

(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
12. Januar 2017 (12.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/005740 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21H 1/06 (2006.01) **B23F 17/00** (2006.01)
B23P 15/14 (2006.01) **B21H 5/00** (2006.01)
B23F 15/00 (2006.01)

(72) Erfinder: MASCHELSKI, Uwe; Bickers Hof 23, 59229
Ahlen/Westfalen (DE). **GOLZ, Jan**; Am Kistner 35,
45527 Hattingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/065836

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL
PROPERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143
Essen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juli 2016 (05.07.2016)

(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, 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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 111 137.3 9. Juli 2015 (09.07.2015) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP ROTHE ERDE GMBH**
[DE/DE]; Tremoniastr. 5 - 11, 44137 Dortmund (DE).
THYSSENKRUPP AG [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1,
45143 Essen (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A RING WITH A TOOTHING

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES RINGS MIT EINER VERZÄHNUNG

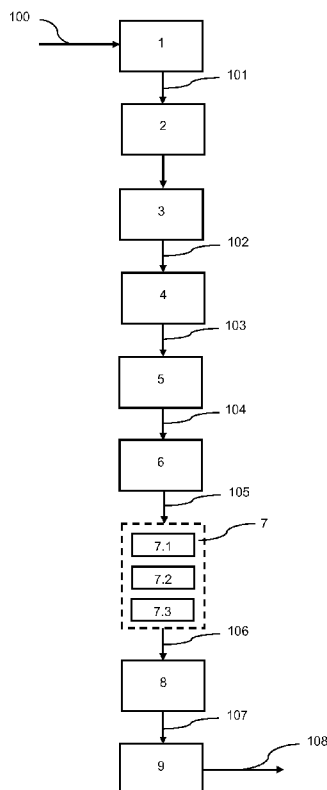


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a method for producing a ring with a tothing, which comprises the following method steps: (a) ring rolling a pre-ring to form a ring blank, (b) introducing a pre-tothing into the ring blank to form a pre-toothed ring, wherein the pre-tothing has teeth with a first tooth height, (c) heat-treating the pre-toothed ring to form a heat-treated pre-toothed ring and (d) finish-tothing the heat-treated pre-toothed ring to form a ring with a tothing, wherein the tothing has teeth with a second tooth height, which is greater than the first tooth height.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rings mit einer Verzahnung, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst: (a) Ringwalzen eines Vorrings zur Bildung eines Ringrohlings, (b) Einbringen einer Vorverzahnung in den Ringrohling zur Bildung eines vorverzahnten Rings, wobei die Vorverzahnung Zähne mit einer ersten Zahnhöhe aufweist, (c) Vergüten des vorverzahnten Rings zur Bildung eines vergüteten vorverzahnten Rings und (d) Fertigverzahnung des vergüteten vorverzahnten Rings zur Bildung eines Rings mit einer Verzahnung, wobei die Verzahnung Zähne mit einer zweiten Zahnhöhe aufweist, die größer ist als die erste Zahnhöhe.



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, 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)

BESCHREIBUNG

Titel

Verfahren zur Herstellung eines Rings mit einer Verzahnung

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rings mit einer Verzahnung.

Derartige Ringe mit einer Verzahnung werden beispielsweise als Bauteile von Großgetrieben und Großwälzlager für Krane, Tunnelvortriebsmaschinen oder Windkraftanlagen eingesetzt.

Bei der Herstellung solcher Ringe wird üblicherweise zunächst ein nahtlos gewalzter Ringrohling mittels eines Ringwalzverfahrens gebildet. Der Ringrohling wird im ganzen Stück vergütet, um die Festigkeitseigenschaften des Materials zu verbessern. Nach dem Vergüten erfolgt dann in der Regel das Einbringen der Verzahnung mittels spanender Fertigungsverfahren.

Dieses Verfahren zur Herstellung von Ringen mit einer Verzahnung hat sich durchaus bewährt. Allerdings hat sich herausgestellt, dass es bei der Herstellung von Ringen mit einer Verzahnung, die Zähne mit einer erheblichen Zahnhöhe aufweist, zu größeren Abweichungen der mechanischen Eigenschaften im Bereich des Zahnfußes gegenüber dem Zahnkopf kommen kann. Insofern kann insbesondere die Festigkeit im Bereich des Zahnfußes deutlich herabgesetzt sein.

