



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 393 006 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 396/83

(51) Int.Cl.⁵ : **F16G 1/28**

(22) Anmeldetag: 4. 2.1983

(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.1990

(45) Ausgabetag: 25. 7.1991

(30) Priorität:

26. 2.1982 IT 19872/82 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A-0050011 GB-PS1264746 GB-PS1404250 US-PS4283184
US-PS3937094 US-PS3621727 US-PS2988925 US-PS2182461

(73) Patentinhaber:

INDUSTRIE PIRELLI SOCIETA PER AZIONI
MAILAND (IT).

(54) ZAHNRIEMEN

AT 393 006 B

Die Erfindung betrifft einen Zahnriemen zur Verwendung mit gezahnten Riemenscheiben zur Bildung eines Direktantrieb-Kraftübertragungssystems, wobei die Riemenscheiben durch Zahnücken voneinander getrennte Zähne aufweisen und der Riemen versehen ist mit:

5 einem ringförmigen Körper aus Elastomer- oder Plastomermaterial, in den ein zugspannungsfester Aufbau eingebettet ist, der durch eine Vielzahl von flexiblen und im wesentlichen undehnbaren Korden gebildet ist, die sich in der Riemenlängsrichtung parallel und koplanar zueinander erstrecken;

einer Zahnung auf einer Seite des ringförmigen Körpers, wobei die Zähne aus Elastomer- oder Plastomermaterial an ihren Wurzeln durch Zahnücken voneinander getrennt sind.

10 Infolge der Verformbarkeit des Zahnriemens gegenüber den gezahnten Riemenscheiben und insbesondere infolge des zwischen den Zahnriemenzähnen und den Riemenscheibenzähnen auftretenden Schlupfes unterliegen die Zahnriemenzähne im Betrieb einer großen Abnutzung. Um die Abnutzung der Zahnriemenzähne zu begrenzen, sind zur Schlupfverminderung bereits verschiedene Konturen für die Zahnriemenzähne untersucht und vorgeschlagen worden, und insbesondere sind Elastormischungen untersucht worden, um eine maximale Härte der Zahnriemenzähne zu erzielen, ohne die Flexibilität des Zahnriemens selbst insgesamt übermäßig zu begrenzen.

15 Trotz der vorstehend erwähnten Versuche ist das Problem der Abnutzung der Zahnriemenzähne durch die bereits bekannten Lösungen nicht zufriedenstellend gelöst worden.

Außerdem ändern sich wegen der großen Verformbarkeit der aus einem Elastomermaterial bestehenden Zahnriemenzähne gegenüber der Verformbarkeit der metallenen Riemenscheibenzähne die Beanspruchungen der 20 Zähne beim Eingriff zwischen einem Zahnriemen und einer gezahnten Riemenscheibe während der Arbeitsbewegung der Transmission.

Insbesondere tritt die maximale Beanspruchung eines Zahnriemenzahnes dann auf, wenn der Zahn beginnt, in eine Zahnücke der antreibenden gezahnten Riemenscheibe einzutreten, wenn also der größte Schlupf zwischen den Zahnriemenzähnen und den Riemenscheibenzähnen auftritt. Sobald der Zahn des Zahnriemens in eine Zahnücke der antreibenden gezahnten Riemenscheibe eingetreten ist, nimmt die Beanspruchung dieses Zahnes ab, während der Zahn sich gemeinsam mit der antreibenden Riemenscheibe bewegt, bis der Zahnriemenzahn die Riemenscheibe verläßt.

Wegen dieser Änderung der Beanspruchungen des Zahnriemenzahnes treten Setzbewegungen des Zahnes innerhalb der Zahnücke der gezahnten Riemenscheibe auf, und diese Bewegungen bewirken einen weiteren 30 Schlupf mit entsprechender Abnutzung und das Entstehen von Vibrationen im Zahnriemen und in der Transmission, welche Geräusche hervorrufen und die Lebensdauer des Zahnriemens vermindern.

Aus der US-PS 2,988,925 ist ein Zahnriemen mit Zähnen bekannt, die trapezförmige Gestalt haben, wobei in die Zahnkörper im wesentlichen U-förmige Nuten eingeschnitten werden. Die quer verlaufende Nut durchschneidet einen Riemenüberzug und erstreckt sich vom Scheitel wesentlich in den Zahnkörper. Der gesamte Zahnriemenzahn greift in die entsprechende Riemenscheibenzahnücke ein und bleibt dabei relativ unverändert. Da 35 sich bei der bekannten Ausführung die Nut im Zahnscheitel wesentlich in den Zahnkörper erstreckt, ist auch der Zahnkörper elastisch. Diese Elastizität und die relativ geringe Elastizität der Zahnflanken begünstigt jedoch die Relativbeweglichkeit zwischen dem Zahnriemenzahn und Riemenscheibenzahnücke.

