

(19)



(11)

EP 3 579 986 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.12.2020 Patentblatt 2020/53

(51) Int Cl.:
B21C 1/18 (2006.01) **B21K 1/30** (2006.01)
B21C 3/02 (2006.01) **B21C 23/10** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18704962.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/053309

(22) Anmeldetag: **09.02.2018**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/146262 (16.08.2018 Gazette 2018/33)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG SCHRÄGVERZAHNTER ZAHNRÄDER

METHOD FOR PRODUCING HELICALLY TOOTHED GEARWHEELS

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'ENGRENAGES À DENTURE HÉLICOÏDALE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.02.2017 DE 102017001211**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.12.2019 Patentblatt 2019/51

(73) Patentinhaber: **Audi AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder: **SCHIMMER, Thomas**
85051 Ingolstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 065 131 GB-A- 191 316 304
US-A- 2 954 121

EP 3 579 986 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines runden Voll- oder Hohlprofils aus Metall, das an seinem Außenumfang und/oder Innenumfang mit einer Schrägverzahnung ausgebildet ist.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung schrägverzahnter Zahnräder.

[0003] Ausgangspunkt der Erfindung ist die Herstellung schrägverzahnter Zahnräder. Im Gegensatz zur Geradverzahnung haben die Zähne einer Schrägverzahnung bezüglich der Rotationsachse des Zahnrads eine nichtparallele bzw. schräge Anordnung. Zumeist handelt es sich um eine Laufverzahnung. Im Vergleich zu einer Geradverzahnung ist die Herstellung einer Schrägverzahnung aufwändiger und mit höheren Herstellkosten verbunden. Die Herstellung einer Schrägverzahnung kann spanend, bspw. mittels Wälzfräsen, erfolgen. Die Herstellung kann auch umformend erfolgen, bspw. durch Sintern, wie z. B. in der DE 691 03 109 T2 beschrieben. Ferner kann die Herstellung umformend erfolgen, wie z. B. in der

[0004] DE 10 2010 060 927 A1 und der DE 10 2012 017 525 A1 beschrieben. Die GB 16304 A, US 2 954 121 A und EP 1 065 131 A2 offenbaren weiterhin die Herstellung von schrägverzahnten Zahnrädern mittels Ziehen samt drehbarer Lagerung der Matrize. Schließlich befasst sich die GB 732 627 A mit der Herstellung von geraden Zahnrädern mittels Ziehen, wo aber nach dem Ziehen das Profil in Scheiben zerteilt wird, welche dann zu den verzahnten Zahnrädern verarbeitet werden.

[0005] Mit der Erfindung soll eine weitere Möglichkeit zur Herstellung schrägverzahnter Zahnräder geschaffen werden, insbesondere um Kosten einzusparen.

[0006] Gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung schrägverzahnter Zahnräder, welche am Außenumfang mit einer Schrägverzahnung ausgebildet sind. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich analog für alle Erfindungsgegenstände aus den abhängigen Patentansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung.

[0007] Unter einem Profil wird ein langgestrecktes Bauteil mit definiertem Querschnitt verstanden. Ein rundes Vollprofil weist einen vollflächigen und näherungsweise kreisrunden Querschnitt auf. Ein rundes Hohlprofil weist näherungsweise einen kreisringförmigen Querschnitt bzw. Hohlquerschnitt auf. Das Vollprofil wird an seiner Außenumfangsfläche mit einer Schrägverzahnung ausgebildet. Das Hohlprofil kann an seiner Außenumfangsfläche und/oder Innenumfangsfläche mit einer Schrägverzahnung ausgebildet werden.

