

(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
29. März 2012 (29.03.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/037593 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 55/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2011/050012

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. September 2011 (23.09.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 1604/2010 24. September 2010 (24.09.2010) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MIBA SINTER AUSTRIA GMBH [AT/AT]; Dr.-Mitterbauer-Straße 3, A-4663 Laakirchen (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MITTERMAIR, Mario [AT/AT]; Buchleiten 41, A-4843 Ampflwang (AT). GIELESBERGER, Josef [AT/AT]; Welser Straße 55, A-4643 Pettenbach (AT). SPITZBART, Rudolf [AT/AT]; Hüttwinkel 9, A-4663 Laakirchen (AT).

(74) Anwalt: ANWÄLTE BURGER UND PARTNER RECHTSANWALT GMBH; Rosenauerweg 16, A-4580 Windischgarsten (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

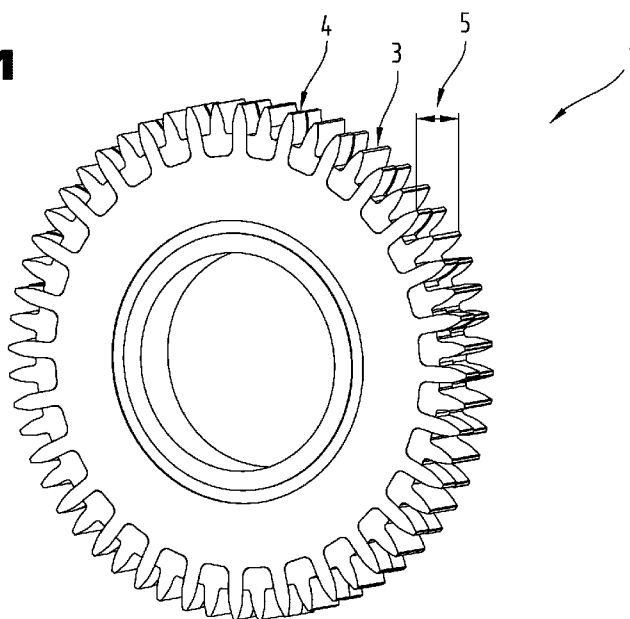
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TOOTHED WHEEL

(54) Bezeichnung : ZAHNRAD

Fig.1



(57) Abstract: The invention relates to a toothed wheel (1) having a sequence of X teeth (4), wherein each Nth tooth (4) at least partially has a smaller tooth rigidity compared to the remaining X-N teeth (4), N being a number which is selected from a range with a lower limit of 2 and an upper limit of X, in particular X/2, or wherein a number of M teeth at least partially have a smaller tooth rigidity than the remaining X-M teeth, where M is selected from a range with a lower limit of 1 and an upper limit of X-1 or an upper limit of X provided that at least individual teeth are divided or all the teeth have a different geometry, and/or wherein the tooth system (3) has a pitch in which each Nth tooth (4) stands out compared to the remaining X-N teeth (4).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Zahnrad (1) mit einer Abfolge von X Zähnen (4), wobei jeder N-te Zahn (4) zumindest teilweise eine im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen (4) geringere Zahnsteifigkeit aufweist, wobei N ein Zahl ist, die ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer

unteren Grenze von 2 und einer oberen Grenze von X, insbesondere X/2, oder wobei eine Anzahl von M Zähnen zumindest teilweise eine geringere Zahnsteifigkeit aufweisen als die restlichen X-M Zähne, wobei M ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/037593 A2



von 1 und einer oberen Grenze von $X-1$ oder einer oberen Grenze von X mit der Maßgabe, dass zumindest einzelne Zähne geteilt ausgeführt sind oder sämtliche Zähne eine unterschiedliche Geometrie aufweisen, und/oder wobei die Verzahnung (3) eine Teilung aufweist, bei der jeder N -te Zahn (4) im Vergleich zu den restlichen $X-N$ Zähnen (4) vorgehalten ist.

Zahnrad

Die Erfindung betrifft ein Zahnrad umfassend einen Zahnradkörper mit einer Verzahnung, die aus einer Abfolge von Zähnen besteht, wobei die Gesamtanzahl der Zähne den Wert X hat, sowie einen spielfreien Rädertrieb umfassend zwei miteinander kämmende Zahnräder.

Spielfreie Rädertriebe werden üblicherweise mittels einer Zahnradanordnung, einem so genannten split gear, realisiert. Eine derartige Zahnradanordnung ist beispielsweise aus der von der Anmelderin stammenden WO 2005/090830 A1 bekannt, die ein Zahnrad für eine spielfreie Stirnradstufe mit einer Nabe, mit einem von der Nabe getragenen Zahnkranz, der entlang einer achsnormalen Teilungsebene in zwei Teilkränze, nämlich in einen nabenfesten Kranzteil und in einen diesen gegenüber koaxial drehbar gelagerten Kranzring, geteilt ist, und mit einer die Nabe umschließenden Ringfeder, die sich mit ihren einander in Umfangsrichtung gegenüberliegenden Enden an einstückig mit den beiden Teilkränzen ausgebildeten, einander in axialer Richtung überlappenden Stützstegen abstützt, die in Umfangsrichtung des Zahnkranzes hintereinander angeordnet sind. Der Stützsteg eines Teilkranzes durchsetzt den anderen Teilkranz in einer Durchtrittsöffnung mit Spiel in Umfangsrichtung und bildet der Stützsteg des Teilkranzes mit der Durchtrittsöffnung einen die Durchtrittsöffnung begrenzenden Montageanschlag für den anderen Stützsteg. Der Kranzring ist auf der Nabe beispielsweise mit Hilfe eines Sprengringes axial gesichert.

Ausgehend davon ist es die Aufgabe der Erfindung, diese Zahnradanordnung zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird einerseits durch das eingangs genannte Zahnrad gelöst, bei dem jeder N-te Zahn zumindest teilweise eine im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen geringere Zahnsteifigkeit aufweist, wobei N eine Zahl ist, die ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 und einer oberen Grenze von X, insbesondere $X/2$, oder dass eine Anzahl von M Zähnen zumindest teilweise eine geringere Zahnsteifigkeit aufweisen als die restlichen X-M Zähne, wobei M ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1 und einer oberen Grenze von X-1 oder einer oberen Grenze von X mit der Maßgabe, dass zumindest einzelne Zähne geteilt ausgeführt sind, und/oder bei der die Verzahnung eine Teilung aufweist, bei der jeder N-te Zahn im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen vorgehal-

- 2 -

ten ist, sowie andererseits durch den spielfreien Rädertrieb, bei dem eines der Zahnräder erfindungsgemäß ausgebildet ist.

5 Mit zumindest teilweise ist dabei gemeint, dass die Zähne des Zahnrades auch geteilt, beispielsweise zweigeteilt, ausgeführt sein können, wobei ein Teil des jeweiligen Zahnes die geringere Zahnsteifigkeit im Vergleich zum restlichen Teil des Zahnes aufweist.

10 Von Vorteil ist dabei, dass die Funktionalität der Vorspannung über die Ringfeder, d.h. der so genannten Ω - Feder, in das Zahnrad selbst eingebracht wird, wodurch sich die konstruktive Ausgestaltung und damit der Zusammenbau des Rädertriebes im Vergleich zur Zahnradanordnung nach dem Stand der Technik vereinfachen lässt. Es ist damit im Vergleich zur Zahnradanordnung nach dem Stand der Technik eine Kostenreduktion realisierbar. Zudem kann damit erreicht der Verschleiß des Zahnrades im Vergleich zur Zahnradanordnung nach dem Stand der Technik reduziert wird, da zur Vorspannung bzw. Spielfreistellung kein verdehbares Zahnrad, das während des Betriebes relativ zum Hauptzahnrad verdreht wird, erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil, der mit dem erfindungsgemäßen Zahnrad erreicht werden kann, ist darin zu sehen, dass dieses auch als Zwischenrad zwischen zwei weiteren Zahnrädern verwendet werden kann, wobei das Verdrehflankenspiel bei beiden kämmenden Verzahnungspaarungen über das Zwischenrad minimiert bzw. eliminiert werden kann. Dies ist mit der Zahnradanordnung nach dem Stand der Technik nicht realisierbar, da die Vorspannung über die Ω - Feder nur auf ein Zahnflankenspiel eingestellt werden kann.

25 Gemäß einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, jeder N-te Zahn oder die M Zähne aus einem Werkstoff besteht oder bestehen, der ein im Vergleich zum Werkstoff der restlichen X-N Zähne oder X-M Zähne geringeres Elastizitätsmoduls aufweist. Es wird damit eine konstruktiv einfache Möglichkeit für die Verbiegung der N-ten Zähne zur Spielfreistellung während des Eingriffes in eine Verzahnung realisiert, da damit sämtliche Zähne der Verzahnung des Zahnrades hinsichtlich ihrer Zahngeometrie unverändert bleiben können.

