

(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
5. Juni 2014 (05.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/082783 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 1/46 (2006.01) *F03D 11/02* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/071229
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. Oktober 2013 (11.10.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 221 821.1
29. November 2012 (29.11.2012) DE
- (71) Anmelder: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE];
Graf-von-Soden-Platz 1, 88046 Friedrichshafen (DE).
- (72) Erfinder: BECK, Stefan; Brucknerstr. 3, 88097 Eriskirch
(DE). SIBLA, Christian; Oberhofstraße 54, 88045
Friedrichshafen (DE). MÜNSTER, Martin;
Sandrartstrasse 20, 80687 München-Laim (DE).
GUMPOLTSBERGER, Gerhard; Reiterweg 26, 88048
Friedrichshafen (DE). HUMM, Klemens; Hardtstr. 53,
88090 Immenstaad (DE). KIENZLE, Alfred;

Golpenweilerstr. 1, 88699 Frickingen (DE). KUTLUAY,
Uemit; Eckenerstr. 49, 88046 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TRANSMISSION UNIT COMPRISING COUPLED PLANETARY GEAR STAGES

(54) Bezeichnung : GETRIEBEEINHEIT MIT GEKOPPELTEN PLANETENSTUFEN

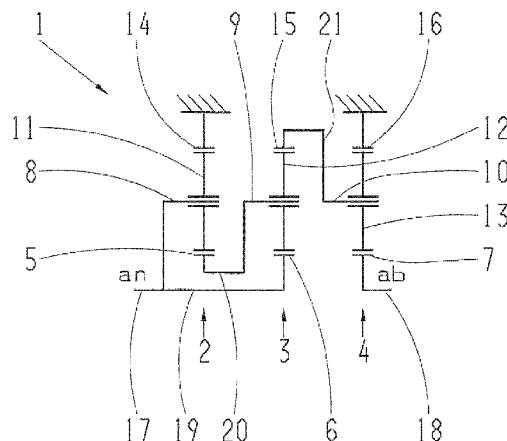


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a transmission unit (1), in particular for a wind turbine, said unit comprising a first planetary gear stage (2) on the input side, a second planetary gear stage (3) and a third planetary gear stage (4) on the output side, each gear stage having a central sun gear (5; 6; 7), a ring gear (14; 15; 16) surrounding the sun gear and planetary gears (11; 12; 13) situated radially between the sun gear and ring gear, said planetary gears being rotatably mounted in a planetary carrier (8; 9; 10). The gear stages are coupled together using means, which can rotate about a rotational axis oriented in the longitudinal direction of the transmission unit (1), in such a way that the input speed of the planetary gear stages (1) can be increased on the output side. According to the invention, the means for coupling the first and second planetary gear stages (2; 3) comprise an output connection (21) which couples the sun gear (6) or the ring gear (15) of the second planetary gear stage (3) to the planetary carrier (10) or the ring gear (16) of the third planetary gear stage (4) in a rotationally fixed manner.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/082783 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Getriebeeinheit (1), insbesondere für eine Windkraftanlage, mit einer antriebsseitigen ersten Planetenstufe (2), einer zweiten Planetenstufe (3) und einer abtriebsseitigen dritten Planetenstufe (4), die jeweils ein zentrales Sonnenrad (5; 6; 7), ein dieses umgebendes Hohlrad (14; 15; 16) und radial zwischen diesen beiden angeordnete Planetenräder (11; 12; 13), die in einem Planetenträger (8; 9; 10) drehbar gelagert gehalten sind, aufweisen und mit Mitteln, die um eine in Längsrichtung der Getriebeeinheit (1) ausgerichtete Drehachse drehbar ausgebildet sind, derart miteinander gekoppelt sind, dass eine antriebsseitige Drehzahl der Getriebeeinheit (1) abtriebsseitig erhöhbar ist. Erfindungsgemäß umfassen die Mittel zum Koppeln der ersten und zweiten Planetenstufe (2; 3) eine Abtriebsverbindung (21), die das Sonnenrad (6) oder das Hohlrad (15) der zweiten Planetenstufe (3) mit dem Planetenträger (10) oder dem Hohlrad (16) der dritten Planetenstufe (4) drehfest koppelt.

Getriebeeinheit mit gekoppelten Planetenstufen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Getriebeeinheit gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

Getriebe, insbesondere für Windkraftanlagen, finden zur Wandlung des Drehmoments und der Drehzahl zwischen Getriebeeingangs- und Getriebeausgangswelle Anwendung. Hierbei wird ein an der Getriebeeingangswelle anliegendes hohes Drehmoment mit geringer Drehzahl in ein an der Getriebeausgangswelle anliegendes reduziertes Drehmoment mit höherer Drehzahl gewandelt. Grundsätzlich lassen sich diese Getriebe in Getriebearten einteilen, die entweder seriell hintereinander geschaltete Planetenstufen oder parallel geschaltete Planetenstufen aufweisen. In die letztgenannte Kategorie fällt das sogenannte Differenzialgetriebe, das in der Regel aus drei Planetenstufen besteht. Durch geeignete Kopplung der ersten beiden Stufen lässt sich eine günstige Drehmomentenaufteilung auf diese beiden Planetenstufen realisieren. Die Summation in der dritten Planetenstufe erlaubt eine Leistungszusammenführung und einhergehend damit eine entsprechende Darstellung eines hohen Übersetzungsbereichs.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und den Zeichnungen.

Es wird eine Getriebeeinheit, insbesondere für Windkraftanlagen, vorgeschlagen, die eine erste, zweite und dritte Planetenstufe aufweist. Die erste Planetenstufe ist antriebsseitig, die dritte Planetenstufe abtriebsseitig und die zweite Planetenstufe vorzugsweise im Bereich zwischen der ersten und dritten Planetenstufe in der Getriebeeinheit angeordnet. Die Planetenstufen weisen jeweils ein zentrales Sonnenrad, ein dieses umgebendes Hohlrad und radial zwischen diesen beiden angeordnete Planetenräder auf. Die Planetenräder sind drehbar gelagert in einem Planetenträger gehalten. Die Sonnenräder, Planetenträger und/oder Hohlräder der Planetenstufe können in Umfangsrichtung der Getriebeeinheit drehbar oder feststehend ausgebildet sein. In letzterem Fall sind sie mit einem Gehäuse der Getriebeeinheit starr gekoppelt oder als Teil

des Gehäuses ausgebildet. Die drei Planetenstufen sind mit Mitteln derart miteinander gekoppelt, dass eine antriebsseitige Drehzahl der Getriebeeinheit abtriebsseitig erhöhbar ist. Die Mittel sind um eine in Längsrichtung der Getriebeeinheit ausgerichtete Drehachse drehbar ausgebildet. Die Mittel können eine gemeinsame Drehachse, insbesondere eine Zentralachse der Getriebeeinheit, aufweisen oder aber auch jeweils eine eigene Drehachse umfassen. Die Drehachsen sind zueinander parallel ausgerichtet. Vorzugsweise sind sie zumindest teilweise coaxial zueinander ausgerichtet. Die Mittel umfassen zum Koppeln der zweiten und dritten Planetenstufe eine Abtriebsverbindung. Die Abtriebsverbindung koppelt vorzugsweise das Sonnenrad oder das Hohlrad der zweiten Planetenstufe mit dem Planetenträger oder dem Hohlrad der dritten Planetenstufe drehfest. Somit bilden sie eine um eine gemeinsame Drehachse drehbare Einheit aus. Hierdurch kann die Getriebeeinheit sehr kompakt ausgebildet werden. Ferner wird der konstruktive Aufwand der Getriebeeinheit reduziert, so dass diese in der Herstellung günstiger wird.

Vorteilhaft ist es, wenn die Mittel zum Koppeln der ersten und zweiten Planetenstufe eine Antriebsverbindung umfassen. Somit kann die erste und zweite Planetenstufe derart miteinander gekoppelt sein, dass sich die miteinander gekoppelten Elemente – Sonnenrad, Planetenträger und/oder Hohlrad – als eine Einheit um eine gemeinsame Drehachse zu rotieren vermögen. Hierdurch kann die Getriebeeinheit sehr kostengünstig umgesetzt werden, da sich der konstruktive Aufwand reduziert. Ferner können teure und fehleranfällige Lagerungen eingespart werden, so dass das Ausfallrisiko der Getriebeeinheit reduziert wird.

Vorzugsweise ist mittels der Antriebsverbindung das Sonnenrad eines der beiden Planetenstufen mit dem Planetenträger der anderen Planetenstufe drehfest gekoppelt. Infolgedessen ist das Sonnenrad der ersten Planetenstufe mit dem Planetenträger der zweiten Planetenstufe oder der Planetenträger der ersten Planetenstufe mit dem Sonnenrad der zweiten Planetenstufe mittels der Antriebsverbindung drehfest gekoppelt. Alternativ oder zusätzlich können mittels der Antriebsverbindung die beiden Hohlräder der ersten und zweiten Planetenstufe drehfest miteinander gekoppelt sein. Somit kann eine Drehmomentübertragung von der ersten Planetenstufe auf die zweite Planetenstufe erfolgen. Vorteilhafterweise können somit hohe Übersetzungen ins Schnelle

realisiert werden. Ferner wird das Bauvolumen der Getriebereinheit durch die Kopplung der ersten und zweiten Planetenstufe reduziert, da fehleranfällige und teure Lagerungen eingespart werden können.