[0008] Unter Ziehen wird die Herstellung des Profils mittels Durchziehen durch eine formgebende Matrize (Ziehmatrize), ähnlich dem Drahtziehen, verstanden. Unter Pressen wird die Herstellung des Profils mittels Durchpressen durch eine formgebende Matrize (Press-

matrize), ähnlich dem Strangpressen, verstanden. Bei-
des sind kontinuierliche Umformverfahren der Massi-
vumformung und können auch miteinander kombiniert
werden. Als Ausgangsmaterial kann ein zylindrisches
Vollmaterial, insbesondere ein Rundstab, oder auch ein
Rohr, insbesondere ein dickwandiges Rohr, verwendet
werden. Das Ausgangsmaterial ist ein Metall, wie bspw.
Aluminium und insbesondere Stahl. Das hergestellte
Profil ist also ein Metallprofil, bspw. ein Aluminiumprofil
und insbesondere ein Stahlprofil.

[0009] Die formgebende Matrize weist wenigstens eine negative Verzahnungskontur auf, an der beim Ziehen bzw. Durchziehen die Außenverzahnung ausgeformt wird. Um eine Schrägverzahnung zu erhalten, ist die Verzahnungskontur der Matrize mit einem Drall ausgebildet, d. h., die die Zähne ausformenden Nuten haben zumindest näherungsweise einen wendelförmigen Verlauf. Beim Durchziehen muss die Matrize und/oder das hergestellte Profil dann eine Drehbewegung ausführen. Dies kann durch eine entsprechende Lagerung der Matrize und/oder der zum Ziehen verwendeten Zugstange bewerkstelligt werden. Ebenso ist auch die drehbare Lagerung eines das Ausgangsmaterial aufnehmenden Rezipienten denkbar.

[0010] Erfindungsgemäß erfolgt die Drehbewegung frei, d. h. ohne Antrieb.

[0011] Das Ziehen des Profils kann kalt, d. h. durch Kaltziehen, oder warm, d. h. durch Warmziehen erfolgen. Beim Warmformen wird das Ausgangsmaterial angewärmt und oberhalb der Raumtemperatur verarbeitet.

[0012] Das hergestellte Profil kann eine (axiale) Länge zwischen 0,5 m und 25 m und bevorzugt zwischen 4 m und 12 m aufweisen. Die beim Herstellen erzeugte und ebenfalls einen Drall aufweisende Schrägverzahnung erstreckt sich ununterbrochen im Wesentlichen über die gesamte axiale Länge. Der Außendurchmesser des Profils kann 15 mm bis 200 mm, bevorzugt 20 mm bis 100 mm und besonders bevorzugt 35 mm bis 80 mm betragen, wobei der Profilaußendurchmesser im Wesentlichen dem Außendurchmesser der aus dem Profil herzustellenden Zahnräder entsprechen kann (s. u.).

[0013] Eine nicht erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung eines runden Voll- oder Hohlprofils aus Metall, welches am Außenumfang und/oder am Innenumfang mit einer Schrägverzahnung ausgebildet ist, umfasst eine Zieh- oder Pressmatrize, die wenigstens eine die Schrägverzahnung ausformende (negative) Verzahnungskontur aufweist, wobei die Verzahnungskontur mit einem Drall ausgebildet ist. Um die beim Durchziehen oder Durchpressen erforderliche Drehbewegung zu ermöglichen, ist die Zieh- oder Pressmatrize drehbar gelagert. Die Matrize kann frei drehend gelagert sein. Ebenso kann ein Antrieb (bspw. bestehend aus Motor und Getriebe) vorgesehen sein, der eine Matrizendrehbewegung erzeugt. Bevorzugt sind die erzeugte Matrizendrehbewegung und der Profilvorschub bzw. -abzug aufeinander abgestimmt, wie bereits erläutert.

[0014] Alternativ zu einer drehbar gelagerten Matrize

oder ergänzend hierzu kann die nicht erfindungsgemäße Vorrichtung auch eine Zugstange oder dergleichen aufweisen, welche die für das Ziehen bzw. Durchziehen erforderliche Zugkraft auf das Profil aufbringt, wobei diese Zugstange drehbar gelagert sein kann, um beim Ziehen eine Drehbewegung des erzeugten Profils zu ermöglichen.

