(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 093 020 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.06.2014 Patentblatt 2014/24

(51) Int Cl.:
B24B 53/075 *(2006.01)* ***B24B 53/12*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09000293.2**

(22) Anmeldetag: **12.01.2009**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Prototypen- und Kleinserienfertigung von Zahnrädern**

Device and method for producing prototypes and small series of cogwheels

Dispositif et procédé de fabrication de prototypes et de petites séries de roues dentées

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE IT LI

(30) Priorität: **21.02.2008 DE 102008010302**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2009 Patentblatt 2009/35

(73) Patentinhaber: **LIEBHERR-VERZAHNTECHNIK GmbH**
87437 Kempten (DE)

(72) Erfinder:
- **Demmler, Willi**
  88451 Dettingen (DE)
- **Zankl, Manfred**
  87634 Obergünzburg (DE)

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter et al**
Lorenz-Seidler-Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 328 482
EP-A- 0 993 908
EP-A- 1 361 012
DE-A1- 19 624 842
DE-A1- 19 706 867
DE-C1- 19 901 338
US-A- 4 142 333
US-B1- 6 491 568

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).

EP 2 093 020 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Prototypen- und Kleinserienfertigung von Zahnrädern.

[0002] Aus der US 6,491,568 ist grundsätzlich bereits eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von ein- oder mehrgängigen Schleifschnecken bekannt. Aus der DE 196 24 842 A1 und der EP 0 993 908 A2 sind ein Verfahren zum Profilieren sowie ein Abrichtwerkzeug bekannt. Aus der DE 197 06 867 A1 ergibt sich bereits ein Verfahren für die Profilierung von ein- oder mehrgängigen Schleifschnecken für das Schleifen von Zahnflanken nach dem Prinzip des kontinuierlichen Diagonalwälzschleifens.

[0003] Bei der Herstellung von Zahnrädern hat in letzter Zeit die Prototypenfertigung bzw. Kleinserienfertigung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Bei der Erstellung von sehr teuren und großen Werkstücken muß möglichst verhindert werden, dass das erste als Prototyp gefertigte Werkstück als Ausschuß verworfen werden muß. Insbesondere die Forderung sehr kurzer Herstellungszeiten bedingt einen neuen sehr flexiblen und schnellen Herstellungsprozeß.

[0004] Der bisherige Verfahrensgang der Prototypenfertigung lässt sich in folgende Verfahrensschritte unterteilen:

1. Erstauslegung der Verzahnung bezüglich der Auswahl der Profil- und Flankenkorrektur, der zu wählenden Qualität, etc.;
2. Festlegen des Fertigungsprozesses und Endbearbeitungsverfahrens;
3. Herstellen des Rohteils durch Drehen, Bohren, etc.;
4. Vorverzahnen durch beispielsweise Wälzfräsen, Wälzstoßen, Wälzschleifen oder Profilschleifen;
5. Härten oder Vergüten;
6. wahlweise Hartfeinbearbeitung durch Wälz- oder Profilschleifen;
7. Testbetrieb mit den Prototypenrädern auf einem Prüfstand oder im realen Getriebe und
8. neue verbesserte Auslegung bzw. erster Vorserienstart.

[0005] Bei dem vorgenannten Verfahrensablauf wird beim Verfahrenspunkt 3. nach Festlegung des Profils das Werkzeug für die Vorverzahnung und für die Hartbearbeitung ausgelegt und in Auftrag gegeben. Die Anfertigungs- bzw. Lieferzeit für diese Werkzeuge ist sehr langwierig und kann bis zu drei Monaten betragen. Eventuelle Änderungswünsche oder Herstellungsfehler am Werkzeug werden erst beim Ersteinsatz sichtbar und führen daher zwingend zur notwendigen Nachbearbeitung, beispielsweise einem Entschichten, Nachschleifen oder Wiederbeschichten eines Wälzfräsers. Hiermit gehen mehrere Tage bzw. Wochen Produktionsausfall einher.