Die Erfindung zielt darauf ab, die erläuterten Nachteile der bekannten Zahnriemen zu vermeiden und einen Zahnriemen zu schaffen, der mit jeder Art von gezahnter Riemenscheibe gekuppelt werden kann, insbesondere mit gezahnten Riemenscheiben, die eine beliebige Zahnkontur aufweisen, wobei der Zahnriemen einer geringen Beanspruchung unterliegen und hohe Lebensdauer erreichen soll. Die Erfindung bezweckt ferner die Schaffung einer den Zahnriemen enthaltenden Transmission.

Ein gemäß der Erfindung ausgebildeter Zahnriemen der einleitend angegebenen Art zeichnet sich dadurch aus, daß jeder Riemenzahn eine zur örtlichen elastischen Verformung bestimmte Zahnscheitelkontur aufweist, die durch eine biquadratische Kurve nach der Gleichung

$$y = k(x^4 - x^2)$$

50 bestimmt ist, worin y die Ordinaten der Kurvenpunkte auf einer Y-Achse sind, die mit einer Symmetriemittellinie des Zahnes zusammenfällt;

x die Abszissen der Kurvenpunkte auf einer X-Achse, die senkrecht zur Y-Achse verläuft, und

k ein Koeffizient aus einem Wertebereich zwischen 0,05 und 2 ist. Vorzugsweise sind die Werte des Koeffizienten k aus einem Wertebereich zwischen 0,1 und 1,5 gewählt.

55 Erfindungsgemäß ist somit der Zahnriemen im Bereich des Scheitels jedes seiner Zähne mit einer Einrichtung versehen, welche dem Zahnscheitel eine elastische Verformbarkeit erteilt, vorzugsweise eine elastische Biegeverformbarkeit, derart, daß jeder Zahn seine Kontur ändern und mit den Zahnücken einer gezahnten Riemenscheibe unabhängig von der Profilform der Zahnücken in Eingriff kommen kann, wodurch das Erfordernis vermieden wird, daß die Konturen der Zahnriemenzähne den Konturen der Riemenscheibenzähne entsprechen müssen, und umgekehrt.

60 Bei der Erfindung ermöglicht die biquadratische Kurvenform zunächst, daß die Übergangs-Eingriffsphasen

zwischen dem Zahnriemen und der zugeordneten Riemenscheibenzahnlücke vor und nach dem vollständigen Eingriff des Riemenzahnes in die Riemenscheibenzahnlücke leicht stattfinden können. Die Krümmungsänderung des Zahnscheitels, der sich von einem trapezförmigen Scheitel oder von einem Scheitel mit konstanter Krümmung, wie einem Kreisbogen, unterscheidet, ist für die Übergangs-Eintritts- und -Austrittsphase mit Riemenscheibenzähnen eines beliebigen Profils geeignet. Infolge der biquadratischen Kurve verlaufen die Zahnflanken am Zahnscheitel zwischen den Seiten eines Trapezes und einem Kreisbogen und können mit Riemenscheibenzahnlücken mit einer trapezförmigen oder gekrümmten Form in Eingriff treten.