Eine hohe Übersetzung ins Schnelle kann insbesondere dann realisiert werden, wenn die Mittel zum Koppeln der ersten und zweiten Planetenstufe zwei Antriebsverbindungen umfassen. Hierbei koppelt vorzugsweise jede der Antriebsverbindungen unterschiedliche Elemente – Sonnenrad, Planetenträger und/oder Hohlrad – der beiden Planetenstufen miteinander. Die Getriebereinheit kann insbesondere dann konstruktiv einfach umgesetzt werden, wenn die erste der beiden Antriebsverbindungen das Sonnenrad der ersten Planetenstufe mit dem Planetenträger der zweiten Planetenstufe und die zweite Antriebsverbindung den Planetenträger der ersten Planetenstufe mit dem Sonnenrad der zweiten Planetenstufe als jeweils drehfest miteinander gekoppelte Einheit ausbildet. Alternativ koppelt die erste Antriebsverbindung die beiden Hohlräder der ersten und zweiten Planetenstufe und die zweite Antriebsverbindung das Sonnenrad der ersten Planetenstufe mit dem Planetenträger der zweiten Planetenstufe. In beiden Fällen kann die Getriebereinheit sehr kompakt ausgebildet werden. Ferner können auf konstruktiv einfache Weise hohe Übersetzungen ins Schnelle realisiert werden. Auch können vorteilhafterweise die auf die erste und zweite Planetenstufe einwirkenden Drehmomente reduziert werden, so dass diese Planetenstufen sehr bauraumsparend ausgebildet werden können, da sie einem geringeren Drehmoment standhalten müssen.

Der konstruktive Aufwand der Getriebereinheit und die damit einhergehenden Herstellungskosten können reduziert werden, wenn die Mittel eine Gesamtverbindung umfassen, die die erste, zweite und dritte Planetenstufe miteinander starr koppelt. Die Gesamtverbindung koppelt die drei Planetenstufen derart miteinander, dass jeweils ein Element – Sonnenrad, Planetenträger und/oder Hohlrad – einer jeden Planetenstufe gemeinsam zu einer um eine gemeinsame Drehachse in Umfangsrichtung der Getriebereinheit drehbaren Einheit ausgebildet ist.

Niedrige Absolut- und Relativedrehzahlen sowie ein jeweils niedriges Planetensatzmoment kann sichergestellt werden, wenn die Gesamtverbindung das Sonnenrad

der ersten Planetenstufe mit dem Sonnenrad der zweiten oder dritten Planetenstufe und mit dem Hohlrad der anderen dieser beiden Planetenstufen drehfest koppelt. Die Gesamtverbindung koppelt demnach entweder das Sonnenrad der ersten Planetenstufe mit dem Sonnenrad der zweiten Planetenstufe und dem Planetenträger der dritten Planetenstufe. Alternativ koppelt die Gesamtverbindung das Sonnenrad der ersten Planetenstufe mit dem Planetenträger der zweiten Planetenstufe und dem Sonnenrad der dritten Planetenstufe. Vorteilhafterweise können somit sehr hohe Übersetzungen ins Schnelle bei kleinstem Bauraum der Getriebeeinheit realisiert werden. Die vorstehend aufgeführten Vorteile der Gesamtverbindung kommt insbesondere bei einer Getriebeeinheit zu tragen, bei der ein antriebsseitiges Drehmoment nicht aufgeteilt wird, sondern gänzlich in die erste Planetenstufe eingeht.

Alternativ ist es vorteilhaft, wenn die Gesamtverbindung das Hohlrad der ersten Planetenstufe mit dem Sonnenrad der zweiten Planetenstufe und dem Planetenträger der dritten Planetenstufe drehfest koppelt. Das Hohlrad der ersten Planetenstufe, das Sonnenrad der zweiten Planetenstufe und der Planetenträger der dritten Planetenstufe bilden somit eine um eine Drehachse gemeinsam drehbare Einheit aus. Hierdurch können die Planetensatzmomente niedrig gehalten werden, da das antriebsseitige Drehmoment auf alle drei Planetenstufen aufteilbar ist. Demnach kommen die Vorteile der vorstehend erläuterten Kopplung der Gesamtverbindung insbesondere dann zu tragen, wenn das antriebsseitige Drehmoment auf alle Planetenstufen der Getriebeeinheit aufteilbar ist. Hierdurch kann die Getriebeeinheit sehr bauraumsparend ausgebildet werden, da die drei Planetenstufen jeweils einem geringeren Teildrehmoment standhalten müssen.

Auch ist es vorteilhaft, wenn die Gesamtverbindung die Hohlräder der ersten, zweiten und dritten Planetenstufe drehfest miteinander koppelt. Hierdurch kann der konstruktive Aufwand der Getriebeeinheit reduziert werden, so dass diese kostengünstiger herstellbar ist.

Die antriebsseitige Drehzahl der Getriebeeinheit kann abtriebsseitig effizient und effektiv erhöht werden, wenn die Mittel zum Koppeln der ersten und dritten Planetenstufe eine Brückenverbindung umfassen. Vorzugsweise koppelt diese das Sonnenrad der

ersten Planetenstufe mit dem Planetenträger der dritten Planetenstufe derart, dass sie als Einheit um eine gemeinsame Drehachse zu rotieren vermögen. Ferner kann die Getriebeeinheit somit sehr kompakt ausgebildet werden.

Insbesondere bei einem antriebsseitig sehr hohen Drehmoment ist es vorteilhaft, wenn die Planetenstufen derart miteinander gekoppelt sind, dass das antriebsseitige Drehmoment auf zumindest zwei Planetenstufen, insbesondere die erste und zweite Planetenstufe, aufteilbar und in der dritten Planetenstufe zusammenführbar ist. Alternativ kann das antriebsseitige Drehmoment aber auch, insbesondere unter der Verwendung der Gesamtverbindung, auf alle drei Planetenstufen aufgeteilt werden. Die Planetenstufen können somit kleiner dimensioniert werden, da sie einem geringeren Drehmoment standhalten müssen. Infolgedessen reduziert sich das Bauvolumen der Getriebeeinheit.

Eine Aufteilung des antriebsseitigen Drehmoments auf mehrere Planetenstufen kann bauraumsparend und konstruktiv einfach umgesetzt werden, wenn die Antriebsverbindung oder die Gesamtverbindung antriebsseitig als Antriebswelle ausgebildet oder mit einer Antriebswelle drehfest gekoppelt ist.

Die Getriebeeinheit kann mit konstruktiv geringem Aufwand, kostengünstig, leicht, mit niedrigen Absolut- und Relativdrehzahlen, einem sehr guten Verzahnungswirkungsgrad, einer hohen Übersetzung ins Schnelle und in kompakter Bauweise umgesetzt werden, wenn die Getriebeeinheit, insbesondere im Falle eines komplett in die erste Planetenstufe eingeleiteten antriebsseitigen Drehmomentes, zwei Mittel, insbesondere eine Abtriebsverbindung, eine Antriebsverbindung und/oder eine Gesamtverbindung, aufweist.

Wenn das antriebsseitige Drehmoment auf mehrere Planetenstufen aufgeteilt wird, kommen die zuvor genannten Vorteile insbesondere dann zum Tragen, wenn die Getriebeeinheit drei Mittel, insbesondere eine Abtriebsverbindung, eine Antriebsverbindung, eine Brückenverbindung und/oder eine Gesamtverbindung, aufweist.

Die Getriebereinheit kann konstruktiv einfach und robust umgesetzt werden, wenn der Gesamtträger mit einer Antriebswelle und/oder das Sonnenrad der dritten Planetenstufe mit einer Abtriebswelle gekoppelt ist. Die Antriebs- und Abtriebswelle sind zueinander insbesondere koaxial angeordnet und/oder weisen die gleiche Drehrichtung auf.

Ebenso ist es vorteilhaft, wenn die dritte Planetenstufe, insbesondere mittels ihres Sonnenrades, mit einer Stirnradstufe gekoppelt ist. Hierdurch kann eine zusätzliche Erhöhung der Nenndrehzahl erfolgen. Die Stirnradstufe kann derart ausgebildet sein, dass die Getriebereinheit bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen in Windenergieanlagen einsetzbar ist. Hierbei wird der dafür vorgesehene Generator mit einer Nenndrehzahl von etwa 1.550 1/min betrieben. Alternativ kann die Stirnradstufe aber auch als Mittelgeschwindigkeitsanwendung ausgebildet sein, bei der ein größerer Generator mit einer deutlich geringeren Generatordrehzahl von etwa 450 1/min eingesetzt wird. Bei beiden Ausführungsformen kommen die Vorteile der kompakten Bauform, der Robustheit bei zugleich hohen Übersetzungsmöglichkeiten voll zum Tragen.

Nachfolgend ist die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 und 2 zwei alternative Ausführungsformen einer Getriebereinheit mit zwei Antriebsverbindungen und einer Abtriebsverbindung in einer schematischen Halbdarstellung,

Figur 3 eine schematische Halbdarstellung einer dritten Ausführungsform der Getriebereinheit mit einer Antriebsverbindung, einer Brückenverbindung und einer Abtriebsverbindung,

Figur 4 und 5 eine schematische Halbdarstellung einer vierten und fünften Ausführungsform der Getriebereinheit mit einer Gesamtverbindung, einer Antriebsverbindung und einer Abtriebsverbindung,

Figur 6 und 7 eine schematische Halbdarstellung einer sechsten und siebten Ausführungsform der Getriebereinheit mit einer Antriebsverbindung und einer Abtriebsverbindung und

Figur 8, 9 und 10 eine schematische Halbdarstellung einer achten, neunten und zehnten Ausführungsform der Getriebeeinheit mit einer Gesamtverbindung und einer Abtriebsverbindung.