30 Andererseits ist es aber auch möglich, dass für die Verbiegbarkeit der N-ten oder M Zähne eine maximale Zahnbreite jedes N-ten Zahnes oder der M Zähne in axialer Richtung betrachtet kleiner ist als eine maximale Zahnbreite der restlichen N-X Zähne oder X-M Zähne in gleicher Richtung betrachtet. Durch diese Ausgestaltung wird erreicht, dass die einzelnen

Zahngeometrien bereits in der Herstellung des Zahnradkörpers mit der Verzahnung berücksichtigt werden können, insbesondere wenn das Zahnrad nach einem Sinterverfahren hergestellt wird, bei dem eine entsprechende Pressform verwendet werden kann.

5 Jeder N-te Zahn kann oder die M Zähne können zumindest teilweise aus einem im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen oder X-M Zähnen anderen Werkstoff bestehen. Es ist damit eine Ausführungsform des Zahnrades möglich, bei dem die verbiegbaren Zähne nicht bzw. kaum geschwächt werden, indem deren Zahnprofil entsprechend angepasst wird, und trotzdem die Spielfreistellung erreicht wird.

10 Gemäß einer Ausführungsvariante dazu ist vorgesehen, dass jeder N-te Zahn oder die M Zähne zumindest teilweise durch ein Metallblechelement gebildet ist oder sind, das mit dem Zahnradkörper verbunden ist oder sind. Die Metallblechelemente haben den Vorteil, dass sie relativ dünn hergestellt werden können, diese aber trotzdem noch die erforderliche Festigkeit für eine lange Standzeit des Zahnrades haben. Zudem sind die Metallblechelemente ohne großen Aufwand in die gewünschte Form für die Verbiegbarkeit umformbar. Durch die dünne Ausführung dieser Zähne wird zudem der Vorteil erreicht, dass die Zähne bei eingestelltem Achsabstand zwischen den Zahnradern und Verspannung mit dem Gegenrad gleichzeitig durch die größere Zahnücke, die durch die Verwendung der Blechelemente entsteht, auch
15 Rundlauffehler des Zahnrades besser berücksichtigt werden können, ohne dass sich die Zähne der beiden Verzahnungen miteinander verklemmen. Mit anderen Worten ausgedrückt, können damit die Anforderungen an die Maßhaltigkeit des Zahnrades ohne Einbusse der Funktionalität reduziert werden.

25 Es ist aber auch möglich, dass jeder N-te Zahn oder die M Zähne zumindest teilweise aus einem Kunststoff gebildet ist oder sind, sodass die Zähne einfach herstellbar sind, beispielsweise durch Spritzguss, wodurch eine entsprechende Kostenreduktion erreicht werden kann.

30 Bevorzugt bilden die N-ten Zähne oder die M Zähne aus dem zum Werkstoff der restlichen X-N Zähne oder X-M Zähne verschiedenen Werkstoff ein gemeinsames Einsatzelement, wobei dieses Einsatzelement mit dem Zahnradkörper verbunden ist, wobei gegebenenfalls der Zahnradkörper in einer Stirnfläche eine Nut aufweist, und das Einsatzelement zumindest teilweise in der Nut angeordnet ist. Es wird damit die Handhabung im Zusammenbau des Zahnra-

- 4 -

des vereinfacht. Durch die Anordnung der Nut kann zudem der Materialverbund verbessert werden, wodurch die Gefahr der Loslösung einzelner Zähne im Betrieb reduziert wird. Zudem hat die Nut auch den Vorteil, der einfacheren Einpassung des Einsatzelementes in den Zahnradkörper.

5

Gemäß einer Ausführungsvariante dazu ist vorgesehen, dass die Zähne des Einsatzelementes versetzt zu den X-N Zähnen oder X-M Zähnen der Verzahnung des Zahnradkörpers unter Ausbildung einer ungleichen Teilung angeordnet sind. Es wird damit der Effekt der Spielfreistellung durch die Verbiegbarkeit der N-ten Zähne unterstützt, sodass die Verbiegbarkeit reduziert werden kann und damit die N-ten Zähne aus einem biegesteiferen Werkstoff gefertigt werden können, wodurch die mechanische Belastbarkeit des Zahnrades verbessert werden kann.

10

Es ist aber auch möglich, dass jeder N-te Zahn oder die M Zähne eine zu den restlichen X-N Zähnen oder X-M Zähnen unterschiedliche Zahngeometrie aufweist oder aufweisen, um damit die Verbiegbarkeit und die Überdeckung mit den Zähnen des kämmenden Gegenzahnrades während des Eingriffes in die Verzahnung zu beeinflussen.

15

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

20

Es zeigen jeweils in schematisch vereinfachter Darstellung:

Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante eines Zahnrades in Schrägansicht;

25

Fig. 2 den Zahnradkörper des Zahnrades nach Fig. 1 in Schrägansicht;

Fig. 3 das Einsatzelement des Zahnrades nach Fig. 1 in Schrägansicht;

30

Fig. 4 einen Querschnitt durch das Zahnrad nach Fig. 1 in Schrägansicht;

Fig. 5 ein Detail des Zahnrades nach Fig. 1 im Bereich der Verzahnung in Schrägansicht;

- 5 -

Fig. 6 eine zweite Ausführungsvariante eines Zahnrades in Schrägansicht;

Fig. 7 ein Detail des Zahnrades nach Fig. 6 im Bereich der Verzahnung in Schrägansicht;

5

Fig. 8 ein Detail eines Rädertriebes im Bereich zweier kämmender Zahnräder nach dem Stand der Technik;

Fig. 9 das Detail eines Rädertriebes im Bereich zweier kämmender Zahnräder nach der Erfindung;

10

Fig. 10 eine weitere Ausführungsvariante eines Zahnrades in Schrägansicht;

Fig. 11 ein Detail des Zahnrades nach Fig. 10 im Bereich der Verzahnung in Schrägansicht;

15

Fig. 12 das Detail eines Rädertriebes im Bereich zweier kämmender Zahnräder mit einem Zahnrad nach Fig. 10;

Fig. 13 ein Detail einer anderen Ausführungsvariante eines Zahnrades in Schrägansicht.

20

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

25

Die Fig. 1 bis 5 zeigen einer erste Ausführungsvariante eines Zahnrades 1. Das Zahnrad 1 weist einen Zahnradkörper 2 auf, der auf seiner radial äußeren Umfangsfläche eine Verzahnung 3 aus Zähnen 4 aufweist. Die Gesamtanzahl der Zähne 4 wird im Sinne der Erfindung mit X bezeichnet. Der absolute Wert an Zähnen 4 ist abhängig von der Größe des Zahnrades,

30

- 6 -

also dessen Durchmesser, sowie von der Zahngröße und der Zahngeometrie, die in Abhängigkeit von der Anwendung des Zahnrades 1 gewählt wird. Da dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, sei dazu an die einschlägige Literatur verwiesen.

5 Der Zahnrادkörper 2 mit den Zähnen 4 ist vorzugsweise zumindest teilweise nach einem Sinterverfahren hergestellt, besteht insbesondere aus einem Sinterstahl, wobei auch andere Werkstoffe, wie Bronzen oder Messing, verwendet werden können bzw. der Zahnrادkörper und die Zähne 4 zumindest teilweise aus einem Vollmaterial bestehen können, beispielsweise durch Gießen hergestellt.

10 Bei der dargestellten Ausführung des Zahnrades 1 erstreckt ist jeder zweite Zahn 4 in axialer Richtung kürzer ausgeführt als eine Verzahnungsbreite 5 der Verzahnung 3 in gleicher Richtung. Generell kann jeder N-te Zahn 4 in axialer Richtung kürzer ausgeführt sein als die restlichen X-N Zähne 4. Sowohl die längeren als auch die kürzeren Zähne 4 sind bevorzugt aus demselben Werkstoff hergestellt, insbesondere einstückig mit den Zahnrادkörper 2. Dabei
15 weisen sämtliche Zähne 4 aus diesem Werkstoff bei dieser Ausführungsvariante des Zahnrades 1 das gleiche Profil auf.

20 Die Lücke, die durch die verkürzten Zähne 4 in axialer Richtung im Verlauf der Zähne 4 entsteht wird zumindest teilweise mit einem zweiten Werkstoff aufgefüllt, und zwar in Form des Zahnprofils der Zähne 4. Es entsteht damit ein „Gesamtzahn“ der eine Verzahnungsbreite 5 aufweist, die jener der restlichen X-N Zähne 4 zumindest annähernd entspricht, also bei dieser Ausführungsvariante der Verzahnungsbreite 5 der, den verkürzten Zähnen 4 unmittelbar benachbarten Zähne 4. Prinzipiell ist es aber auch möglich, dass diese aus zwei Teilzähnen 6, 7
25 zusammengesetzten Zähne 4 in axialer Richtung auch kürzer oder länger sind, als die restlichen X-N Zähne 4.

