

(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  
20. Februar 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/014598 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F16H 55/08**,  
35/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/08897

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. August 2002 (08.08.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
101 39 285.0 9. August 2001 (09.08.2001) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: **SCHAPIRO, Boris** [DE/DE]; Schlossstr. 30,  
12163 Berlin (DE). **LEVITIN, Lev** [IL/US]; 11 Monmouth  
Ct., Apt 1, Brookline, MA 02446 (US). **KRUK, Naum**  
[DE/DE]; Blohmstr. 33, 12307 Berlin (DE).

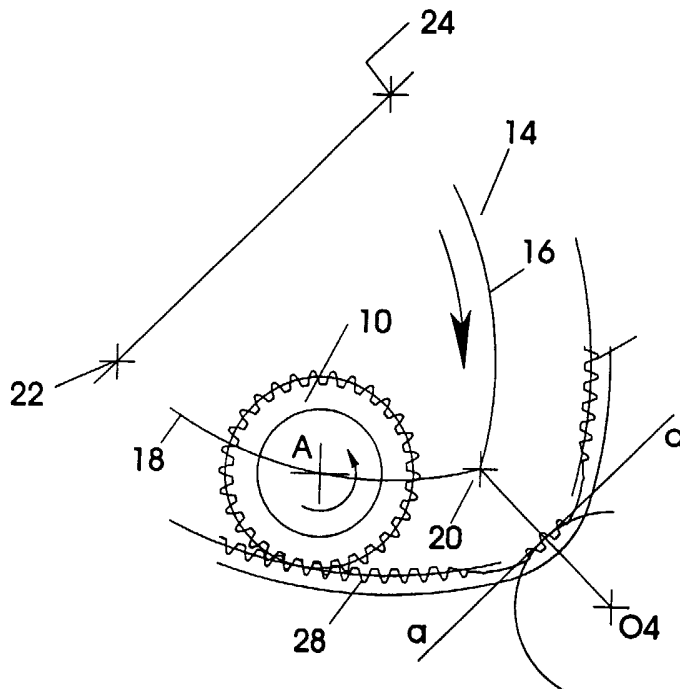
(74) Anwalt: **WEISSE, Renate**; Bökenbuschstr. 41, 42555  
Verbert (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GEARING ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: VERZHNUNGSANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a gearing assembly comprising a fixed gearing and a gear wheel that rolls off said fixed gearing using two toothed bars, whereby the gear wheel is transferred from one toothed bar to the other toothed bar during the rolling displacement. The aim of the invention is to provide a gearing assembly of this type, in which the axis of a gear wheel that rolls off the toothed bars can pass through a trajectory comprising a bend point. A recess is formed between the two toothed bars (26, 28), which prevents the gear wheel (10) from meshing with both toothed bars (26, 28) at the same time. A transition gearing is formed by a toothed arc (42) that is convex or linear in relation to the rolling gear wheel (10). The gear wheel (10), once meshed with the transition gearing (30), releases its engagement with one toothed bar (26) before meshing with the other toothed bar (28).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verzahnungsanordnung mit einer feststehenden Verzahnung und einem an der feststehenden Verzahnung mit zwei Zahnleisten abrollenden Zahnrad,

wobei das Zahnrad bei seiner Abrollbewegung von der einen Zahnleiste auf die andere Zahnleiste übergeht. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verzahnungsanordnung der vorliegenden Art zu schaffen, bei welcher die Achse eines an den Zahnleisten abrollenden Zahnrades ohne zu klemmen eine Trajektorie mit einem Knickpunkt durchlaufen kann. Zwischen den beiden Zahnleisten (26,28) ist eine Aussparung gebildet, die den gleichzeitigen Kontakt des Zahnrades (10) mit beiden Zahnleisten (26,28) ausschliesst. Eine Überleitungsverzahnung ist von einem zu dem abrollenden Zahnrad

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/014598 A1



KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

#### Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,

SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

#### Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Verzahnungsanordnung

5

### **Technisches Gebiet**

Die Erfindung betrifft eine Verzahnungsanordnung mit einer feststehenden Verzahnung  
10 und einem an der feststehenden Verzahnung mit zwei Zahnleisten abrollenden Zahnrad,  
wobei das Zahnrad bei seiner Abrollbewegung von der einen Zahnleiste auf die andere  
Zahnleiste übergeht.

