

(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
10. April 2008 (10.04.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/040281 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 15/50 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/001609

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. September 2007 (06.09.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 045 854.0
28. September 2006 (28.09.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU BETEILIGUNGS KG** [DE/DE]; Industriestrasse 3, 77815 Bühl (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **TRILLER, Andreas** [DE/DE]; Tillmattenstrasse 15, 77815 Bühl (DE).
VORNEHM, Martin [DE/US]; 3995 Mallard Way, Wooster, OH 44691 (US).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU BETEILIGUNGS KG**; Industriestrasse 3, 77815 Bühl (DE).

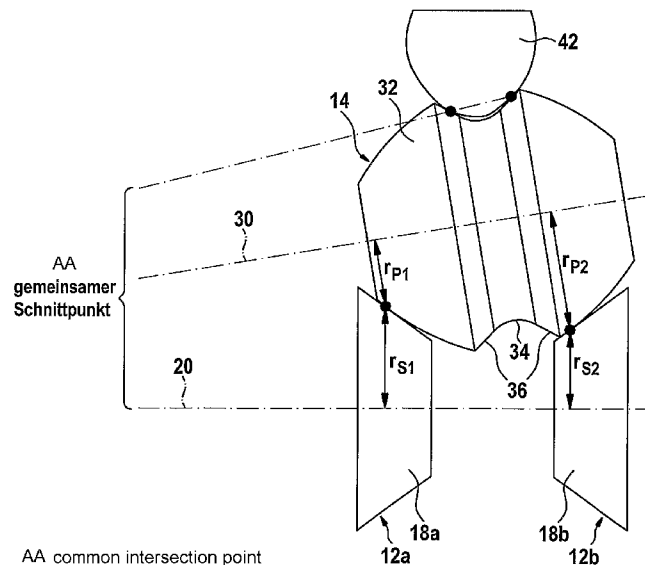
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PLANETARY DRIVE WITH CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION

(54) Bezeichnung: PLANETENGETRIEBE MIT KONTINUIERLICH VERÄNDERBARER ÜBERSETZUNG



(57) Abstract: Planetary drive with continuously variable transmission with two sun gears, spaced at a common axial distance and rotatable at different rotational speeds about the same rotational axis, and with sun cover surfaces, a ring gear arranged coaxially with the sun gears with a radially internal inner circumferential surface, and planetary gears with planetary cover surfaces, which are in frictional contact with the inner circumferential surface and the sun gear cover surfaces, wherein the sun gear cover surfaces, the planetary cover surfaces, and the inner circumferential surface are shaped in such a way that, during an axial displacement of the ring gear relative to the sun gears and the thus accompanying tilting of the rotational axes of the planetary gears relative to the rotational axis of the sun gears, the transmission ratios between the ring gear and each of the sun gears are modified in opposite directions.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/040281 A1



MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Planetengetriebe mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung mit zwei in gegenseitigem axialen Abstand um dieselbe Drehachse mit unterschiedlicher Drehzahl drehbaren Sonnenrädern mit Sonnenmantelflächen, einem gleichachsig zu den Sonnenrädern angeordnetem Hohlrad mit einer radial inneren Innenumfangsfläche und Planetenrädern mit Planetenmantelflächen, die in Reibberührung mit der Innenumfangsfläche und den Sonnenmantelflächen sind, wobei die Sonnenmantelflächen, die Planetenmantelflächen und die Innenumfangsfläche derart geformt sind, dass sich bei einer axialen Verschiebung des Hohlrades relativ zu den Sonnenrädern und damit einhergehenden Verkippung der Drehachsen der Planetenräder relativ zu der Drehachse der Sonnenräder die Übersetzungen zwischen dem Hohlrad und jedem der Sonnenräder gegensinnig ändern.

Planetengetriebe mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung

Die Erfindung betrifft ein Planetengetriebe mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung.

Getriebe mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung, die auch Variator genannt werden, sind üblicherweise als Umschlingungsgetriebe, bei denen die Kraft über Zugmittel wie beispielsweise breite Keilriemen, Lamellenketten oder Schubgliederbänder übertragen wird, oder als Reibgetriebe wie beispielsweise Toroidgetriebe oder Kegelringgetriebe ausgebildet.

Eine Eigenart der Reibgetriebe ist, dass die Planetenräder über gesondert dafür vorgesehene Bauteile gelagert, gekippt und angepresst werden müssen.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Planetengetriebe mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung mit einfachem Aufbau anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch ein Planetengetriebe gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Mit der Erfindung wird ein Planetengetriebe mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung geschaffen, das zwei in gegenseitigem axialen Abstand um dieselbe Drehachse mit unterschiedlicher Drehzahl drehbare Sonnenräder mit Sonnenmantelflächen, ein gleichachsig zu den Sonnenrädern angeordnetes Hohlrad mit einer radial inneren Innenumfangsfläche und Planetenräder mit Planetenmantelflächen, die in Reibberührung mit der Innenumfangsfläche und den Sonnenmantelflächen sind, enthält, wobei die Sonnenmantelflächen, die Planetenmantelflächen und die Innenumfangsfläche derart geformt sind, dass sich bei einer axialen Verschiebung des Hohlrades relativ zu den Sonnenrädern und damit einhergehenden Verkipfung der Drehachsen der Planetenräder relativ zu der Drehachse der Sonnenräder die Übersetzungen zwischen dem Hohlrad und jedem der Sonnenräder gegensinnig ändern. Das erfindungsgemäße Planetengetriebe ist in seinem Aufbau einfach und verschleiß- bzw. wartungsarm.

- 2 -

Dadurch, dass jede Planetenmantelfläche mit den beiden Sonnenrädern an verschiedenen Seiten einer auf der Drehachse des zugehörigen Planetenrades senkrecht stehenden Mittelebene in Reibberührung ist und an wenigstens einer Stelle mit der Innenumfangsfläche des Hohlrades in Reibberührung ist, und die Planetenmantelflächen derart geformt sind, dass die Planetenräder durch die Reibberührung mit den Sonnenrädern und dem Hohlrad axial gehalten sind, ist ein Planetenträger nicht zwingend erforderlich.

Vorteilhafterweise ist ein Sonnenrad starr mit einer Welle verbunden und das andere Sonnenrad auf der Welle drehbar gelagert und in Richtung auf das eine Sonnenrad vorgespannt, wodurch die für ein Reibgetriebe notwendige Anpressung unterstützt wird.

Vorteilhafterweise können sich die Planetenmantelflächen zu den Stirnseiten der Planetenräder verjüngen und die Sonnenmantelflächen können sich zu den einander zugewandten Stirnseiten der Sonnenräder hin verjüngen.

