnungsgeometrie des Spannmittels in axialer Richtung verjüngt.

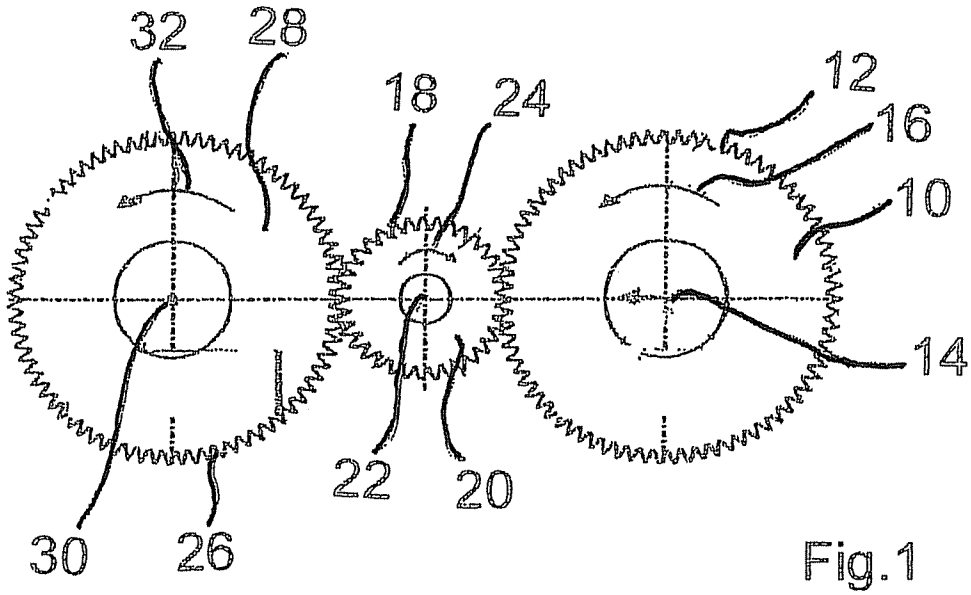


Fig.1

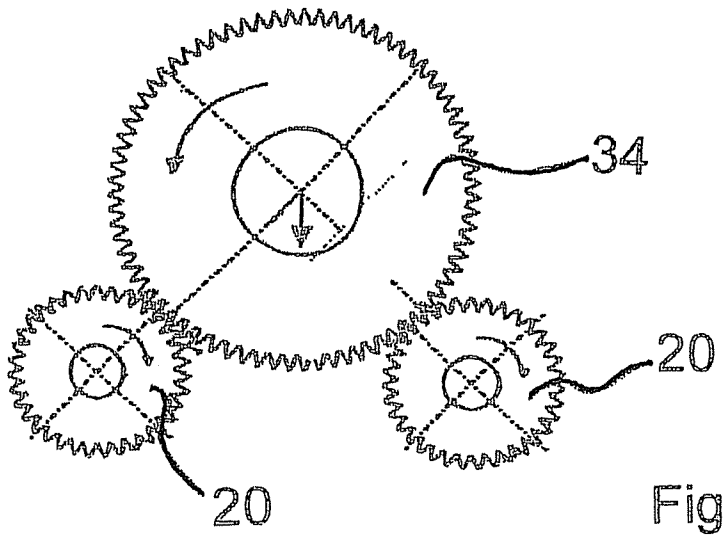


Fig.2

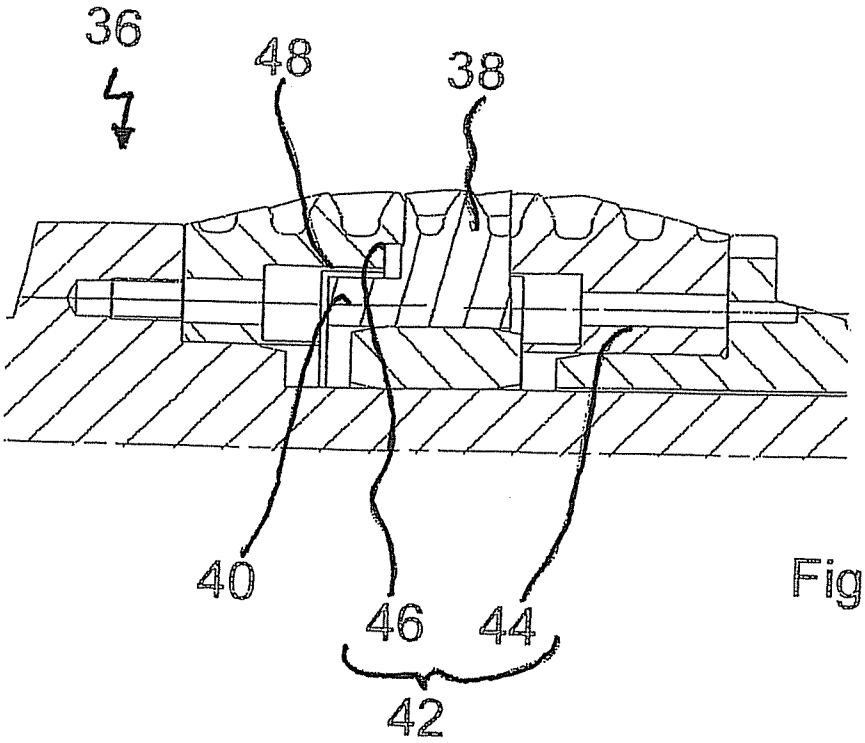


Fig.3

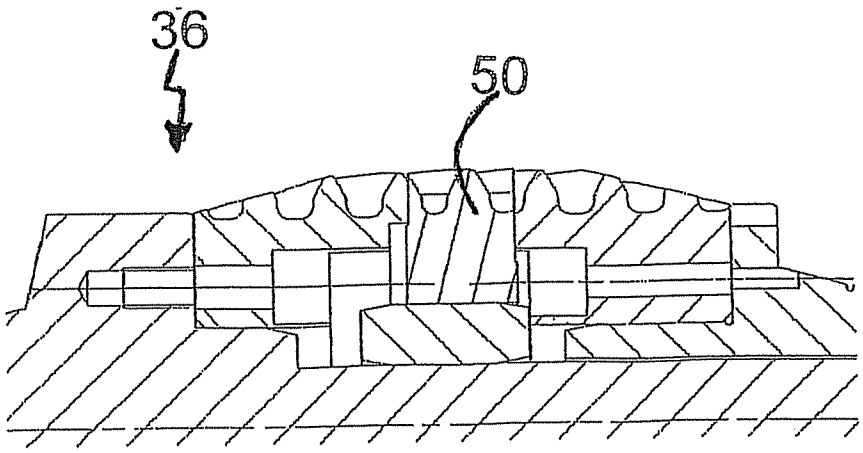