Die aus dem zweiten Werkstoff gebildeten Teilzähne 7 weisen dabei eine geringere Zahnsteifigkeit auf als die restlichen X-N Zähne, jeweils bei gleichen Umfeldbedingungen betrachtet.

30 Der weitere Werkstoff für die N Teilzähne 7 kann insbesondere ein Kunststoff sei, beispielsweise ein PA, ein PPS, ein PEEK, ein PET, ein PE, ein UHMW-PE, ein PTFE, etc. Vorzugsweise sind die verwendeten Kunststoffe auch faserverstärkt, beispielsweise mit Glas- oder

- 7 -

Karbonfasern. Der Kunststoff sollte jedenfalls der mechanischen Belastung der Zähne 4 während des kämmenden Eingriffs mit der Verzahnung eines Gegenrades standhalten. Der weitere Werkstoff kann aber auch ein Metall oder eine Metalllegierung sein, beispielsweise ein Buntmetall, Al, Cu, eine Bronze.

5

Prinzipiell ist es möglich, dass die Teilzähne 7 jeweils einzeln an der Zahnradkörper 2 angebracht werden, beispielsweise durch direktes Anspritzen oder durch einsetzen in, insbesondere mit einer Hinterschneidung versehene, Ausnehmungen des Zahnradkörpers, wobei die Zähne bevorzugt eine zur Ausnehmung komplementäre Form aufweisen können, und/oder durch Verklebung mit dem Zahnradkörper. In der bevorzugten Ausführung der Erfindung bilden zumindest mehrere, bevorzugt sämtliche, Teilzähne ein Einsatzelement 8. Ein derartiges Einsatzelement 8 ist in Fig. 3 dargestellt. Dieses Einsatzelement 8 weist einen Ringkörper 9 auf, an dessen äußeren Umfang die Teilzähne 7 angeordnet sind, die zusammen mit den Teilzähnen 6 des Zahnradkörpers 2, wie dieser in Fig. 2 dargestellt ist, jeweils einen gesamten zweiten Zahn 4, bzw. allgemein ausgedrückt einen gesamten N-ten Zahn 4 ergeben. Zur besseren Verdeutlichung ist in Fig. 5 eine Explosionsdarstellung eines Ausschnittes aus der Verzahnung 3 des Zahnrades 1 gezeigt.

20

Es sei erwähnt, dass zwar bevorzugt sämtliche Teilzähne 7 ein einziges, einstückiges, beispielsweise durch Spritzguss hergestelltes Einsatzelement 8 bilden, es aber im Rahmen der Erfindung auch möglich, mehrere Teileinsatzelemente auszubilden, die nur einen Teil der Teilzähne 7, beispielsweise 50 % oder 25 %, aufweisen.

25

Es sei weiters erwähnt, dass der Ringkörper 9 des Einsatzelementes 8 nicht zwingend kreisförmig ausgebildet sein muss, sondern das auch andere geometrische Formen, wie z.B. ein Quadrat oder ein Sechseck oder ein Achteck, möglich sind, wenngleich die kreisförmige Form Vorteile aufweist und daher bevorzugt ist.

30

In der bevorzugten Ausführung des Zahnrades 1 nach dieser Ausführungsvariante weist der Zahnradkörper 2 des Zahnrades 1 eine Ringnut 10 bzw. eine Vertiefung in einer Stirnfläche 11 in axialer Richtung auf, in der das Einsatzelement 8, d.h. das Ringelement 9 angeordnet und mit dem Zahnradkörper 2 verbunden ist, wie dies in den Fig. 2 und 4 dargestellt ist. Es wird damit nicht nur eine bessere Verbindung des Einsatzelementes 8 mit dem Zahnradkörper

- 8 -

2 erreicht, sondern auch, dass das Einsatzelement 8 mit einer größeren Wandstärke – in axialer Richtung betrachtet – ausgeführt sein kann, wodurch dessen mechanische Belastbarkeit vergrößert werden kann. Dies ist insofern von Vorteil, als das Einsatzelement 8 in axialer Richtung nicht vorspringend am Zahnradkörper 2 angeordnet werden kann.

5

Prinzipiell kann das Einsatzelement 8 ein gesonderter Bauteil sein. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass das Einsatzelement an den Zahnradkörper angespritzt wird.

10

Wie aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, besteht weiters die Möglichkeit, dass die Teilzähne 7 in axialer Richtung im Vergleich zum Ringkörper eine größere Dicke aufweisen. Es wird damit möglich, dass ein größerer Anteil eines Zahnes 4 aus dem Teilzahn 7 des Einsatzelementes 8 gebildet werden kann, wodurch die Zahnsteifigkeit in gewissen Grenzen eingestellt werden kann.

15

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Form der Zähne 4 und Teilzähne 6, 7 nicht beschränkend für die Erfindung zu sehen ist, sondern sich vielmehr nach dem Verwendungszweck des Zahnrades 1 richtet. Da die unterschiedlichen Zahnformen aus dem Stand der Technik bekannt sind, wird dies an dieser Stelle nicht weiter vertieft.

20

Es kann also mit dieser Ausführungsvariante des Zahnrades 1 ein so genanntes „split gear“ hergestellt werden, dass im Vergleich zum Stand der Technik aus nur zwei Teilen besteht. Die Aufgabe der Spielfreistellung in einem spielfreien Rädertrieb mit zumindest einem kämmenden weiteren Zahnrad wird dabei von den Zähnen des Einsatzelementes 8 erfüllt.

25

Um die Vorspannung zu verstärken, kann gegebenenfalls das Einsatzelement 8 um einen vordefinierbaren Winkelwert, der beispielsweise ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $0,05^\circ$ und einer oberen Grenze von $0,5^\circ$, verdreht angeordnet werden, so dass also die Teilzähne 7 nicht mit den Teilzähnen 6 des Zahnradkörpers fluchten. Es entsteht damit eine ungleiche Teilung der Verzahnung 3, d.h. dass die Abstände zwischen den Zähnen unterschiedlich groß sind.

30

Gemäß einer anderen Ausführungsvariante dazu besteht die Möglichkeit, dass das Einsatzelement 8 über ein zusätzliches Federelement, beispielsweise eine Tellerfeder, das außen am

Einsatzelement 8 anliegend und in einer Ringnut einer Nabe des Zahnradkörpers 2 zur Aufnahme einer Welle befestigt wird. Derartige Federelemente sind aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise in voranstehend zitiertem Stand der Technik gezeigt. Das Einsatzelement 8 kann damit gegen den Zahnradkörper 2 gepresst werden, sodass gegebenenfalls auf eine Verklebung des Einsatzelementes 8 mit dem Zahnradkörper 2 verzichtet werden kann.

Die Fig. 6 und 7 zeigen eine andere Ausführungsvariante des Zahnrades 1. Dieses umfasst wiederum den Zahnradkörper 2, der an seinem radial äußeren Umfang die Verzahnung 3 mit den Zähnen 4 aufweist. Diese Ausführungsvariante des Zahnrades 1 ist ähnlich zu voranstehend beschriebener Ausführungsform, bei der jeder zweite Zahn 4 zumindest teilweise durch einen Zahn 4 bzw. Teilzahn 7 aus einem anderen Werkstoff besteht. Bei gegenständlicher Ausführungsvariante wird jeder zweite Zahn 4 durch ein metallisches Blechelement 12 gebildet, insbesondere einen Federstahl. Generell kann wiederum jeder N-te Zahn 4 aus diesem Blechelement 12 bestehen, wobei N wie bei sämtlichen Varianten der Erfindung ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 und einer oberen Grenze von X, insbesondere $X/2$, wobei X die Gesamtzahl der Zähne 4 ist, also in diesem Fall die Summe aus der Anzahl der Zähne 4 und der Anzahl der Blechelemente 12. Insbesondere kann N bei sämtlichen Ausführungsvarianten der Erfindung auch ausgewählt sein aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 und einer oberen Grenze von $X/4$, vorzugsweise einer oberen Grenze von $X/8$. Es kann also jeder zweite, oder jeder dritte, oder jeder vierte, usw. Zahn 4 durch einen Zahn aus einem anderen Werkstoff mit einer geringeren Zahnsteifigkeit oder mit einem geringeren Elastizitätsmodul, jeweils im Vergleich zu den X-N restlichen Zähnen 4, bestehen.