### **Stand der Technik**

15

Bei vielen mechanischen Konstruktionsaufgaben tritt das Problem auf, die Achse eines  
einer Zahnleiste abrollenden Zahnrades oder ein damit verbundenes  
Konstruktionselement entlang einer Trajektorie mit einem oder mehreren Knickpunkten  
zu bewegen. In den Knickpunkten ist die Trajektorie zwar stetig, es tritt aber ein  
20 Tangentensprung auf. Ein Beispiel einer solchen Trajektorie ist ein von zwei gegensinnig  
gekrümmten Kreisbögen gebildetes Zweieck.

Ein solches Problem tritt beispielsweise auf bei einer Rotationskolbenmaschine, wie sie  
in der DE 199 20 289 C1 beschrieben ist. Dort ist in einer Kammer, deren Querschnitt ein  
25 Oval dritter Ordnung bildet, ein Rotationskolben beweglich, dessen Querschnitt ein Oval  
zweiter Ordnung ist. Zum Abgreifen der Bewegung des Rotationskolbens dient eine sich  
zentral durch die Kammer erstreckende Abtriebswelle. Die Abtriebswelle ragt durch  
einen ovalen Durchbruch des Rotationskolbens und trägt ein Ritzel. Das Ritzel ist in  
Eingriff mit einer Verzahnung auf der Innenseite des Durchbruchs. Die Achse der  
30 Abtriebswelle und damit des Ritzels durchläuft bei den Bewegungen des  
Rotationskolbens relativ zu dem Rotationskolben eine Trajektorie in Form eines

Zweiecks. Es bietet Probleme, die Verzahnung so auszubilden, daß das Ritzel in den Punkten, wo die Achse des Ritzels sich durch die Knickpunkte der Trajektorie bewegt, nicht klemmt.

- 5 Das Problem, ein Zahnrad an einer Verzahnung so zu führen, daß seine Achse eine Trajektorie mit Knickpunkten durchläuft, wurde bisher nicht gelöst.

10 In dem Buch von I. I. Artobolevskij "Mechanismen in der modernen Technik" Band III, Verlag Nauka, Moskau 1973 wurden Lösungen beschrieben, bei denen versucht wird, das geschilderte Problem zu umgehen. Dabei werden die kritischen Stellen mit dem Tangentensprung durch stetige und glatte Verzahnungsstrecken ersetzt. Ein anderer Versuch bestand darin, das Abrollen an den kritischen Stellen zu unterbrechen. Es wurden auch nicht-rotationssymmetrische Zahnräder oder andere, dem konkreten Fall speziell angepaßte Mechanismen benutzt.

15

### **Offenbarung der Erfindung**

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verzahnungsanordnung der vorliegenden Art zu schaffen, bei welcher die Achse eines an den Zahnleisten abrollenden Zahnrades ohne zu klemmen eine Trajektorie mit einem Knickpunkt durchlaufen kann.

25 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Erzeugung einer in einem Knickpunkt einen Tangentensprung aufweisenden Trajektorie der Achse des abrollenden Zahnrades beim Übergang von einer Zahnleiste auf die andere zwischen den Zahnleisten eine Überleitungsverzahnung vorgesehen ist, die zu den Zahnleisten nicht-glatt verläuft.