[0015] Alternativ zu einer drehbar gelagerten Matrice oder ergänzend hierzu kann die nicht erfindungsgemäße Vorrichtung auch eine Profilführung oder dergleichen aufweisen, welche das beim Pressen bzw. Durchpressen erzeugte Profil aufnimmt, wobei diese Profilführung drehbar gelagert sein kann, um beim Pressen eine Drehbewegung des erzeugten Profils zu ermöglichen.

[0016] Das beschriebene erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Herstellung eines mit Schrägverzahnung ausgebildeten Profils, welches dann im Weiteren als Halbzeug für die Herstellung von schrägverzahnten Zahnrädern verwendet wird.

[0017] Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass der Querschnitt des Profils zumindest annähernd dem Querschnitt bzw. Stirnschnitt der herzustellenden Zahnräder entspricht, so dass der weitere Fertigungsaufwand zur Fertigstellung der Zahnräder gering ist. Insbesondere ist zur Fertigstellung der Schrägverzahnungen an den herzustellenden Zahnrädern kein aufwändiges Wälzfräsen mehr erforderlich, sondern nur noch ein Verzahnungsschleifen, da bei der Herstellung des schrägverzahnten Profils bereits eine Verzahnungsqualität und -genauigkeit erreicht wird, die wenigstens der des Wälzfräsens entspricht und in der Praxis diese sogar übertrifft. Bevorzugt wird das Profil so hergestellt, dass beim späteren Verzahnungsschleifen weniger als 0,1 mm abgetragen werden müssen.

[0018] Weitere Bearbeitungsschritte zur Fertigstellung der Zahnräder können sein: Entgraten, Bohren, Ausdrehen, Plandrehen, Härten (bspw. Einsatzhärten oder Nitrieren), Strahlen, Phosphatieren und dergleichen.

[0019] Zusammenfassend bietet die Erfindung folgende Vorteile (keine abschließende Aufzählung):

- Kostengünstige und qualitativ hochwertige Herstellung eines Halbzeugs sowie daraus hergestellter Zahnräder mit Schrägverzahnung.
- Kurze und schnelle Prozesskette mit wenigen Herstellschritten.
- Hohe Stückzahlen möglich, d. h. seriengeeignet (auch Großserien).
- Sehr gute Materialausnutzung.
- Nur verhältnismäßig kleiner Maschinenpark erforderlich (d. h. geringe Invest- und Betriebskosten) - insbesondere können konventionelle Fräs- und Wälzfräsmaschinen eingespart bzw. für andere Erzeugnisse genutzt werden.
- Vorhandene Zieh- oder Pressmaschinen können nachgerüstet werden.
- Festigkeitsvorteile aufgrund einer im Wesentlichen umformenden Herstellung.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Unabhängig von bestimmten Merkmalskombinationen können die in den Figuren gezeigten und/oder nachfolgend erläuterten Merkmale allgemeine Merkmale der Erfindung sein und die Erfindung entsprechend weiterbilden.

Fig. 1 zeigt ein schrägverzahntes Zahnrad.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Herstellung eines schrägverzahnten Profils, welches im Weiteren für die Herstellung des Zahnrads aus Fig. 1 verwendet wird.

Fig. 3 zeigt die in der Vorrichtung aus Fig. 2 verwendete Matrice zur Herstellung des schrägverzahnten Profils.

[0021] Das in Fig. 1 gezeigte massive Stirnzahnrad 200 ist an seinem Außenumfang mit einer Schrägverzahnung 220 ausgebildet und weist eine zentrale Bohrung 210 auf. Das aus einem Stahlmaterial gebildete Zahnrad 200 kann auch an seinem Innenumfang 215 mit einer Verzahnung, gegebenenfalls auch mit einer Schrägverzahnung, ausgebildet sein. Mit L ist die Rotationsachse bezeichnet. Das Zahnrad 200 weist z. B. einen Durchmesser von 40 mm bis 60 mm auf und wird insbesondere als Getriebeteil verwendet.