[0006] Soweit bei den Punkten 3. und 6. des vorgenannten Verfahrens das Vorverzahnen bzw. die Hartfeinbearbeitung durch Wälzschleifen erfolgen soll, wird für dieses Wälzschleifen ein galvanisch belegtes Abrichtwerkzeug benötigt, der die spezielle Profilgestalt der Verzahnung trägt. Auch zur Herstellung eines derartigen Abrichtwerkzeuges sind mehrere Wochen Lieferzeit notwendig. Als universell einsetzbare Alternative für ein profilangepaßtes Abrichtwerkzeug kann auch ein Universalabrichtwerkzeug eingesetzt werden, mit dem die Schleifschnecke zeilenförmig abgerichtet wird. Hier wird also die spezielle Profilgestaltung durch die Steuerung der Schleif- oder Abrichtmaschine hergestellt. Bei diesem Verfahren entfällt die Lieferzeit des Spezialwerkzeuges. Nachteilig ist es allerdings, dass zum Abrichten der Schleifschnecke aus dem zylinderförmigen Rohkörper mehrere Stunden benötigt werden. Sollten so nach dem Wälzschleifen des ersten Werkstücks Korrekturen im Zahnprofil, beispielsweise hinsichtlich des Profilwinkels, der Kopfrücknahme oder der Höhenballigkeit notwendig sein, muß bei Verwendung eines Universalabrichtwerkzeuges erneut ein langwieriger zeilenförmiger Abrichtzyklus gestartet werden. Je nach Größenordnung der durchzuführenden Korrektur kann dieser sehr lange dauern. Im Falle eines speziell ausgelegten Profilabrichters dagegen ergibt sich ein noch größerer Produktionsverzug, der mehrere Wochen betragen kann, da dieses Abrichtwerkzeug zur Korrektur zum Werkzeuglieferant zurückgesandt werden muß.

[0007] Die Schritte des Vorverzahnens bzw. Hartfeinbearbeitens durch Profilschleifen entsprechend der Verfahrensschritte 3 und 6 der vorgenannten Verfahrensfolge kann auch mittels eines Profilschleifverfahrens erfolgen. Hier wird beim Abrichten das inverse Profil auf den Schleifkörper aufgebracht und dann beim Schleifbearbeiten auf das Werkstück übertragen, wobei meist eine einfache Bewegungsart wie beispielsweise eine sehr langsame lineare Bewegung bei gleichzeitiger Rotation des Schleifkörpers ausreichend ist. Hierdurch bedingt ergibt sich ein Nachteil gegenüber dem vorgenannten Wälzschleifverfahren hinsichtlich der Bearbeitungszeit, da das Profilschleifverfahren deutlich langsamer ist. Insbesondere bei großen Verzahnbreiten und hohen Zähnezahlen werden deutlich höhere Schleifzeiten benötigt. Wird das Profilschleifen zur Herstellung der Vorverzahnung angewandt, muß die komplette Zahnhöhe ausgebildet werden. Man spricht hier vom Schleifen ins Volle, bei dem die Bearbeitungszeit nochmals deutlich länger dauert als beim Wälzschleifen.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Herstellzeit von Prototypen oder Kleinserien deutlich zu reduzieren bei geringsten Werkzeugkosten. Dabei sollen unverzahnte oder vorverzahnte und gegebenenfalls gehärtete Zahnräder bearbeitet werden können. Weiterhin soll dieses Verfahren dadurch universell einsetzbar sein, dass mit einem Schleif- und einem Abrichtwerkzeug alle Verzahnungen mit beliebigen Profilmodifikationen erzeugbar sein sollen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe zunächst

durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst.

[0010] Demnach wird eine Vorrichtung zur Prototypen- und Kleinserienfertigung von Zahnrädern an die Hand gegeben, die ein scheibenförmiges Abrichtwerkzeug aufweist, das einerseits eine gemäß einer bevorzugten Ausführung asymmetrische Flankenform sowie einen definierten Kopfradius aufweist. Das Abrichtwerkzeug besitzt einen gleichen oder unterschiedlichen Flankenwinkel auf seiner rechten und linken Kegelflanke sowie einen definierten Kopfradius. Mit diesem Abrichtwerkzeug können sowohl Schleifschnecken wie auch Profilschleifscheiben abgerichtet werden. Dieses universell einsetzbare Abrichtwerkzeug ist unabhängig vom Modul und Eingriffswinkel der jeweiligen Verzahnung einsetzbar. Sämtliche Profilmodifikationen im Schleifwerkzeug können hier realisiert werden. So können bei Schleifschnecken aus einem zylinderförmigen Rohkörper unterschiedliche Gangzahlen erzeugt werden. Damit kann man auf die Bestellung vorprofilierter Schleifschnecken, die - wie zuvor ausgeführt - eine längere Lieferzeit haben, vollständig verzichten.