In den Figuren 1 bis 10 ist jeweils alternative Ausführungsformen einer Getriebeeinheit 1 dargestellt. Die Getriebeeinheiten 1 sind insbesondere für Windkraftanlagen vorgesehen und weisen jeweils eine erste Planetenstufe 2, eine zweite Planetenstufe 3 und eine dritte Planetenstufe 4 auf. Die erste Planetenstufe 2 ist antriebsseitig im Bereich einer Antriebswelle 12 angeordnet. Die dritte Planetenstufe 4 ist abtriebsseitig im Bereich einer Abtriebswelle 18 ausgebildet. Die zweite Planetenstufe 3 ist zwischen der ersten Planetenstufe 2 und der dritten Planetenstufe 4 angeordnet. Jede der drei Planetenstufen 2, 3, 4 weist jeweils ein zentrales Sonnenrad 5, 6, 7 und ein dieses umgebendes Hohlrad 14, 15, 16 auf. Radial zwischen diesen beiden sind mehrere Planetenräder angeordnet, die in einem radial inneren Bereich mit dem Sonnenrad 5, 6, 7 und in einem radial äußeren Bereich mit dem Hohlrad 14, 15, 16 einkämmen. Aufgrund der schematischen Halbdarstellung ist in den Figuren jeweils nur eines der Planetenräder 11, 12, 13 einer jeden Planetenstufe 2, 3, 4 dargestellt. Die Planetenräder 11, 12, 13 sind in der jeweiligen Planetenstufe 2, 3, 4 mittels eines Planetenträgers 8, 9, 10 in Radialrichtung der Getriebeeinheit 1 gehalten. Die Planetenräder 11, 12, 13 sind in den jeweiligen Planetenträger 8, 9, 10 drehbar gelagert aufgenommen. Die drei Planetenstufen 2, 3, 4 sind derart miteinander gekoppelt, dass ein antriebsseitiges hohes Drehmoment mit geringer Drehzahl in ein abtriebsseitiges geringeres Drehmoment mit hoher Drehzahl umgewandelt wird.

Die in den Figuren 1 bis 10 dargestellten Ausführungsformen unterscheiden sich voneinander durch die unterschiedlichen Kopplungen zwischen ihren jeweiligen Elementen, d.h. ihren jeweiligen Sonnenrädern 5, 6, 7, Planetenträgern 8, 9, 10 und Hohlrädern 14, 15, 16. Die Kopplungen sind derart aufeinander abgestimmt, dass die Getriebeeinheit 1 sehr bauraumsparend ausgebildet ist. Hierdurch weist sie ein geringeres Gewicht auf, so dass sie insbesondere bei Windkraftanlagen hervorragend eingesetzt werden kann. Des Weiteren zeichnen sich die unterschiedlichen Ausführungsformen der Getriebeeinheit 1 durch einen geringen konstruktiven Aufwand aus, wodurch die

Herstellungskosten reduziert werden können. Überdies hinaus sind bei den vorliegenden Kopplungskonzepten der Getriebeeinheit 1 hohe Übersetzungen ins Schnelle bei guten Verzahnungswirkungsgraden, niedrigen Absolut- und Relativdrehzahlen sowie niedrigen Planetensatzmomenten möglich.

Die in Figur 1 bis 5 dargestellten Ausführungsformen der Getriebeeinheit bilden eine erste Gruppe, bei denen die Planetenstufen 2, 3, 4 derart miteinander gekoppelt sind, dass das antriebsseitige Drehmoment auf zumindest zwei der Planetenstufen 2, 3, 4 aufteilbar ist. Abtriebsseitig werden die aufgeteilten Drehmomente entweder in der zweiten Planetenstufe (Fig.1 und Fig.2) oder in der dritten Planetenstufe zusammengeführt.

Die in den Figuren 6 bis 10 dargestellten Ausführungsformen der Getriebeeinheit 1 bilden eine zweite Gruppe, bei der das antriebsseitige Drehmoment nicht auf mehrere Planetenstufen 2, 3, 4 aufgeteilt wird. Stattdessen wird bei diesen Ausführungsformen das gesamte antriebsseitige Drehmoment in die erste Planetenstufe 2 eingeleitet.

Die in Figur 1 dargestellte Getriebeeinheit weist drei Mittel zum Koppeln der drei Planetenstufen 2, 3, 4 auf. Demnach ist die erste und zweite Planetenstufe 2, 3 mit einer ersten Antriebsverbindung 19 und einer zweiten Antriebsverbindung 20 miteinander gekoppelt. Die erste Antriebsverbindung 19 verbindet den ersten Planetenträger 8 der ersten Planetenstufe 2 mit dem zweiten Sonnenrad 6 der zweiten Planetenstufe 3. Die zweite Antriebsverbindung 20 koppelt das erste Sonnenrad 5 der ersten Planetenstufe 2 mit dem zweiten Planetenträger 9 der zweiten Planetenstufe 3. Zum Koppeln der zweiten Planetenstufe 3 mit der dritten Planetenstufe 4 weist die Getriebeeinheit 1 eine dritte Kopplung auf, die als Abtriebsverbindung 21 ausgebildet ist. Die Abtriebsverbindung 21 verbindet das zweite Hohlrad 15 der zweiten Planetenstufe 3 mit dem dritten Planetenträger 10 der dritten Planetenstufe 4. Die erste Antriebsverbindung 19, zweite Antriebsverbindung 20 und Abtriebsverbindung 21 bilden jeweils eine im wesentlichen in Umfangsrichtung der Getriebeeinheit 1 drehbare Einheit aus. Infolgedessen drehen sich die jeweils damit gekoppelten Elemente der jeweiligen Planetenstufen 2, 3, 4 mit gleicher Drehzahl in Umfangsrichtung der Getriebeeinheit 1.

Gemäß Figur 1 ist die erste Antriebsverbindung 19 mit der Antriebswelle 17 gekoppelt bzw. in ihrem antriebsseitigen Bereich als eine solche ausgebildet. Aufgrund der ersten Antriebsverbindung 19 wird das antriebsseitige Drehmoment auf den ersten Planetenträger 8 und das zweite Sonnenrad 6 der ersten und zweiten Planetenstufe 2, 3 aufgeteilt. Hierdurch können die beiden Planetenstufen 2, 3 sehr bauraumsparend ausgebildet werden, da sie geringeren Kräften standhalten müssen. Das erste Hohlrad 14 der ersten Planetenstufe 2 ist feststehend ausgebildet. Hierfür ist es mit einem in der Figur 1 nicht dargestellten Gehäuse der Getriebeeinheit 1 gekoppelt oder als ein solches ausgebildet. Aufgrund des mittels der ersten Antriebsverbindung 19 eingeleiteten Teildrehmomentes in die erste Planetenstufe 2 wird der erste Planetenträger 8 derart in Rotation versetzt, dass sich das darin drehbar gelagerte erste Planetenrad 11 in dem feststehenden ersten Hohlrad 14 derart abrollt, dass das damit radial innen gekoppelte erste Sonnenrad 5 in eine zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Rotation versetzt wird.

Aufgrund der zweiten Antriebsverbindung 20 bewegt sich der zweite Planetenträger 9 folglich in eine zum ersten Planetenträger 8 und zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Rotationsrichtung. Der zweite Planetenträger 9 rotiert aufgrund der Übersetzung in der ersten Planetenstufe 2 schneller als die erste Antriebsverbindung 19 und das damit gekoppelte zweite Sonnenrad 6. Aufgrund dessen wird das im radial äußeren Bereich mit dem zweiten Planetenrad 12 in Eingriff stehende zweite Hohlrad 15 in eine zur zweiten Antriebsverbindung 20 gleichgerichtete Rotation versetzt. Da das zweite Hohlrad 15 mittels der Abtriebsverbindung 21 mit dem dritten Planetenträger 10 gekoppelt ist, wälzt sich das dritte Planetenrad 13 im feststehenden dritten Hohlrad 16 der dritten Planetenstufe 4 derart ab, dass das im radial inneren Bereich mit dem dritten Planetenrad 13 in Eingriff stehende dritte Sonnenrad 7 in eine zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Rotation versetzt wird. Das dritte Sonnenrad 7 ist abtriebsseitig mit der Abtriebswelle 18 gekoppelt oder als eine solche ausgebildet.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Kopplungskonzept der Getriebeeinheit 1 ist die erste und zweite Planetenstufe 2, 3 ebenfalls mittels einer ersten und zweiten Antriebsverbindung 19, 20 gekoppelt. Die erste Antriebsverbindung 19 ist analog mit der Antriebswelle 17 drehfest verbunden oder antriebsseitig als Antriebswelle 17 ausgebildet.

Ferner ist auch die zweite und dritte Planetenstufe 3, 4 mit einer Abtriebsverbindung 21 in Wirkverbindung. Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel umfasst die erste Antriebsverbindung das erste Sonnenrad 5 sowie den zweiten Planetenträger 9. Das antriebsseitige Drehmoment wird somit über die Antriebswelle 17 in die Getriebeeinheit 1 eingeleitet, wobei die erste Antriebsverbindung 19 das Drehmoment auf die erste und zweite Planetenstufe 2, 3 aufteilt. Die zweite Antriebsverbindung 20 koppelt das erste Hohlrad 14 der ersten Planetenstufe 2 drehfest mit dem zweiten Hohlrad 15 der zweiten Planetenstufe 3. Als dritte Kopplung umfasst die Getriebeeinheit 1, wie zuvor ausgeführt, die Abtriebsverbindung 21, die das zweite Sonnenrad 6 der zweiten Planetenstufe 3 mit dem dritten Planetenträger 10 der dritten Planetenstufe 4 drehfest koppelt. Ferner ist der erste Planetenträger 8 der ersten Planetenstufe 2 und das dritte Hohlrad 16 der dritten Planetenstufe 4 feststehend ausgebildet. Hierdurch dreht die Antriebswelle 17, die erste Antriebsverbindung 19 und die Abtriebsverbindung 21 in die gleiche Richtung. Die zweite Antriebsverbindung 20 rotiert dazu entgegengesetzt.