[0022] Erfindungsgemäß wird das Zahnrad 200 aus einem Profil 110 (siehe Fig. 2) hergestellt, welches an seinem Außenumfang bereits mit einer Schrägverzahnung 120 versehen ist. Von diesem Profil 110 werden Abschnitte bzw. Scheiben heruntergeschnitten, die dann zu Zahnrädern entsprechend der Fig. 1 weiterverarbeitet werden, wie oben beschrieben. Die Verzahnung des Profils 110 hat bereits eine endkonturnahe Vorform, so dass der Fertigungsaufwand zur Fertigstellung eines Zahnrads 200 vergleichsweise gering ist.

[0023] Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung 300 zur Herstellung eines mit einer Außenschrägverzahnung 120 ausgebildeten Vollprofils 110. Das in einem Rezipienten 310 aufgenommene und erwärmte Ausgangsmaterial 100 wird kontinuierlich durch eine Matrice 320 gezogen, wobei das strangartige runde Vollprofil 110 erzeugt wird, wie mit dem Vorschubpfeil U veranschaulicht. Die Umformkraft wird nicht mittels Stempel 330 sondern mittels Zugstange 340 aufgebracht. Die axiale Richtung L entspricht der Rotationsachse des Zahnrads 200.

[0024] Die Matrice 320 weist eine negative Verzahnungskontur 325 auf (siehe Fig. 3), mit der beim Ziehen die Außenverzahnung 120 am Profil 110 ausgeformt wird. Um eine Schrägverzahnung zu erhalten, ist die Verzahnungskontur 325 der Matrice 320 mit Drall ausgebildet, wie in Fig. 3 gezeigt. Beim Ziehen des Profilstrangs 110 führt die Matrice 320 oder das auslaufende Profil 110 aufgrund des Dralls eine Drehbewegung aus, wie mit dem Drehpfeil D veranschaulicht. Entsprechend sind die Matrice 320 und/oder die Zugstange 340 drehbar ge-

lagert. Ferner wird auf einem motorischen Antrieb M zur Erzeugung der Drehbewegung D verzichtet.

[0025] Der Durchmesser des Profils 110 entspricht im Wesentlichen dem Durchmesser des im Weiteren daraus hergestellten Zahnrads 200 und beträgt z. B. 40 mm bis 60 mm. Der kontinuierliche Umformprozess kann so ausgelegt sein, dass in der Matrize 320 keine nennenswerte Durchmesseränderung erfolgt, sondern dass nur die wendelartige Außenverzahnung 120 eingeformt wird.

[0026] Die Bohrung 210 im Zahnrad 200 kann durch Bohren und/oder Ausdrehen der vom Profil 110 abgetrennten Abschnitte bzw. Scheiben, die quasi als endkonturnah vorgeformte Rohlinge fungieren, erzeugt werden. Mithilfe eines zur Matrize 320 gehörenden Dorns (nicht gezeigt) kann ferner ein hohles Profil 110 bzw. Hohlprofil erzeugt werden. Außerdem kann als Ausgangsmaterial 100 bereits ein Rohr verwendet werden, das gegebenenfalls beim Umformen mittels Dorn abgestützt oder dessen Innendurchmesser beim Umformen mittels Dorn verändert wird.

[0027] Der Innendurchmesser eines aus einem Vollmaterial oder Rohr erzeugten Hohlprofils entspricht bevorzugt im Wesentlichen dem späteren Bohrungsdurchmesser (des Zahnrads) oder ist ein noch zu bearbeitendes Vormaß (Endmaß + Bearbeitungsaufmaß). Mithilfe eines entsprechend gestalteten Dorns kann am Innenumfang eines Hohlprofils auch eine Verzahnung oder dergleichen ausgeformt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung schrägverzahnter Zahnräder (200),
umfassend die Schritte:

- Herstellen eines runden Voll- oder Hohlprofils (110) aus Metall, das am Außenumfang mit einer Schrägverzahnung (120) ausgebildet ist, wobei das Profil (110) mittels Ziehen durch eine mit einer Verzahnungskontur (325) ausgebildeten Matrize (320) hergestellt wird, wozu die Verzahnungskontur (325) einen Drall aufweist und die Matrize (320) oder das Profil (110) durch drehbare Lagerung der Matrize (320) oder durch drehbare Lagerung der zum Ziehen verwendeten Zugstange (340) eine freie Drehbewegung (D) ausführt;
- Bereitstellen des Profils (110);
- Zerteilen des Profils (110) in einzelne Scheiben, welche dann zu den schrägverzahnten Zahnrädern (200) weiter verarbeitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schrägverzahnungen (220) an den herzustellenden Zahnrädern (200) nur durch Verzahnungs-

schleifen fertig bearbeitet werden.

3. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ziehen des Profils (110) warm erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das hergestellte Profil (110) eine Länge zwischen 4 m und 12 m aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei zum Herstellen des Profils (110) eine Vorrichtung (300) verwendet wird,
umfassend eine Ziehmatrize (320), die eine die Schrägverzahnung (120) ausformende Verzahnungskontur (325) aufweist, wobei die Verzahnungskontur (325) mit einem Drall ausgebildet ist und die Ziehmatrize (320) frei drehend gelagert ist.

Claims

1. Method for producing helically toothed gear wheels (200),
comprising the steps:

- producing a round full or hollow profile (110) of metal which is designed with a helical toothing (120) on the outer circumference, wherein the profile (110) is produced by means of sweeping through a die (320) formed with a toothing contour (325), to which end the toothing contour (325) has a twist and the matrix (320) or the profile (110), by means of rotatable mounting of the die (320) or by means of rotatable mounting of the drawing rod (340) used for sweeping, carries out a free rotational movement (D);
- providing the profile (110);
- dividing the profile (110) into individual discs which are then further processed to form the helically toothed gear wheels (200).

2. Method according to claim 1,
characterised in that the helical toothings (220) on the gear wheels (200) to be produced are finished only by toothing grinding.
3. Method according to any of the preceding claims,
characterised in that the sweeping of the profile (110) is carried out warm.
4. Method according to any of the preceding claims,
characterised in that the produced profile (110) has a length of between

4 m and 12 m.

5. Method according to any of the preceding claims, wherein a device (300) is used to produce the profile (110) 5
comprising
 a drawing matrix (320) which has a toothing contour (325) which forms the helical toothing (120), wherein the toothing contour (325) is formed with a twist and the drawing die (320) is mounted so as to rotate freely. 10

de denture (325) formant la denture hélicoïdale (120), dans lequel le contour de denture (325) est réalisé avec une hélice et la matrice d'étréage (320) est logée de manière à pouvoir tourner librement.

Revendications

1. Procédé de fabrication de roues dentées (200) à denture hélicoïdale, 15
comprenant les étapes :
- la fabrication d'un profil plein ou creux rond (110) en métal qui est réalisé au niveau de la périphérie extérieure avec une denture hélicoïdale (120), dans lequel le profil (110) est fabriqué par étréage par une matrice (320) réalisée avec un contour de denture (325), pour quoi le contour de denture (325) présente une hélice et la matrice (320) ou le profil (110) réalise par le logement rotatif de la matrice (320) ou par le logement rotatif de la tige de traction (340) utilisée pour l'étréage un mouvement de rotation (D) libre ; 20
 - la mise à disposition du profil (110) ; 25
 - la division du profil (110) en disques individuels qui sont encore traités ensuite pour former des roues dentées (200) à denture hélicoïdale. 30 35
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** 40
 les dentures hélicoïdales (220) au niveau des roues dentées (200) à fabriquer sont finies seulement par rectification de denture.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** 45
 l'étréage du profil (110) est effectué à chaud.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** 50
 le profil fabriqué (110) présente une longueur entre 4 m et 12 m.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un dispositif (300) est utilisé pour la fabrication du profil (110), 55
comprenant
 une matrice d'étréage (320) qui présente un contour