Alternativ können sich die Planetenmantelflächen in von den Stirnseiten der Planetenräder abgewandter Richtung verjüngen und die Sonnenmantelflächen können sich zu den voneinander abgewandten Stirnseiten der Sonnenräder verjüngen.

Vorteilhafterweise weisen die Planetenmantelflächen einen zwischen zwei Mantelflächenbereichen für eine Reibberührung mit jeweils einer Sonnenmantelfläche angeordneten mittleren Mantelflächenbereich für eine Reibberührung mit der Innenumfangsfläche des Hohlrades auf, wodurch die für die Reibberührung notwendige Anpresskraft gleichmäßig auf die Planetenräder wirkt.

Dadurch, dass der mittlere Mantelflächenbereich als umlaufende Nut ausgebildet ist und die mit konvexer Kontur ausgebildete Innenumfangsfläche des Hohlrades mit jeder Flanke der Nut in Reibberührung ist, ist ein Verkippen der Planetenräder zum Ändern der Übersetzung zwischen Antrieb und Abtrieb besonders vereinfacht.

Vorteilhafterweise schneiden sich in gekipptem Zustand der Planetenräder eine Linie durch die beiden Punkte der Reibberührung der Innenumfangsfläche des Hohlrades mit den Flanken der Nut, die Drehachsen der Planetenräder und die Drehachse der Sonnenräder in einem Punkt, wodurch die Drehachse der Planetenräder bei Schrägstellung eine Präzession erfährt.

- 3 -

Dadurch, dass die Planetenräder durch ein Separatorelement in im Wesentlichen gleichen Umfangsabstand zueinander gehalten werden, wird das Planetengetriebe stabilisiert.

Für eine Übersetzungsverstellung weist das Planetengetriebe vorteilhafter Weise eine Vorrichtung zum axialen Verschieben des Hohlrades relativ zu den Sonnenrädern auf.

Vorteilhafterweise sind die Sonnenmantelflächen, die Planetenmantelflächen und die Innenumfangsfläche derart geformt, dass der Abstand zwischen den Sonnenrädern bei einem Verkippen der Drehachse der Planetenräder relativ zu der Drehachse der Sonnenräder sich nicht verändert bzw. nur minimal zunimmt. Dadurch wird die für ein Reibgetriebe notwendige Anpressung unterstützt. Bei einer geringfügigen Zunahme des Abstands hat das Planetengetriebe die Tendenz selbsttätig zu der Übersetzung eins zurückzukehren, bei der die Drehachsen parallel zueinander sind.

Vorteilhafterweise sind die Konturen der Sonnenmantelflächen, der Planetenmantelflächen und der Innenumfangsfläche derart geformt, dass bei Drehmomentübertragung von einem Sonnenrad auf das andere die Planetenräder ein die Anpressung zwischen den in Reibberührung stehenden Flächen verstärkendes Tiltmoment wirkt, wodurch die für ein Reibgetriebe notwendige Anpressung ohne Hinzunahme von Bauteilen wie beispielsweise hydraulischen Anpresskolben erzeugt wird.

Geeignete Werkstoffe sind neben konventionellen Stählen auch Spezialstähle, Werkzeugstähle oder keramische Werkstoffe, sowie Verbundwerkstoffe, aus denen zumindest einzelne der Bauteile oder deren Ober- oder Wirkflächen bestehen können. Generell sind alle Werkstoffe mit erhöhter Härte und/oder Verschleißfestigkeit vorteilhaft.

Ebenfalls mögliche Abwandlungen dieses Prinzips beinhalten einen kinematischen Tausch der Sonnen- und Hohlradfunktion, so dass das Getriebe zwei voneinander getrennte Hohlräder und lediglich ein Sonnenrad aufweist, während die weitere Struktur und Funktion vergleichbar bleibt.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung anhand der Figuren, von denen zeigen:

Fig.1 eine Seitenansicht eines Planetengetriebes gemäß einer ersten Ausführungsform;

- 4 -

Fig. 2 eine nicht maßstabsgetreue Schnittansicht des Planetengetriebes aus Fig. 1 entlang der Linie A – A;

Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung eines Planetenrades des Planetengetriebes aus Fig. 1;

Fig. 4 schematisch die zwei Sonnenräder, das Hohlrad und ein Planetenrad des Planetengetriebes aus Fig. 1, wobei das Planetenrad gekippt ist;

Fig. 5 schematisch die zwei Sonnenräder, das Hohlrad und ein Planetenrad des Planetengetriebes aus Fig. 1, wobei das Planetenrad gekippt ist;

Fig. 6 schematisch ein Sonnenrad, einen Teil des Hohlrades und ein Planetenrad des Planetengetriebes aus Fig. 1, wobei das Planetenrad gekippt ist;

Fig. 7 schematisch eine weitere mögliche Ausführungsform der wesentlichen Bauteile des Planetengetriebes, wobei das Planetenrad gekippt ist;

Fig. 8 schematisch eine weitere mögliche Ausführungsform der wesentlichen Bauteile des Planetengetriebes, wobei das Planetenrad gekippt ist; und

Fig. 9 schematisch eine weitere mögliche Ausführungsform der wesentlichen Bauteile des Planetengetriebes, wobei das Planetenrad gekippt ist.

In Fig. 1 und 2 weist ein Planetengetriebe 10 mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung zwei Sonnenräder 12a, 12b, drei Planetenräder 14 und ein Hohlrad 16 auf. Die Sonnenräder 12a, 12b verjüngen sich zu ihren einander zugewandten Stirnseiten hin, so dass ihre Sonnenmantelflächen 18a, 18b kreiskegelstumpfförmig sind. Die Konturlinie der Sonnenmantelflächen 18a, 18b ist in dem dargestellten Beispiel geradlinig. Die Sonnenräder 12a, 12b sind axial beabstandet auf einer Welle 20 mit einer Drehachse 22 angeordnet. Ein Sonnenrad 12a ist axial zu der Welle 20 verschiebbar und mittels eines Lagers 24, beispielsweise eines Kugellagers, relativ zu der Welle 20 drehbar. Das andere Sonnenrad 12b ist starr mit der Welle 20 verbunden. Die Seite des Planetengetriebes 10 mit dem relativ zu der Welle 20 drehbaren Sonnenrad 12a ist beispielsweise die Antriebsseite. Die Seite des Planetengetriebes 10 mit dem Sonnenrad 12b, das mit der Welle 20 starr verbunden ist, ist die Abtriebsseite.

- 5 -

Eine Feder 26 stützt sich zwischen Sonnenrad 12a und einem Ansatz 28 der Welle 20 ab und spannt das Sonnenrad 12a in axialer Richtung zu dem Sonnenrad 12b elastisch vor.

