

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

706 304 B1

(51) Int. Cl.: B24B 5/04 (2006.01)
B24B 5/22 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00564/13

(22) Anmeldedatum: 08.03.2013

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.09.2013

(30) Priorität: 15.03.2012
DE 10 2012 005 228.6

(24) Patent erteilt: 15.03.2017

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.03.2017

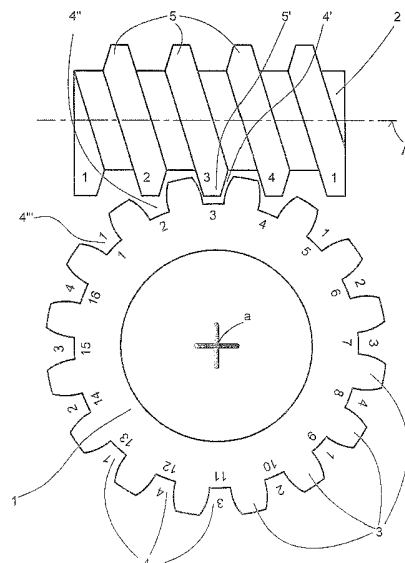
(73) Inhaber:
KAPP GMBH, Callenberger Strasse 52
96450 Coburg (DE)
NILES Werkzeugmaschinen GmbH, Nordring 20
12681 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
Frank Müller, 96484 Meeder (DE)

(74) Vertreter:
DTS Zürich, Resirain 1
8125 Zollikerberg (CH)

(54) **Verfahren zum spanenden Bearbeiten eines Werkstücks mit einem mehrgängigen schneckenförmigen Bearbeitungswerkzeug.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum spanenden Bearbeiten eines Werkstücks (1), vorzugsweise eines Zahnrads, mit einem mehrgängigen schneckenförmigen Bearbeitungswerkzeug (2) mit mehreren parallel zueinander verlaufenden wendelförmig ausgebildeten und stegförmigen Schneiden (5). Um eine verbesserte Bearbeitungsqualität zu erreichen, sieht das erfindungsgemässe Verfahren die Schritte vor: a) In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (2) mit dem Werkstück (1) durch Einführen einer ersten wendelförmig verlaufenden Schneide (5') des Bearbeitungswerkzeugs (2) in eine erste zu bearbeitende oder herzustellende Lücke (4') des Werkstücks (1) und Bearbeiten des Werkstücks (1) mit dem Bearbeitungswerkzeug (2) bei diesen Eingriffsverhältnissen; b) Ausser-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (2) mit dem Werkstück (1); c) Erneutes In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (2) mit dem Werkstück (1) durch Einführen der ersten wendelförmig verlaufenden Schneide (5') des Bearbeitungswerkzeugs (2) in eine zweite, von der ersten zu bearbeitenden Lücke (4') verschiedene Lücke (4'') des Werkstücks (1) und Bearbeiten des Werkstücks (1) mit dem Bearbeitungswerkzeug (2).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum spanenden Bearbeiten eines Werkstücks mit einem schneckenförmigen Bearbeitungswerkzeug, wobei das Werkstück eine Achse aufweist und über seinen Umfang mit einer Profilierung versehen ist oder mit einer Profilierung versehen wird, wobei die Profilierung eine Anzahl sich radial erstreckender Vorsprünge (Zähne) aufweist, so dass zwischen zwei Vorsprüngen eine entsprechende Anzahl von zu bearbeitenden oder herzustellenden Lücken vorliegt, wobei das schneckenförmige Bearbeitungswerkzeug eine Achse hat und eine Anzahl Schneckengänge aufweist, die wendelförmig um die Achse parallel zueinander verlaufen, so dass sich mehrere parallel zueinander verlaufende wendelförmig ausgebildete und stegförmige Schneiden ergeben.

Bevorzugt betrifft die Erfindung dabei ein Verfahren zum Schleifen eines Werkstücks mit einem schneckenförmigen Schleifwerkzeug (Schleifschnecke). Die Erfindung kann aber auch beim Fräsen (Wälzfräsen) eingesetzt werden.

Dabei ist bevorzugt an ein Schleifen eines vorverzahnten Zahnrads oder eines ähnlichen Werkstücks gedacht, wobei allerdings auch ein Schleifen aus dem Vollen möglich ist. Die zuletzt genannte Vorgehensweise ist dabei vor allem bei kleinen Moduln oder bei Prototypen interessant.