Der beanspruchte Zahnscheitel ermöglicht zugleich einen kräftigen elastischen Griff zwischen dem Zahnriemenzahn und der Riemenscheibenzahnlücke beim vollständigen Eingriff, d. h. wenn der Zahnriemenzahn sich in der Riemenscheibenzahnlücke befindet und mit dieser während der ganzen Zeitspanne in Eingriff bleibt, in welcher sich der Riemen um die Riemenscheibe bewegt. Dieser Umstand hängt von der Tatsache ab, daß in einem relativ kleinen Bereich des Zahnscheitels zwei Rippen vorhanden sind, die eine große Menge an Elastomermaterial enthalten und gemäß einem biquadratischen Verhältnis gegenseitigen Abstand haben, so daß während des Biegens ein hohes Maß an Speicherung von elastischer Energie mit darauffolgender elastischer Reaktion gegen die Wände der Riemenscheibenzahnlücke erreicht wird. Der starke elastische Griff zwischen den Zähnen und der Riemenscheibenzahnlücke verhindert kleine Bewegungen, die durch ständige Belastungsänderungen bedingt sind; dieser Vorteil wird ohne Änderung oder Verzerrung des zugspannungsfesten Aufbaus erhalten, weil die beiden der Verformung ausgesetzten Rippen im Scheitel des Zahnes ausreichend weit vom zugspannungsfesten Aufbau angeordnet sind. Bei der Erfindung hat insbesondere der zwischen den beiden Rippen beim erfindungsgemäßen Zahnriemen vorhandene Raum eine auf den Zahnscheitel begrenzte Tiefe und erstreckt sich selbst nicht wesentlich in den Zahnkörper. Dadurch findet eine elastische Verformung nur des Zahnscheitels durch Biegen statt, während der restliche Teil der Zahnkontur unverändert bleibt. Insgesamt wird ein Zahnscheitel mit genügend elastomerem Material geschaffen, um eine starke lokale Verformung zu bewirken, der eine elastische Reaktion entgegenwirkt, ohne Gefahr einer Längsverformung des zugspannungsfesten Aufbaus.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hat jeder Riemenzahn im Bereich seines Scheitels und über einen Teil seiner Länge, die gleich der Tiefe des Schlitzes im Scheitel ist, eine Breite, die größer als die Breite des Bodenteiles der Zahnlücken der Riemenscheibenzahnung ist, in welchen die Scheitel der Zahnriemenzähne im verformten Zustand aufgenommen werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Oberfläche der Zahnriemenzahnung mit zwei Lagen eines Stoffes bedeckt, die miteinander dubliert sind und zwischen denen ein Film aus Elastomermaterial eingeschaltet ist. Dabei kann die Oberfläche der Zahnriemenzahnung mit einem selbstschmierenden Stoff bedeckt sein.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Transmission mit einem Zahnriemen und gezahnten Riemenscheiben, die sich dadurch auszeichnet, daß sie einen erfindungsgemäßen Zahnriemen und zumindest ein Paar von gezahnten Riemenscheiben aufweist, wobei die Zahnriemenzähne eine gegenüber den Riemenscheibenzähnen unterschiedliche Kontur aufweisen.

Die Erfindung wird nachfolgend an Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 einen Schnitt durch einen Teil eines Zahnriemens gemäß der Erfindung; Fig. 2 im Schnitt einen Teil des Zahnriemens; Fig. 3 im Schnitt einen Teil des Zahnriemens gemäß der Erfindung und einen Teil einer gezahnten Riemenscheibe, während des Eintrittes eines Zahnriemenzahnes in eine Zahnlücke der Riemenscheibe; Fig. 4 im Schnitt einen Teil einer Zahnriemen-Riemenscheiben-Transmission, wobei ein Zahn des Zahnriemens in eine Zahnlücke der Riemenscheibe vollständig eingetreten ist.

In Fig. 1 ist ein Teil eines Zahnriemens gemäß der Erfindung im Schnitt dargestellt.

Wie aus Fig. 1 hervorgeht, hat der Zahnriemen einen Körper (1) aus Elastomermaterial bzw. Kunststoffmaterial in Form eines geschlossenen Ringes, in welchen ein zugfester Aufbau eingebettet ist, der aus einer Vielzahl von flexiblen und undehnbarer Korden (2) besteht, z. B. Stahlkorden, Glasfaserkorden oder Korden aus einem ähnlichen Material, die gemäß der größten Dimension des Riemens angeordnet sind und deren Achsen parallel und koplanar zueinander verlaufen.

Auf zumindest einer Seite des Körpers (1) des Riemens ist eine Zahnung vorhanden, die durch eine Vielzahl von Zähnen (3) aus Elastomermaterial oder Kunststoffmaterial gebildet ist, wobei die Zähne (3) durch Zahnlücken (4) voneinander getrennt sind.

Das wesentliche Merkmal eines Zahnriemens gemäß der Erfindung besteht darin, daß jeder Zahn (3) im Bereich seines Scheitels bzw. seiner Spitze eine Einrichtung aufweist, welche lediglich dem Scheitel eine elastische Verformbarkeit erteilt, insbesondere eine elastische Biegeverformbarkeit, u. zw. infolge der geometrischen Konfiguration des Zahnscheitels.

Wie Fig. 1 zeigt, ist im Bereich des Scheitels jedes Zahnes (3) zumindest ein Schlitz (5) vorhanden, der quer zur größten Riemendimension verläuft und der zumindest zwei Rippen (5') und (5'') im Zahnscheitel definiert.

Insbesondere kann die geometrische Konfiguration des Zahnscheitels dadurch erhalten werden, daß - rein beispielhaft - dem gesamten Zahn (3) eine Kontur gegeben wird, die einer biquadratischen Kurve entspricht, welche in einem kartesischen Koordinatensystem, wie dem in Fig. 1 gezeigten, durch die folgende Gleichung bestimmt ist:

$$y = k (x^4 - x^2),$$

worin

5 y die Ordinaten der Punkte der Kurve sind, gemessen auf der Y-Achse, die mit der Mittellinie des Zahnriemenzahnes (3) zusammenfällt;

x die Abszissen der Punkte der Kurve, gemessen auf der X-Achse sind, d. h. einer Achse, die senkrecht zur Achse Y steht und diese am Boden des im Zahnscheitel vorhandenen Schlitzes (5) schneidet, und

10 k ein Koeffizient ist, der von der Härte des Elastomermaterials abhängt und dessen Werte in einem Bereich gewählt werden, dessen Grenzen 0,05 und 2 sind, vorzugsweise in einem Bereich mit den Grenzen 0,1 und 1,5.