Die Planetenräder 14 weisen jeweils eine Drehachse 30 auf und verjüngen sich ausgehend von einem mittleren Bereich zu ihren Stirnseiten hin, so dass ihre Planetenmantelflächen 32 im Wesentlichen kreiskegelstumpfförmig sind. Im dargestellten Beispiel sind die Konturlinien der Planetenmantelflächen 32 konvex gekrümmt. Die Planetenräder 14 weisen zwischen den Planetenmantelflächen 32 eine umlaufende Nut 34 mit abgerundeten Flanken 36 auf. Die Planetenräder 14 sind coaxial zu der Welle 20 angeordnet und mit je einer ihrer Planetenmantelflächen 32 in Reibberührung mit jeweils einer der Sonnenmantelflächen 18a, 18b.

Weiter weist das Planetengetriebe 10 ein auf der Welle 20 drehbar angeordnetes sternförmiges Separatorelement 38 auf, das mit Ansätzen 40 ausgebildet ist, die in Zwischenräume zwischen den Planetenrädern 14 und in die Nut 34 ragen, so dass die Planetenräder 14 in gleichem Umfangsabstand zueinander gehalten sind.

Das Hohlrad 16 weist vorteilhafter Weise eine kreisringförmige Form auf und ist an seiner Innenumfangsfläche 42 mit einem im Querschnitt konvexen, spitzbogenförmigen Wulst ausgebildet. Das Hohlrad 16 ist konzentrisch zu der Welle 20 angeordnet. Die Innenumfangsfläche 42 ist mit jeder Flanke 36 der Nut 34 in Reibberührung.

Die Planetenräder 14 sind durch die Reibberührung der Planetenmantelflächen 32 mit den Sonnenmantelflächen 18a, 18b und der Innenumfangsfläche 42 axial gehalten. Bei einer axialen Verschiebung des Hohlrades 16 relativ zu der Welle 20 verkippen die Planetenräder 14, wobei die Planetenmantelflächen 32, die Nut 34 und die Innenumfangsfläche 42 vorteilhafter Weise derart geformt sind, dass sich in gekipptem Zustand die Drehachsen 30, die Drehachse 22 und Linien durch die zwei Punkte der Reibberührung der Innenumfangsfläche 42 mit den Flanken 36 der Nut 34 in einem Punkt schneiden (s. Fig. 4). Dies führt zu einer wohldefinierten Präzession der Planetenräder 14.

Zum Verschieben des Hohlrades 16 relativ zu der Welle 20 ist eine Verschiebevorrichtung 44, die nur in Fig. 2 dargestellt ist, um das Hohlrad 16 angeordnet. In diesem Beispiel ist die Verschiebevorrichtung 44 ähnlich einer Kupplungsbetätigung ausgebildet und wird daher nicht näher erläutert.

- 6 -

Fig. 3 zeigt zum besseren Verständnis ein Planetenrad, wie es in dem Planetengetriebe aus Fig. 1 und 2 verwendet ist, in einer vergrößerten Darstellung.

Die Funktionsweise des Planetengetriebes wird im Folgenden anhand der Fig. 1-6 erklärt.

Für die Beschreibung der Funktionsweise werden folgende Definitionen zugrunde gelegt:

r_{S1} ist der Abstand zwischen der Drehachse 20 und dem Punkt der Reibberührung der Sonnenmantelfläche 18a mit der Planetenmantelfläche 32;

r_{S2} ist der Abstand zwischen der Drehachse 20 und dem Punkt der Reibberührung der Sonnenmantelfläche 18b mit der Planetenmantelfläche 32;

r_{P1} ist der Abstand zwischen der Drehachse 30 und dem Punkt der Reibberührung der Planetenmantelfläche 32 mit der Sonnenmantelfläche 18a;

r_{P2} ist der Abstand zwischen der Drehachse 30 und dem Punkt der Reibberührung der Planetenmantelfläche 32 mit der Sonnenmantelfläche 18b;

n_{S1} ist die Drehzahl des Sonnenrades 12a;

n_{S2} ist die Drehzahl des Sonnenrades 12b;

n_P ist die Drehzahl der Planetenräder 14; und

ΔS ist der axiale Abstand der Sonnenräder 12a, 12b zueinander.

Allgemein gilt für eine Drehmomentübertragung bei dem Planetengetriebe 10:

$$n_{S1} \times r_{S1} = n_P \times r_{P1} \text{ und } n_{S2} \times r_{S2} = n_P \times r_{P2}$$

- 7 -

Bei der Beschreibung der Funktionsweise wird mit einem ungekippten Zustand der Planetenräder 14 begonnen. In diesem Zustand gilt bei symmetrischer Bauweise des Planetengetriebes 10:

$$r_{S1} = r_{S2} ; r_{P1} = r_{P2} \text{ und daher } n_{S1} = n_{S2}.$$

Das Übersetzungsverhältnis zwischen Antrieb und Abtrieb ist dann $i = 1$.

Bei einer axialen Verschiebung des Hohlrades 16 relativ zu den Sonnenrädern 12a, 12b werden die Planetenräder 14 an den Flanken 36 der Nuten 34 mitgenommen und die Drehachsen 30 der Planetenräder 14 relativ zu der Drehachse 20 der Sonnenräder 12a, 12b gekippt. Wird die Drehachse 30, wie in Fig. 4 zu sehen ist, zu dem Sonnenrad 12a hin gekippt, so gilt $r_{S1} > r_{S2}$ und $r_{P1} < r_{P2}$, d.h. $n_{S1} < n_{S2}$. Wird die Drehachse 30 zu dem Sonnenrad 12b hin gekippt, so ändern sich die eben genannten Beziehungen entsprechend umgekehrt. Die Übersetzung zwischen n_{S1} und n_{S2} ändert sich somit entsprechend der axialen Verschiebung. Dabei ändern sich die Übersetzungen zwischen dem Hohlrad 16 und jedem der Sonnenräder 12a, 12b gegensinnig.

Die Kegelmantelflächen können derart ausgebildet sein, dass der Abstand ΔS (Fig. 5) zwischen den Stirnseiten der Sonnenräder 12a, 12b bei einem Verkippen der Drehachsen 30 der Planetenräder 14, d.h. bei einer Verstellung der Übersetzung, konstant bleibt. Eine Anpressung zwischen den Sonnenrädern 12a, 12b, den Planetenrädern 14 und dem Hohlrad 16 wird durch die Feder 26 gewährleistet.