Beim Hartfeinbearbeiten insbesondere von Zahnrädern ist das Schleifen mit einer Schleifschnecke im Stand der Technik wohl bekannt. Hierzu wird lediglich exemplarisch auf die EP 1 987 919 A2 hingewiesen, wo eine Schleifschnecke zum genannten Zweck beschrieben wird. Auch die DE 3 314 793 A1 offenbart das Schleifen mittels einer Schleifschnecke. In der DD 7 287 A wird ein Schleifscheibenpaket zum Schleifen eines Zahnrads eingesetzt.

[0002] Dabei erfolgt ein kontinuierlicher Schleifvorgang (im Unterschied zum diskontinuierlichen Schleifen der einzelnen Zahnücken des zu schleifenden Zahnrads), wobei die mehrgängige Schleifschnecke mit dem zu schleifenden Zahnrad kämmt und Zahnrad und Schleifschnecke in zueinander korrelierender Weise bei entsprechender Zustellung drehen.

[0003] Bei der Bearbeitung von Verzahnungen (oder ähnlichen Profilen) mit einer Schleifschnecke (d.h. einem abwälzenden Werkzeug) wird die Gangzahl des Werkzeugs bevorzugt so gewählt, dass die Werkstückzähnezahl dividiert durch die Werkzeugzähnezahl (d.h. Gangzahl) nicht ganzzahlig ist.

Der Grund hierfür ist, dass hiermit vermieden werden soll, dass sich Fehler im Werkzeug systematisch auf das Werkstück übertragen. Dies geschieht nämlich, wenn das genannte Verhältnis ganzzahlig ist, weil dann ein bestimmter Zahn des Werkzeugs (d.h. eine bestimmte wendelförmig verlaufende Schneide der Schleifschnecke) nach jeder Werkstückumdrehung immer wieder in die gleiche Zahnücke des Werkstücks eingreift.

[0004] Aus diesem Grund werden in der Praxis solche Paarungen von Werkstück und Werkzeug (Schleifschnecke) vermieden. Dies geht allerdings nachteilig damit einher, dass die Anzahl der benötigten und folglich vorzuhaltenden Werkzeuge steigt und ein erhöhter Rüstaufwand durch ständigen Werkzeugwechsel vorliegt. Beides erhöht die Kosten und vermindert die Wirtschaftlichkeit des Schleifverfahrens.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemässes Verfahren zum spanenden Bearbeiten, insbesondere zum Schleifen, eines Zahnrads oder eines zahnradähnlichen Werkstücks mittels eines mehrgängigen Bearbeitungswerkzeugs, insbesondere mittels einer Schleifschnecke, so fortzubilden, dass eine erhöhte Qualität des Bearbeitens möglich wird, was insbesondere auch dann der Fall sein soll, wenn sich ungünstige Verhältnisse zwischen der Geometrie des Zahnrads und des Bearbeitungswerkzeugs ergeben (ganzzahliges Verhältnis zwischen der Anzahl der Zähne und der Gangzahl des Bearbeitungswerkzeugs). Hierbei wird insbesondere eine hohe Teilungsgenauigkeit angestrebt. Dabei soll es auch ermöglicht werden, den Bedarf an unterschiedlichen Werkzeugen möglichst klein zu halten, um insoweit entsprechende wirtschaftliche Vorteile nutzen zu können. Schliesslich soll häufiger Werkzeugwechsel aus dem oben genannten Grunde vermieden werden können.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist bei einem Verfahren zum spanenden Bearbeiten eines Zahnrads oder eines zahnradähnlichen Werkstücks (Profils) mit einem mehrgängigen Bearbeitungswerkzeug dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die Schritte aufweist:

- a) In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs mit dem Werkstück durch Einführen einer ersten wendelförmig verlaufenden Schneide des Bearbeitungswerkzeugs in eine erste zu bearbeitende oder herzustellende Lücke des Werkstücks und Bearbeiten des Werkstücks mit dem Bearbeitungswerkzeug bei diesen Eingriffsverhältnissen;
- b) Ausser-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs mit dem Werkstück;
- c) Erneutes In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs mit dem Werkstück durch Einführen der ersten wendelförmig verlaufenden Schneide des Bearbeitungswerkzeugs in eine zweite, von der ersten zu bearbeitenden Lücke verschiedene Lücke des Werkstücks und Bearbeiten des Werkstücks mit dem Bearbeitungswerkzeug.