Die Wahl eines Wertes innerhalb des vorstehenden Wertebereichs für den Koeffizienten k muß empirisch erfolgen, um den Zahnriemen zu optimieren, wobei folgende Parameter in Betracht gezogen werden müssen:

a) die Art des Eingriffes zwischen den Konturen der Zahnriemenzähne (3) und den Zahnlücken (4) der gezahnten Riemenscheibe,

15 b) der Wert des Moduls des Elastomermaterials, aus welchem die Zahnriemenzähne (3) hergestellt sind, und
c) die mit dem Zahnriemen zu übertragende Kraft.

Während zunehmende Parameter a) und b) es ratsam erscheinen lassen, umso höhere Werte aus dem Bereich der Werte des Koeffizienten k zu wählen, macht es ein Abnehmen der Parameter c) andererseits ratsam, umso niedrigere Werte für den Bereich der Werte des Koeffizienten k zu wählen.

20 Aus diesem Grund kann die Wahl der Werte des Koeffizienten k innerhalb der vorstehend angegebenen Bereiche lediglich empirisch erfolgen; dabei ist zu beachten, daß, gleichgültig welcher Wert für k in dem Bereich gewählt wird, die Erfindung es ermöglicht, einen Zahnriemen zu erhalten, der es gestattet, die angestrebten Ziele zufriedenstellend zu erreichen.

Obwohl es in Fig. 1 nicht dargestellt ist, wird die Oberfläche der Zahnriemenzahnung, d. h. der Zähne (3) und Zahnlücken (4), mit einem Überzug versehen, der einen geringen Reibungskoeffizienten aufweist.

Ein selbstschmierender Überzug aus gummiertem Stoff, wie er in der IT-PS 864.204 der Anmelderin beschrieben ist, eignet sich besonders zur Anwendung als Überzug mit einem geringen Reibungskoeffizienten.

Es erweist sich als besonders vorteilhaft, wenn der Überzug der Oberfläche der Riemenzähne (3) aus zwei gummierten Stofflagen besteht, die miteinander unter Zwischenschaltung einer Lage oder eines Filmes aus Elastomermaterial dubliert sind, wobei die äußere Lage aus gummiertem Stoff eine selbstschmierende Lage ist, wie sie vorstehend definiert worden ist.

Ein derartiger Überzug für die Riemenzähne ist in der IT-PS 973.166 der Patentinhaberin beschrieben.

Ein Zahnriemen gemäß der Erfindung kann mit einer beliebigen gezahnten Riemenscheibe gekuppelt werden, unabhängig von der geometrischen Konfiguration der Riemenscheibenzähne, und somit auch unabhängig von der geometrischen Form der Zahnlücken der Riemenscheibe.

35 Als Beispiel ist in Fig. 2 ein Teil einer Zahnriemenscheibe (6) mit Schnitt normal zur Drehachse der gezahnten Riemenscheibe dargestellt, deren Zahnlücke (7) im Schnitt die Gestalt eines gleichschenkeligen Trapezes mit geraden Seiten (8 und 9) und einer geraden Grundlinie (10) hat.

40 Dies soll jedoch nicht einschränkend verstanden werden, weil die Seiten (8 und 9) beispielsweise auch eine gekrümmte Kontur haben können, eine Evolventenkontur u. dgl., und die Grundlinie (10) entweder eine gerade Kontur oder eine gekrümmte Kontur, die konkav oder konvex sein kann.

Die Rinne (7) kann ebenfalls eine Kontur haben, bei welcher die Seiten und der Boden nicht mehr klar voneinander unterscheidbar sind; mit anderen Worten kann eine gekrümmte Kontur vorgesehen sein, die beispielsweise halbkreisförmig, halbellipsenförmig oder parabolisch sein kann.