Vorteilhafterweise sind die Kegelmantelflächen derart ausgebildet, dass der Abstand ΔS bei einer Verkipfung der Drehachsen 30 aus deren Parallelität mit der Drehachse 22 etwas zunimmt. Damit wird erreicht, dass das Planetengetriebe 10 selbsttätig in seine Neutralstellung ($i = 1$) zurückkehrt und bei maximaler Über- und Unteretzung maximale Anpresskräfte vorliegen.

Bei einer Drehmomentübertragung zwischen Antrieb und Abtrieb wird, wie in Fig. 6 zu sehen ist, auf Grund der Reibberührungen der Planetenräder 14 mit den Sonnenrädern 12 und dem Hohlrad 16 ein Tiltmoment τ erzeugt, das die Planetenräder 14 um eine Achse senkrecht zu ihren Drehachsen 30 dreht. Die Konturen der Sonnenmantelflächen 18a, 18b, der Planetenmantelflächen 32 und der Innenumfangsfläche 42 sind so geformt, dass das Tiltmoment τ die

- 8 -

Planetenräder 14 auch radial nach innen drückt und die Anpressung zwischen den Sonnenmantelflächen 18a, 18b, den Planetenmantelflächen 32 und der Innenumfangsfläche 42 verstärkt. Dies führt dazu, dass die Anpressung mit zunehmendem, von dem Planetengetriebe 10 übertragenem Drehmoment zunimmt, d.h. das Planetengetriebe 10 ist in gewisser Weise selbstanpressend. Die Feder 26 könnte in diesem Fall entfallen, wenn die Sonnenräder 12a, 12b axial relativ zueinander gehalten sind.

Das erfindungsgemäße Planetengetriebe kann vielfältig abgeändert werden:

Die Sonnenräder können unterschiedlich groß sein. Die Konturen der Mantelflächen können in gegenseitiger Abstimmung konkav, konvex oder geradlinig sein.

Die Innenumfangsfläche des Hohlrades kann an nur einem Punkt in Reibberührung mit den Planetenmantelflächen sein.

Ein Planetenradträger, dessen Stege die Planetenräder durchdringen, kann angeordnet werden, so dass an diesem ein weiterer Gang abgreifbar ist.

Die Feder 26 kann durch andere Vorspannmittel ersetzt werden.

Weitere mögliche Ausführungsformen des Planetengetriebes sind in den Fig. 7 bis 9 dargestellt.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Sonnenräder 12a, 12b ähnlich wie in den Fig. 1-4 ausgebildet und angeordnet sind. Die Planetenräder 14 weisen eine ähnliche Form wie die Planetenräder 14 in den Fig. 1-4 auf, sind jedoch ohne Nut ausgebildet. Das Hohlrad 16 weist an seiner Innenumfangsfläche 42 zwei konvexe, insgesamt die Flanken einer Nut bildende Innenumfangsflächen auf, die jeweils mit einer der Planetenmantelflächen 32 in Reibberührung sind.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der die Sonnenräder 12a, 12b ähnlich wie in den Fig. 1-4 ausgebildet und angeordnet sind. Die Planetenräder 14 verjüngen sich zu ihren Stirnseiten hin, so dass die Planetenmantelflächen 32 im Wesentlichen kreiskegelförmig sind und konvex gekrümmte Konturen aufweisen. In einem mittleren Bereich weisen die Planetenmantelflächen 32 einen kleineren Krümmungsradius als an den Seitenbereichen auf. Das

- 9 -

Hohlrad 16 weist an seiner Innenumfangsfläche 42 einen im Wesentlichen konkaven Querschnitt auf, dessen Krümmungsradius vorteilhafter Weise etwas größer als der Krümmungsradius des mittleren Bereichs der Planetenmantelflächen 32 ist, so dass die Innenumfangsfläche 42 den mittleren Bereich der Planetenmantelflächen 32 an einem Punkt berührt.

Die Planetenmantelflächen 32 können alternativ zwei parallele, umlaufende Wülste in der Nähe des mittleren Bereichs aufweisen, so dass die Innenumfangsfläche 42 die Planetenmantelflächen 32 an zwei Punkten berührt.

Fig. 9 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der die axial schmal ausgebildeten Sonnenmantelflächen 18a, 18b kreiskegelstumpfförmig sind und konkav gekrümmte Konturen aufweisen. Die Sonnenräder 12a, 12b sind auf eigenen, zueinander gleichachsigen Wellen 46 so angeordnet, dass die verjüngte Stirnseite von dem jeweils anderen Sonnenrad 12a, 12b abgewandt ist. Die Planetenmantelflächen 32 sind ohne Zwischennut oder -wulst ausgebildet und weisen eine konkave Kontur auf. Die Innenumfangsfläche 42 des Hohlrades 16 ist mit zwei konkaven Seitenbereichen ausgebildet, die über einen geradlinigen, achsparallelen Bereich verbunden sind. Jeder konkave Seitenbereich der Innenumfangsfläche 42 ist mit den Kegelmantelflächen der Planetenräder 14 in Reibberührung.

Alle Merkmale der beschriebenen Ausführungsformen können in zweckmäßiger Weise miteinander kombiniert und weiter abgeändert werden, solange der Grundgedanke der Erfindung gemäß Anspruch 1 realisiert ist.

Bezugszeichenliste

10 Planetengetriebe

12a Sonnenrad

12b Sonnenrad

14 Planetenrad

16 Hohlrad

18a Sonnenmantelfläche

18b Sonnenmantelfläche

20 Welle

22 Drehachse

24 Lager

26 Feder

28 Ansatz

30 Drehachse

32 Planetenmantelfläche

34 Nut

36 Flanke

38 Separator

40 Ansatz

42 Innenumfangsfläche

44 Verschiebevorrichtung

46 Welle

τ Tiltmoment

r_{S1} Abstand zwischen der Drehachse 20 und dem Punkt der Reibberührung der Sonnenmantelfläche 18a mit der Planetenmantelfläche 32

r_{S2} Abstand zwischen der Drehachse 20 und dem Punkt der Reibberührung der Sonnenmantelfläche 18b mit der Planetenmantelfläche 32

r_{P1} Abstand zwischen der Drehachse 30 und dem Punkt der Reibberührung der Planetenmantelfläche 32 mit der Sonnenmantelfläche 18a

r_{P2} Abstand zwischen der Drehachse 30 und dem Punkt der Reibberührung der Planetenmantelfläche 32 mit der Sonnenmantelfläche 18b