[0007] Insoweit umfasst das vorgeschlagene Verfahren beliebige spanende Bearbeitungsverfahren, wie das Wälzfräsen oder das Wälzschleifen. Gleichermassen umfasst der Erfindungsvorschlag die Bearbeitung vorverzahnter bzw. vorprofilierter Werkstücke, aber auch das Einbringen der Profilierung bzw. Verzahnung ins Volle. Im konkreten Falle des Wälzschleifens eines vorverzahnten Zahnrads bzw. ähnlichen Werkstücks umfasst das Verfahren somit die Schritte:

- a) In-Eingriff-Bringen des Schleifwerkzeugs mit dem Werkstück durch Einführen einer ersten wendelförmig verlaufenden Schneide des Schleifwerkzeugs in eine erste zu schleifende Lücke des Werkstücks und Schleifen des Werkstücks mit dem Schleifwerkzeug bei diesen Eingriffsverhältnissen;
- b) Ausser-Eingriff-Bringen des Schleifwerkzeugs mit dem Werkstück;
- c) Erneutes In-Eingriff-Bringen des Schleifwerkzeugs mit dem Werkstück durch Einführen der ersten wendelförmig verlaufenden Schneide des Schleifwerkzeugs in eine zweite, von der ersten zu schleifenden Lücke verschiedene Lücke des Werkstücks und Schleifen des Werkstücks mit dem Schleifwerkzeug.

[0008] Im Anschluss an den genannten Schritt c) können die Schritte b) und c) wiederholt werden, wobei ein erneutes In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (insbesondere Schleifwerkzeugs) mit dem Werkstück durch Einführen der ersten wendelförmig verlaufenden Schneide des Bearbeitungswerkzeugs (insbesondere Schleifwerkzeugs) in eine weitere, von der ersten und zweiten zu schleifenden Lücke verschiedene Lücke des Werkstücks erfolgt.

Bei genanntem Schritt c) wird bevorzugt die in Umfangsrichtung des Werkstücks auf die erste zu bearbeitende (zu schleifende) Lücke direkt folgende Lücke gewählt. Dies ist aber nicht zwingend, es kann auch mehr als eine Zahnücke geteilt werden.

[0009] Die Anzahl der sich radial erstreckender Vorsprünge (d.h. der Zähne im Falle eines Zahnrads) und die Anzahl der Schneckengänge des schneckenförmigen Bearbeitungswerkzeugs bilden bei dem vorgeschlagenen Verfahren bevorzugt einen ganzzahligen Quotienten.

[0010] Beim spanenden Bearbeiten, insbesondere beim Schleifen, gemäss obigem Schritt a) werden bevorzugt mindestens 75% des insgesamt in den Lücken abzutragenden Materials, d.h. insbesondere des abzuschleifenden Aufmasses, abgetragen bzw. abgeschliffen; bevorzugt ist sogar ein Wert von mindestens 90% des insgesamt in den Lücken abzutragenden Materials, d.h. insbesondere des abzuschleifenden Aufmasses. Beim Bearbeiten gemäss Schritt c) erfolgt dann bevorzugt keine weitere radiale Zustellung zwischen Werkstück und Bearbeitungswerkzeug mehr, die über die radiale Zustellung zwischen Werkstück und Bearbeitungswerkzeug hinausgeht, die gemäss Schritt a) bereits gewählt wurde.

[0011] Das Werkstück ist bevorzugt ein Zahnrad, die genannten Vorsprünge sind in diesem Falle Zähne des Zahnrads, Das Zahnrad ist dabei bevorzugt ein aussenverzahntes Zahnrad.

[0012] Möglich ist es aber auch, dass das Werkstück ein Rotor mit einer Aussenprofilierung ist.

[0013] Das vorgeschlagene Verfahren bzw. die vorgeschlagene Schleifschnecke kann generell bei der Hartfeinbearbeitung von Verzahnungen und Sonderprofilen (wie z.B. Rotoren oder Zykloiden) eingesetzt werden.

[0014] Das spanende Bearbeiten, insbesondere das Schleifen, erfolgt dabei also mit mindestens zwei (Schleif)Schnitten, wobei es nicht zwingend ist, dass beim zweiten (Schleif)Schnitt eine weitere gezielte Zustellung erfolgt, um Aufmass auf der Zahn- bzw. Profilflanke abzutragen.

[0015] Eingesetzt werden können sowohl abrichtbare als auch abrichtfreie Schleifschnecken (d.h. Schleifschnecken mit Stahlgrundkörper und Hartstoffbeschichtung).