45 Zwischen der Zahnriemenzahnung und der Riemenscheibenzahnung bestehen die folgenden Beziehungen:

- die Teilung der Zahnriemenzahnung muß gleich der Teilung der Riemenscheibenzahnung sein; sonst könnten nämlich die Zahnriemenzähne (3) nicht in den Zahnlücken (7) der gezahnten Riemenscheiben (6) aufgenommen werden;

50 - die Höhe jedes Zahnriemenzahnes (3) im unverformten Zustand ist gleich, kleiner oder größer als die Tiefe der Zahnlücken (7) der gezahnten Riemenscheiben (6);

- die Breite der Zahnriemenzähne (3) muß im allgemeinen so gewählt werden, daß die Zahnriemenzähne (3) in die Zahnlücken (7) der gezahnten Riemenscheibe (6) eintreten können, ohne daß zwischen den Flanken der Zahnriemenzähne (3) und den Flanken der Zähne der gezahnten Riemenscheiben ein Schlupf auftritt, bis zu dem Zeitpunkt, in welchem der Eingriff zwischen der Kontur des Scheitels des Zahnriemenzahnes (3) und der Kontur des Bodens der Riemenscheibenzahnung (7) wirksam geworden ist, mit einer entsprechenden Verformung des Scheitels des Zahnriemenzahnes.

Die Anwendung eines Zahnriemens gemäß der Erfindung in einer Zahnriemen-Riemenscheiben-Transmission, bei welcher die Riemenscheiben beliebige Ausbildung haben können, wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und 4 erläutert.

60 Wie gut bekannt ist, wirken ein Zahnriemen und gezahnte Riemenscheiben, in der Transmission derart zusammen, daß die antreibende Riemenscheibe die Bewegungsenergie auf den Zahnriemen überträgt und dieser

seinerseits die Bewegungsenergie an die andere gezahnte Riemenscheibe abgibt.

Die Bewegungsübertragung in einer Transmission mit einem Zahnriemen und gezahnten Riemenscheiben erfolgt durch die Wirkung des Austausches von Kräften, die zwischen den Zahnriemenzähnen (3) und den Riemenscheibenzähnen auftreten, welche miteinander kämmen.

5 Während der Bewegung der Transmission wird ein Zahnriemenzahn (3), der in Eingriff mit einem Riemenscheibenzahn steht, beispielsweise mit einem Zahn der antreibenden Riemenscheibe, in eine Zahnücke (7) der letzteren eintreten. In einem bestimmten Punkt verläßt der Zahnriemenzahn (3) die antreibende Riemenscheibe und tritt danach in eine Zahnücke der angetriebenen Riemenscheibe ein, um mit einem Zahn derselben gekuppelt zu werden. Nachdem der Zahn (3) in eine Zahnücke (7) der angetriebenen Riemenscheibe eingetreten ist, bewegt sich der Riemenzahn gemeinsam mit der letzteren, und nach dem Verlassen der angetriebenen Riemenscheibe kommt er wieder mit der antreibenden Riemenscheibe in Eingriff, indem er in eine Zahnücke (7) derselben eintritt.

10 Aus dem Vorstehenden wird sofort ein Phänomen klar, das jegliche Bewegungsübertragung zwischen einem Zahnriemen und gezahnten Riemenscheiben charakterisiert und darin besteht, daß ein Riemenzahn (3) in eine Riemenscheibenzahnücke (7) eintritt und, nachdem er über einen bestimmten Abschnitt der Bewegungsbahn mit dieser gewandert ist, wieder aus der Zahnücke (7) austritt. Auf diesem Abschnitt der Bewegungsbahn ändert sich die Beanspruchung des Riemenzahnes und nimmt beispielsweise im Falle der antreibenden Riemenscheibe ab.

In Fig. 3 ist ein Zahnriemenzahn (3) gezeigt, während er in eine Zahnücke (7) einer Riemenscheibe beliebiger Art eintritt.

20 Wie aus Fig. 3 hervorgeht, die nur eine besondere Ausführungsform darstellt, weil die Kontur der Riemenscheibenzahnücke (7) nicht mit der Kontur des Zahnriemenzahnes (3) übereinstimmt und weil die Höhe des Riemenzahnes (3) größer als die Tiefe der Riemenscheibenzahnücke (7) ist, tritt während des Eintretens des Riemenzahnes (3) in die Zahnücke (7) der Riemenscheibe ein Eingriff auf.

25 Da nun aber die Riemenscheibenzahnücke (7) unverformbar ist, weil sie aus Metall besteht, wogegen der Zahnriemenzahn (3) verformbar ist, nicht nur, weil er aus Elastomermaterial besteht, sondern vor allem auch infolge der Tatsache, daß er mit zumindest einem Schlitz (5) am Zahnscheitel versehen ist, der zumindest zwei Vorsprünge (5' und 5'') ergibt, tritt eine Verformung des Zahnes (3) auf.

Die Verformung des Zahnes (3) erfolgt zunächst durch eine Biegeverformung des Vorsprunghes (5'), welcher der Eingriffszone am nächsten liegt.