Infolgedessen wird das erste Sonnenrad 5 und der zweite Planetenträger 9 gemäß Figur 2 mittels des an der Antriebswelle 17 anliegenden Drehmomentes in Rotation versetzt, wobei das Drehmoment auf die erste und zweite Planetenstufe 2, 3 aufgeteilt wird. Da in der ersten Planetenstufe 2 der erste Planetenträger 8 feststehend ausgebildet ist, bewirkt das erste Planetenrad 11, dass sich das erste Hohlrad 14 zur Rotationsrichtung der Antriebswelle 17 entgegengesetzt bewegt. Gleiches trifft auf das zweite Hohlrad 15 zu, das mittels der zweiten Antriebsverbindung 20 mit dem ersten Hohlrad 14 drehfest gekoppelt ist. Infolgedessen rotiert der zweite Planetenträger 9 und das zweite Hohlrad 15 zueinander in entgegengesetzte Richtungen, wodurch die Drehzahl des mit dem zweiten Planetenrad 12 einkämmenden zweiten Sonnenrades 6 erhöht wird. Aufgrund der Abtriebsverbindung 21 überträgt das zweite Sonnenrad 6 das summierte Drehmoment auf den dritten Planetenträger 10. Dieser bewirkt, dass sich das dritte Planetenrad 13 im feststehenden dritten Hohlrad 16 abrollt und somit das dritte Sonnenrad 7 in eine im Vergleich zum dritten Planetenträger 10 gleichgerichtete Rotation versetzt.

Das in Figur 3 dargestellte alternative Ausführungsbeispiel der Getriebeeinheit 1 weist ebenfalls drei Kopplungen auf. Eine erste Kopplung ist mittels einer Antriebsverbindung 19 zwischen dem ersten Planetenträger 8 der ersten Planetenstufe 2 und dem zweiten Sonnenrad 6 der zweiten Planetenstufe 3 ausgebildet. Die Antriebsverbindung 19 ist mit der Antriebswelle 17 gekoppelt bzw. antriebsseitig als eine solche ausgebildet. Infolgedessen wird das antriebsseitige Drehmoment auf den ersten Planetenträger 8 und das zweite Sonnenrad 6 aufgeteilt. Abtriebsseitig weist die Getriebeeinheit 1 zwischen der zweiten Planetenstufe 3 und der dritten Planetenstufe 4 eine Abtriebsverbindung 21 auf, die das zweite und dritte Hohlrad 15, 16 der zweiten und dritten Planetenstufe 3, 4 drehfest miteinander koppelt. Die dritte Kopplung der Getriebeeinheit 1 ist mittels einer Brückenverbindung 22 ausgebildet, die die zweite Planetenstufe 3 überbrückt und somit die erste Planetenstufe 2 mit der dritten Planetenstufe 4 koppelt. Die Brückenverbindung 22 umfasst antriebsseitig das erste Sonnenrad 5 der ersten Planetenstufe 2 und abtriebsseitig den dritten Planetenträger 10 der dritten Planetenstufe 4.

Ein antriebsseitig eingeleitetes Drehmoment wird somit mittels der Antriebsverbindung 19 auf den ersten Planetenträger 8 und das zweite Sonnenrad 6 aufgeteilt. Aufgrund des feststehenden ersten Hohlrades 14 wälzt sich das erste Planetenrad 11 derart ab, dass das erste Sonnenrad 5 in eine zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Rotation versetzt wird. Aufgrund der Brückenverbindung 22 rotiert somit der dritte Planetenträger 10 ebenfalls in die gleiche Rotationsrichtung. Im Bereich der zweiten Planetenstufe 3 ist der zweite Planetenträger 9 feststehend ausgebildet. Das in diesen drehbar gelagerte zweite Planetenrad 12 wird durch das zweite Sonnenrad 6 derart angetrieben, dass das zweite Hohlrad 15 in eine zur ersten Antriebsverbindung 19 entgegengesetzte Rotation versetzt wird. Das dritte Hohlrad 16 wird aufgrund der Abtriebsverbindung 21 in eine zum zweiten Hohlrad 15 gleichgerichtete Rotation versetzt. Das dritte Hohlrad 16 und der dritte Planetenträger 10 drehen sich somit zueinander in entgegengesetzte Richtungen, so dass die Drehzahl des radial innen einkämmenden dritten Sonnenrades 7 stark erhöht wird. Alternativ zu dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel kann die zweite Planetenstufe als Plus-Planetensatz ausgeführt sein, wenn gleichzeitig die Anbindungen an Planetenträger und Hohlrad der zweiten Planetenstufe vertauscht werden, d.h. das Hohlrad des Plus-Planetensatzes ist dann

feststehend, und der Planetenträger ist dann mit dem Hohlrad des dritten Planetenstufe verbunden.

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Getriebeeinheit 1, bei dem die drei Planetenstufen 2, 3, 4 analog zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen mittels dreier Kopplungen miteinander gekoppelt sind. Die Getriebeeinheit 1 weist die Antriebsverbindung 19 auf, die die erste Planetenstufe 2 mit der zweiten Planetenstufe 3 koppelt. Die Antriebsverbindung 19 umfasst hierfür das erste Sonnenrad 5 und den zweiten Planetenträger 9. Des Weiteren ist zwischen der zweiten und dritten Planetenstufe 3, 4 die Abtriebsverbindung 21 ausgebildet, die die beiden Hohlräder 15, 16 der zweiten und dritten Planetenstufe 3, 4 koppelt. Als drittes Kopplungselement weist die Getriebeeinheit 1 eine Gesamtverbindung 23 auf, die das erste Hohlrad 14, das zweite Sonnenrad 6 und den dritten Planetenträger 10 zu einer um eine Drehachse drehbaren Einheit ausbildet. Die Gesamtverbindung 23 ist antriebsseitig als Antriebswelle 17 ausgebildet oder mit der Antriebswelle 17 verbunden.

Das antriebsseitige Drehmoment wird folglich mittels der Gesamtverbindung 23 auf die erste, zweite und dritte Planetenstufe 2, 3, 4 aufgeteilt. Aufgrund des feststehenden ersten Planetenträgers 8 treibt das erste Hohlrad 14 das erste Planetenrad 11 derart an, dass das erste Sonnenrad 5 bzw. die Antriebsverbindung 19 im Vergleich zur Antriebswelle 17 in eine entgegengesetzte Richtung rotiert. Gleiches trifft auf den mittels der Antriebsverbindung 19 gekoppelten zweiten Planetenträger 9 zu. In der zweiten Planetenstufe 3 dreht sich somit der zweite Planetenträger 9 und das zweite Sonnenrad 6 in entgegengesetzte Richtungen, so dass die Drehzahl des zweiten Planetenrades 12 erhöht wird. Das zweite Planetenrad 12 kämmt wiederum in das radial außen angeordnete zweite Hohlrad 15 ein. Aufgrund der Abtriebsverbindung 21 rotiert das dritte Hohlrad 16 im Vergleich zum dritten Planetenträger 10 in eine entgegengesetzte Richtung, wodurch die Drehzahl des dritten Planetenrades 13 wiederum erhöht wird. Aufgrund des mit dem dritten Planetenrad 13 einkämmenden dritten Sonnenrades 7 liegt somit an der Abtriebswelle 18 eine im Vergleich zur Antriebswelle 17 deutliche höhere Drehzahl vor.

Das in Figur 5 dargestellte Ausführungsbeispiel ist zu dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel im wesentlichen identisch. Als Unterschied ist jedoch die in Figur 2 ausgebildete zweite Abtriebsverbindung 20 gemäß Figur 5 durch eine Gesamtverbindung 23 ersetzt. Diese koppelt alle drei Hohlräder 14, 15, 16 der drei Planetenstufen 2, 3, 4 miteinander, so dass eine drehbare Einheit ausgebildet ist. In dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel wird somit das dritte Hohlrad 16 aufgrund der Gesamtverbindung 23 ebenfalls in Rotation versetzt, die zur Rotationsrichtung der Abtriebsverbindung 21 entgegengesetzt ist. Infolgedessen wird die Drehzahl des dritten Planetenrades 13 zusätzlich erhöht, so dass abtriebsseitig eine schneller drehende Abtriebswelle 18 vorliegt.

Die im Folgenden aufgeführten Ausführungsbeispiele der Figuren 6 bis 10 weisen keine antriebsseitige Aufteilung des Drehmomentes auf. Stattdessen wird das antriebsseitige Drehmoment gänzlich in die erste Planetenstufe 2 eingebracht. Hierfür ist bei allen fünf Ausführungsformen der erste Planetenträger 8 mit der Antriebswelle 17 gekoppelt oder antriebsseitig als Antriebswelle 17 ausgebildet. Das in dem ersten Planetenträger 8 drehbar gelagerte erste Planetenrad 11 dreht sich somit in dem feststehenden ersten Hohlrad 14 derart ab, dass das in einem radial inneren Bereich in Zahneingriff stehende erste Sonnenrad 5 in Rotation versetzt wird, die zu der Rotation der Antriebswelle 17 gleichwirkend ausgebildet ist. Ferner weisen die in den Figuren 6 bis 10 dargestellten Ausführungsbeispiele nur zwei Kopplungen auf.