[0016] Die vorgeschlagene Verfahrensweise macht es möglich, auf eine hohe Lagerhaltung verschiedener Bearbeitungswerkzeuge, insbesondere Schleifwerkzeuge, zu verzichten bzw. diese zumindest zu reduzieren, denn es wird möglich, auch sehr gute Bearbeitungsergebnisse zu erzielen, wenn Bearbeitungswerkzeug bzw. Schleifschnecken für die Bearbeitung von Werkstücken eingesetzt werden, obwohl das Verhältnis der Zähnezahls des Werkstücks zur Gangzahl des Werkzeugs ganzzahlig ist.

[0017] Demgemäss kann auch bei dem genannten ganzzahligen Quotienten zwischen Zähnezahls und Gangzahl eine hohe Qualität, insbesondere hinsichtlich der Teilung, erzielt werden.

[0018] Das vorgeschlagene Verfahren sieht also vor, dass nach jedem Bearbeitungsschritt ausserhalb des Eingriffs zwischen Bearbeitungswerkzeug und Werkstück das Werkstück bzw. das Werkzeug um eine oder mehrere Teilungen (Zähne) verdreht wird, so dass beim nächsten Bearbeitungsschritt andere Werkzeugschneiden mit den zu bearbeitenden Lücken des Werkstücks kämmen. Fehler des Bearbeitungswerkzeugs können sich so nicht in bestimmten Zahnücken systematisch abbilden.

[0019] In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Zahnrad – in Achsrichtung gesehen – und eine Schleifschnecke, mit der das Zahnrad geschliffen wird, in einem ersten Teilschritt des Schleifvorgangs und

Fig. 2 in der Darstellung gemäss Fig. 1 ein zweiter Teilschritt des Schleifvorgangs.

[0020] In den Figuren ist ein Werkstück 1 in Form eines Zahnrads zu sehen. Das Zahnrad hat eine Anzahl radialer Vorsprünge 3, also Zähne, die über den Aussenumfang des im Wesentlichen zylindrischen Zahnradskörpers angeordnet sind.

Zwischen zwei Zähnen 3 befindet sich eine Zahnücke 4, die – was nicht zu sehen ist – ein Verzahnungsaufmass aufweist, das durch einen Schleifprozess abgeschliffen wird, so dass das Zahnrad 1 seine Endkontur erhält. Die Drehachse des Zahnrads 1 ist mit a bezeichnet. Die Anzahl der Zähne 3 und somit auch die Anzahl der Zahnücken 4 beträgt z.

[0021] Der Schleifvorgang wird durchgeführt, indem ein Schleifwerkzeug 2 in Form einer Schleifschnecke mit dem Zahnrad 1 in Eingriff gebracht wird. Die Schleifschnecke hat eine Drehachse A, um die sie während der Schleifoperation rotiert. Das Verzahnungsschleifen mit Schleifschnecken ist hinlänglich bekannt, so dass hierauf nicht näher eingegangen werden muss; auf den oben genannten Stand der Technik sei hingewiesen.

[0022] Die Schleifschnecke 2 ist mehrgängig ausgebildet, d.h. um die Achse A des schneckenförmigen Schleifwerkzeugs 2 erstreckt sich eine Anzahl g wendelförmig verlaufender Schneckengänge; die einzelnen Schneckengänge verlaufen parallel zueinander. Demgemäss werden mehrere parallel zueinander verlaufende wendelförmig ausgebildete und stegförmige Schneiden 5 gebildet. Die Schleifschnecke 2 ist vorliegend viergängig ausgebildet, d.h. vier Schneckengänge verlaufen wendelförmig parallel nebeneinander um die Drehachse A.

[0023] Ist das Verhältnis der Zähnezahl z zur Gangzahl g ganzzahlig, hat das, wie oben beschrieben, in negativer Weise zur Folge, dass immer wieder dieselbe Schneide 5 der Schleifschnecke in eine bestimmte Zahnücke 4 gelangt; somit werden die Fehler des Werkzeugs systematisch und unerwünscht auf das Werkstück übertragen. Um dies zu vermeiden, wird wie folgt vorgegangen.

[0024] Im Ausführungsbeispiel hat das Zahnrad 16 Zähne 3 bzw. zu schleifende Zahnücken 4. Die Anzahl der Zähne bzw. Lücken z ist also 16. Die Zahnücken sind radial innen am Zahnrad 1 von 1 bis 16 nummeriert.