Offenbarung der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Festigkeit im Bereich des Zahnfußes zu erhöhen.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Herstellung eines Rings mit einer Verzahnung vorgeschlagen, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

(a) Ringwalzen eines Vorrings zur Bildung eines Ringrohlings,

- (b) Einbringen einer Vorverzahnung in den Ringrohling zur Bildung eines vorverzahnten Rings, wobei die Vorverzahnung Zähne mit einer ersten Zahnhöhe aufweist,
- (c) Vergüten des vorverzahnten Rings zur Bildung eines vergüteten vorverzahnten Rings und
- (d) Fertigverzahnen des vergüteten vorverzahnten Rings zur Bildung eines Rings mit einer Verzahnung, die Zähne mit einer zweiten Zahnhöhe aufweist, die größer ist als die erste Zahnhöhe.

Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass vor dem Vergüten eine Vorverzahnung in den Ringrohling eingebracht wird, welche eine gegenüber einer Soll-Zahnhöhe des zu fertigenden Rings reduzierte erste Zahnhöhe aufweist. Hierdurch liegt der Bereich, der im fertigen Ring den Zahnfuß bildet, in einem geringeren Abstand zur Oberfläche als dies ohne eine Vorverzahnung der Fall wäre. Durch den reduzierten Abstand zur Oberfläche ergibt sich eine erhöhte Vergütewirkung im Bereich des Zahnfußes. Ferner wird die Oberfläche infolge des Einbringens der Vorverzahnung insgesamt vergrößert, so dass beim Vergüten eine größere Wärmeaustauschfläche bereitgestellt wird. Durch diese beiden Effekte kommt es zu einer deutlichen Verbesserung der Festigkeit im Bereich des Zahnfußes.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das Einbringen der Vorverzahnung, also das Vorverzahnen, und/oder das Fertigverzahnen mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens erfolgt. Beispielsweise kann zum Vorverzahnen oder zum Fertigverzahnen ein Fräsverfahren Anwendung finden.

Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Fertigung von Ringen mit einer beliebigen Zahnhöhe anwendbar. Als vorteilhaft hat es sich jedoch erwiesen, wenn die zweite Zahnhöhe im Bereich von 50 mm bis 125 mm liegt. Bevorzugt liegt die zweite Zahnhöhe im Bereich von 55 mm bis 110 mm, besonders bevorzugt im Bereich von 65 mm bis 100 mm. Bei einer Zahnhöhe in einem dieser Bereiche ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine homogenisierte Verteilung der Festigkeitswerte im Bereich vom Kopf der Zähne bis zum Zahnfuß.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die erste Zahnhöhe 50% bis 95%, bevorzugt 70% bis 90%, besonders bevorzugt 75% bis 85%, der zweiten Zahnhöhe beträgt. Bei einer derartigen Wahl der durch das Vorverzahnen erzeugten Zahnhöhe ergibt sich bei dem auf das Vorverzahnen folgenden Vergüten eine gesteigerte Vergütewirkung im Bereich des Zahnfußes.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass der vorverzahnte Ring beim Vergüten als Ganzes erwärmt wird, so dass – anders als etwa beim Induktionshärten – eine Erwärmung des gesamten Materials des vorverzahnten Rings erfolgt. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass sich die Wärmeeinwirkung auf einen möglichst großen Teil des vorverzahnten Rings auswirkt. Insofern kann auch die Vergütewirkung in einem möglichst großen Teil des Materials eintreten. Das Erwärmen des vorverzahnten Rings kann in einem Ofen, einer Durchlaufglühanlage oder einer Haubenglühanlage erfolgen. Bevorzugt wird der vorverzahnte Ring auf eine Temperatur erhitzt, die größer oder gleich 850°C, bevorzugt größer oder gleich 860°C, besonders bevorzugt größer oder gleich 870°C, ist.