Bei der gegenständlich betrachteten Ausführungsvariante des Zahnrades 1 wird ein Zahnrad 1 mit einer dreifachen Überdeckung erhalten. Die Blechelemente 12 übernimmt dabei die voranstehend beschriebene Verspannung zur Spielfreistellung.

Wie insbesondere auch aus Fig. 7 ersichtlich ist, sind die Blechelemente 12 nicht zentrisch, d.h. der Mitte zwischen zwei Zähnen 4, sondern um einen vordefinierbaren Wert aus der Mitte versetzt angeordnet, der sich aus der gewünschten Verspannung und der Form der Blechelemente 12, insbesondere eines gebogenen Endbereiches 13 der Blechelemente, d.h. das Ausmaß der Umbiegung. Die Endbereich 13 sind dabei gegen die Drehrichtung des eingebauten Zahnrades 1 geneigt ausgebildet.

- 10 -

Die Wandstärke der Blechelement 12 orientiert sich ebenfalls an der gewünschten Verspannung mit den Zähnen des kämmenden weitem Zahnrades und an der Federkraft des Blechelementes 12.

- 5 Die Blechelemente 12 sind vorzugsweise jeweils in Ausnehmungen 14 im Zahnradkörper befestigt bzw. verankert. Prinzipiell ist es möglich, dass die Blechelemente in einer Sinterform eingelegt werden, bevor das Pulver für den Zahnradkörper 2 eingefüllt wird, jedoch werden sie vorzugsweise nach der Herstellung des Zahnradkörpers 2 an diesem befestigt.
- 10 Prinzipiell ist es auch möglich diese Blechelement 12 durch Elemente aus Kunststoff zu ersetzen. Die Ausführung als metallische Blechelemente 12 ist jedoch die bevorzugte.

Die 9 zeigt eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung. Vereinfacht dargestellt ist eine Detail eines spielfreien Rädertriebes 15 mit dem Zahnrad 1 und einem weiteren Zahnrad 16 im Bereich der Verzahnung 3 mit den Zähnen 4 des Zahnrades 1 die mit einer Verzahnung 17 mit Zähnen 18 des weiteren Zahnrades 16 in kämmenden Eingriff steht. Die Zähne 18 des weiteren Zahnrades 16 sind alle mit gleicher Form ausgestaltet. Zur besseren Darstellung wurde jeder zweite Zahn 4 des erfindungsgemäßen Zahnrades 1 halbiert dargestellt.

- 20 Bei dieser Ausführungsform des Zahnrades 1 ist jeder zweite Zahn 4 - es wird bei dieser Ausführungsvariante des Zahnrades 1 nicht jeder zweite Zahn 4 durch einen Zahn aus einem anderen Werkstoff zumindest teilweise ersetzt – oder generell jeder N-te Zahn, um eine vordefinierbaren Winkelwert vorgehalten angeordnet. Dieser Winkelwert kann aus voranstehendem Winkelbereich ausgewählt sein. Es wird damit erreicht, dass Kontaktpunkte 19, 20 auf einer
- 25 vorderen Zahnflanke 21 bzw. einer hinteren Zahnflanke 22 – in Drehrichtung des Zahnrades 1 betrachtet - bzw. Kontaktbereiche eines Zahnes 4 nicht auf einem gemeinsamen gedachten Kreis liegen – wie dies bei dem Zahnrad nach dem Stand der Technik der Fall ist, das in Fig. 8 im Ausschnitt dargestellt ist – sondern auf zwei voneinander getrennten gedachten Kreisen. Es wird durch diese im Vergleich zum Stand der Technik veränderte Zahngeometrie mit an-
- 30 gepassten Teilungssatz ebenfalls eine Reduktion bzw. Eliminierung des Verdrehflankenspiels erreicht, wobei das Gegenrad, also das weitere Zahnrad 16 seine Originalform beibehält.

- 11 -

In einer Ausführungsvariante dazu - wie dies die Fig. 10 bis 12 zeigen - kann jeder zweite Zahn 4, bzw. generell jeder N-te Zahn 4, im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen 4 eine maximale Zahnbreite 23 aufweisen, die in axialer Richtung betrachtet kleiner ist als eine maximale Zahnbreite 24 der restlichen N-X Zähne 4, also jedes ersten Zahnes 4 in gleicher Richtung betrachtet. Mit maximaler Zahnbreite 23, 24 ist dabei jene Zahnbreite 23, 24 gemeint, die aufgrund der Zahnform im Querschnitt den größten Wert aufweist und die normalerweise im Bereich zwischen den Zahnflanken 21, 22 ausgebildet ist, wie dies in Fig. 11 dargestellt ist. Die genaue Lage der maximalen Zahnbreite 23, 24 ist dabei abhängig von der jeweiligen Zahnform.

Bei dieser Ausführungsvariante bestehen sämtliche Zähne 4 aus demselben Werkstoff, insbesondere einem Sinterwerkstoff. Es wird hier durch die Verringerung der Zahnbreite 23 jedes N-ten Zahnes 4 die Zahnsteifigkeit beeinflusst, wobei jeder N-te Zahn 4 eine im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen 4 aufgrund des reduzierten Querschnittes größere Biegebarkeit aufweist. Das konkrete Beispiel nach den Fig. 10 bis 12 zeigt ein Zahnrad 1 mit einer dreifachen Überdeckung. Zusätzlich kann bei dieser Ausführungsvariante auch jeder N-te Zahn vorgehalten angeordnet sein, wie dies voranstehend beschrieben wurde. Jeder N-te Zahn 4 ist bei eingestelltem Achsabstand mit dem Gegenrad, d.h. dem weiteren Zahnrad 16 verspannt und gleicht durch seine Elastizität auch eventuell auftretende Rundlauffehler aus. Es entsteht dadurch ebenfalls kein Verdrehflankenspiel. Das Gegenrad bleibt dabei wieder unverändert. Wiederum liegen die Kontaktpunkte 19, 20 der mit den Zähne 4 kämmenden Zähne 18 des weiteren Zahnrades 16 nicht auf einem gemeinsamen gedachten Kreis, wie dies in Fig. 12 dargestellt und voranstehend beschrieben wurde.

Fig. 13 zeigt eine Ausführungsvariante des Zahnrades 1, die jener der Fig. 1 bis 5 ähnlich ist. Dabei ist jeder zweite Zahn 4 des Zahnradkörpers 2 geschlitzt ausgeführt, wobei die dadurch entstehenden Ausnehmungen mit einem Kunststoff ausgefüllt sind, sodass also jeder zweite Zahn 4 aus den Teilzähnen 6, 7 besteht. Die Teilzähne 7 können dabei wiederum als eigene Elemente in die Schlitze eingesetzt und mit dem Teilzähnen 6 verbunden sein, insbesondere verklebt sein, oder durch Einspritzen einer Kunststoffmasse in die Schlitze hergestellt sein, wozu eine entsprechende Form verwendet werden kann, die auch so ausgeführt sein kann, dass die Teilzähne 7 nicht fluchtend - in axialer Richtung betrachtet - mit den Teilzähnen 6 ausgebildet werden. Die Nichtfluchtende Anordnung kann auch mit den eingesetzten geson-

- 12 -

derden Teilzähnen 7 verwirklicht werden. Es soll mit dieser Ausführung verdeutlicht werden, dass die Teilzähne 7 nicht zwingend endständig, d.h. an der Stirnfläche 11 des Zahnradkörpers 2 beginnend angeordnet werden müssen.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante des Zahnrades 1 ist vorgesehen, dass die Verzahnung 3 wiederum X Zähne 4 aufweist, wobei eine Anzahl von M Zähnen zumindest teilweise die geringere Zahnsteifigkeit aufweisen als die restlichen X-M Zähne, wobei M ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1 und einer oberen Grenze von X-1 oder einer oberen Grenze von X mit der Maßgabe, dass zumindest einzelne Zähne geteilt ausge-
10 führt sind oder sämtliche Zähne eine unterschiedliche Geometrie aufweisen.

Generell können bei sämtlichen Ausführungsvarianten der Erfindung zumindest einzelne Zähne 4 auch zweigeteilt ausgeführt sein, sodass also die Zähne 4 nur teilweise die geringere Zahnsteifigkeit aufweisen.

- 15 Es besteht also nach dieser Ausführung des Zahnrades 1 auch die Möglichkeit, dass sämtliche Zähne 4 zumindest teilweise jeweils unterschiedliche Zahnsteifigkeiten aufweisen, beispielsweise sämtliche Zähne 4 eine unterschiedliche Geometrie aufweisen. Es besteht im Rahmen der Erfindung auch die Möglichkeit, dass das Zahnrad 1 aus zwei Teilzahnradern besteht,
20 wobei ein Teilzahnrad aus dem Kunststoff oder dem Metall oder der Metallegierung, wie voranstehend ausgeführt, gebildet ist. Beide Teilzahnräder weisen bei dieser Ausführungsvariante die gleiche Anzahl an Zähnen auf die zusammen die Zähne 4 der Verzahnung 3 bilden. Die beiden Teilzahnräder können beispielsweise mit einander verklebt, über eine Steckverzahnung oder über eine andere geeignete Verbindungsmethode miteinander verbunden sein.