[0025] Die Schleifschnecke 2 ist viergängig ausgebildet, so dass vier Schneiden 5 (wendelförmige radial aus dem Schneckengrundkörper herausragende Stege) vorhanden sind. Die Anzahl der Gänge g der Schleifschnecke 2 ist also 4. Die Schneiden 5 sind am Werkzeug 2 mit 1 bis 4 nummeriert.

[0026] Der Quotient z/g ist also $16/4 = 4$, d.h. er ist ganzzahlig.

[0027] In einem ersten Verfahrensschritt des Schleifprozesses erfolgt zunächst ein In-Eingriff-Bringen des Schleifwerkzeugs 2 mit dem Werkstück 1 durch Einführen einer ersten wendelförmig verlaufenden Schneide 5' des Schleifwerkzeugs 2 in eine erste zu schleifende Lücke 4' des Werkstücks 1; in dieser Eingriffssituation wird das Werkstück 1 geschliffen, wobei bereits ein wesentlicher Teil des insgesamt abzunehmenden Aufmasses (oder das ganze Aufmass) abgeschliffen wird.

[0028] Dies ist in Fig. 1 illustriert. Zu sehen ist, dass die Schneide 5' der Schleifschnecke 2 (bezeichnet mit Schneide Nr. 3) in die Lücke 4' des Zahnrads 1 (bezeichnet mit Lücke Nr. 3) in Eingriff gelangt.

[0029] Demgemäss kommt besagte Schneide 5' (= Schneide Nr. 3) dann auch mit den Zahnücken Nr. 7, Nr. 11 und Nr. 15 und dann wieder mit Nr. 3 in Eingriff, solange der genannte Verfahrensschritt des Schleifprozesses andauert, was sich aus dem ganzzahligen Quotienten $z/g = 4$ ergibt. Dies ist durch die radial aussen liegenden Nummern in den Zahnücken des Zahnrads 1 angegeben.

[0030] Wie sich aus der Bezifferung der Schneiden 5 des Werkzeugs 2 – von Nr. 1 bis Nr. 4 – ergibt, kommen auch in den anderen Zahnücken 4 stets dieselben Schneiden in Eingriff.

[0031] So gelangt die Schneide Nr. 1 stets mit den Zahnücken Nr. 1, Nr. 5, Nr. 9 und Nr. 13 in Eingriff.

[0032] Indes kommt die Schneide Nr. 2 immer mit den Zahnücken Nr. 2, Nr. 6, Nr. 10 und Nr. 14 in Eingriff.

[0033] Schliesslich gelangt stets die Schneide Nr. 4 mit den Zahnücken Nr. 4, Nr. 8, Nr. 12 und Nr. 16 in Eingriff.

[0034] Damit sich die gegebenenfalls im Schleifwerkzeug vorhandenen Fehler nicht systematisch auf das Werkzeug übertragen, wird nun nach Durchführung des genannten ersten Verfahrensschritts des Schleifprozesses das Schleifen angehalten und Schleifwerkzeug 2 und Zahnrad 1 ausser Eingriff gebracht.

[0035] Nun wird das Zahnrad um eine Lücke, d.h. um eine Teilung, verdreht und der Eingriff zwischen Werkstück und Werkzeug wieder hergestellt. Dies ist in Fig. 2 dargestellt. Der Schleifvorgang wird nun fortgesetzt. Die Eingriffsverhältnisse sind nun wie folgt geändert:

[0036] Schneide Nr. 3 des Werkzeugs 2 schleift nun die Lücken Nr. 2, Nr. 6, Nr. 10 und Nr. 14.

[0037] Schneide Nr. 1 des Werkzeugs 2 schleift nun die Lücken Nr. 4, Nr. 8, Nr. 12 und Nr. 16.

[0038] Schneide Nr. 2 des Werkzeugs 2 schleift nun die Lücken Nr. 1, Nr. 5, Nr. 9 und Nr. 13.

[0039] Schneide Nr. 4 des Werkzeugs 2 schleift nun die Lücken Nr. 3, Nr. 7, Nr. 11 und Nr. 15.

[0040] Hierzu wird wiederum auf die Nummerierung der Schneiden 5 (Nr. 1 bis 4) und der Zahnücken 4 (Nr. 1 bis 16, s. radial innenliegende Zahlen am Zahnrad 1) verwiesen, sowie auf die Nummerierung der einzelnen Lücken 4, in denen die Nummer der Schneide 5 eingetragen ist, die in die Lücke gelangt (eingetragen radial aussen am Zahnrad 1).