In diesem Zusammenhang hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn der vorverzahnte Ring nach dem Erwärmen als Ganzes abgeschreckt wird, so dass der vorverzahnte Ring als Ganzes gehärtet wird. Das Abschrecken des vorverzahnten Rings als Ganzes kann beispielsweise durch Einbringen des vorverzahnten Rings in ein Abschreckbad, insbesondere aus Wasser, Öl oder einem polymeren Abschreckmittel erfolgen.

Bevorzugt wird der vorverzahnte Ring nach dem Abschrecken angelassen, insbesondere bei einer Temperatur größer gleich 550 °C, bevorzugt größer gleich 570 °C, insbesondere größer gleich 580 °C.

Die Verzahnung des Rings kann als am Außenumfang des Rings angeordnete Außenverzahnung oder als am Innenumfang des Rings angeordnete Innenverzahnung ausgebildet sein.

Bevorzugt ist die Verzahnung als Vollverzahnung ausgebildet, die sich über den gesamten Außenumfang des Rings und/oder den gesamten Innenumfang des Rings erstreckt. Insofern kann der Ring nach Art eines Zahnrads oder eines Zahnringes ausgebildet sein.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass die Verzahnung als teilweise umlaufende Teilverzahnung an dem Außenumfang des Rings und/oder als teilweise umlaufende Teilverzahnung an dem Innenumfang des Rings vorgesehen ist. Eine Teilverzahnung am Außenumfang erstreckt sich bevorzugt über einen ersten Winkelbereich des Außenumfangs, wobei ein zweiter Winkelbereich des Außenumfangs vorgesehen ist, der ohne Verzahnung ausgebildet ist. Eine Teilverzahnung am Innenumfang erstreckt sich bevorzugt über einen ersten Winkelbereich des Innenumfangs, wobei ein zweiter Winkelbereich des Innenumfangs vorgesehen ist, der ohne Verzahnung ausgebildet ist.

Vorteilhaft ist es ferner, wenn der Ring einen Durchmesser im Bereich von 250 bis 8000 mm, bevorzugt im Bereich von 1800 mm bis 7000 mm, besonders bevorzugt im Bereich von 2300 mm bis 6000 mm aufweist. Ringe mit derartigen Durchmessern können als Bauteile von Großgetrieben und Großwälzlagern für Krane, Tunnelvortriebsmaschinen oder Windkraftanlagen eingesetzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird der Ring mit einer Verzahnung nach dem Fertigverzahnen bereichsweise gehärtet, so dass die Festigkeit des Rings bereichsweise weiter erhöht wird. Das bereichsweise Härten kann beispielsweise mittels eines Induktionshärtungsverfahrens und optionalem nachfolgendem Abschrecken durch eine Brausevorrichtung erfolgen. Besonders bevorzugt wird der Ring in einem Bereich gehärtet, welcher die Verzahnung nicht umfasst. Beispielsweise kann eine der Verzahnung gegenüberliegende Seite des Rings gehärtet werden. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Verzahnung des Rings zumindest bereichsweise gehärtet wird.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Zeichnungen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand der Zeichnungen. Die Zeichnungen illustrieren dabei lediglich beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung, welche den Erfindungsgedanken nicht einschränken.

Kurze Beschreibung der Figuren

Die **Figur 1** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

Ausführungsformen der Erfindung

In der Figur 1 ist schematisch der Ablauf eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens für einen nahtlos gewalzten Ring mit einer Verzahnung dargestellt. Die Verzahnung kann als am Außenumfang des Rings vorgesehene Außenverzahnung oder als Innenverzahnung ausgebildet sein, die am Innenumfang des Rings ausgebildet ist. Es ist möglich, die Verzahnung als Vollverzahnung auszubilden, die um den gesamten Außenumfang und/oder Innenumfang des Rings umläuft oder als Teilverzahnung, welche sich lediglich über einen Teil des Außenumfangs und/oder des Innenumfangs erstreckt. Die nahtlos gewalzten Ringe weisen einen Durchmesser im Bereich von 250 bis 8000 mm, bevorzugt im Bereich von 1800 mm

bis 7000 mm, besonders bevorzugt im Bereich von 2300 mm bis 6000 mm auf. Ringe mit derartigen Durchmessern können als Bauteile von Großgetrieben und Großwälzlagern für Krane, Tunnelvortriebsmaschinen oder Windkraftanlagen verwendet werden.