Fig.4

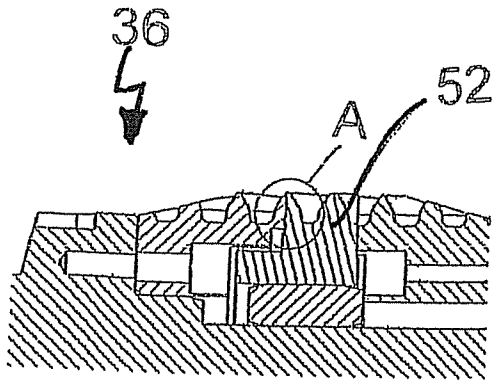


Fig.5a

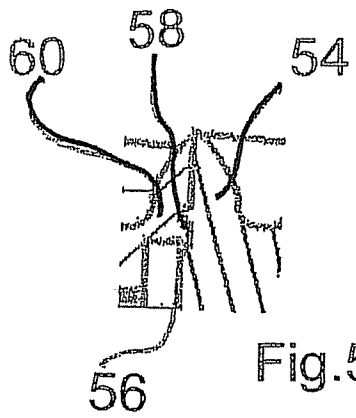


Fig.5b

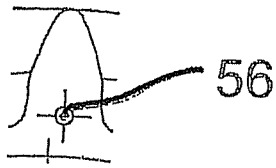


Fig.5c

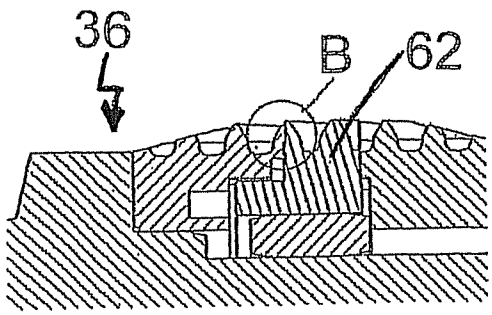


Fig.6a