- 25 Daneben kann aber auch eine andere Anzahl M an Zähnen 4 mit der geringeren Zahnsteifigkeit ausgeführt sein. Es kann also nicht nur eine periodisch wiederkehrende Anzahl an Zähnen 4, wie dies bei den Ausführungsvarianten mit den N Zähnen der Fall ist, sondern auch eine nicht periodisch wiederkehrende Anzahl an Zähnen 4 zumindest teilweise erfindungsgemäß
30 ausgeführt sein. Beispielsweise kann ein Zahn 4 mit einer höheren Zahnsteifigkeit, die drei daran anschließenden Zähne 4 mit einer geringeren Zahnsteifigkeit, die zwei an diese anschließenden Zähne 4 mit einer höheren Zahnsteifigkeit, der an diese anschließende Zahn wieder mit einer geringeren Zahnsteifigkeit, etc. ausgeführt sein. Aufgrund der Vielzahl an

Kombinationsmöglichkeiten die sich daraus ergeben, wird auf deren Wiedergabe verzichtet. Letztendlich richtet sich die Auslegung des Zahnrades 1 mit der erfindungsgemäßen Verzahnung 3 u.a. auch nach der Verzahnung des mit dem Zahnrad 1 kämmenden Zahnrades.

- 5 Im Übrigen gelten auch für diese Ausführungsvariante zumindest einzelne der voranstehenden Ausführungen zu den N Zähnen, wie diese auch in den Ansprüchen wiedergegeben sind, sodass auf eine Wiederholung verzichtet wird.

- 10 Mit der Erfindung kann über die Zahnbiegung, die mit der Zahnsteifigkeit, d.h. der Zahngeometrie, bei einer definierten Belastung, die sich aus dem jeweiligen Anwendungsfall des Zahnrades 1 ergibt, und/oder über das Elastizitätsmodul des verwendeten Werkstoffes eingestellt werden kann, die Verspannung des Zahnrades 1, d.h. die Spielfreistellung ohne ein zusätzliches Federelement realisiert werden, indem die Funktionalität des Federelementes in die Zähne 4 des Zahnrades 1 eingebracht wird. Dabei können N, M oder sämtliche Zähne 4 zur
15 Verspannung beitragen. Alternativ oder zusätzlich dazu kann durch eine Verdrehung der Zähne 4 bzw. Teilzähne 7 aus dem im Vergleich zu dem Werkstoff des Zahnradkörpers 2 anderen Werkstoff um einen vordefinierbaren Winkel eine einseitig kleinere Zahnücke erzeugt werden. Es ist damit ein gewisses Drehmoment (Vorspannmoment) erforderlich, um eine Zahn zu verbiegen. Während der Belastung kann der Zahn ausweichen, wodurch eine Verklemmung
20 der Verzahnungen verhindert werden kann. Bei der Ausführungsvariante mit den Blechelementen 12 biegen sich diese im Betrieb, woraus wieder ein Vorspannmoment resultiert. Die Verspannung kann auch so ausgeführt werden, dass ein kleines Verdrehflankenspiel eingestellt wird. Damit können Achsabstandstoleranzen, die einer Verkleinerung des Verdrehflankenspiels bewirken, ausgeglichen werden, da der Zahn noch ausreichend Platz in der Zahnücke hat, um auszuweichen. Es tritt dabei eine Verspannung ein, die von der Größe der Achsverschiebungen abhängig ist.
25

- Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Zahnrades 1, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit
30 aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche

- 14 -

denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

5

10

15

20

25

30

- 15 -

Bezugszeichenaufstellung

5	1 Zahnrad
	2 Zahnradkörper
	3 Verzahnung
	4 Zahn
	5 Verzahnungsbreite
10	6 Teilzahn
	7 Teilzahn
	8 Einsatzelement
	9 Ringkörper
15	10 Ringnut
	11 Stirnfläche
	12 Blechelement
	13 Endbereich
	14 Ausnehmung
20	15 Rädertrieb
	16 Zahnrad
	17 Verzahnung
	18 Zahn
25	19 Kontaktpunkt
	20 Kontaktpunkt
30	21 Zahnflanke
	22 Zahnflanke
	23 Zahnbreite
	24 Zahnbreite

35

40

45

50

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Zahnrad (1) umfassend einen Zahnradkörper (2) mit einer Verzahnung (3), die aus einer Abfolge von Zähnen (4) besteht, wobei die Gesamtanzahl der Zähne (4) den Wert X hat, dadurch gekennzeichnet, dass jeder N-te Zahn (4) zumindest teilweise eine im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen (4) geringere Zahnsteifigkeit aufweist, wobei N eine Zahl ist, die ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 2 und einer oberen Grenze von X, insbesondere $X/2$, oder dass eine Anzahl von M Zähnen zumindest teilweise eine geringere Zahnsteifigkeit aufweisen als die restlichen X-M Zähne, wobei M ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1 und einer oberen Grenze von X-1 oder einer oberen Grenze von X mit der Maßgabe, dass zumindest einzelne Zähne geteilt ausgeführt sind oder sämtliche Zähne eine unterschiedliche Geometrie aufweisen, und/oder dass die Verzahnung (3) eine Teilung aufweist, bei der jeder N-te Zahn (4) im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen (4) vorgehalten ist.

2. Zahnrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder N-te Zahn (4) oder die M Zähne aus einem Werkstoff besteht oder bestehen, der ein im Vergleich zum Werkstoff der restlichen X-N Zähne (4) oder X-M Zähne geringeres Elastizitätsmodul aufweist.

3. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine maximale Zahnbreite (23) jedes N-ten Zahnes (4) oder der M Zähne in axialer Richtung betrachtet kleiner ist als eine maximale Zahnbreite (24) der restlichen N-X Zähne (4) oder X-M Zähne in gleicher Richtung betrachtet.

4. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder N-te Zahn (4) oder die M Zähne zumindest teilweise aus einem im Vergleich zu den restlichen X-N Zähnen (4) oder X-M Zähnen anderen Werkstoff besteht oder bestehen.

5. Zahnrad (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder N-te Zahn (4) oder die M Zähne zumindest teilweise durch ein metallisches Blechelement (12) gebildet ist oder sind, das mit dem Zahnradkörper (2) verbunden ist.

- 17 -

6. Zahnrad (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder N-te Zahn (4) oder die M Zähne zumindest teilweise aus einem Kunststoff gebildet ist oder sind.

7. Zahnrad (1) einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die N-ten Zähne (4) oder die M Zähne aus dem zum Werkstoff der restlichen X-N Zähne (4) oder X-M Zähne verschiedenen Werkstoff ein gemeinsames Einsatzelement (8) bilden, wobei dieses Einsatzelement (8) mit dem Zahnradkörper (2) verbunden ist, wobei gegebenenfalls der Zahnradkörper (2) in einer Stirnfläche (11) eine Nut aufweist, und das Einsatzelement (8) zumindest teilweise in der Nut angeordnet ist.

8. Zahnrad (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (4) des Einsatzelementes (8) versetzt zu den X-N Zähnen (4) oder X-M Zähnen der Verzahnung (3) des Zahnradkörpers (2) unter Ausbildung einer ungleichen Teilung angeordnet sind.

9. Zahnrad (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder N-te Zahn (4) oder die M Zähne eine zu den restlichen X-N Zähnen (4) oder X-M Zähnen unterschiedliche Zahngeometrie aufweist oder aufweisen.