Die erste Kopplung der in der Figur 6 dargestellten Getriebeeinheit 1 ist als Abtriebsverbindung 19 ausgebildet, die das erste Sonnenrad 5 mit dem zweiten Planetenträger 9 drehfest koppelt. Der zweite Planetenträger 9 dreht sich somit in die gleiche Richtung wie die Antriebswelle 17. Da das zweite Sonnenrad 6 der zweiten Planetenstufe 3 feststehend ausgebildet ist, versetzt das zweite Planetenrad 12 das zweite Hohlrad 15 ebenfalls in eine Rotationsrichtung, die der des zweiten Planetenträgers 9 entspricht. Mittels einer im Bereich zwischen der zweiten und dritten Planetenstufe 3, 4 angeordneten Abtriebsverbindung 21 wird das Drehmoment des zweiten Hohlrades 15 auf den dritten Planetenträger 10 übertragen. Das dritte Hohlrad 16 der dritten Planetenstufe 4 ist feststehend ausgebildet, so dass sich das dritte Planetenrad 13 derart abrollt, dass das dritte Sonnenrad 7 in eine zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Rota-

tion versetzt wird. Die Abtriebswelle 18 ist vorliegend mit dem dritten Sonnenrad 7 drehfest gekoppelt.

Bei der in Figur 7 dargestellten Getriebeeinheit 1 ist die erste und zweite Planetenstufe 2, 3 mit einer Antriebsverbindung 19 drehfest gekoppelt. Die zweite und dritte Planetenstufe 3, 4 ist mittels einer Abtriebsverbindung 21 in Wirkverbindung. Die Abtriebsverbindung 21 koppelt hierbei das erste Sonnenrad 5 mit dem zweiten Planetenträger 9. Dieser versetzt das zweite Planetenrad 12 in Rotation, so dass sich dieses in dem feststehenden zweiten Hohlrad 15 derart abrollt, dass das zweite Sonnenrad 6 in Rotation versetzt wird. Das Drehmoment des zweiten Sonnenrades 6 wird mittels der Abtriebsverbindung 21 in den dritten Planetenträger 10 eingeleitet. Aufgrund des feststehenden dritten Sonnenrades 7 wird das dritte Hohlrad 16 mittels des dritten Planetenrades 13 in Rotation versetzt. Das dritte Hohlrad 16 ist abtriebsseitig als Abtriebswelle 18 ausgebildet oder mit der Abtriebswelle 18 drehfest gekoppelt. Die Antriebswelle 17, die Antriebsverbindung 19, die Abtriebsverbindung 21 und die Abtriebswelle 18 drehen sich in die gleiche Richtung.

Das in Figur 8 dargestellte Ausführungsbeispiel weist ebenfalls zwei Kopplungen auf, wobei eine davon als Gesamtverbindung 23 ausgebildet ist. Die Gesamtverbindung 23 koppelt das erste Sonnenrad 5 der ersten Planetenstufe 2, den zweiten Planetenträger 9 der zweiten Planetenstufe 3 und das dritte Sonnenrad 7 der dritten Planetenstufe 4. Diese drehen sich demnach in eine der Drehrichtung der Antriebswelle 17 entsprechende Rotationsrichtung. Zwischen der zweiten Planetenstufe 3 und der dritten Planetenstufe 4 ist eine Abtriebsverbindung 21 ausgebildet, die vorliegend das zweite Sonnenrad 6 der zweiten Planetenstufe 3 mit dem dritten Planetenträger 10 der dritten Planetenstufe 4 drehfest koppelt. Das zweite Hohlrad 15 der zweiten Planetenstufe 3 ist feststehend ausgebildet, so dass sich das zweite Planetenrad 12, das mittels der Gesamtverbindung 23 in Rotation versetzt wird, derart im zweiten Hohlrad 15 abrollt, dass das im radial inneren Bereich in Zahneingriff stehende zweite Sonnenrad 6 in Rotation versetzt wird. Die Rotationsrichtung des zweiten Sonnenrades 6 entspricht hierbei der Rotationsrichtung der Antriebswelle 17. Infolgedessen rotiert das dritte Sonnenrad 7 und der dritte Planetenträger 10 in die gleiche Richtung. Aufgrund der Übersetzung in der zweiten Planetenstufe 3 rotiert der dritte Planetenträger 10 im Vergleich zum dritten

Sonnenrad 7 jedoch schneller, so dass das dritte Hohlrad 16 in eine zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Richtung in Drehung versetzt wird. Das dritte Hohlrad 16 ist mit der Abtriebswelle 18 drehfest gekoppelt oder abtriebsseitig als Abtriebswelle 18 ausgebildet.

Das in Figur 9 dargestellte alternative Kopplungskonzept der Getriebeeinheit 1 entspricht im Wesentlichen dem in Figur 8 dargestellten Kopplungskonzept der Getriebeeinheit 1. Als Unterschied ist jedoch die Abtriebsverbindung 21 zwischen dem zweiten Sonnenrad 6 und dem dritten Hohlrad 16 ausgebildet. Infolgedessen rotiert das dritte Hohlrad 16 und das dritte Sonnenrad 7 in die gleiche Richtung. Da jedoch die Abtriebsverbindung 21 im Vergleich zur Gesamtverbindung 23 schneller rotiert, wird der dritte Planetenträger 10 in eine zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Rotation versetzt.

Gemäß dem in Figur 10 dargestellten zehnten Ausführungsbeispiel sind die drei Planetenstufen 2, 3, 4 ebenfalls mittels einer Gesamtverbindung 23 miteinander gekoppelt. Diese umfasst das erste Sonnenrad 5, das zweite Sonnenrad 6 und den dritten Planetenträger 10. Diese drehen sich demnach als Einheit in eine zur Antriebswelle 17 gleichgerichtete Rotationsrichtung. Die zweite Planetenstufe 3 und dritte Planetenstufe 4 sind mittels einer Abtriebsverbindung 21 gekoppelt, die das zweite Hohlrad 15 und das dritte Hohlrad 16 drehfest miteinander verbindet. Der zweite Planetenträger 9 der zweiten Planetenstufe 3 ist feststehend ausgebildet, so dass das zweite Hohlrad 15 bzw. die Abtriebsverbindung 21 in eine zur Gesamtverbindung 23 entgegengesetzte Rotation versetzt wird. Aufgrund der Abtriebsverbindung 21 rotiert somit auch das dritte Hohlrad 16 und der dritte Planetenträger 10 in entgegengesetzte Richtungen. Hierdurch wird die Drehzahl des dritten Planetenrades 13 bzw. des damit einkämmenden dritten Sonnenrades 7 erhöht. Das dritte Sonnenrad 7 dient vorliegend als Abtriebswelle 18.

Bei allen zehn Ausführungsbeispielen können überall dort, wo es die Bindbarkeit zulässt, einzelne oder mehrerer Minus-Planetensätze in Plus-Planetensätze umgewandelt werden, wenn gleichzeitig die Planetenträger- und Hohlradanbindung getauscht und der Betrag der Standübersetzung um 1 erhöht wird. Ferner kann auf jeder der Wellen eine E-Maschine oder sonstige Kraft-/Leistungsquellen angeordnet sein. Auch kann der dritten Planetenstufe eine zusätzliche Planeten- und/oder Stirnradstufe nachgeordnet sein.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Abwandlungen im Rahmen der Patentansprüche sind ebenso möglich wie eine Kombination der Merkmale, auch wenn diese in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen dargestellt und beschrieben sind.

Bezugszeichen

1. Getriebeeinheit
2. erste Planetenstufe
3. zweite Planetenstufe
4. dritte Planetenstufe
5. erstes Sonnenrad
6. zweites Sonnenrad
7. drittes Sonnenrad
8. erster Planetenträger
9. zweiter Planetenträger
10. dritter Planetenträger
11. erstes Planetenrad
12. zweites Planetenrad
13. drittes Planetenrad
14. erstes Hohlrad
15. zweites Hohlrad
16. drittes Hohlrad
17. Antriebswelle
18. Abtriebswelle
19. erste Antriebsverbindung
20. zweite Antriebsverbindung
21. Abtriebsverbindung
22. Brückenverbindung
23. Gesamtverbindung

Patentansprüche

1. Getriebeeinheit (1), insbesondere für eine Windkraftanlage, mit einer antriebsseitigen ersten Planetenstufe (2), einer zweiten Planetenstufe (3) und einer abtriebsseitigen dritten Planetenstufe (4), die jeweils ein zentrales Sonnenrad (5; 6; 7), ein dieses umgebendes Hohlrad (14; 15; 16) und radial zwischen diesen beiden angeordnete Planetenräder (11; 12; 13), die in einem Planetenträger (8; 9; 10) drehbar gelagert gehalten sind, aufweisen und mit Mitteln, die um eine in Längsrichtung der Getriebeeinheit (1) ausgerichtete Drehachse drehbar ausgebildet sind, derart miteinander gekoppelt sind, dass eine antriebsseitige Drehzahl der Getriebeeinheit (1) abtriebsseitig erhöhbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Koppeln der ersten und zweiten Planetenstufe (2; 3) eine Abtriebsverbindung (21) umfassen, die das Sonnenrad (6) oder das Hohlrad (15) der zweiten Planetenstufe (3) mit dem Planetenträger (10) oder dem Hohlrad (16) der dritten Planetenstufe (4) drehfest koppelt.