Zunächst werden in einem Sägeschnitt 1 aus einem stabförmigen Vormaterial 100, insbesondere einem stabförmigen Stahl, einzelne stabförmige Abschnitte 101 gesägt. Diese stabförmigen Abschnitte 101 werden in einem Erwärmungsschritt 2 erwärmt und in einem darauf folgenden Stauchungsschritt 3 durch Stauchen insbesondere mittels Freiform- oder Gelenkschmiedepressen oder -hämmern in eine scheibenförmige Form 102 geformt. Anschließend folgt ein Lochungsschritt 4, in welchem die scheibenförmigen Formen 102 in ihrer Mitte gelocht werden, um ein Ringinnenloch zu erzeugen. Die mit einem Ringinnenloch versehenen Formen stellen sogenannte Vorringe 103 dar.

Ausgehend von einem Vorring 103 erfolgt die Herstellung eines Ringrohlings 104 durch Ringwalzen 5. Hierzu kommen Ringwalzwerke nach Art eines Radial-Axial Ringwalzwerks zum Einsatz. Derartige Ringwalzwerke weisen typischerweise zwei Walzspalte auf, in denen die Höhe des Ringrohlings 104 und die Wandstärke des Ringrohlings 104 gleichzeitig reduziert werden. Das Herstellen eines Ringrohlings 104 durch Ringwalzen bietet den Vorteil, dass sich ein für gewalzte Ringe typischer tangentialer Faserverlauf ausbildet, der isotrope tangential mechanische Eigenschaften über den gesamten Ringumfang erzeugt.

Abweichend von der Darstellung in Figur 1 kann der Ringrohling 104 zusätzlich normalisiert werden. Das Normalisieren kann bei einer Temperatur von größer oder gleich 850°C, bevorzugt größer oder gleich 860°C, besonders bevorzugt größer oder gleich 870°C erfolgen. Ferner kann der Ringrohling 104 in einem weiteren optionalen Schritt vorgedreht werden, um einen rechteckförmigen Ringquerschnitt zu erhalten.

Erfindungsgemäß wird der Ringrohling 104 einem Vorverzahnungsschritt 6 zugeführt. Hierbei wird in den nahtlos gewalzten Ringrohling 104 eine Vorverzahnung eingebracht, wobei die Vorverzahnung Zähne mit einer gegenüber der Soll-Zahnhöhe der zu fertigenden Verzahnung reduzierten, ersten Zahnhöhe aufweist. Dieses Vorverzahnung erfolgt mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens, beispielsweise mittels Fräsen, insbesondere mittels Walzfräsen. Durch das Vorverzahnung 6 wird aus dem Ringrohling ein vorverzahnter Ring 105 gebildet.

Unmittelbar nach dem Vorverzahnen 6 wird der vorverzahnte Ring 105 als Ganzes vergütet. Im Rahmen des Vergütens 7 wird der vorverzahnte Ring 105 als Ganzes zunächst auf eine Temperatur im Bereich von größer oder gleich 850°C, bevorzugt größer oder gleich 860°C, besonders bevorzugt größer oder gleich 870°C erhitzt. Das Erhitzen 7.1 erfolgt beispielsweise mittels eines Ofens, einer Durchlaufglühanlage oder einer Haubenglühanlage. In direktem Anschluss an das Erhitzen 7.1 wird der vorverzahnte Ring als Ganzes abgeschreckt, beispielsweise indem der vorverzahnte Ring als Ganzes in ein Abschreckbad, insbesondere aus Wasser, Öl oder einem polymeren Abschreckmittel eingebracht wird. Hierbei wird der vorverzahnte Ring als Ganzes gehärtet. Nach dem Abschrecken 7.2 folgt ein Anlassschritt 7.3, in welchem der vorverzahnte Ring nach dem Abschrecken 7.2 bei einer Temperatur größer gleich 550 °C, bevorzugt größer gleich 570 °C, insbesondere größer gleich 580 °C, angelassen wird. Das Anlassen 7.3 schließt das Vergüten 7 des vorverzahnten Rings 105 ab.