[0041] Generell gesagt, wird also nach dem ersten Teilschritt des Schleifens das Schleifen mit neuen Eingriffsverhältnissen fortgesetzt, wobei ein Einführen der ersten wendelförmig verlaufenden Schneide 5' des Schleifwerkzeugs 2 in eine zweite, von der ersten zu schleifenden Lücke 4' verschiedene Lücke 4'' des Werkstücks 1 erfolgt.

[0042] Es hat sich bei entsprechenden Messungen gezeigt, dass nach dem ersten Teilschleifprozess die Teilung an der rechten und linken Flanke und im Rundlauf deutliche Abweichungen von der Sollform zeigt.

[0043] Indes hat sich das Schleifergebnis nach Durchführung des zweiten Teilschleifprozesses wesentlich verbessert. Dabei ist im Übrigen mit einem sehr positiven Ergebnis zu rechnen, wenn der zweite Teilprozess nur mit geringer oder sogar ohne weitere Zustellung (radiale Zustellung zwischen Werkzeug und Werkstück) erfolgt. Insofern hat es sich bewährt, dass im Rahmen des ersten Teilschleifprozesses das abzutragende Aufmass weitgehend abgeschliffen wird und nach dem genannten Teilen um (mindestens) eine Zahnücke im Rahmen des zweiten Teilschleifprozesses ohne weitere Zustellung erneut geschliffen wird.

Bezugszeichenliste

[0044]

- 1 Werkstück (Zahnrad)
- 2 schneckenförmiges Bearbeitungswerkzeug (Schleifschnecke)
- 3 Vorsprung (Zahn)
- 4 Lücke
- 4' Lücke
- 4'' Lücke
- 4''' Lücke
- 5 Schneide
- 5' Schneide

a Achse des Werkstücks

A Achse des Bearbeitungswerkzeugs

z Anzahl der Vorsprünge/Lücken (Zähne)

g Anzahl der Schneckengänge

Patentansprüche

1. Verfahren zum spanenden Bearbeiten eines Werkstücks (1) mit einem schneckenförmigen Bearbeitungswerkzeug (2), wobei das Werkstück (1) eine Achse (a) aufweist und über seinen Umfang mit einer Profilierung versehen ist oder mit einer Profilierung versehen wird, wobei die Profilierung eine Anzahl (z) sich radial erstreckender Vorsprünge (3) aufweist, so dass zwischen zwei Vorsprüngen eine entsprechende Anzahl (z) von zu bearbeitenden oder herzustellenden Lücken (4) vorliegt, wobei das schneckenförmige Bearbeitungswerkzeug (2) eine Achse (A) hat und eine Anzahl (g) Schneckengänge aufweist, die wendelförmig um die Achse (A) parallel zueinander verlaufen, so dass sich mehrere parallel zueinander verlaufende wendelförmig ausgebildete und stegförmige Schneiden (5) ergeben, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die Schritte aufweist:
 - a) In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (2) mit dem Werkstück (1) durch Einführen einer ersten wendelförmig verlaufenden Schneide (5') des Bearbeitungswerkzeugs (2) in eine erste zu bearbeitende oder herzustellende Lücke (4') des Werkstücks (1) und Bearbeiten des Werkstücks (1) mit dem Bearbeitungswerkzeug (2) bei diesen Eingriffsverhältnissen;
 - b) Ausser-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (2) mit dem Werkstück (1);
 - c) Erneutes In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (2) mit dem Werkstück (1) durch Einführen der ersten wendelförmig verlaufenden Schneide (5') des Bearbeitungswerkzeugs (2) in eine zweite, von der ersten zu bearbeitenden Lücke (4') verschiedene Lücke (4'') des Werkstücks (1) und Bearbeiten des Werkstücks (1) mit dem Bearbeitungswerkzeug (2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Anschluss an Schritt c) die Schritte b) und c) wiederholt werden, wobei ein erneutes In-Eingriff-Bringen des Bearbeitungswerkzeugs (2) mit dem Werkstück (1) durch