10. Spielfreier Rädertrieb (15) umfassend zumindest zwei miteinander kämmende Zahnräder (1, 16), dadurch gekennzeichnet, dass eines der Zahnräder (1, 16) entsprechend einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

Fig.1

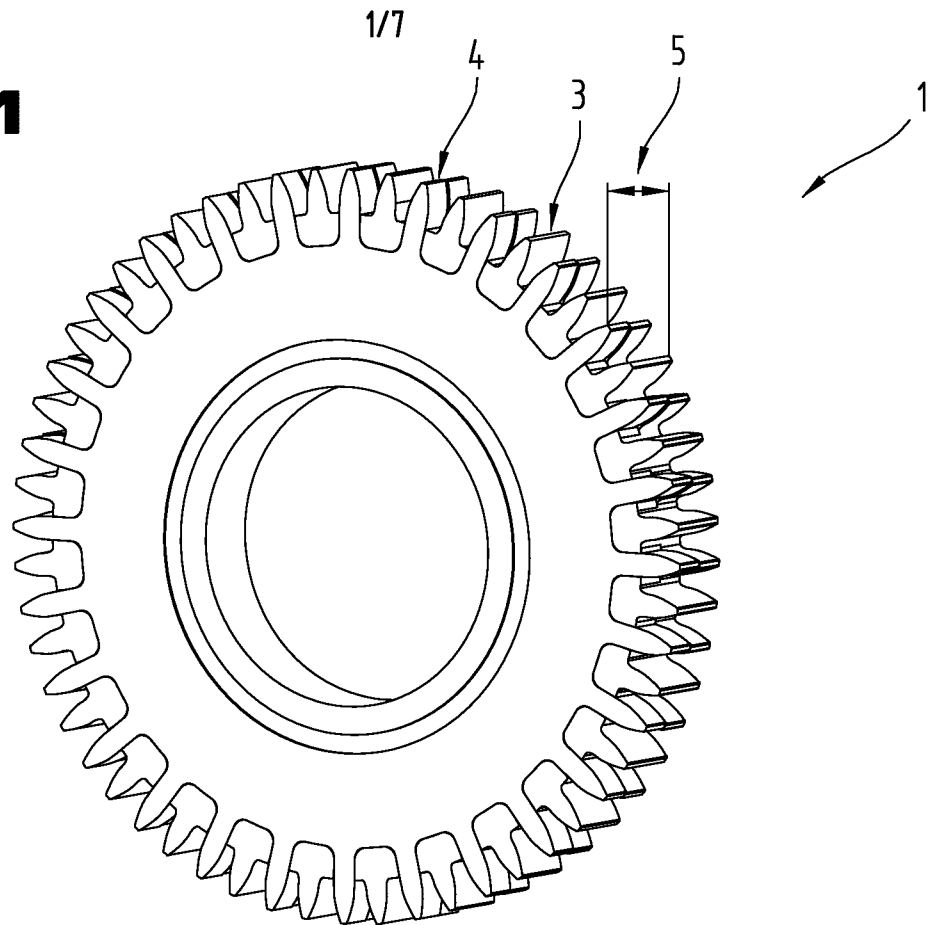
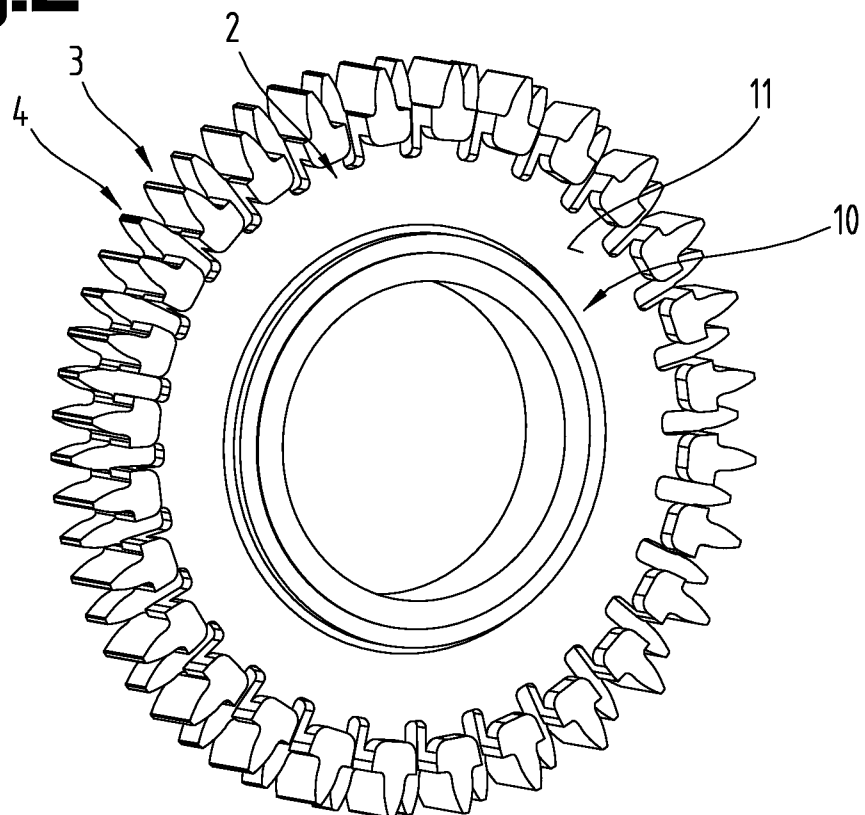