[0011] Auch bei dem bereits vorbekannten Herstellverfahren für Prototypen hat der Anwender bereits versucht, die unerwünschten Lieferzeiten von Schleifschnecken ganz zu eliminieren. Hier mußte jedoch bei der Herstellung von Prototypen mittels des Wälzschleifverfahrens eine Lagerhaltung unterschiedlicher vorprofilierter Schleifschnecken aufgebaut werden, um flexibel auf die vorgegebenen Verzahndaten reagieren zu können. Durch die Kombinationsvielfalt von Eingriffswinkel, Modul- und Gangzahl kamen bei Aufbau eines entsprechenden Lagers eine sehr hohe Anzahl von Schleifschnecken zusammen, wodurch eine hohe Kostenlast resultierte. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es nun möglich, dass nur wenige - beispielsweise zwei bis drei - zylinderförmige Rohkörper auf Lager gelegt werden, die dann flexibel nach den speziellen Vorgaben abgerichtet werden.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung erfährt vorteilhafte Ausgestaltungen durch die sich an den Hauptanspruch anschließenden Unteransprüche.

[0013] Demnach kann ein Flanke des scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs einen Winkel von 15° bis 25°, vorzugsweise 20° aufweisen, während die andere Flanke einen Winkel von 10° bis 14°, vorzugsweise 12° aufweist.

[0014] Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Kopfradius 0,3 mm bis 0,7 mm, vorzugsweise 0,5 mm betragen.

[0015] Schließlich ist es von Vorteil, wenn das scheibenförmige Abrichtwerkzeug mittels eines Hartstoffes auf seiner Oberfläche verstärkt wird.

[0016] Das scheibenförmige Abrichtwerkzeug kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung seiner Oberfläche mit unterschiedlichen Körnungen belegt sein. So kann beispielsweise an den Flanken ein grobes Korn an der Oberfläche gewählt sein, das beispielsweise zum Vorschleifen bei einer Schneckenprofilierung dienen kann. Demgegenüber ist der Radiusbereich mit einem feinen Korn belegt. Hierdurch kann beispielsweise eine Scheibe profiliert werden, wobei hier eine hochqualitative Oberfläche auf der Scheibe mit entsprechenden Profilkorrekturen erzeugt werden kann.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann zur Abrichtung einer Schleifschnecke bzw. einer Schleifscheibe in einer herkömmlichen CNC-Wälz- und Profilschleifmaschine einsetzbar sein. Hier kann aufgrund der erfindungsgemäßen unterschiedlichen Flankenwinkel über den Schwenkwinkelbereich der CNC-Wälz- und Profilschleifmaschine ein Eingriffswinkelbereich von mehreren Grad erzielt werden, beispielsweise ein Eingriffswinkelbereich von α = 12° bis 25°.

[0018] Erfindungsgemäß wird die eingangs genannte Aufgabe durch ein Verfahren zur Prototypen- und Kleinserienfertigung von Zahnrädern unter Verwendung der zuvor beschriebenen Vorrichtung mit den in Anspruch 7 wiedergegebenen Verfahrensschritten gelöst.

[0019] Bei dem Verfahren wird in an sich bekannter Weise eine abrichtbare Schleifscheibe sowie eine abrichtbare Schleifschnecke verwendet. Sowohl die Schleifscheibe wie auch die Schleifschnecke sind auf einem Werkzeugdorn montiert. Die Schleifschnecke dient bei der Prototypen- bzw. Kleinserienfertigung der Zahnräder zum sogenannten Schruppen, wodurch eine hohe Zerspanleistung und damit eine kürzere Bearbeitungszeit ermöglicht wird. Die auf dem Werkzeugdorn aufgebrachte Schleifscheibe dagegen wird zum Schlichten verwendet, wodurch eine gute Oberflächengüte des Zahnradprototyps erzielt wird sowie sämtliche Profilmodifikationen erzeugt werden können.