2. Getriebeeinheit nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Koppeln der ersten und zweiten Planetenstufe (2; 3) zumindest eine Antriebsverbindung (19; 20) umfassen, die das Sonnenrad (5; 6) eines der beiden Planetenstufen (2; 3) mit dem Planetenträger (8; 9) der anderen Planetenstufe oder die beiden Hohlräder (14; 15) der Planetenstufen (2; 3) drehfest miteinander koppelt.

3. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Koppeln der ersten und zweiten Planetenstufe (2; 3) zwei Antriebsverbindungen (19; 20) umfassen.

4. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Koppeln der ersten, zweiten und dritten Planetenstufe (2; 3; 4) eine Gesamtverbindung (23) umfassen.

5. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtverbindung (23) das Sonnenrad (5) der ersten Planetenstufe mit dem Sonnenrad (6; 7) der zweiten oder dritten Planetenstufe (3;

4) und mit dem Hohlrad (14) der anderen dieser beiden Planetenstufen (3; 4) drehfest koppelt.

6. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtverbindung (23) das Hohlrad (14) der ersten Planetenstufe (2) mit dem Sonnenrad (6) der zweiten Planetenstufe (3) und dem Planetenträger (10) der dritten Planetenstufe (4) drehfest koppelt.

7. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtverbindung (23) die Hohlräder (14; 15; 16) der ersten, zweiten und dritten Planetenstufe (2; 3; 4) drehfest miteinander koppelt.

8. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Koppeln der ersten und dritten Planetenstufe (2; 4) eine Brückenverbindung (22) umfassen, die das Sonnenrad (5) der ersten Planetenstufe (2) mit dem Planetenträger (10) der dritten Planetenstufe (4) drehfest koppelt.

9. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Planetenstufen (2; 3; 4) derart miteinander gekoppelt sind, dass ein antriebsseitiges Drehmoment auf zumindest zwei Planetenstufen (2; 3; 4), insbesondere die erste (2) und zweite Planetenstufe (3), aufteilbar und in der dritten Planetenstufe (4) zusammenführbar ist.

10. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsverbindung (19; 20) oder die Gesamtverbindung (23) antriebsseitig als Antriebswelle (17) ausgebildet oder mit einer Antriebswelle (17) drehfest gekoppelt ist.

11. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebeeinheit (1) zwei oder drei Mittel aufweist.

12. Getriebeeinheit nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Planetenstufe (4) mit einer Stirnradstufe gekoppelt ist.