Fig.2



2/7

Fig.3

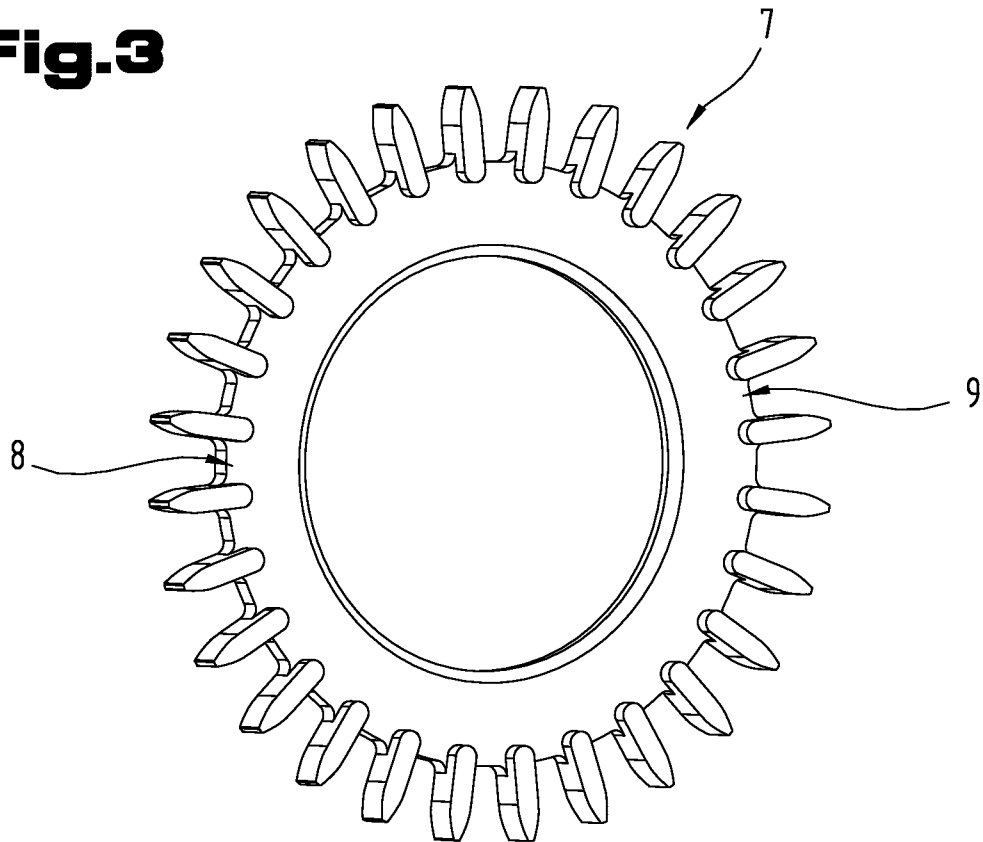


Fig.4

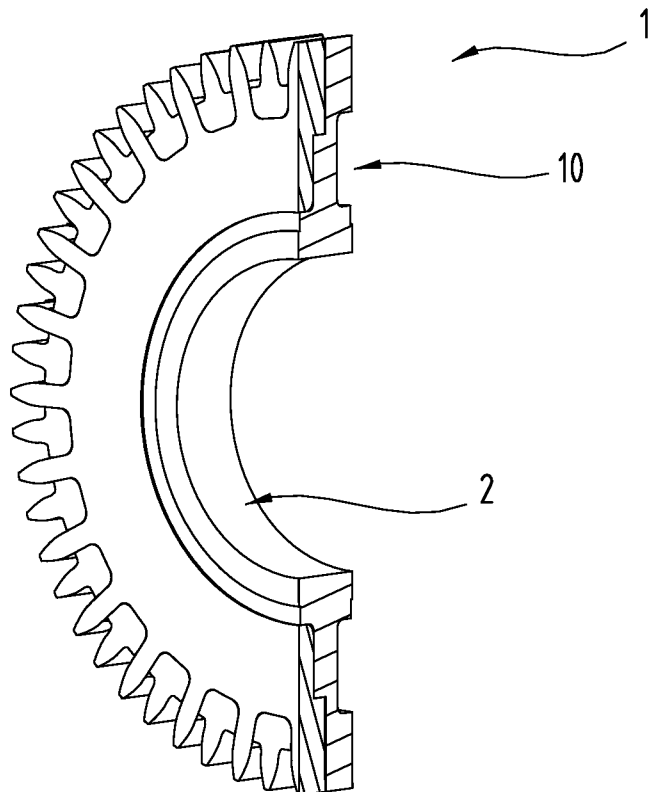
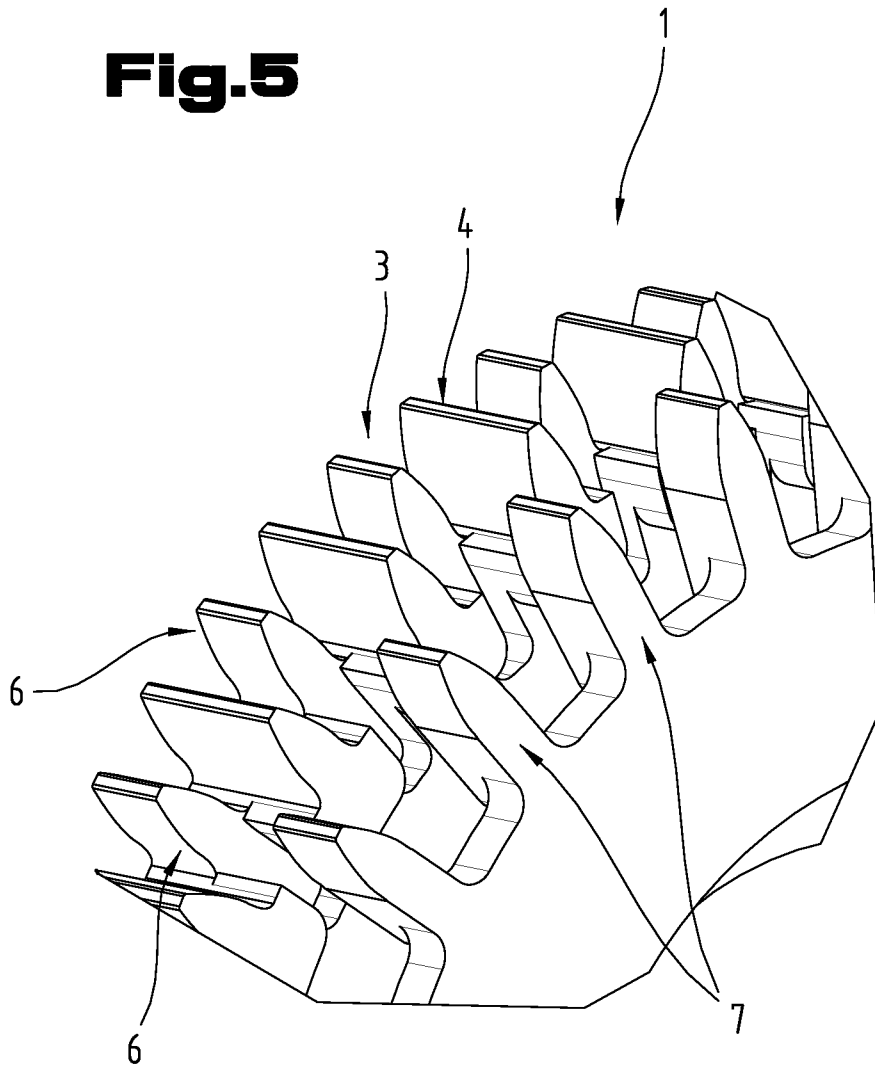