30 Das Zahnrad rollt dann zunächst an der einen Zahnleiste ab. Seine Achse bewegt sich längs eines Armes der Trajektorie bis zu dem Knickpunkt. Von hier aus müßte das Zahnrad an der anderen Zahnleiste abrollen, derart, daß die Achse des Zahnrads über den Knickpunkt längs eines anderen Armes der Trajektorie bewegt wird. Der Übergang von der einen Zahnleiste zur anderen muß einerseits momentan geschehen. Andererseits darf keine Klemmung eintreten. Eine solche Klemmung erfolgt, wenn die Verzahnung im

Bereich des Knickpunktes glatt durchgehend verläuft. Dann müßte nämlich die Verzahnung zwischen den beiden Zahnleisten an den Umfang des Zahnrades angepaßt sein. Ist der Krümmungsradius des Teilkreises der "Übergangsverzahnung" zwischen den Zahnleisten kleiner als der Radius des Zahnrades, dann kann das Zahnrad nicht über diese Übergangsverzahnung abrollen und klemmt. Ist der Krümmungsradius des Teilkreises der Übergangsverzahnung größer als der Radius des Zahnrades, dann erfolgt kein momentaner Übergang von der einen Zahnleiste zur anderen. Die Achse des Zahnrades bewegt sich beim Abrollen an der Übergangsverzahnung auf einem Kreisbogen. Es entsteht kein Knickpunkt. Sind die Teilkreise von Übergangsverzahnung und Zahnrad bei glattem Anschluß gleich, dann kann das Zahnrad im Bereich der Übergangsverzahnung nicht abrollen. Die Erfindung sieht daher einen nicht-glaten Übergang zwischen den Zahnleisten und der Übergangsverzahnung vor. Dann läßt sich erreichen, daß das Zahnrad unmittelbar nach Verlassen der einen Zahnleiste wieder mit der anderen Zahnleiste in Eingriff kommt. Die nicht glatt anschließende und vorzugsweise unter Bildung von Lücken angeordnete Übergangsverzahnung stellt sicher, daß stets ein Eingriff zwischen abrollendem Zahnrad und feststehender Verzahnung gewährleistet ist. Erst ist das Zahnrad mit der einen Zahnleiste und der Übergangsverzahnung in Eingriff. Im nächsten Augenblick ist das Zahnrad in Eingriff mit der Übergangsverzahnung und der anderen Zahnleiste. Es erfolgt somit bei laufendem Aufrechterhalten des Eingriffs ein momentaner Übergang von einer Zahnleiste zur anderen. Die Trajektorie hat einen Knickpunkt.

Zwischen den beiden Zahnleisten ist eine Aussparung gebildet, die den gleichzeitigen Kontakt des Zahnrades mit beiden Zahnleisten ausschließt. Die Überleitungsverzahnung kann von einem zu dem abrollenden Zahnrad konvexen Zahnbogen gebildet sein. In diesem Fall weist vorteilhafterweise das Zahnrad einen Teilkreis auf, der mit den Teilkurven der beiden Zahnleisten je eine gemeinsame Tangente besitzt, wenn sich die Achse des Zahnrades im Knickpunkt der Trajektorie befindet, und der konvexe Zahnbogen besitzt einen Teilkreis, der mit dem Teilkreis des Zahnrades eine gemeinsame Tangente besitzt. Die Überleitungsverzahnung kann aber auch eine lineare Zahnleiste sein. Eine lineare Zahnleiste kann man als konvexe Zahnleiste mit dem Krümmungsradius unendlich ansehen. Das Zahnrad löst in Eingriff mit der

Überleitungsverzahnung den Eingriff mit der einen Zahnleiste unmittelbar bevor es in die andere Zahnleiste eingreift. Die Teilkurven der beiden Zahnleisten können konkav-bogenförmig sein.