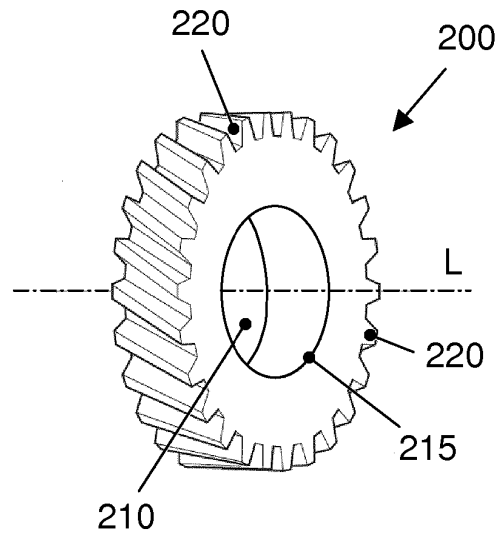


Fig. 1

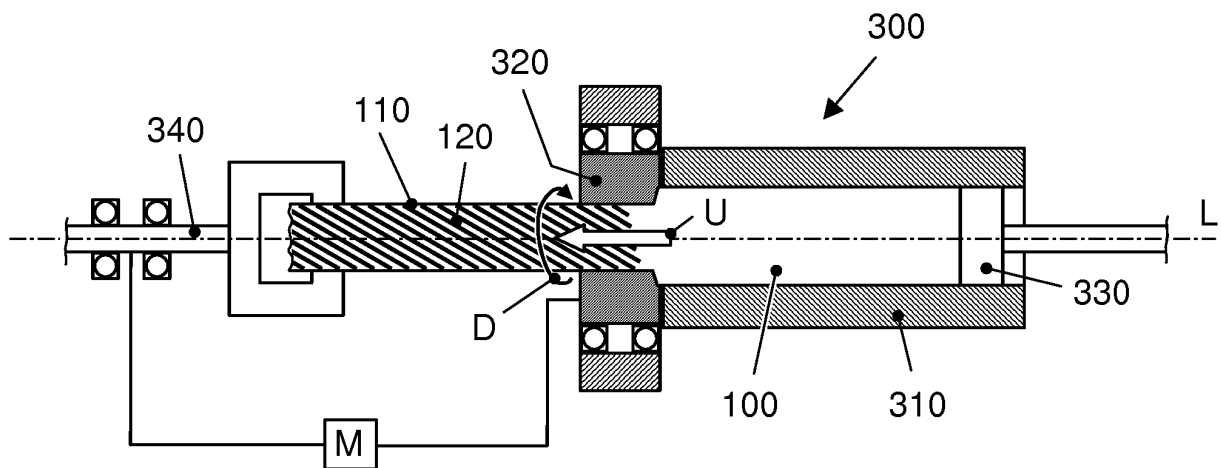


Fig. 2

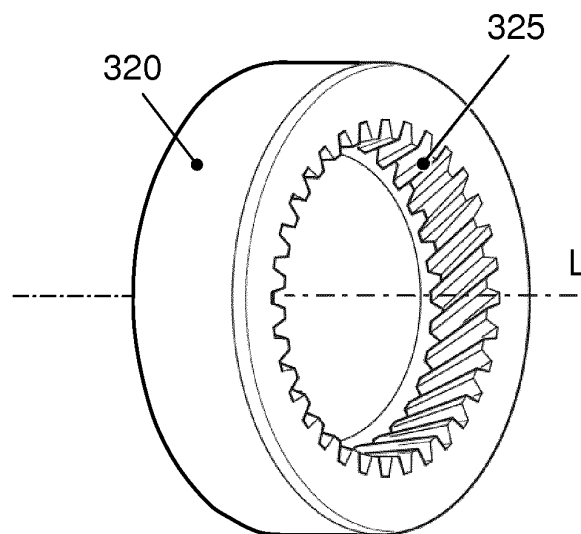


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 69103109 T2 [0003]
- DE 102010060927 A1 [0004]
- DE 102012017525 A1 [0004]
- GB 16304 A [0004]
- US 2954121 A [0004]
- EP 1065131 A2 [0004]
- GB 732627 A [0004]