n_{S1} Drehzahl des Sonnenrades 12a

n_{S2} Drehzahl des Sonnenrades 12b

ΔS axialer Abstand der Sonnenräder 12a, 12b zueinander

Patentansprüche

1. Planetengetriebe (10) mit kontinuierlich veränderbarer Übersetzung, mit zwei in gegenseitigen, axialen Abstand um dieselbe Drehachse (22) mit unterschiedlicher Drehzahl drehbaren Sonnenrädern (12a, 12b) mit Sonnenmantelflächen (18a, 18b), einem gleichachsig zu den Sonnenrädern (12a, 12b) angeordnetem Hohlrad (16) mit einer radial inneren Innenumfangsfläche (42) und Planetenrädern (14) mit Planetenmantelflächen (32), die in Reibberührung mit der Innenumfangsfläche (42) und den Sonnenmantelflächen (18a, 18b) sind, wobei die Sonnenmantelflächen (18a, 18b), die Planetenmantelflächen (32) und die Innenumfangsfläche (42) derart geformt sind, dass sich bei einer axialen Verschiebung des Hohlrades (16) relativ zu den Sonnenrädern und damit einhergehenden Verkipfung der Drehachsen (30) der Planetenräder (14) relativ zu der Drehachse (22) der Sonnenräder (12a, 12b) die Übersetzungen zwischen dem Hohlrad (16) und jedem der Sonnenräder (12a, 12b) gegensinnig ändern.
2. Planetengetriebe (10) nach Anspruch 1, wobei jede Planetenmantelfläche (32) mit den beiden Sonnenrädern (12a, 12b) an verschiedenen Seiten einer auf der Drehachse (30) des zugehörigen Planetenrades (14) senkrecht stehenden Mittelebene in Reibberührung und an wenigstens einer Stelle mit der Innenumfangsfläche (42) des Hohlrades (16) in Reibberührung ist, und die Planetenmantelflächen (32) derart geformt sind, dass die Planetenräder (14) durch die Reibberührung mit den Sonnenrädern (12a, 12b) und dem Hohlrad (16) axial gehalten sind.
3. Planetengetriebe nach Anspruch 1 oder 2, wobei das eine Sonnenrad (12b) starr mit einer Welle (20) verbunden ist und das andere Sonnenrad (12a) auf der Welle (20) drehbar gelagert und in Richtung auf das eine Sonnenrad (12b) vorgespannt ist.
4. Planetengetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planetenmantelflächen (32) sich zu den Stirnseiten der Planetenräder (14) verjüngen und die Sonnenmantelflächen (18a, 18b) sich zu den einander zugewandten Stirnseiten der Sonnenräder (12a, 12b) hin verjüngen.

- 12 -

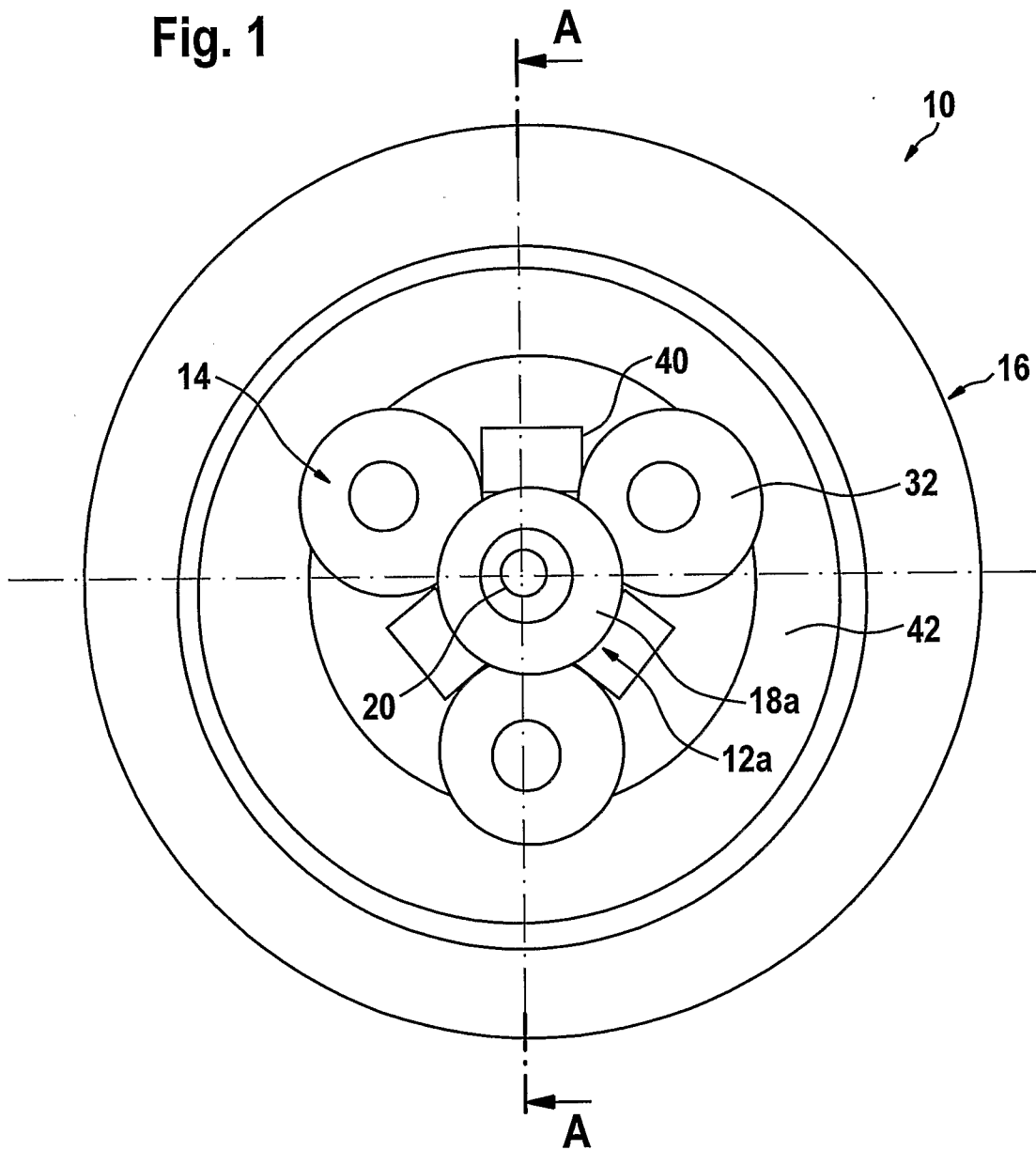
5. Planetengetriebe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Planetenmantelflächen (32) sich in von den Stirnseiten der Planetenräder (14) abgewandter Richtung verjüngen und die Sonnenmantelflächen (18a, 18b) sich zu den voneinander abgewandten Stirnseiten der Sonnenräder (12a, 12b) verjüngen.
6. Planetengetriebe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Planetenmantelflächen (32) einen zwischen zwei Mantelflächenbereichen für eine Reibberührung mit jeweils einer Sonnenmantelfläche (18a, 18b) angeordneten mittleren Mantelflächenbereich für eine Reibberührung mit der Innenumfangsfläche (42) des Hohlrades (16) aufweisen.
7. Planetengetriebe (10) nach Anspruch 6, wobei der mittlere Mantelflächenbereich als umlaufende Nut (34) ausgebildet ist.
8. Planetengetriebe (10) nach Anspruch 7, wobei die mit konvexer Kontur ausgebildete Innenumfangsfläche (42) des Hohlrades (16) mit jeder Flanke (36) der Nut (34) in Reibberührung ist.
9. Planetengetriebe (10) nach Anspruch 8, wobei in gekipptem Zustand der Planetenräder (14) sich eine Linie durch die beiden Punkten der Reibberührung der Innenumfangsfläche (42) des Hohlrades (16) mit den Flanken (36) der Nut (34), die Drehachsen (30) der Planetenräder (14) und die Drehachse (22) der Sonnenräder (12a, 12b) in einem Punkt schneiden.
10. Planetengetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Planetenräder (14) durch ein Separatorelement (38) in im Wesentlichen gleichem Umfangsabstand zueinander gehalten werden.
11. Planetengetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, enthaltend eine Vorrichtung (44) zum axialen Verschieben des Hohlrades (16) relativ zu den Sonnenrädern.
12. Planetengetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sonnenmantelflächen (18a, 18b), die Planetenmantelflächen (32) und die Innenumfangsfläche (42) derart geformt sind, dass der Abstand zwischen den Sonnenrädern (12a, 12b) bei einem Verkippen der Drehachse (30) der Planetenräder (14) relativ zu der Drehachse (22) der Sonnenräder (12a, 12b) zunimmt.