- 5 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- 10 Fig.1 zeigt ein Zahnrad beim Übergang vom Eingriff mit einer ersten bogenförmigen Zahnleiste zum Eingriff mit einer zweiten bogenförmigen Zahnleiste, wobei das Zahnrad im Eingriff mit einer Übergangsverzahnung ist und mit der ersten Zahnleiste gerade nicht mehr und mit der zweiten Zahnleiste gerade noch nicht in Eingriff ist.
- 15 Fig.2 zeigt die Verzahnungsanordnung von Fig.1, nachdem sich das Zahnrad zum Eingriff mit der zweiten Zahnleiste weiter bewegt hat.
- Fig.3 zeigt in vergrößertem Maßstab eine lineare Übergangsverzahnung mit den Enden der Zahnleisten.
- 20 Fig.4 zeigt eine konvexen Übergangsverzahnung in ähnlicher Darstellung wie Fig.3.
- 25 Fig.5 zeigt eine Verzahnungsanordnung mit konvexer Übergangsverzahnung und die von der Achse des Zahnrades durchlaufene Trajektorie mit Knickpunkt.
- Fig.6 ist ein Vektordiagramm für die Geschwindigkeit der Achse des Zahnrades beim Passieren des Knickpunktes der Trajektorie.

### Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer singulären Trajektorie mit kreisförmigen Bahnen in der unmittelbaren Umgebung des Knickpunktes beschrieben. Die Gültigkeit der Erfindung ist aber darauf natürlich nicht beschränkt.

In den Figuren ist mit 10 ein Zahnrad bezeichnet. Das Zahnrad 10 soll an einer Verzahnung, die generell mit 12 bezeichnet ist, so abrollen, daß seine Achse A eine singuläre Trajektorie 14 durchläuft. Die Trajektorie 14 besteht aus zwei Kreisbögen 16 und 18, die einen Knickpunkt 20 bilden. Der Kreisbogen 16 ist um einen Krümmungsmittelpunkt 22 gekrümmt. Der Kreisbogen 18 ist um einen Krümmungsmittelpunkt 24 gekrümmt.

Zu diesem Zweck weist die Verzahnung 12 zwei konkav gekrümmte Zahnleisten 26 und 28 auf. Die Zahnleiste 26 ist um den Krümmungsmittelpunkt 22 gekrümmt. Ihr Teilkreisradius ist um den Teilkreisradius des Zahnrades 10 größer als der Krümmungsradius des Kreisbogens 16. Die Zahnleiste 28 ist um den Krümmungsmittelpunkt 24 gekrümmt. Ihr Teilkreisradius ist um den Teilkreisradius des Zahnrades 10 größer als der Krümmungsradius des Kreisbogens 18. Wenn das Zahnrad 10 an der Zahnleiste 26 abrollt, dann durchläuft die Achse A des Zahnrades den Kreisbogen 16 bis zu dem Knickpunkt 20. Wenn das Zahnrad 10 an dem Kreisbogen 18 abrollt, dann durchläuft die Achse A des Zahnrades den Kreisbogen 18 von dem Knickpunkt 20 nach links oben in Fig.5.

Das Problem ist der Übergang von der Zahnleiste 26 zu der Zahnleiste 28.

Wie in Fig.1 und 2 dargestellt ist, ist zwischen den Enden der Zahnleisten 26 und 28 eine Lücke. In dieser Lücke sitzt eine lineare "Übergangsverzahnung" 30. Zwischen der Zahnleiste 26 und der linearen Übergangsverzahnung 30 ist eine Lücke 32. Ebenfalls ist eine Lücke 34 zwischen der Zahnleiste 28 und der linearen Übergangsverzahnung 30.

Aus Fig.1 ist ersichtlich, daß in der dem Knickpunkt entsprechenden Position des Zahnrades 10 die Teilkreise 36 und 38 der Zahnleisten 26 und 28 sich glatt an den Teilkreis 40 des Zahnrades 10 anschließen. Die Verzahnung zwischen den Zahnleisten 26 und 28 folgt aber, wie beschrieben, nicht diesem Teilkreis 40 sondern bildet eine lineare Zahnleiste oder Übergangsverzahnung 30. Die Teillinie a - a dieser linearen Übergangsverzahnung 30 entspricht der Tangente an den Teilkreis 40 des Zahnrades 10.