Einführen der ersten wendelförmig verlaufenden Schneide (5') des Bearbeitungswerkzeugs (2) in eine weitere, von der ersten und zweiten Lücke (4', 4'') verschiedene Lücke (4''') des Werkstücks (1) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Schritt c) die in Umfangsrichtung des Werkstücks (1) auf die erste zu bearbeitende Lücke (4') direkt folgende Lücke (4'') gewählt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl (z) der sich radial erstreckender Vorsprünge (3) und die Anzahl (g) der Schneckengänge des schneckenförmigen Bearbeitungswerkzeugs (2) einen ganzzahligen Quotienten bilden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass beim Bearbeiten gemäss Schritt a) mindestens 75%, vorzugsweise mindestens 90%, des insgesamt in den Lücken (4) abzutragenden Materials entfernt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass beim Bearbeiten gemäss Schritt c) keine weitere radiale Zustellung zwischen Werkstück (1) und Bearbeitungswerkzeug (2) erfolgt, die über die radiale Zustellung zwischen Werkstück (1) und Bearbeitungswerkzeug (2) hinausgeht, die gemäss Schritt a) gewählt wurde.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück ein Zahnrad ist und die Vorsprünge (3) Zähne des Zahnrads sind.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Zahnrad ein aussenverzahntes Zahnrad ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück ein Rotor mit einer Aussenprofilierung ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der spanende Bearbeitungsprozess ein Schleifprozess ist und als Bearbeitungswerkzeug (2) eine Schleifschnecke eingesetzt wird.