- 13 -

13. Planetengetriebe (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konturen der Sonnenmantelflächen (18a, 18b), der Planetenmantelflächen (32) und der Innenumfangsfläche (42) derart geformt sind, dass bei Drehmomentübertragung von einem Sonnenrad (12a, 12b) auf das andere auf die Planetenräder (14) ein die Anpressung zwischen den in Reibberührung stehenden Flächen verstärkendes Tiltmoment (τ) wirkt.

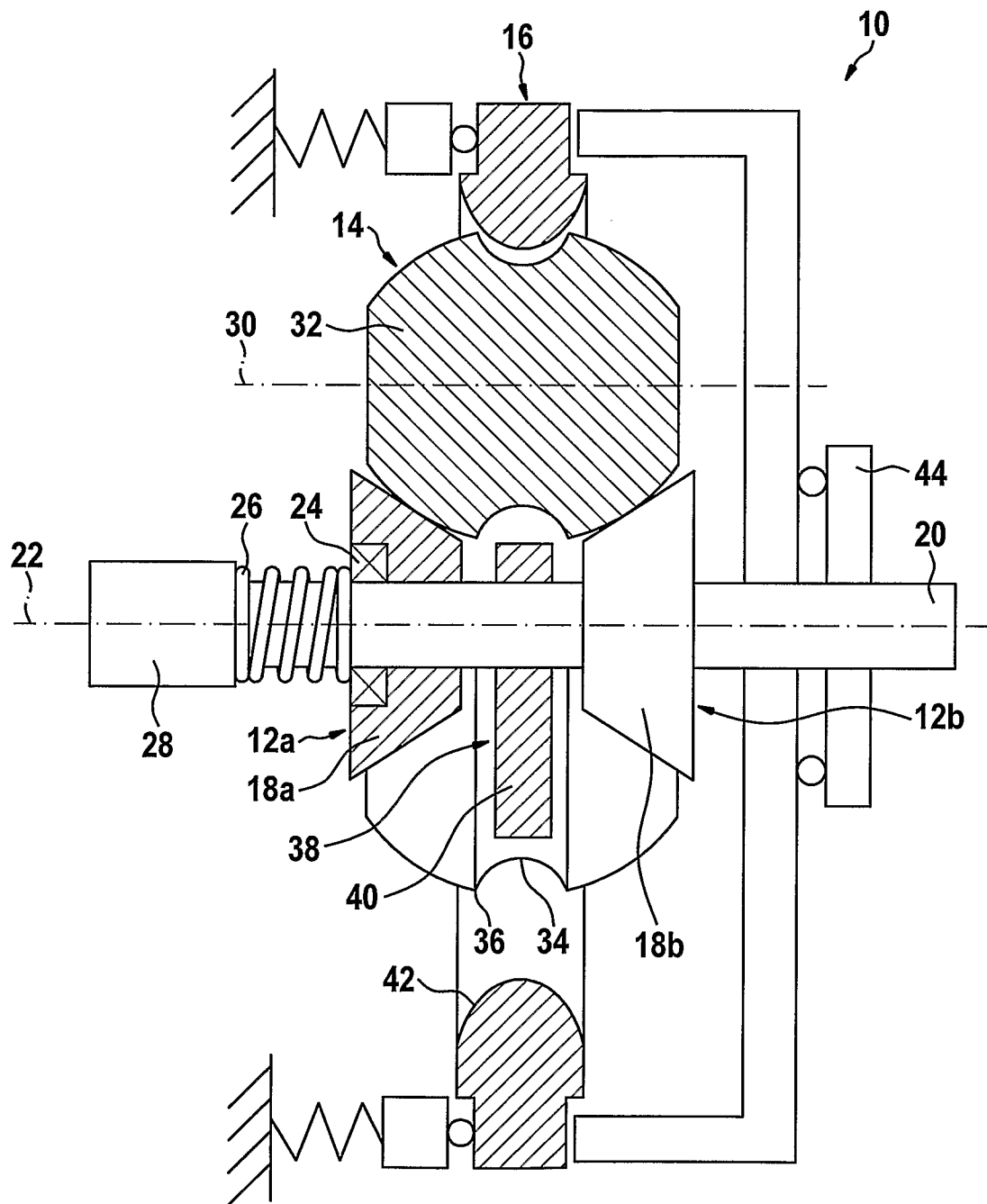
1 / 5

Fig. 1



2 / 5

Fig. 2



3 / 5

Fig. 3

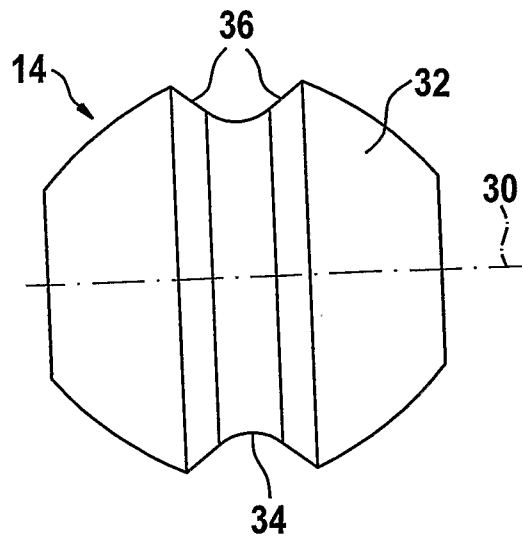
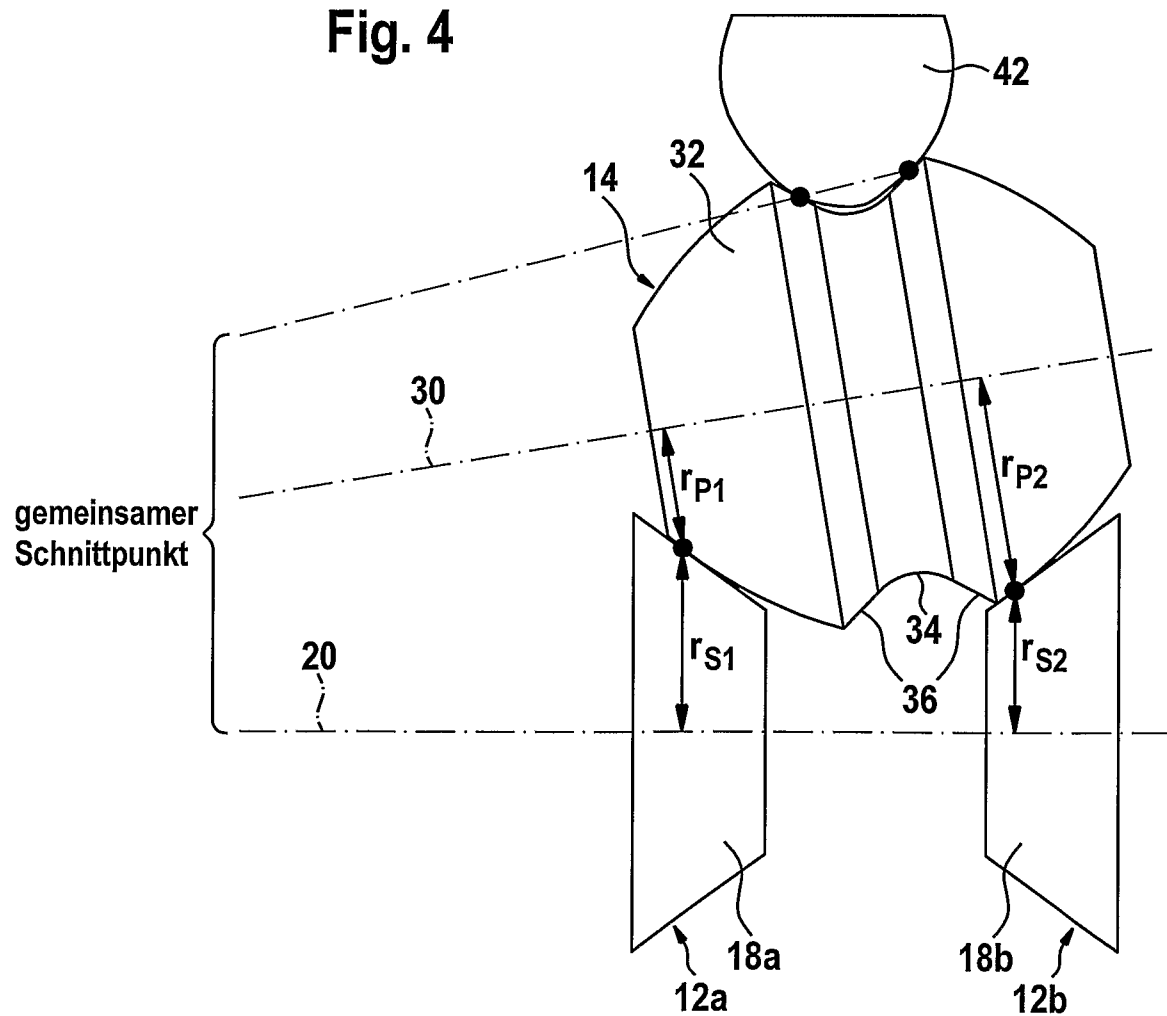


Fig. 4



4 / 5

Fig. 5

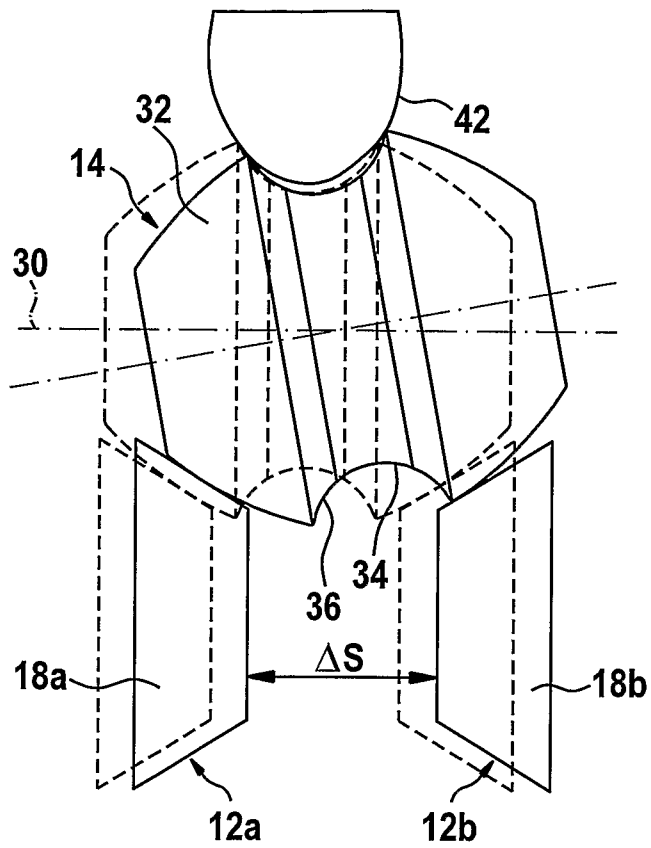
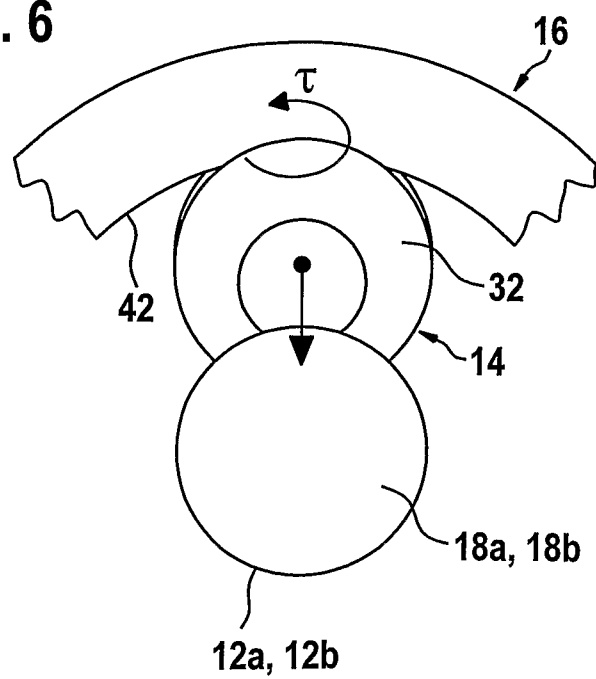