1/5

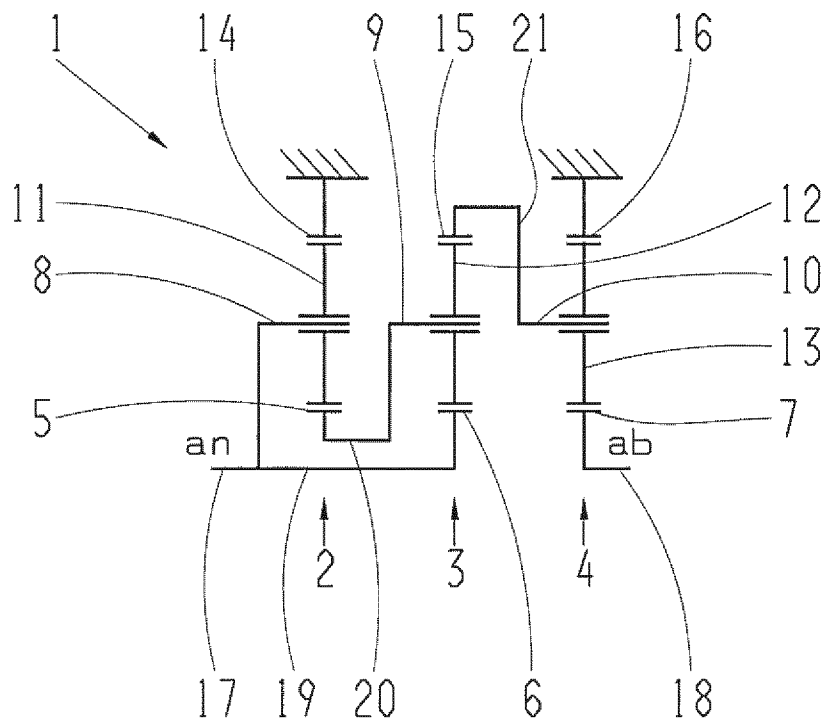


Fig. 1

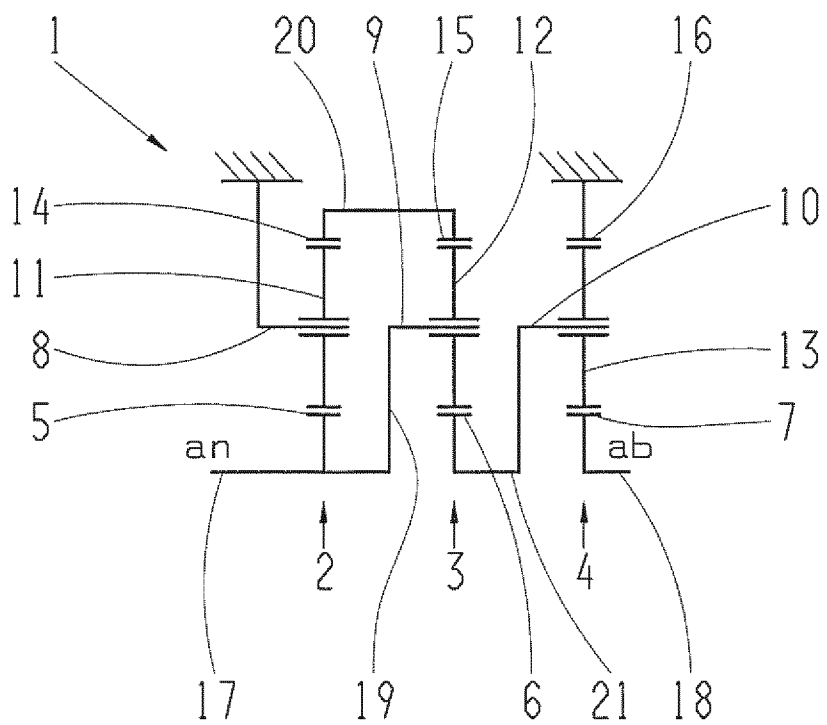


Fig. 2

2/5

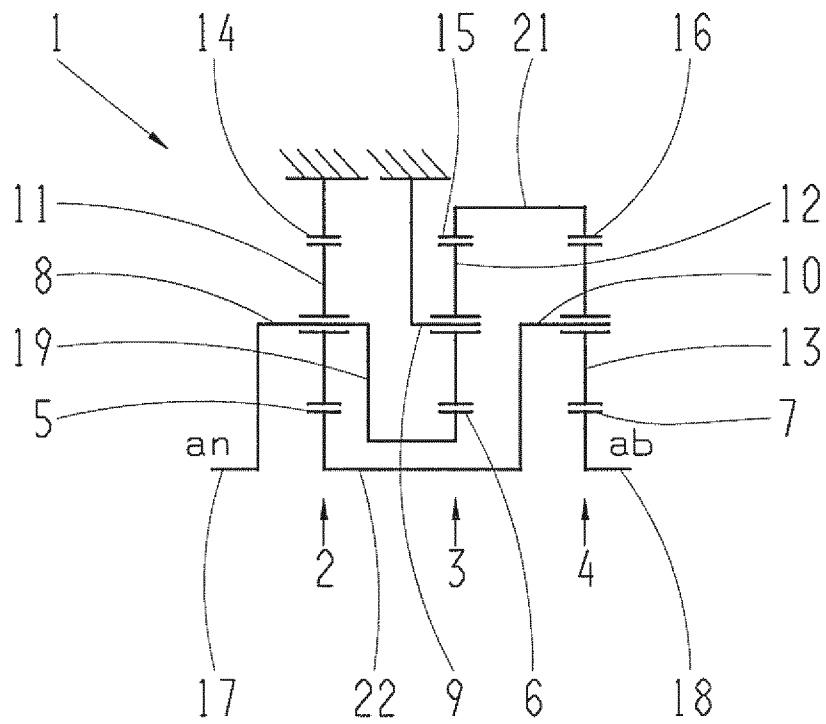


Fig. 3

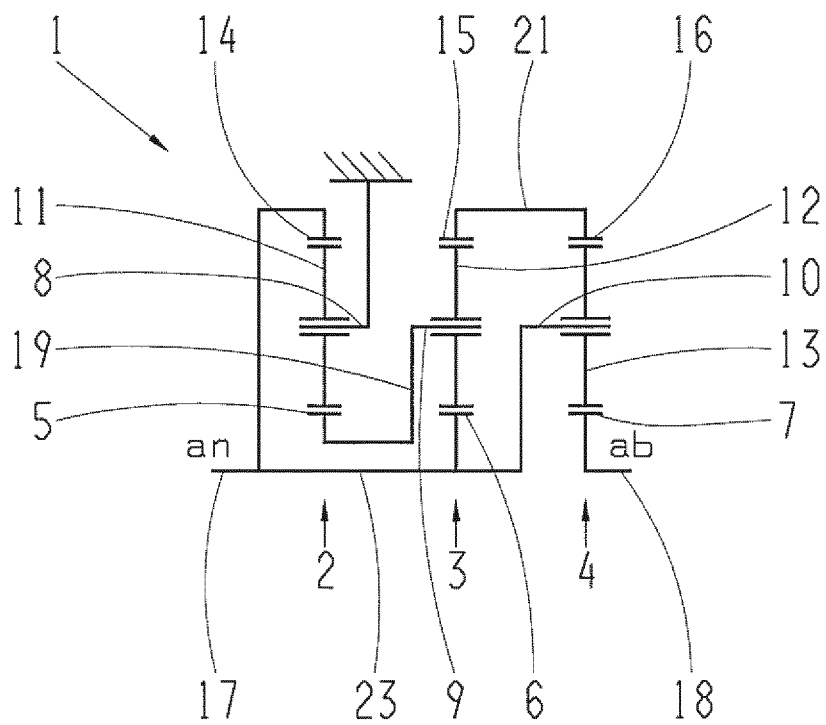


Fig. 4

3/5

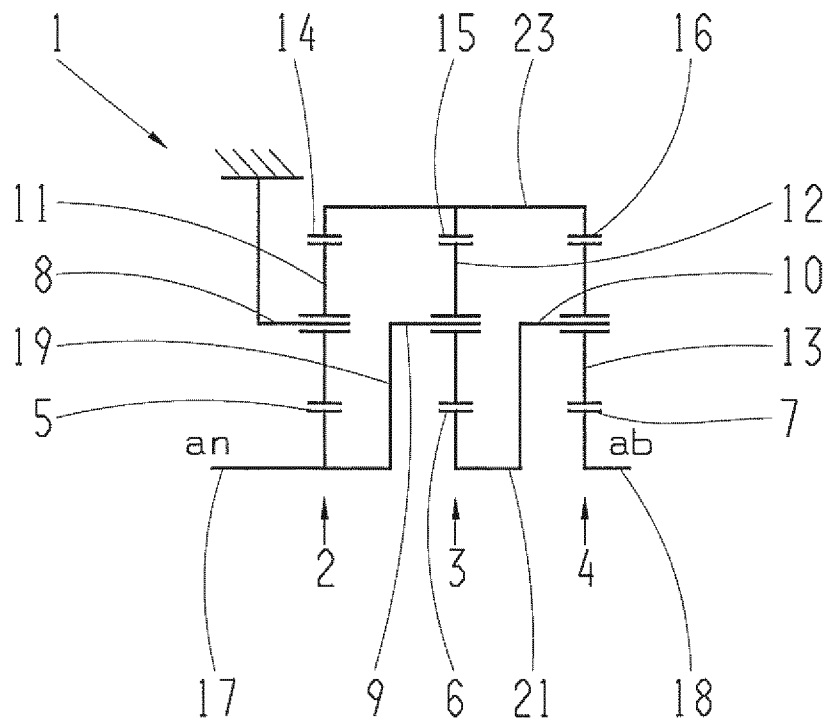


Fig. 5

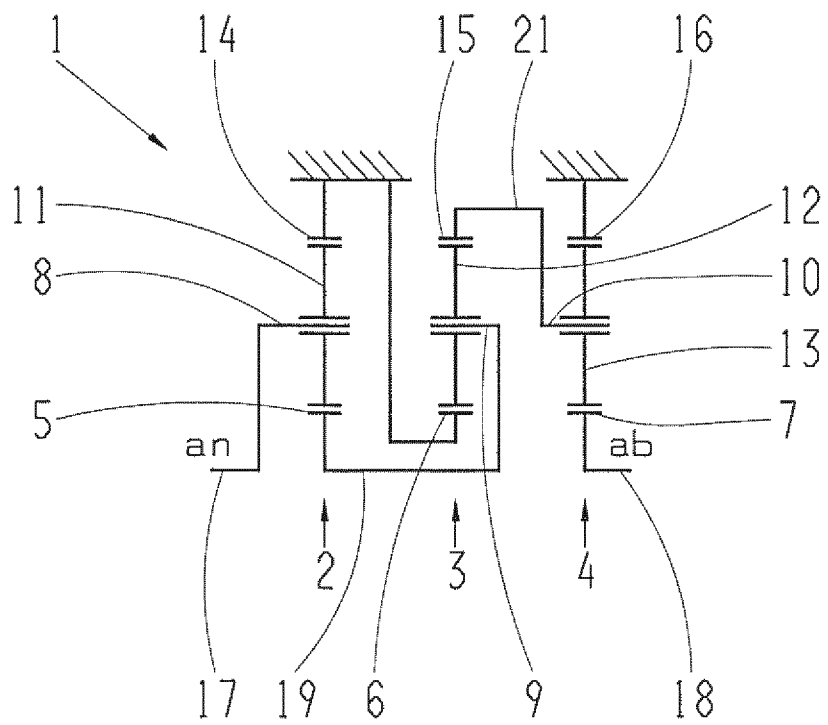


Fig. 6

4/5

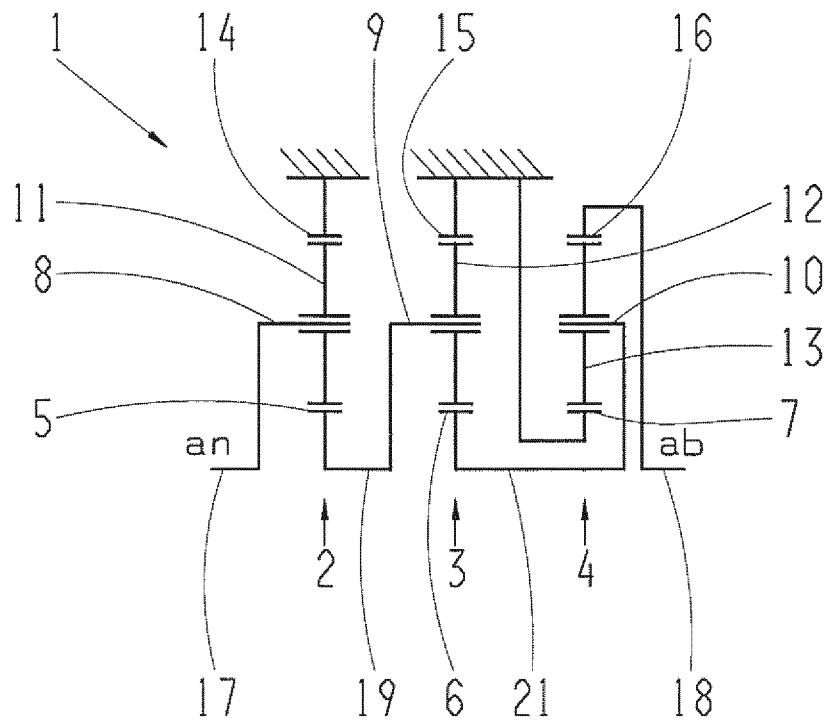


Fig. 7

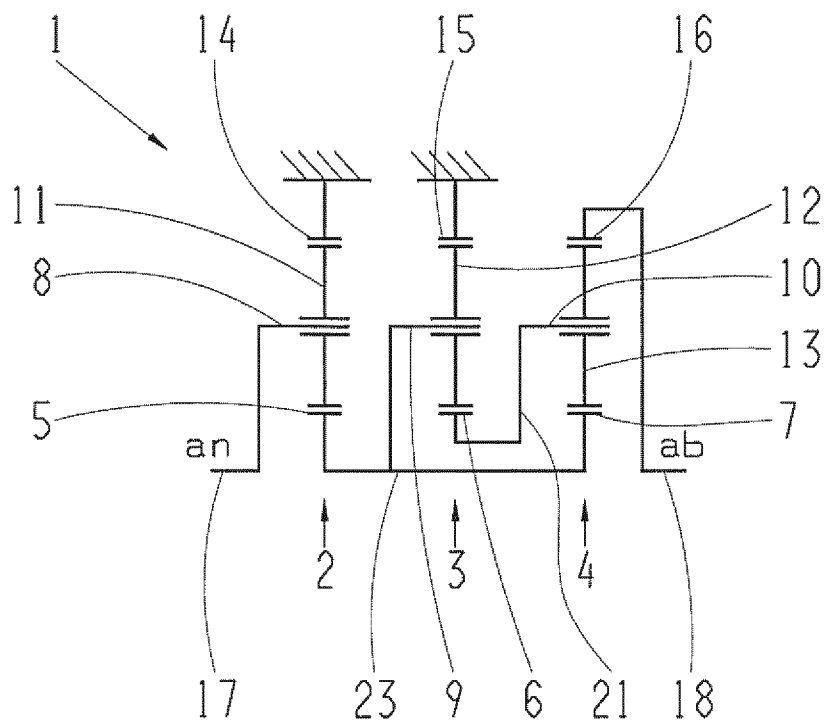


Fig. 8

5/5

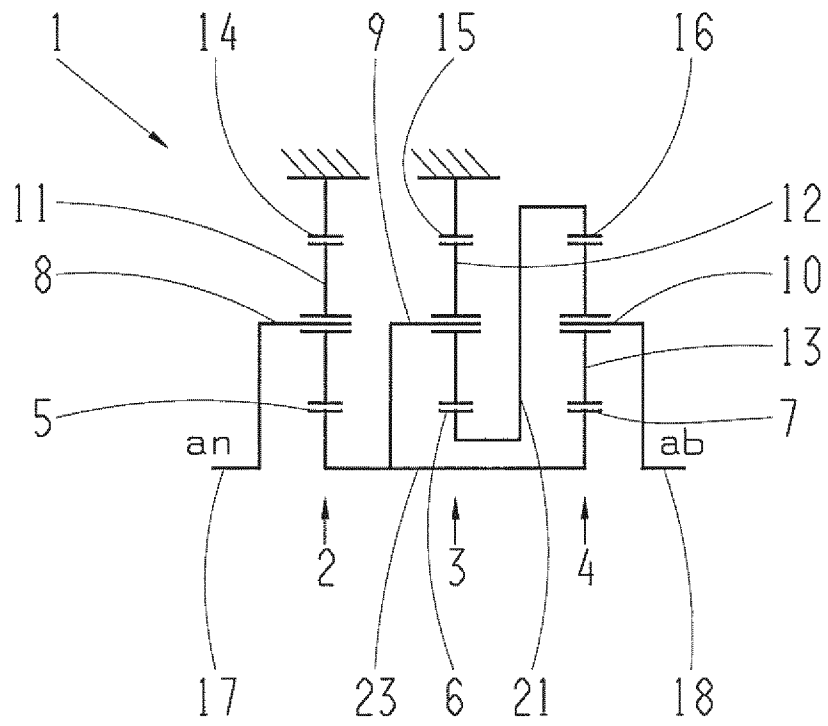


Fig. 9

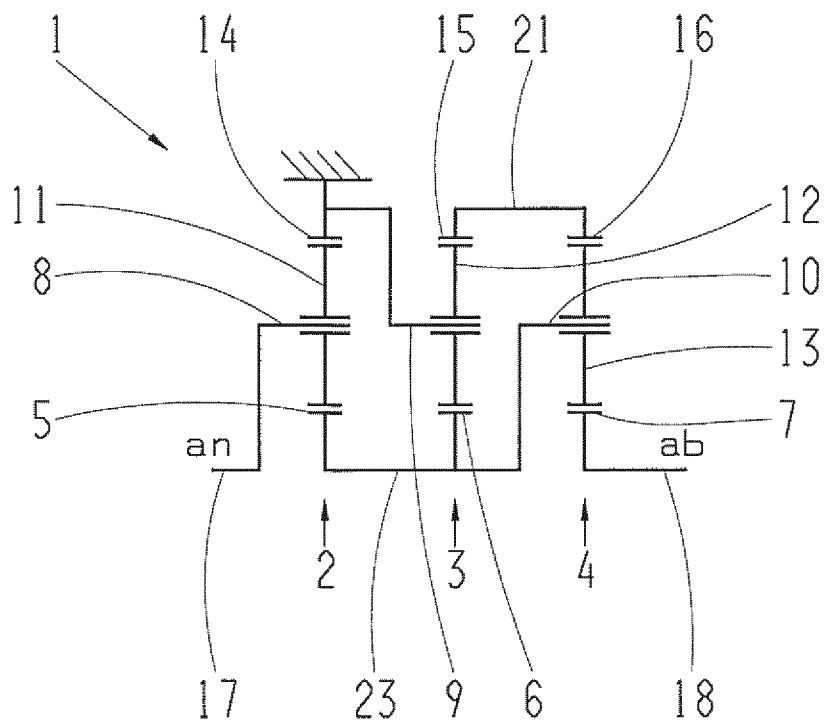


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/071229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16H1/46 F03D11/02
ADD.

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 F03D

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 practicable, 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	KR 2012 0035738 A (PUSAN NAT UNIV IND COOP FOUND [KR]) 16 April 2012 (2012-04-16) figures 3,7,9 -----	1-12
X	JP H04 10152 U (-) 28 January 1992 (1992-01-28) figure 2 -----	1-4,7-12
X	WO 01/13007 A1 (ALPHA GETRIEBEBAU GMBH [DE]; BAYER THOMAS [DE]) 22 February 2001 (2001-02-22) figure 1 -----	1-4,8-12
X	CN 102 425 645 A (XINSHENG YANG) 25 April 2012 (2012-04-25) figure 2 ----- -/-	1-4,8-12



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 application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 2014

Date of mailing of the international search report

30/01/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Goeman, Frits

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/071229

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ANONYMOUS: "Verzahnungsberechnungen für Windkraftgetriebe Gleichberechtigter Dialog zwischen den Parteien", INTERNET CITATION, 13 March 2012 (2012-03-13), pages 1-12, XP007920401, Retrieved from the Internet: URL: http://www.kissoft.ch/deutsch/downloads/artikel/artikel_kisssys_dem_wind_die_zaehne_gezeigt.pdf [retrieved on 2012-03-13] figures 1-1 -----	1-3,8-12
X	SU 1 442 755 A1 (LITVINSKIY IGOR [SU]) 7 December 1988 (1988-12-07) figure 2 -----	1-3,8-12
X	CN 201 461 259 U (NANJING HIGH SPEED GEAR MFG CO LTD) 12 May 2010 (2010-05-12) figures -----	1-3,8-12
X	CN 201 071 904 Y (CHONGQING GEARBOX CO LTD [CN]) 11 June 2008 (2008-06-11) figure 2 -----	1-3,7-12
X	YEAPLE F: "PLANETARY GEARS TAKE ON NEW JOBS", PRODUCT ENGINEERING, MCGRAW-HILL PUBLICATION, NEW YORK, NY, US, vol. 50, no. 5, 1 May 1979 (1979-05-01), pages 37-41, XP002042675, ISSN: 0032-9754 figure 9 -----	1-4,6-12
X	US 2011/175363 A1 (PISCHEL KLAUS [DE]) 21 July 2011 (2011-07-21) figure 7 -----	1-4,7-12
X	WO 2010/030724 A1 (TIMKEN CO [US]; FOX GERALD P [US]) 18 March 2010 (2010-03-18) figure 2 -----	1-5,8-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/071229

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR 20120035738 A	16-04-2012	NONE	
JP H0410152 U	28-01-1992	NONE	
WO 0113007 A1	22-02-2001	EP 1153229 A1 JP 2003507668 A WO 0113007 A1	14-11-2001 25-02-2003 22-02-2001
CN 102425645 A	25-04-2012	NONE	
SU 1442755 A1	07-12-1988	NONE	