Der vergütete vorverzahnte Ring 106 wird nun mittels eines spanabhebenden Fertigungsverfahrens fertigverzahnt. Hierbei wird die Zahnhöhe der Verzahnung erhöht, so dass die beim Fertigverzahnen 8 entstehende zweite Zahnhöhe größer ist als die durch das Vorverzahnen erhaltene erste Zahnhöhe. Optional kann der Innenumfang des Rings durch einen Drehprozess weiter vergrößert werden.

Der fertig verzahnte Ring 107 wird nachfolgend bereichsweise gehärtet, so dass die Festigkeit des Rings bereichsweise weiter erhöht wird. Das bereichsweise Härten 9 erfolgt mittels eines Induktionshärtungsverfahrens mit nachfolgendem Abschrecken durch eine Brausevorrichtung. Gehärtet werden bevorzugt solche Bereiche des Rings 107, die verzahnungsfrei sind. Bei einer Außenverzahnung kann beispielsweise die Innenkontur des Rings 107 gehärtet werden. Im Falle eines Rings 107 mit einer Innenverzahnung kann das bereichsweise Härten am Außenumfang des Rings 107 erfolgen.

Bei dem vorstehend beschriebenen Herstellungsverfahren für einen Ring mit einer Verzahnung 108 werden folgende Schritte ausgeführt:

- (a) Ringwalzen 5 eines Vorrings 103 zur Bildung eines Ringrohlings 104,
- (b) Einbringen einer Vorverzahnung in den Ringrohling 104 zur Bildung eines vorverzahnten Rings 105, wobei die Vorverzahnung Zähne mit einer ersten Zahnhöhe aufweist,
- (c) Vergüten 7 des vorverzahnten Rings 105 zur Bildung eines vergüteten vorverzahnten Rings 106 und
- (d) Fertigverzahnen 8 des vergüteten vorverzahnten Rings 106 zur Bildung eines Rings mit

einer Verzahnung, wobei die Verzahnung Zähne mit einer zweiten Zahnhöhe aufweist, die größer ist als die erste Zahnhöhe. Hierdurch kann eine Verbesserung der Festigkeit im Bereich des Zahnfußes erreicht werden.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----|-------------------------------|
| 1 | Sägen |
| 2 | Erwärmen |
| 3 | Stauchen |
| 4 | Lochen |
| 5 | Ringwalzen |
| 6 | Vorverzahnen |
| 7 | Vergüten |
| 7.1 | Erwärmen |
| 7.2 | Abschrecken |
| 7.3 | Anlassen |
| 8 | Fertigverzahnen |
| 9 | Härten |
| | |
| 100 | stabförmiges Vormaterial |
| 101 | stabförmiger Abschnitt |
| 102 | scheibenförmige Form |
| 103 | Vorring |
| 104 | Ringrohling |
| 105 | vorverzahnter Ring |
| 106 | vergüteter vorverzahnter Ring |
| 107 | fertig verzahnter Ring |
| 108 | gehärteter Ring |