[0020] Entsprechend der erfindungsgemäßen Verfahrensabfolge wird die auf dem Werkzeugdorn angeordnete Schleifschnecke zunächst mittels des scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs vorprofiliert und anschließend fertig profiliert. Des weiteren wird auch die mit der Schleifschnecke zusammen auf einem Werkzeugdorn angeordnete Schleifscheibe mit dem scheibenförmigen Abrichtwerkzeug profiliert, wobei die Profilschleifscheibe frei und flexibel durch die CNC-Steuerung der CNC-Wälz- und Profilschleifmaschine profiliert werden kann, wodurch eine sehr hohe Profilqualität erreicht wird.

[0021] Gemäß einer besonderen Ausgestaltung des Verfahrens kann aus einem zylindrischen Schneckenrohling oder einem Scheibenrohling das Vorprofil mittels einer sogenannten Opferscheibe herausgestochen werden. Unter einer Opferscheibe versteht man hier ein Werkzeug, das zum schnellen und groben Materialabtrag dient und nach entsprechender Vorprofilierung verworfen werden kann.

[0022] Mittels des eingangs beschriebenen scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs ist es nun möglich, beide Werkzeuge, nämlich die Schleifschnecke und die Schleifscheibe ohne Wechsel des Abrichtwerkzeuges zu profilieren und zu schärfen.

[0023] Mit der entsprechend profilierten Schleifschnecke bzw. Schleifscheibe kann nun die Verzahnung des

herzustellenden Zahnrades mittels einer Kombination von Wälz- und Profilschleifen angeschliffen werden.

[0024] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0025] Die einzige Figur zeigt ein scheibenförmiges Abrichtwerkzeug in einer Ausgestaltung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0026] In der einzigen Figur ist ein scheibenförmiges Abrichtwerkzeug gezeigt, das in einer hier nicht näher dargestellten CNC-Wälz- und Profilschleifmaschine einbaubar und durch diese antreibbar ist.

[0027] Wie aus der Figur deutlich wird, weist das scheibenförmige Abrichtwerkzeug 10 zwei angeschrägte Flanken 12 und 14 auf, die in einem Kopfbereich 16 zusammenlaufen.

[0028] Die Flanke 12, die auf der Anschraubseite des scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs 10 liegt, weist einen Winkel von 20° auf, während die gegenüberliegende Flanke einen Winkel von 12° aufweist. Der Kopfbereich 16 weist einen definierten Kopfradius von R = 0,5 mm auf.

[0029] In dem Bereich der Flanken und des Kopfradius ist das scheibenförmige Abrichtwerkzeug mittels eines Hartstoffes verstärkt. Bei dieser Hartstoffverstärkung kann es sich beispielsweise um eine sogenannte PKD-Verstärkung, das heißt eine Verstärkung mit handgesetzten synthetischen Diamanten handeln. Unter Einsatz der zuvor beschriebenen Abrichtscheibe auf einer an sich bekannten CNC-Wälz- und Profilschleifmaschine, beispielsweise der Bauformen LCS der Firma Liebherr, kann folgendes Verfahren zur Prototypen- bzw. Kleinserienfertigung von Zahnrädern realisiert werden, das sich in folgende Verfahrensschritte unterteilen lässt:

1. Einrichten der Maschine durch Zurüsten der Werkzeuge, Auswuchten der Werkzeuge, etc.;

2. Eingabe der Bearbeitungsparameter, Verzahnungs- und Werkzeugdaten;

3. Vorprofilieren der Schleifschnecke beispielsweise aus einem zylindrischen Vollschleifkörper mittels des zuvor beschriebenen scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs;

4. Fertigprofilieren der Schleifschnecke mittels des zuvor beschriebenen scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs;

5. Profilieren der Schleifscheibe mittels des vorgenannten scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs;

6. Anschleifen der Verzahnung mittels eines kombinierten Wälz- und Profilschleifens unter Verwendung der zuvor profilierten Schleifschnecke und Schleifscheibe;