Aus Fig.1 erkennt man, daß in der "Knickpunkt"-Position das Zahnrad im Mittelbereich mit der Übergangsverzahnung 30 in Eingriff ist. Das Zahnrad 10 ist mit der Zahnleiste 26 gerade nicht mehr in Eingriff. Mit der Zahnleiste 28 ist das Zahnrad 10 gerade noch nicht in Eingriff. Unmittelbar vorher bestand noch der Eingriff in die Zahnleiste 26, unmittelbar danach wird das Zahnrad 10 in die Zahnleiste 28 eingreifen. Es erfolgt also ein momentaner Wechsel von der Zahnleiste 26 zu der Zahnleiste 28. Die Trajektorie 14 der Achse A hat einen echten Knickpunkt mit einem Tangentensprung. Da die Übergangsverzahnung 30 linear ist, also nicht um das Zahnrad 10 "herumgebogen", tritt keine Klemmung ein. Fig.3 ist eine vergrößerte Darstellung und läßt die Abweichung der Teillinie a - a der Übergangsverzahnung 30 von dem Teilkreis des Zahnrades 10 deutlicher erkennen.

Die beschriebene Verzahnungsanordnung gestattet somit einen klemmfreien und momentanen Übergang des Zahnrades 10 von einer Zahnleiste 26 zur anderen Zahnleiste 28, so daß von der Achse A eine Trajektorie 14 mit Knickpunkt 20 durchlaufen wird. Dabei ist aber in jedem Augenblick über einen Zahneingriff eine Antriebsverbindung zwischen Zahnrad 10 und Verzahnung und die Übertragung von Drehmomenten gewährleistet.

Fig.4 zeigt eine Verzahnungsanordnung ähnlich wie Fig.1 bis 3. Entsprechende Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie dort. Bei der Verzahnungsanordnung von Fig.4 ist statt einer linearen Übergangsverzahnung eine konvexe Übergangsverzahnung 42 vorgesehen. Die Übergangsverzahnung 42 hat einen Teilkreis 44. Der Teilkreis 40 des Zahnrades 10 in dessen "Knickpunkt"-Position hat mit dem

Teilkreis 44 eine gemeinsame Tangente a - a. Die Tangente a - a ist vorzugsweise parallel zu der Verbindung der Krümmungsmittelpunkte 22 und 24.

Im Extremfall ist es möglich, daß die Überleitungsverzahnung aus einem einzigen Zahn besteht. Es ist u.U. auch möglich, daß die Übergangsverzahnung konkav ist, wenn sie einen hinreichend großen Krümmungsradius besitzt.

Die Physik der Achsenführung eines abrollenden Zahnrades um den Knickpunkt 20 der Trajektorie wird im wesentlichen dadurch bestimmt, daß die Bahn der Achse oder des Masseschwerpunktes des Zahnrades im Knickpunkt 20 stetig bleibt, während seine Geschwindigkeit ihre Richtung sprunghaft ändert.

Die Verhältnisse sind in Fig.6 dargestellt.

Wenn man Reibungsverluste und andere dynamische Effekte vernachlässigt, dann springt die Geschwindigkeit der Achse A unmittelbar vor dem Knickpunkt 20, nämlich  $V^{TR1}$ , auf die Geschwindigkeit der Achse unmittelbar nach dem Knickpunkt  $V^{TR2}$ . Die zu der Linie a - a parallele Komponente der Geschwindigkeit vor dem Sprung  $V_i^{TR1}$  ist gleich der entsprechenden Komponente nach dem Sprung  $V_i^{TR2}$ . Die zu der Linie a - a senkrechte Komponente der Geschwindigkeit vor dem Sprung  $V_n^{TR1}$  verändert sich sprunghaft zur entgegengesetzten Komponente unmittelbar nach dem Knickpunkt  $V_n^{TR2}$ . Es ist

$$V_n^{TR1} = -V_n^{TR2}$$

Damit ist das Passieren der Achse A des Zahnrades durch den Knickpunkt äquivalent der Spiegelreflexion des Masseschwerpunktes an der Linie a - a.