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines Rings mit einer Verzahnung, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:
 - (a) Ringwalzen (5) eines Vorrings (103) zur Bildung eines Ringrohlings (104),
 - (b) Einbringen einer Vorverzahnung (6) in den Ringrohling (104) zur Bildung eines vorverzahnten Rings (105), wobei die Vorverzahnung Zähne mit einer ersten Zahnhöhe aufweist,
 - (c) Vergüten (7) des vorverzahnten Rings (105) zur Bildung eines vergüteten vorverzahnten Rings (106) und
 - (d) Fertigverzahnen (8) des vergüteten vorverzahnten Rings (106) zur Bildung eines Rings mit einer Verzahnung, wobei die Verzahnung Zähne mit einer zweiten Zahnhöhe aufweist, die größer ist als die erste Zahnhöhe.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Einbringen der Vorverzahnung (6) und/oder das Fertigverzahnen (8) mittels eines spanenden Fertigungsverfahrens erfolgt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Zahnhöhe im Bereich von 50 mm bis 125 mm, bevorzugt im Bereich von 55 mm bis 110 mm, besonders bevorzugt im Bereich von 65 mm bis 100 mm, liegt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Zahnhöhe 50% bis 95%, bevorzugt 70% bis 90%, besonders bevorzugt 75% bis 85%, der zweiten Zahnhöhe beträgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der vorverzahnte Ring (105) beim Vergüten (7) als Ganzes erwärmt wird, insbesondere auf eine Temperatur größer als 850°C, insbesondere 870°C.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der vorverzahnte Ring (105) nach dem Erwärmen (7.1) als Ganzes abgeschreckt wird, insbesondere durch Einbringen des vorverzahnten Rings (105) in ein Abschreckbad.
7. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der vorverzahnte Ring (105) nach dem Abschrecken (7.2) angelassen wird, insbesondere bei einer Temperatur größer als 550 °C, bevorzugt größer als 570 °C, insbesondere bei 580 °C.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verzahnung als am Außenumfang des Rings angeordnete Außenverzahnung oder als am Innenumfang des Rings angeordnete Innenverzahnung ausgebildet ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verzahnung als Vollverzahnung ausgebildet ist, die sich über den gesamten Außenumfang des Rings und/oder den gesamten Innenumfang des Rings erstreckt.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verzahnung als teilweise umlaufende Teilverzahnung an dem Außenumfang des Rings und/oder als teilweise umlaufende Teilverzahnung an dem Innenumfang des Rings ausgebildet ist.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Ring einen Durchmesser im Bereich von 250 bis 8000 mm, bevorzugt im Bereich von 1800 mm bis 7000 mm, besonders bevorzugt im Bereich von 2300 mm bis 6000 mm aufweist.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Ring mit einer Verzahnung nach dem Fertigverzahnen (8) bereichsweise gehärtet wird, insbesondere mittels eines Induktionshärtungsverfahrens.