7. Messen der Verzahnung und

8. Profilschleifen auf Fertigmaß, wobei hier entsprechend dem Meßergebnis bei Übereinstimmung der gemessenen Verzahnung mit den vorgegebenen Daten, sofort mit den gleichen Maschineneinstelldaten, die eingegeben wurden, gearbeitet werden kann, oder für den Fall, dass die Verzahnung nicht den vorgegebenen Daten entspricht, eine Korrektur über die Einstellung der CNC-Wälz- und Profilschleifmaschinen oder durch ein erneutes Abrichten der Werkzeuge mittels des universell einsetzbaren scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Prototypen- und Kleinserienfertigung von Zahnrädern mit einem scheibenförmigen Abrichtwerkzeug (10), einer Schleifschnecke und einer Profilscheibe
dadurch gekennzeichnet,
dass das scheibenförmige Abrichtwerkzeug (10) eine vorbestimmte Flankenform (12,14) sowie einen definierten Kopfradius (16) aufweist, wobei die Schleifschnecke und die Profilscheibe durch das Abrichtwerkzeug (10) abrichtbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das scheibenförmige Abrichtwerkzeug (10) eine asymmetrische Flankenform aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Flanke (12) einen Winkel von 15° bis 25°, vorzugsweise 20°, und die andere Flanke (14) einen Winkel von 10° bis 14°, vorzugsweise 12° aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopfradius 0,3 mm bis 1,5 mm, vorzugsweise 0,5 mm beträgt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das scheibenförmige Abrichtwerkzeug (10) mittels eines Hartstoffes verstärkt ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das scheibenförmige Abrichtwerkzeug (10) an seinen Flanken (12, 14) mit einem groben Korn und seinem Radius mit einem feinen Korn belegt ist.

7. Verfahren zur Prototypen- und Kleinserienfertigung von Zahnrädern mit einer Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit folgenden Schritten:

- Vorprofilieren einer Schleifschnecke mittels

des scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs (10) gemäß Anspruch 1,
- Fertigprofilieren der Schleifschnecke mittels des scheibenförmigen Abrichtwerkzeugs (10) nach Anspruch 1,
- Profilieren einer mit der Schleifschnecke auf einem Werkzeugdorn angeordneten Schleifscheibe,
- Schleifen der Verzahnung des herzustellenden Zahnrades mittels Wälz- und/oder Profilschleifen .

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einem zylindrischen Schneckenrohling oder Scheibenrohling das Vorprofil mittels einer Opferscheibe herausgestochen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren über eine Steuerung rechnergestützt durchgeführt wird.

Claims

1. An apparatus for the prototype and small-batch production of gear wheels with a disk-shaped dressing tool (10), a grinding worm and a profile wheel,
characterized in
that the disk-shaped dressing tool (10) has a predetermined flank shape (12,14) and a defined head radius (16), wherein the grinding worm and the profile wheel can be dressed by the dressing tool (10).

2. The apparatus according to claim 1, **characterized in that** the disk-shaped dressing tool (10) has an asymmetric flank shape.

3. The apparatus according to claim 1 or 2, **characterized in that** one flank (12) includes an angle of 15° to 25°, preferably 20°, and the other flank (14) includes an angle of 10° to 14°, preferably 12°.

4. The apparatus according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the head radius is 0.3 mm to 1.5 mm, preferably 0.5 mm.

5. The apparatus according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the disk-shaped dressing tool (10) is reinforced by means of a hard material.

6. The apparatus according to any of the preceding claims, **characterized in that** the disk-shaped dressing tool (10) is covered with a coarse grain on its flanks (12, 14) and with a fine grain on its radius.

7. A method for the prototype and small-batch production of gear wheels with an apparatus according to any of the preceding claims, comprising the following steps:

- pre-profiling a grinding worm by means of the disk-shaped dressing tool (10) according to claim 1,
- finish-profiling the grinding worm by means of the disk-shaped dressing tool (10) according to claim 1,
- profiling a grinding disk arranged on a tool arbor together with the grinding worm,
- grinding the gear teeth of the gear wheel to be manufactured by generation and/or profile grinding.

8. The method according to claim 7, **characterized in that** the pre-profile is punched out of a cylindrical worm blank or disk blank by means of a sacrificial disk.

9. The method according to claim 7 or 8, **characterized in that** the method is performed by means of a controller with the aid of a computer.