Fig. 6



5 / 5

Fig. 7

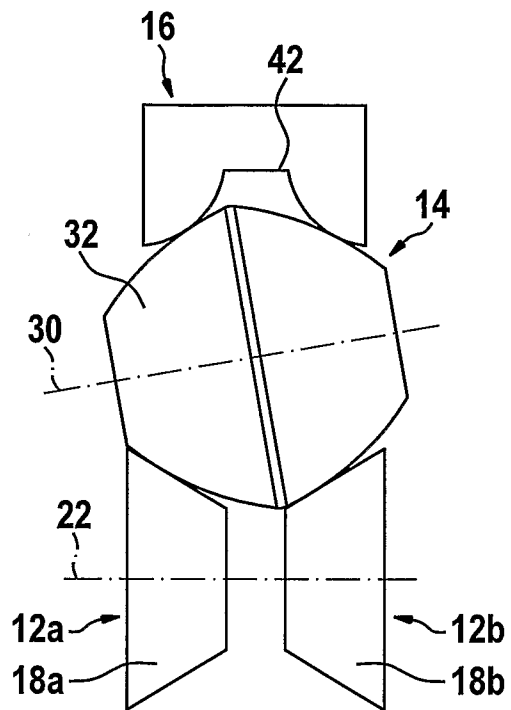


Fig. 8

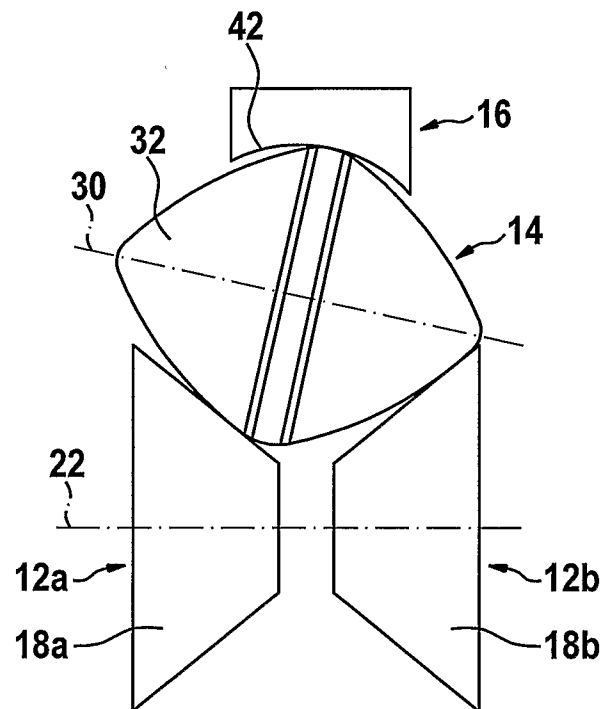
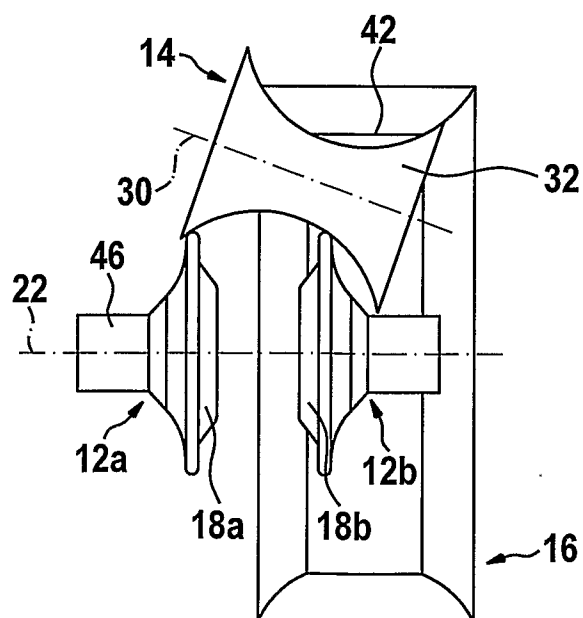


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/001609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16H15/50

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)
F16H

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 63 251656 A (ITO KAZUICHI) 19 October 1988 (1988-10-19) figures 1,5 -----	1-4, 10-13 6,7 5,8,9
X	JP 02 212651 A (ITO KAZUICHI) 23 August 1990 (1990-08-23) figures 1,4,5a,5b,5c,5d -----	1-3,10, 11,13
Y	CH 265 617 A (FALK CORP [US]) 15 December 1949 (1949-12-15) figure 1 -----	6,7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 Januar 2008

Date of mailing of the international search report

31/01/2008

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

Belz, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2007/001609

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 63251656	A	19-10-1988	JP	1624002 C	18-11-1991
			JP	2040900 B	13-09-1990
JP 2212651	A	23-08-1990	JP	1863624 C	08-08-1994
			JP	5067822 B	27-09-1993
CH 265617	A	15-12-1949	NONE		

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16H15/50

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16H

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	JP 63 251656 A (ITO KAZUICHI) 19. Oktober 1988 (1988-10-19) Abbildungen 1,5	1-4, 10-13 6,7 5,8,9
X	JP 02 212651 A (ITO KAZUICHI) 23. August 1990 (1990-08-23) Abbildungen 1,4,5a,5b,5c,5d	1-3,10, 11,13
Y	CH 265 617 A (FALK CORP [US]) 15. Dezember 1949 (1949-12-15) Abbildung 1	6,7



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

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Januar 2008

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/01/2008

 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

Belz, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/001609

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 63251656	A	19-10-1988	JP	1624002 C	18-11-1991
			JP	2040900 B	13-09-1990
JP 2212651	A	23-08-1990	JP	1863624 C	08-08-1994
			JP	5067822 B	27-09-1993
CH 265617	A	15-12-1949	KEINE		