30 Stück für Stück nimmt die Verformung infolge Biegung des Vorsprunghes (5') beim Eintritt des Zahnes (3) in die Zahnücke (7) zu, so daß der Vorsprung (5') in Berührung mit dem Boden der Zahnücke (7) kommen kann.

In einem bestimmten Punkt des Eingriffes des Zahnriemenzahnes (3) mit der Riemenscheibenücke (7) kommt der andere Vorsprung (5'') des Zahnes (3) auch in einen Interferenzzustand mit der Kontur der Zahnücke (7) und deshalb beginnt der Vorsprung (5'') sich ebenfalls durch Biegung zu verformen, die wertmäßig zunimmt, bis der gesamte Zahnriemenzahn (3) vollständig in die Riemenscheibenzahnücke (7) eingetreten ist.

Wie Fig. 4 zeigt, füllt der Zahn (3) die Zahnücke (7) der Riemenscheibe (6') aus, wobei sein eigener Scheitel, d. h. die beiden Rippen (5' und 5''), durch Biegung verformt sind, wogegen die Böden der Zahnücken (4) der Zahnriemenzahnung auf den Scheiteln der Zähne der Riemenscheibe (6') aufruhon können.

40 Es ist sogar möglich, daß nach dem vollständigen Eintritt der Zahnriemenzähne (3) in die Zahnücken (7) der Riemenscheiben die durch Biegung verursachte Verformung der Rippen (5' und 5'') so groß ist, daß sie miteinander in Berührung kommen, z. B. in den Zonen (11) gemäß Fig. 4.

Bei der in den Zeichnungen dargestellten und vorstehend beschriebenen Ausführungsform eines Zahnriemens sind nur zwei Rippen (5' und 5'') am Zahnscheitel vorgesehen, die zwischeneinander einen Schlitz (5) definieren, und der Eingriff der Zahnriemenzähne (3) mit den Riemenscheibenzahnücken (7) erfolgt im wesentlichen an den Flanken (8, 9) der Riemenscheibenzahnücken (7).

Das erläuterte Ausführungsbeispiel darf jedoch nicht einschränkend verstanden werden, weil gemäß einer nicht dargestellten alternativen Ausführungsform eines Zahnriemens gemäß der Erfindung an den Scheiteln der Zahnriemenzähne (3) auch mehr als zwei Rippen (5', 5'') vorgesehen sein können und der Eingriff zwischen den Scheiteln der Zahnriemenzähne (3) und den Riemenscheibenzahnücken (7) auch nur am Boden der Riemenscheibenzahnücken (7) stattfinden kann.

50 Gemäß einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel kann der gegenseitige Eingriff der Eingriff der Zahnriemenzähne (3) und der Riemenscheibenzahnücken (7) sowohl zwischen dem Scheitel des Zahnriemenzahnes (3), an dem Vorsprünge vorhanden sind, als auch den Flanken (8, 9) und dem Boden (10) der Riemenscheibenzahnücken (7) erfolgen.

Aus der vorstehenden Beschreibung wird leicht verständlich, daß bei einem Zahnriemen gemäß der Erfindung die vorgeschlagenen Zwecke und angestrebten Ziele erreicht werden.

60 Die Möglichkeit, die Kontur der Zahnriemenzähne (3) unabhängig von der Kontur der Zahnücke (7) der gezahnten Riemenscheiben auszuführen, verleiht dem Zahnriemen vor allem ein Maximum an Austauschbarkeit mit den gezahnten Riemenscheiben.

Tatsächlich haben die Zahnriemenzähne (3) eine Kontur, die mit den Riemenscheibenzähnen nicht übereinstimmt und die Zahnriemenzähne können eine Höhe haben, die sogar größer, kleiner oder gleich jener der

Zahnlücken (7) der gezahnten Riemenscheibe ist, vorausgesetzt, daß ein Eingriff zwischen der Kontur des Zahnriemenzahn (3) und jener der Riemenscheibenzahnlücke (7) stattfindet.

Ein Zahnriemen gemäß der Erfindung ermöglicht es ferner, die durch Schlupf bedingte Abnutzung merkbar herabzusetzen, weil zwar ein Schlupf zwischen den Zahnriemenzähnen (3) und den Riemenscheibenzahnlücken (7) vorhanden ist, aber der bei der gegenseitigen Berührung der Elemente auftretende Druck infolge der Verformbarkeit der Zahnriemenzähne (3), die durch ihre geometrische Gestalt bedingt ist, vermindert ist.