Fig.5



4/7

Fig.6

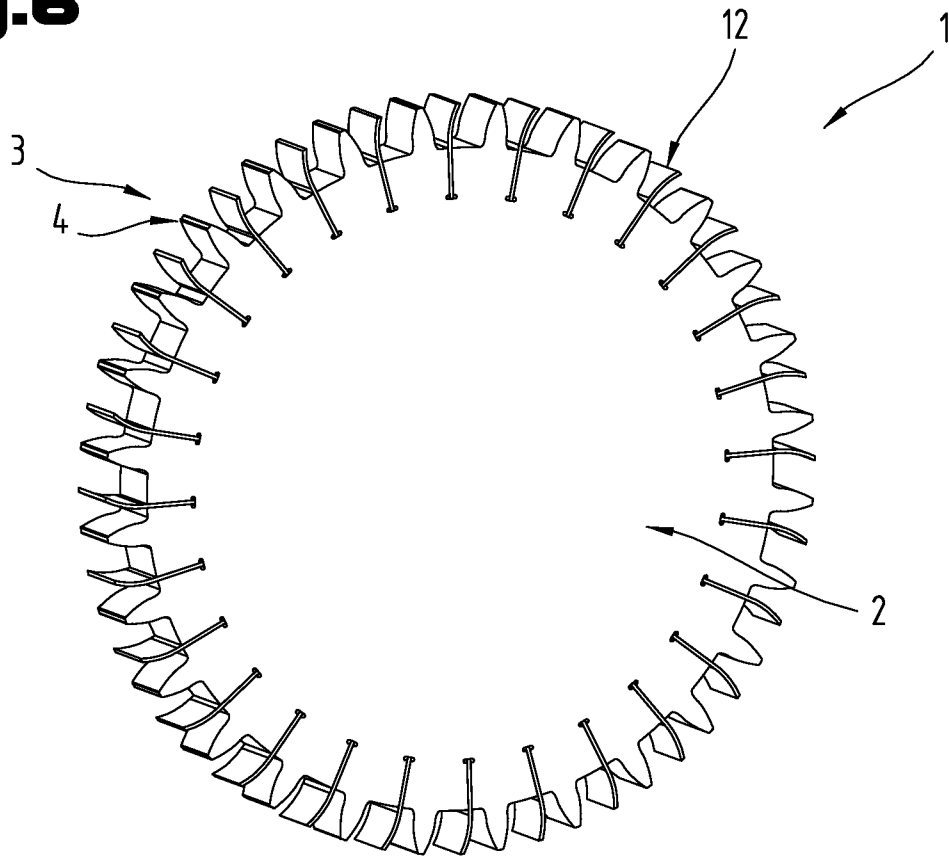


Fig.7

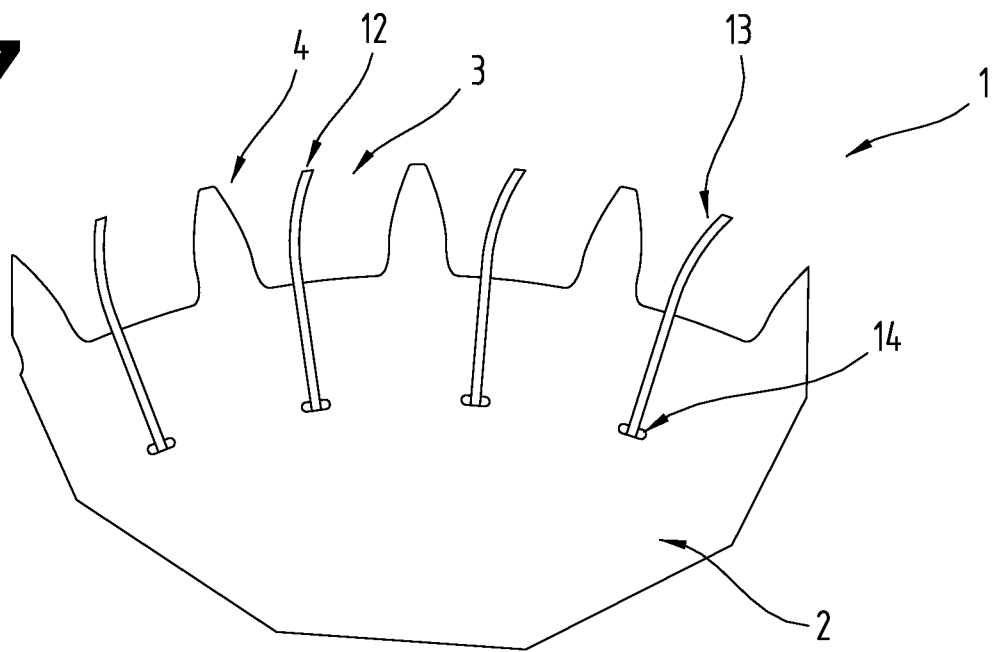


Fig.8

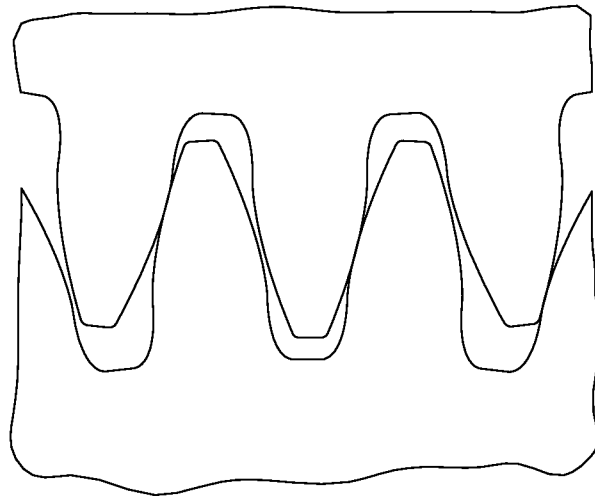
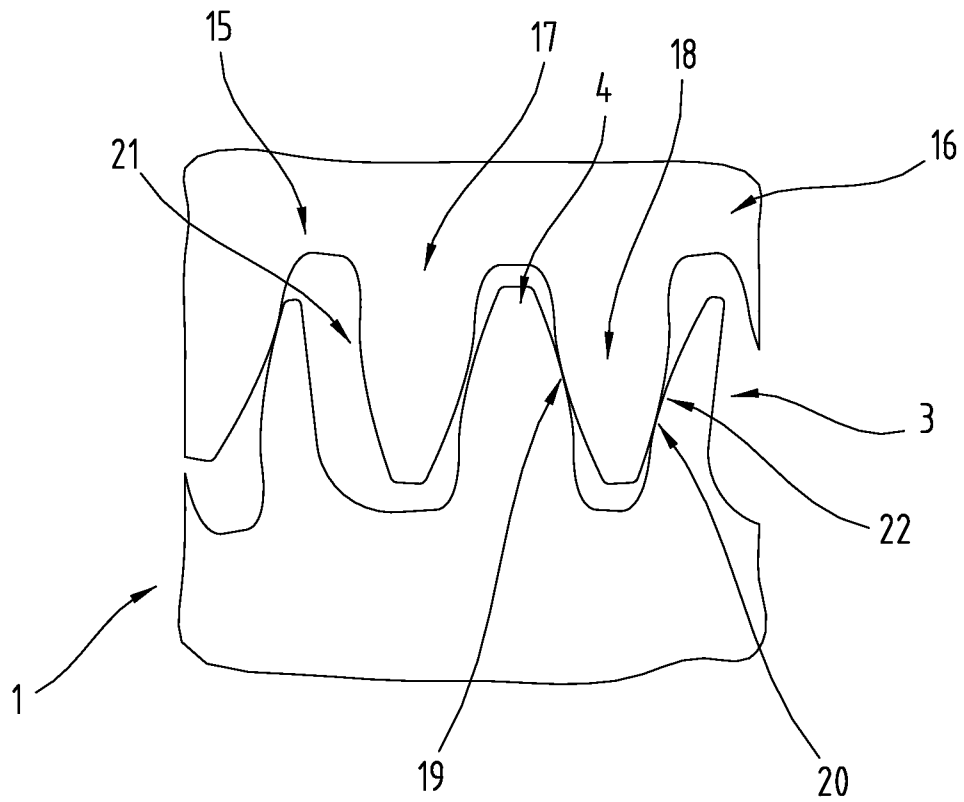


Fig.9



6/7

Fig.10

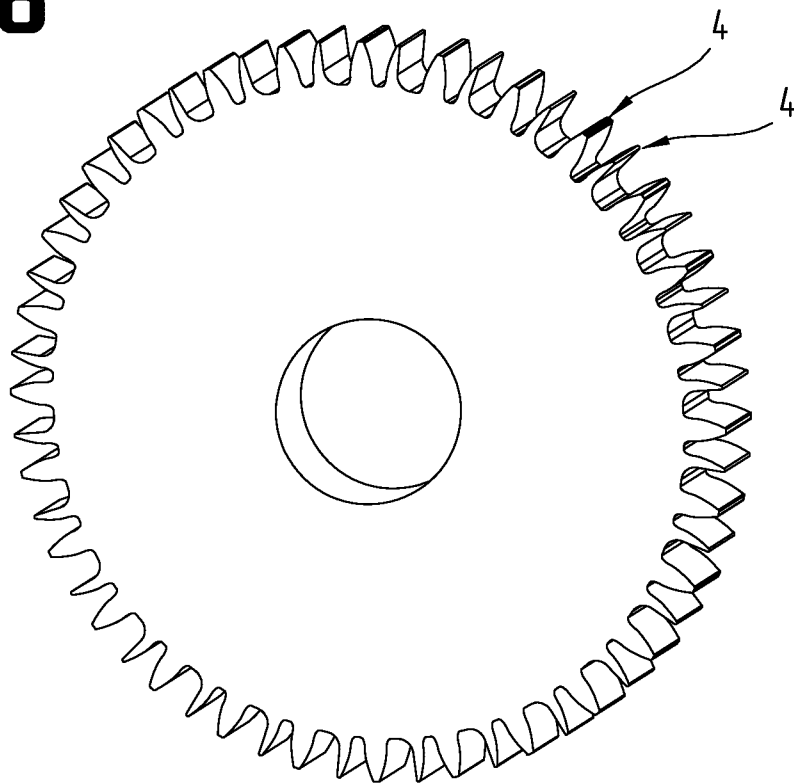


Fig.11

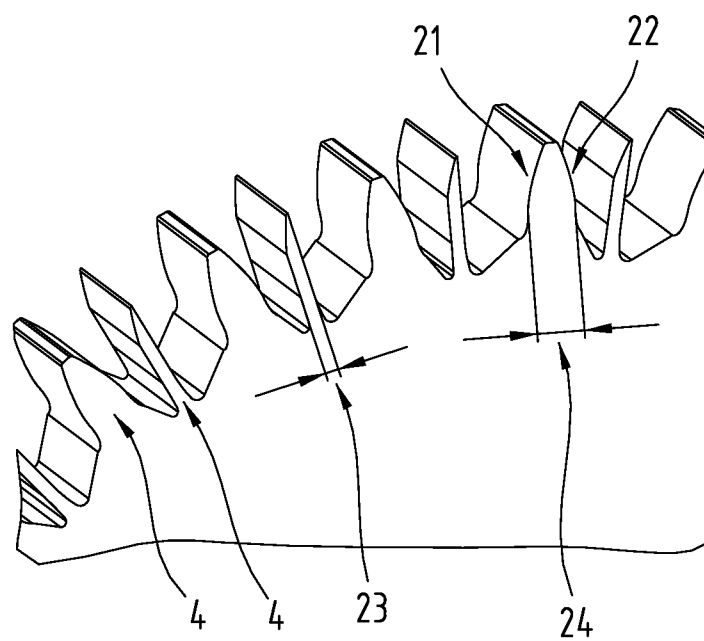


Fig.12

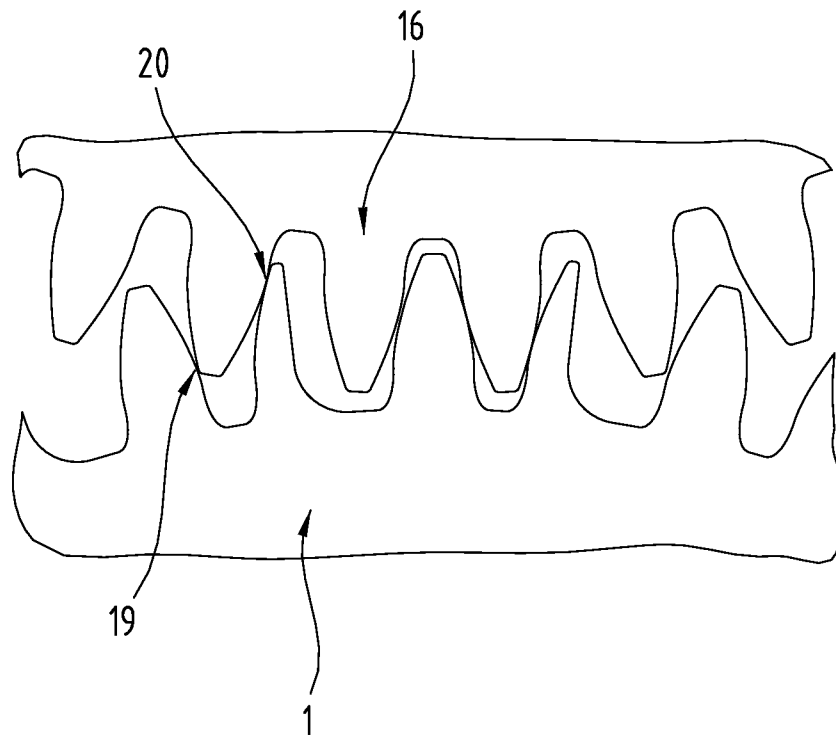


Fig.13