### Patentansprüche

5

1. Verzahnungsanordnung mit einer feststehenden Verzahnung und einem an der feststehenden Verzahnung mit zwei Zahnleisten (26,28) abrollenden Zahnrad (10), wobei das Zahnrad (10) bei seiner Abrollbewegung von der einen Zahnleiste (26) auf die andere Zahnleiste (28) übergeht, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzeugung einer in einem Knickpunkt (20) einen Tangentensprung aufweisenden Trajektorie (14) der Achse (A) des abrollenden Zahnrades (10) beim Übergang von einer Zahnleiste (26) auf die andere (28) zwischen den Zahnleisten (26,28) eine Überleitungsverzahnung (30;42) vorgesehen ist, die zu den Zahnleisten (26,28) nicht-glatt verläuft.  
10
2. Verzahnungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen den beiden Zahnleisten (26,28) eine Aussparung gebildet ist, die den gleichzeitigen Kontakt des Zahnrades (10) mit beiden Zahnleisten (26,28) ausschließt.  
20
3. Verzahnungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überleitungsverzahnung von einem zu dem abrollenden Zahnrad (10) konvexen Zahnbogen (42) gebildet ist.
- 25 4. Verzahnungsanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß**
  - (a) das Zahnrad (10) einen Teilkreis (40) aufweist, der mit den Teilkurven (36,38) der beiden Zahnleisten (26,28) je eine gemeinsame Tangente aufweist, wenn sich die Achse (A) des Zahnrades (10) im Knickpunkt der Trajektorie (14) befindet, und  
30

(b) der konvexe Zahnbogen (42) einen Teilkreis (44) besitzt, der mit dem Teilkreis (40) des Zahnrades (10) eine gemeinsame Tangente (a - a) besitzt.

- 5      5.    Verzahnungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überleitungsverzahnung eine lineare Zahnleiste (30) ist.
6.    Verzahnungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Überleitungsverzahnung aus einem einzigen Zahn besteht.
- 10    7.    Verzahnungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Zahnrad (10) in Eingriff mit der Überleitungsverzahnung (30) den Eingriff mit der einen Zahnleiste (26) löst unmittelbar bevor es in die andere Zahnleiste (28) eingreift.
- 15    8.    Verzahnungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Teilkurven (36,38) der beiden Zahnleisten (26,28) konkav-bogenförmig sind.