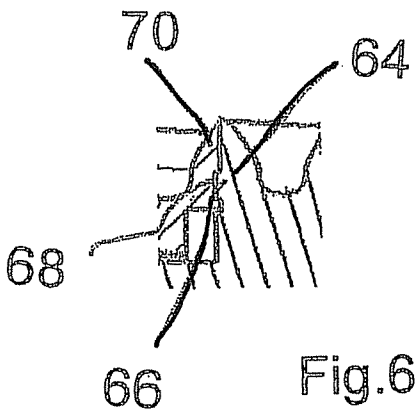


Fig.6b

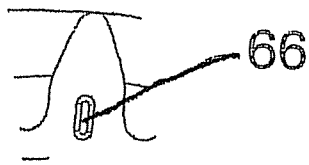
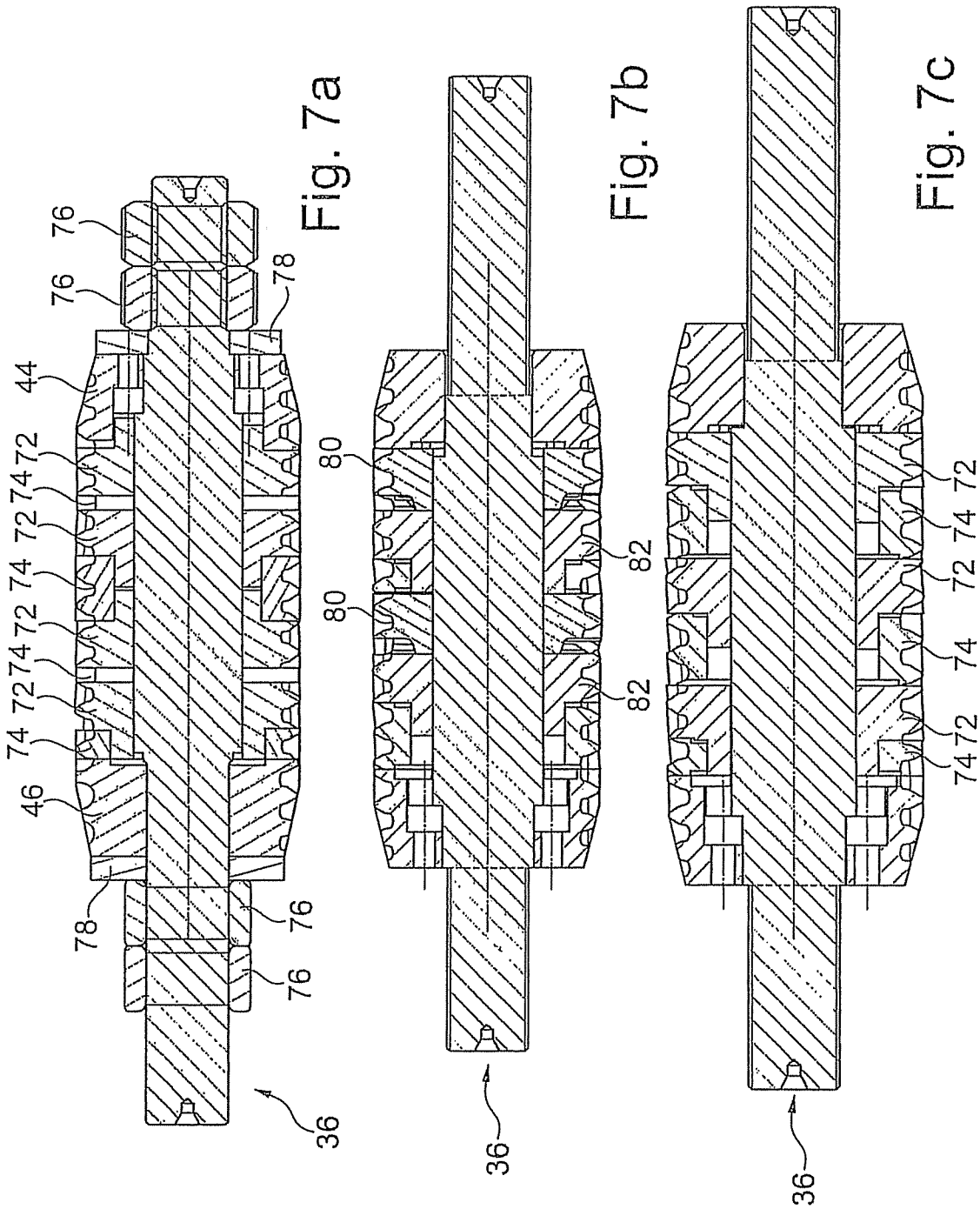


Fig.6c


76
76
78
44
72
74
72
74
72
74
72
74
46
78
76
76
36
Fig. 7a
80
80
82
82
36
Fig. 7b
72
74
72
74
72
74
36
Fig. 7c