Revendications

1. Dispositif destiné à la fabrication de prototypes et de petites séries de roues dentées avec un outil de dressage en forme de disque (10), une vis de meulage et une meule à profiler
caractérisé en ce que
l'outil de dressage en forme de disque (10) présente un flanc de denture prédéterminé (12, 14) ainsi qu'un rayon de tête défini (16), la vis de meulage et la meule à profiler étant dressables par l'outil de dressage (10).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'outil de dressage en forme de disque (10) présente un flanc de denture asymétrique.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**un flanc (12) présente un angle de 15° à 25°, de préférence de 20° et **en ce que** l'autre flanc (14) présente un angle de 10° à 14°, de préférence de 12°.

4. Dispositif selon une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le rayon de tête est de 0,3 mm à 1,5 mm, de préférence de 0,5 mm.

5. Dispositif selon une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'outil de dressage en forme de disque (10) est renforcé à l'aide d'une substance dure.

6. Dispositif selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'outil de dres-

sage en forme de disque (10) est doté sur ses flancs (12, 14) d'un gros grain et son rayon d'un grain fin.

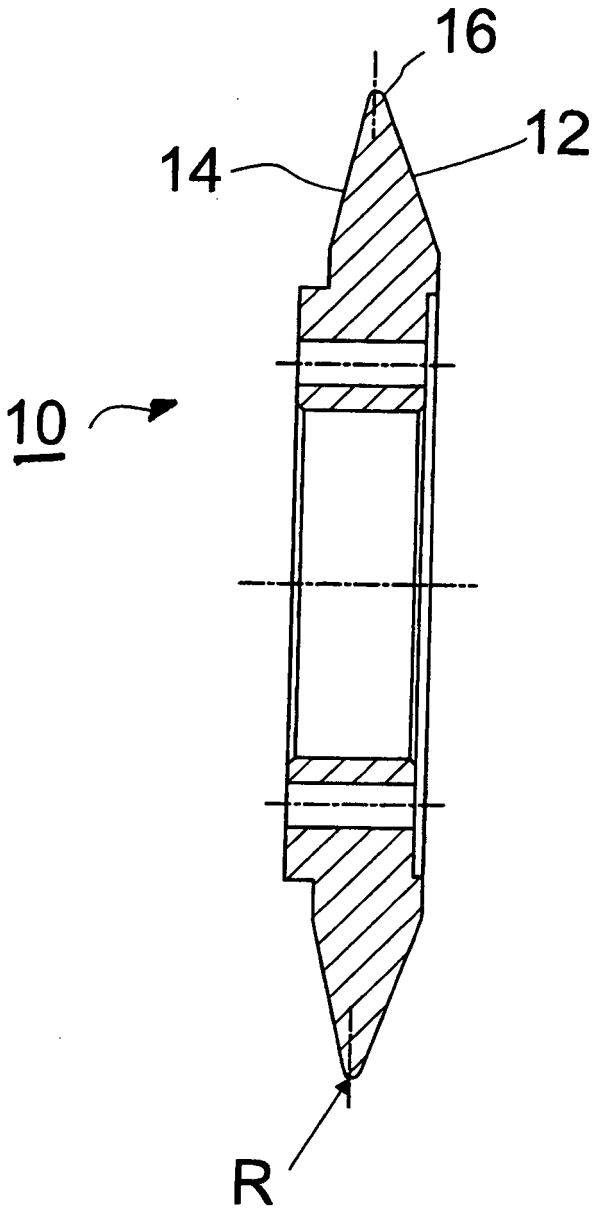
7. Procédé destiné à la fabrication de prototypes et de petites séries de roues dentées avec un dispositif selon une quelconque des revendications précédentes, avec les étapes suivantes :

- Polissage préliminaire d'une vis de meulage au moyen de l'outil de dressage en forme de disque (10) selon la revendication 1,
- Polissage de finition de la vis de meulage au moyen de l'outil de dressage en forme de disque (10) selon la revendication 1,
- Polissage d'une meule disposée avec la vis de meulage sur un mandrin d'outil,
- Meulage de la denture de la roue dentée à fabriquer à l'aide de meule pour taille en développante et/ou à profiler.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**à partir d'une ébauche cylindrique de vis de meulage ou en disque, le profil préliminaire est percé à l'aide d'une meule consommable.

9. Procédé selon les revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le procédé est exécuté de manière assistée par ordinateur via une commande.

Fig.1



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

- US 6491568 B **[0002]**
- DE 19624842 A1 **[0002]**
- EP 0993908 A2 **[0002]**
- DE 19706867 A1 **[0002]**