CN 201461259 U	12-05-2010	NONE	
CN 201071904 Y	11-06-2008	NONE	
US 2011175363 A1	21-07-2011	CN 102235324 A EP 2383489 A1 US 2011175363 A1	09-11-2011 02-11-2011 21-07-2011
WO 2010030724 A1	18-03-2010	CN 102177340 A DK 2331813 T3 EP 2331813 A1 ES 2388408 T3 US 2011165983 A1 WO 2010030724 A1	07-09-2011 03-09-2012 15-06-2011 15-10-2012 07-07-2011 18-03-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16H1/46 F03D11/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16H F03D

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	KR 2012 0035738 A (PUSAN NAT UNIV IND COOP FOUND [KR]) 16. April 2012 (2012-04-16) Abbildungen 3,7,9 -----	1-12
X	JP H04 10152 U (-) 28. Januar 1992 (1992-01-28) Abbildung 2 -----	1-4,7-12
X	WO 01/13007 A1 (ALPHA GETRIEBEBAU GMBH [DE]; BAYER THOMAS [DE]) 22. Februar 2001 (2001-02-22) Abbildung 1 -----	1-4,8-12
X	CN 102 425 645 A (XINSHENG YANG) 25. April 2012 (2012-04-25) Abbildung 2 ----- -/-	1-4,8-12

☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

22. Januar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/01/2014

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Goeman, Frits

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ANONYMOUS: "Verzahnungsberechnungen für Windkraftgetriebe Gleichberechtigter Dialog zwischen den Parteien", INTERNET CITATION, 13. März 2012 (2012-03-13), Seiten 1-12, XP007920401, Gefunden im Internet: URL:http://www.kisssoft.ch/deutsch/downloads/artikel/artikel_kissys_dem_wind_die_zaehne_gezeigt.pdf [gefunden am 2012-03-13] Abbildungen 1-1 -----	1-3,8-12
X	SU 1 442 755 A1 (LITVINSKIJ IGOR [SU]) 7. Dezember 1988 (1988-12-07) Abbildung 2 -----	1-3,8-12
X	CN 201 461 259 U (NANJING HIGH SPEED GEAR MFG CO LTD) 12. Mai 2010 (2010-05-12) Abbildungen -----	1-3,8-12
X	CN 201 071 904 Y (CHONGQING GEARBOX CO LTD [CN]) 11. Juni 2008 (2008-06-11) Abbildung 2 -----	1-3,7-12
X	YEAPLE F: "PLANETARY GEARS TAKE ON NEW JOBS", PRODUCT ENGINEERING, MCGRAW-HILL PUBLICATION, NEW YORK, NY, US, Bd. 50, Nr. 5, 1. Mai 1979 (1979-05-01), Seiten 37-41, XP002042675, ISSN: 0032-9754 Abbildung 9 -----	1-4,6-12
X	US 2011/175363 A1 (PISCHEL KLAUS [DE]) 21. Juli 2011 (2011-07-21) Abbildung 7 -----	1-4,7-12
X	WO 2010/030724 A1 (TIMKEN CO [US]; FOX GERALD P [US]) 18. März 2010 (2010-03-18) Abbildung 2 -----	1-5,8-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/071229

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
KR 20120035738 A	16-04-2012	KEINE	
JP H0410152 U	28-01-1992	KEINE	
WO 0113007 A1	22-02-2001	EP 1153229 A1 JP 2003507668 A WO 0113007 A1	14-11-2001 25-02-2003 22-02-2001
CN 102425645 A	25-04-2012	KEINE	
SU 1442755 A1	07-12-1988	KEINE	
CN 201461259 U	12-05-2010	KEINE	
CN 201071904 Y	11-06-2008	KEINE	
US 2011175363 A1	21-07-2011	CN 102235324 A EP 2383489 A1 US 2011175363 A1	09-11-2011 02-11-2011 21-07-2011
WO 2010030724 A1	18-03-2010	CN 102177340 A DK 2331813 T3 EP 2331813 A1 ES 2388408 T3 US 2011165983 A1 WO 2010030724 A1	07-09-2011 03-09-2012 15-06-2011 15-10-2012 07-07-2011 18-03-2010