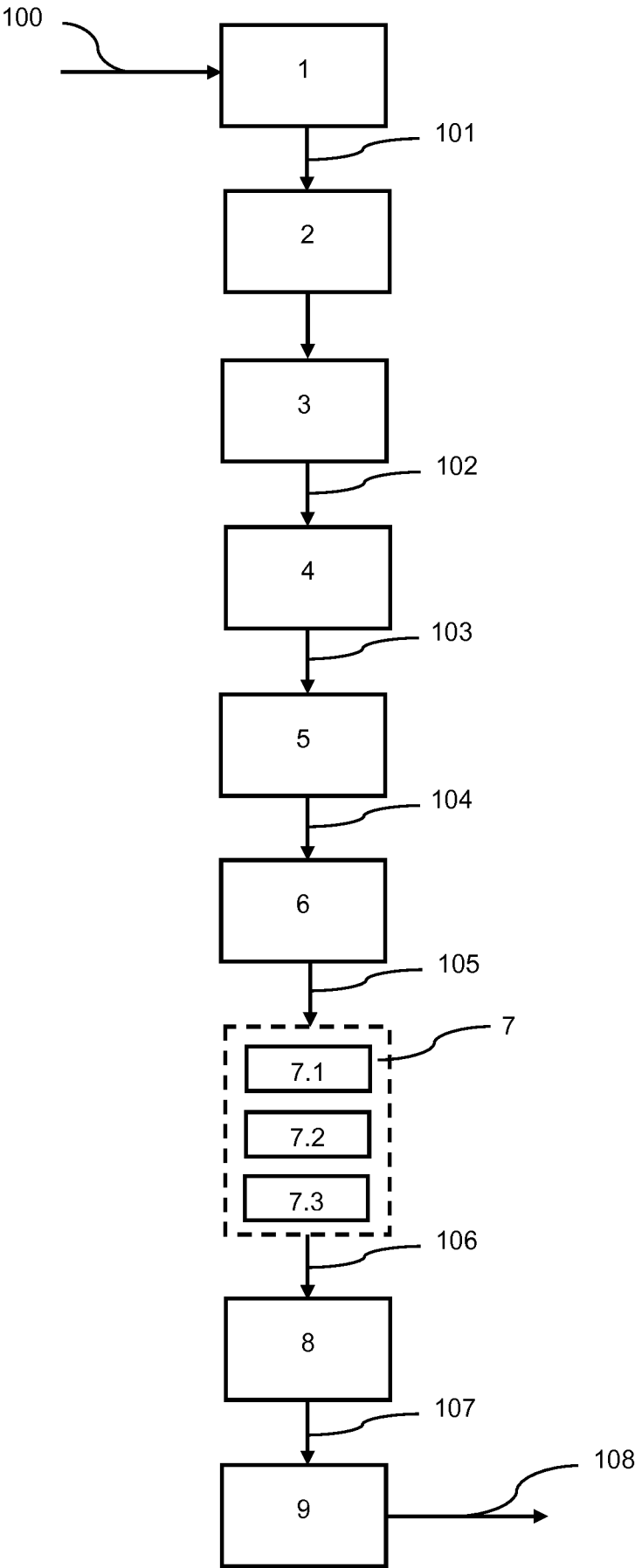


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/065836

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B21H1/06 B23P15/14 B23F15/00 B23F17/00
ADD. B21H5/00

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 B23P B23F

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.
Y	DE 10 2010 000767 A1 (UNIV BREMEN [DE]) 14 July 2011 (2011-07-14) paragraph [0002] paragraph [0008]; figure 1 -----	1-3,5-12
Y	US 2008/032851 A1 (MORDUKHOVICH GREGORY [US]) 7 February 2008 (2008-02-07) paragraph [0001] paragraph [0005] paragraph [0015] paragraph [0017] - paragraph [0021] paragraph [0025] -----	1-3,5-12
A	US 5 392 517 A (LYON JAMES W [US] ET AL) 28 February 1995 (1995-02-28) column 2, line 62 - column 3, line 18 ----- -/-	1,2,8,9



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

27 September 2016

Date of mailing of the international search report

06/10/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ritter, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/065836

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP S61 117014 A (TOYOTA MOTOR CORP) 4 June 1986 (1986-06-04) abstract; figures 1-3 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/065836

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010000767 A1	14-07-2011	NONE	

US 2008032851 A1	07-02-2008	CN 101118006 A	06-02-2008
		DE 102007035846 A1	14-02-2008
		US 2008032851 A1	07-02-2008

US 5392517 A	28-02-1995	NONE	

JP S61117014 A	04-06-1986	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B21H1/06 B23P15/14 B23F15/00 B23F17/00 ADD. B21H5/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B21H B23P B23F		
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.
Y	DE 10 2010 000767 A1 (UNIV BREMEN [DE]) 14. Juli 2011 (2011-07-14) Absatz [0002] Absatz [0008]; Abbildung 1 -----	1-3,5-12
Y	US 2008/032851 A1 (MORDUKHOVICH GREGORY [US]) 7. Februar 2008 (2008-02-07) Absatz [0001] Absatz [0005] Absatz [0015] Absatz [0017] - Absatz [0021] Absatz [0025] -----	1-3,5-12
A	US 5 392 517 A (LYON JAMES W [US] ET AL) 28. Februar 1995 (1995-02-28) Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 18 ----- -/--	1,2,8,9
☒ 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 27. September 2016		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06/10/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ritter, Florian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP S61 117014 A (TOYOTA MOTOR CORP) 4. Juni 1986 (1986-06-04) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/065836

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010000767 A1	14-07-2011	KEINE	
US 2008032851 A1	07-02-2008	CN 101118006 A	06-02-2008
		DE 102007035846 A1	14-02-2008
		US 2008032851 A1	07-02-2008
US 5392517 A	28-02-1995	KEINE	
JP S61117014 A	04-06-1986	KEINE	