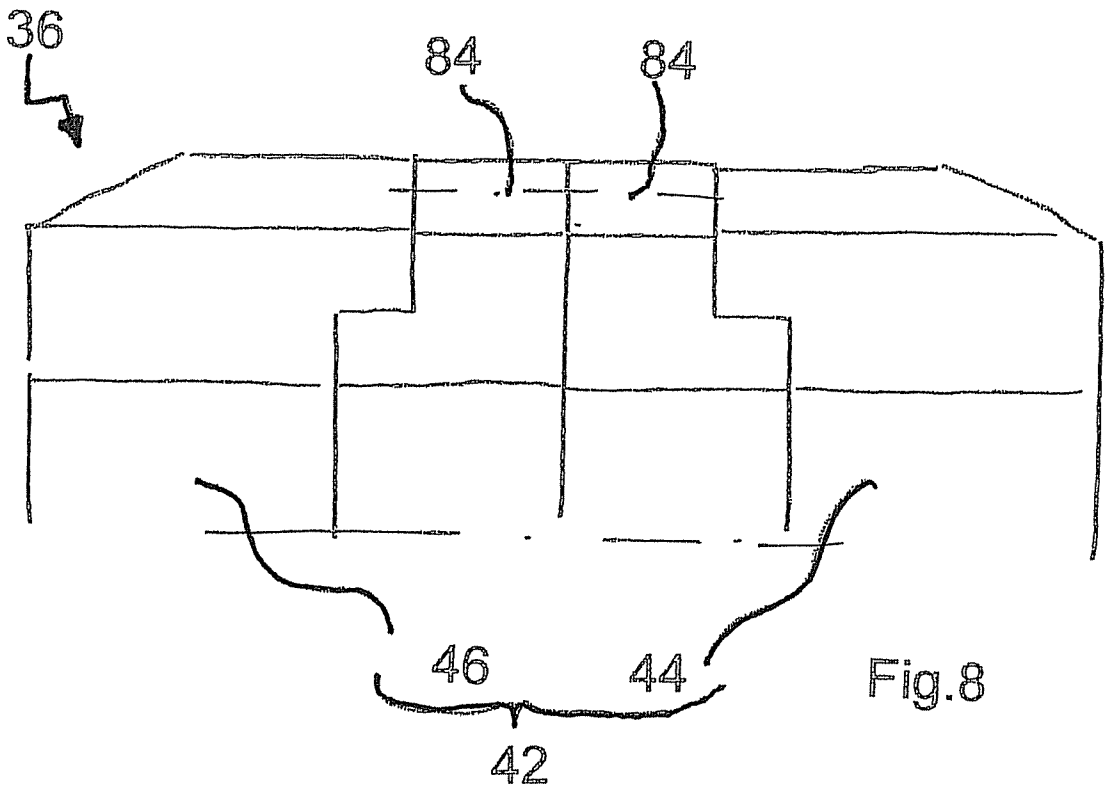


Fig.8

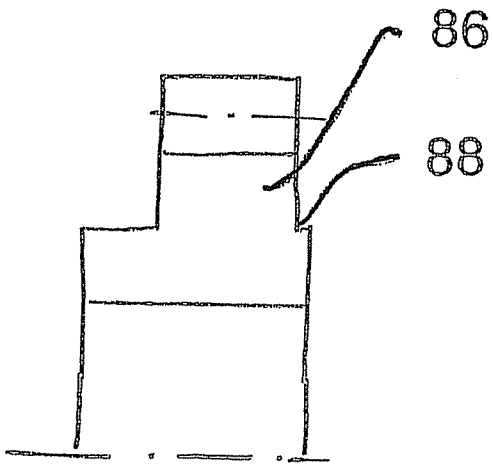


Fig.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/053566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B21H5/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/058524 A1 (MIBA SINTER AUSTRIA GMBH [AT]; SANDNER CHRISTIAN [AT]; ROESSLER HORST) 30 June 2005 (2005-06-30) cited in the application page 3, paragraph 2 - page 4, paragraph 1 page 4, last paragraph - page 6, last paragraph; figures 1-4	1-15
A	JP S62 57726 A (AISIN SEIKI) 13 March 1987 (1987-03-13) abstract; figures 1,2	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 May 2015	02/06/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ritter, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/053566

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005058524 A1	30-06-2005	AT 412955 B	26-09-2005
		EP 1694452 A1	30-08-2006
		ES 2351504 T3	07-02-2011
		JP 2007518567 A	12-07-2007
		US 2007107481 A1	17-05-2007
		WO 2005058524 A1	30-06-2005
JP S6257726 A	13-03-1987	JP H0749132 B2	31-05-1995
		JP S6257726 A	13-03-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/053566

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21H5/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2005/058524 A1 (MIBA SINTER AUSTRIA GMBH [AT]; SANDNER CHRISTIAN [AT]; ROESSLER HORST) 30. Juni 2005 (2005-06-30) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 1 Seite 4, letzter Absatz - Seite 6, letzter Absatz; Abbildungen 1-4	1-15
A	JP S62 57726 A (AISIN SEIKI) 13. März 1987 (1987-03-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1-15

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Mai 2015	02/06/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ritter, Florian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/053566

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005058524 A1	30-06-2005	AT 412955 B	26-09-2005
		EP 1694452 A1	30-08-2006
		ES 2351504 T3	07-02-2011
		JP 2007518567 A	12-07-2007
		US 2007107481 A1	17-05-2007
		WO 2005058524 A1	30-06-2005
JP S6257726 A	13-03-1987	JP H0749132 B2	31-05-1995
		JP S6257726 A	13-03-1987