Die Abnutzung infolge Schlupfes der Zahnriemenzähne (3) während ihres Eintretens in die Zahnlücken (7) der gezahnten Riemenscheiben wird weiter infolge der Tatsache reduziert, daß jene Riemenzähne (3), die bereits mit der gleichen Riemenscheibe kämmen, eine beträchtliche Positionsstabilität innerhalb der sie aufnehmenden Zahnlücken (7) haben, und eine solche Positionsstabilität hindert sie daran, kleine Bewegungen infolge der ständigen Veränderung der Belastung des Zahnriemenzahnes (3) bei seiner Bewegung mit der gezahnten Riemenscheibe auszuführen, und verhindert ferner das Auftreten von Längsverformungen der zugfesten Einlage des Zahnriemens.

Diese Positionsstabilität der Zahnriemenzähne (3) innerhalb der Riemenscheibenzahnlücken (7) ergibt neben einer Optimierung des Ein- und Austrittes der Zähne auch eine Verminderung der Belastung im Zahn und eine Verminderung der Vibration der Transmission, und dies bedeutet eine Erhöhung der Lebensdauer der letzteren und eine Verminderung des Lärmes der Transmission während des Betriebes; dadurch ergibt sich aber auch die Möglichkeit einer Erhöhung der übertragbaren Kraft und eine geringere Gefahr des Auftretens eines Phänomens, das als "Zahnsprung" bezeichnet wird.

Außerdem wird der vom Antrieb verursachte Lärm vermindert, weil während des Eintretens der Zahnriemenzähne (3) in die Riemenscheibenzahnlücken (7) das Vorhandensein des Schlitzes (5) am Zahnscheitel den Austritt von Luft aus den Riemenscheibenzahnlücken (7) erleichtert.

Schließlich ergibt das Vorhandensein der Schlitz (5) im Bereich der Scheitel der Zahnriemenzähne (3), die auch nach dem vollständigen Eintreten der Riemenzähne in die Riemenscheibenzahnlücken (7) vorhanden sind, eine Verminderung des Zahnriemengesamtgewichtes, was eine Verminderung der bewegten, durch den Riemen gebildeten Masse bedeutet und somit eine Verminderung der Vibrationen der Transmission.

Obzwar nur ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt und erläutert worden ist, versteht sich, daß dieses im Rahmen des allgemeinen Erfindungsgedankens verschiedentlich abgewandelt werden kann.

PATENTANSPRÜCHE

1. Zahnriemen zur Verwendung mit gezahnten Riemenscheiben zur Bildung eines Direktantriebs-Kraftübertragungssystems, wobei die Riemenscheiben durch Zahnlücken voneinander getrennte Zähne aufweisen und der Riemen versehen ist mit einem ringförmigen Körper aus Elastomer- oder Plastomermaterial, in den ein zugspannungsfester Aufbau eingebettet ist, der durch eine Vielzahl von flexiblen und im wesentlichen undehnbaren Korden gebildet ist, die sich in der Riemenlängsrichtung parallel und koplanar zueinander erstrecken - und einer Zahnung auf einer Seite des ringförmigen Körpers, wobei die Zähne aus Elastomer- oder Plastomermaterial an ihren Wurzeln durch Zahnlücken voneinander getrennt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Riemenzahn (3) eine zur örtlichen elastischen Verformung bestimmte Zahnscheitelkontur aufweist, die durch eine biquadratische Kurve nach der Gleichung

$$y = k (x^4 - x^2)$$

bestimmt ist, worin y die Ordinaten der Kurvenpunkte auf einer Y-Achse sind, die mit der Symmetriemittellinie des Zahnes zusammenfällt, x die Abszissen der Kurvenpunkte auf einer X-Achse, die senkrecht zur Y-Achse verläuft, und k ein Koeffizient aus einem Wertebereich zwischen 0,05 und 2 ist.

2. Zahnriemen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Werte des Koeffizienten k aus einem Wertebereich zwischen 0,1 und 1,5 gewählt sind.

3. Zahnriemen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Riemenzahn (3) im Bereich seines Scheitels und über einen Teil seiner Länge, die gleich der Tiefe des Schlitzes (5) im Scheitel ist, eine Breite hat, die größer als die Breite des Bodenteiles (10) der Zahnlücken (7) der Riemenscheibenzahnung ist, in welchen die Scheitel der Zahnriemenzähne im verformten Zustand aufgenommen werden.

4. Zahnriemen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberfläche der Zahnriemenzahnung mit zwei Lagen eines Stoffes bedeckt ist, die miteinander dubliert sind und zwischen denen ein Film aus Elastomermaterial eingeschaltet ist.
- 5 5. Zahnriemen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberfläche der Zahnriemenzahnung mit einem selbstschmierenden Stoff bedeckt ist.
- 10 6. Transmission mit einem Zahnriemen und gezahnten Riemenscheiben, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Zahnriemen nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und zumindest ein Paar von gezahnten Riemenscheiben aufweist, wobei die Zahnriemenzähne (3) eine gegenüber den Riemenscheibenzähnen unterschiedliche Kontur aufweisen.