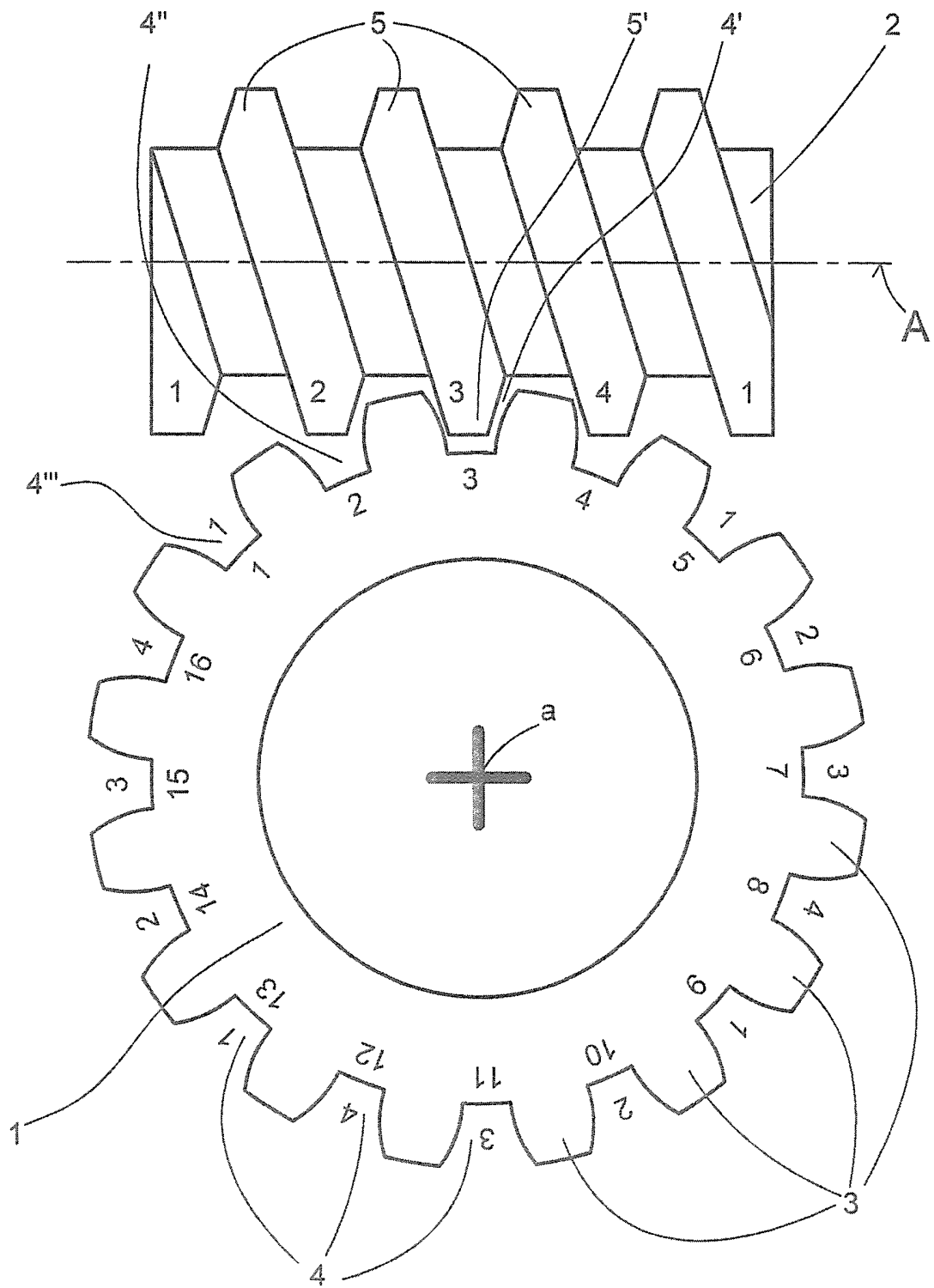


Fig. 1

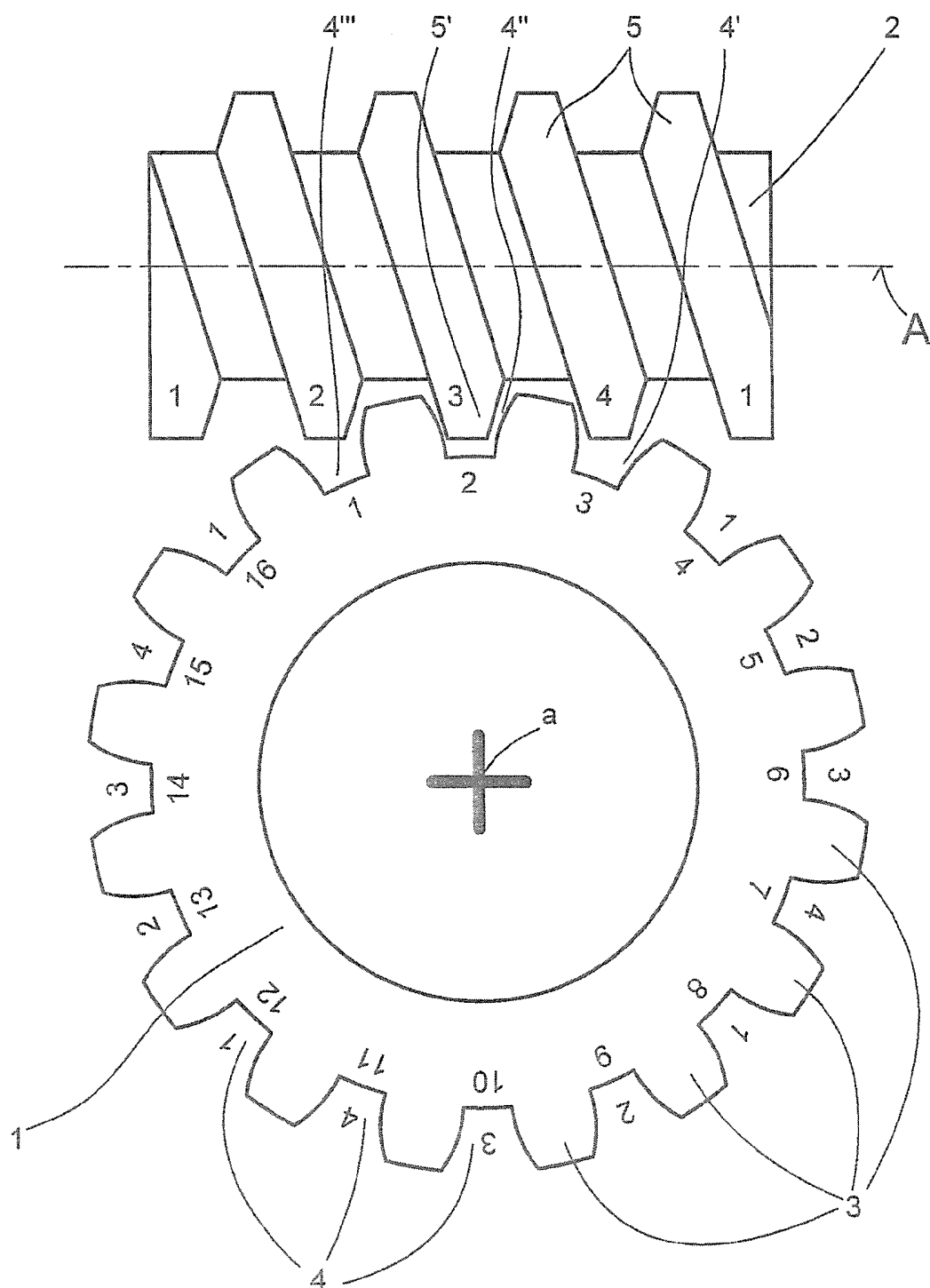


Fig. 2