Fig. 1

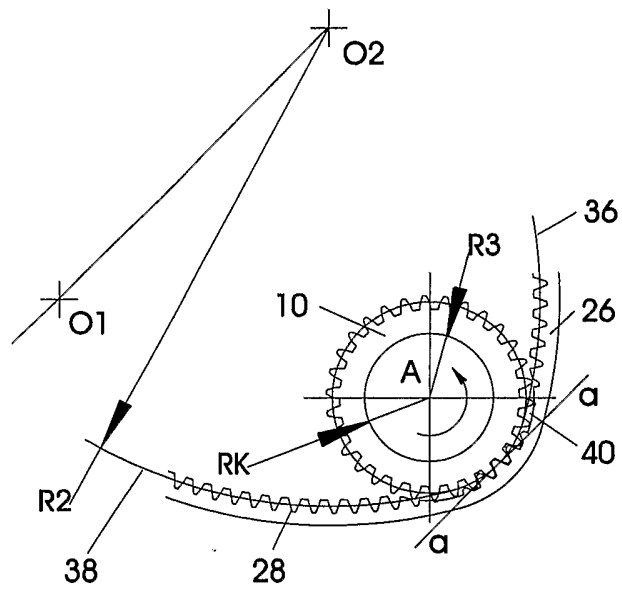


Fig. 2

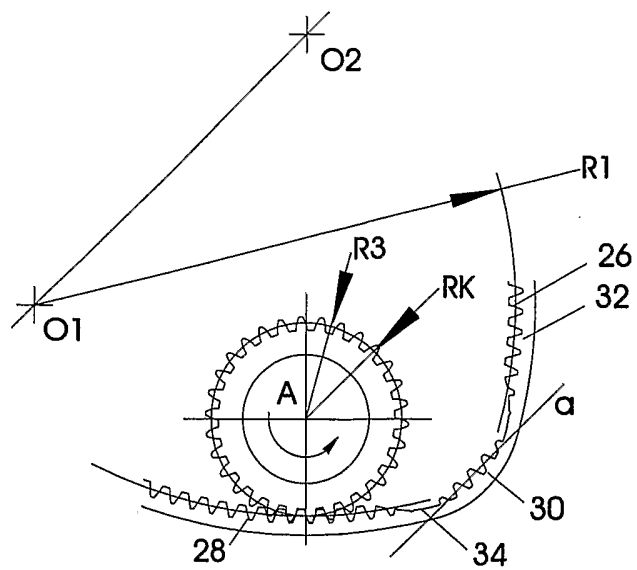


Fig. 3

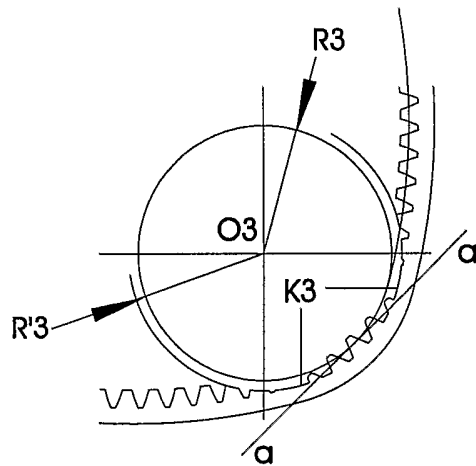


Fig. 4

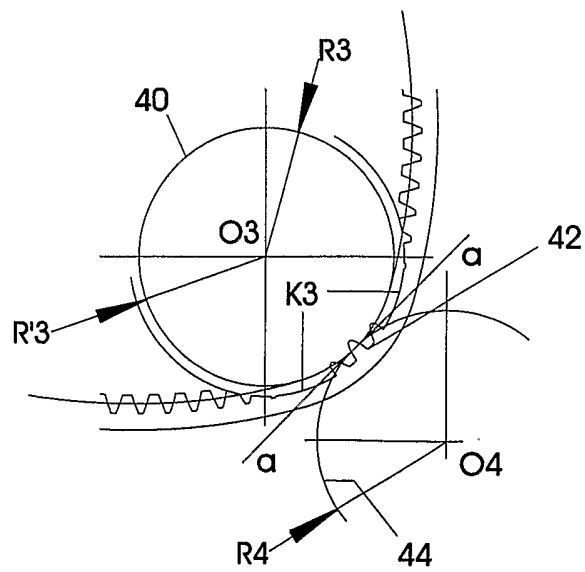


Fig. 5

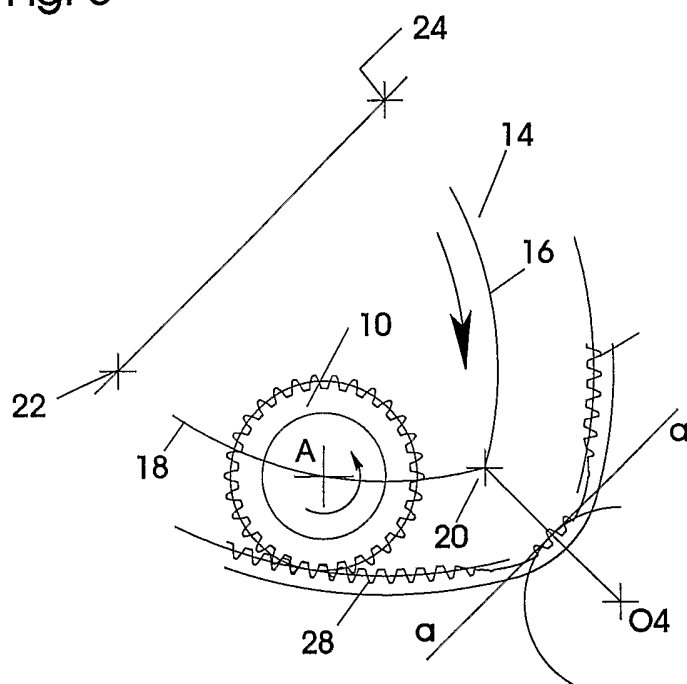
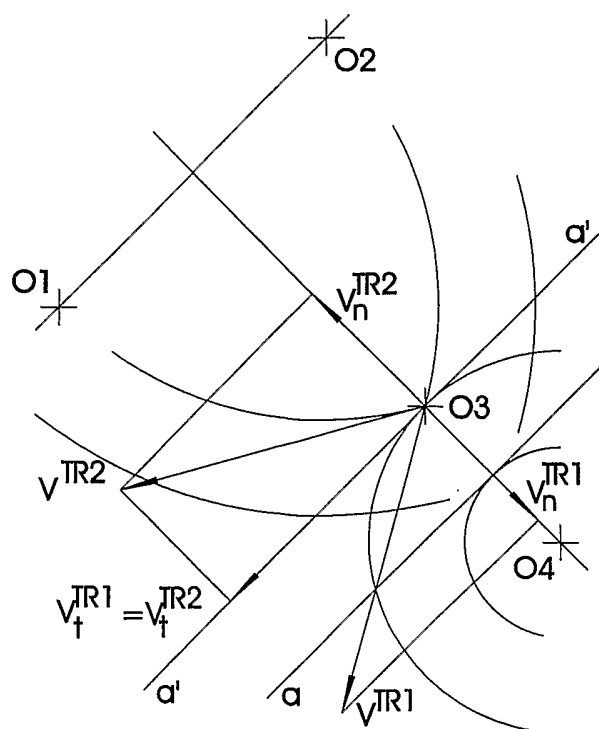


Fig. 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 02/08897

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16H55/08 F16H35/00

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)

IPC 7 F16H F01C F04C F02B F01B

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 80 841 C (G. HUMPHRIES) 1 May 1895 (1895-05-01) the whole document ----	1
A	GB 03213 A A.D. 1910 (J. FEIDT) 9 February 1911 (1911-02-09) page 3, line 31 - line 45; figure 2 ----	1
A	DE 199 20 289 C (HOFF AXEL ;HOFF GUENTER (DE); SCHAPIRO BORIS (DE); GUGENHEIMER ROB) 6 July 2000 (2000-07-06) column 4, line 25 - line 52; figures -----	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in 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 document 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

6 January 2003

Date of mailing of the international search report

20/01/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mende, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/08897

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 80841	C	NONE	
GB K03213	A	NONE	
DE 19920289	C	06-07-2000 DE 19920289 C1	06-07-2000

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08897

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F16H55/08 F16H35/00

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16H F01C F04C F02B F01B

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, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 80 841 C (G. HUMPHRIES) 1. Mai 1895 (1895-05-01) das ganze Dokument ----	1
A	GB 03213 A A.D. 1910 (J. FEIDT) 9. Februar 1911 (1911-02-09) Seite 3, Zeile 31 - Zeile 45; Abbildung 2 -----	1
A	DE 199 20 289 C (HOFF AXEL ;HOFF GUENTER (DE); SCHAPIRO BORIS (DE); GUGENHEIMER ROB) 6. Juli 2000 (2000-07-06) Spalte 4, Zeile 25 - Zeile 52; Abbildungen -----	1



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\* älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Januar 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/01/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mende, H

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In ☐ ionales Aktenzeichen

PCT/EP 02/08897

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 80841	C	KEINE	
GB K03213	A	KEINE	
DE 19920289	C	06-07-2000	DE 19920289 C1 06-07-2000