15

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

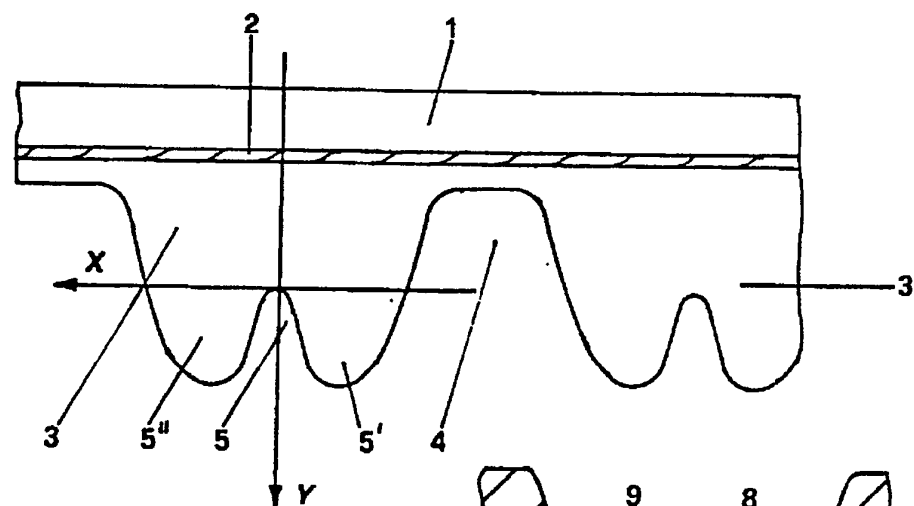


FIG. 1

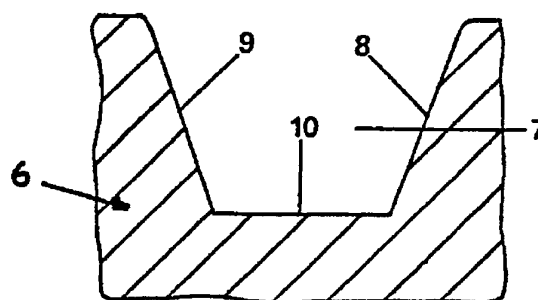


FIG. 2

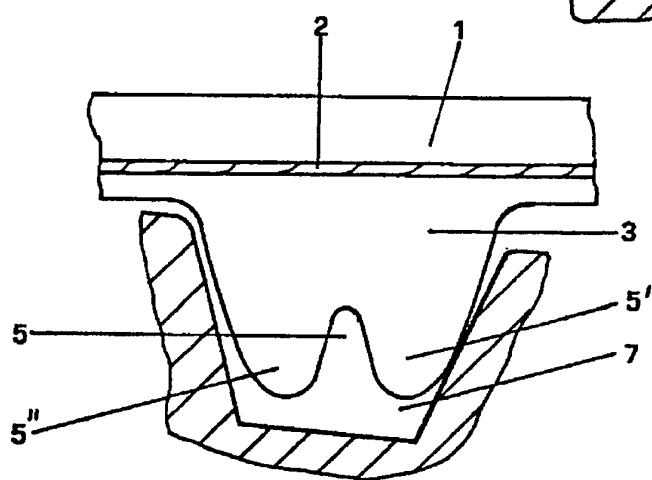


FIG. 3

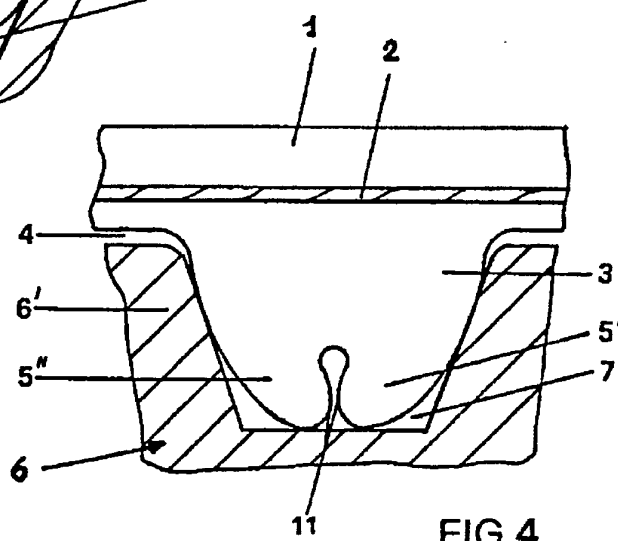


FIG.4