(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
12. November 2015 (12.11.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/169304 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16D 48/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200252

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. April 2015 (09.04.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 208 787.2 9. Mai 2014 (09.05.2014) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **DASSE-TIYO, Yves, Bertin**; Lebrechtstr. 15, 76199 Karlsruhe (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, DE, 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, 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, ST, 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).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(54) Title: CLUTCH CONTROL WHICH TAKES HYSTERESIS INTO CONSIDERATION

(54) Bezeichnung : KUPPLUNGSSTEUERUNG MIT HYSTERESEBERÜCKSICHTIGUNG

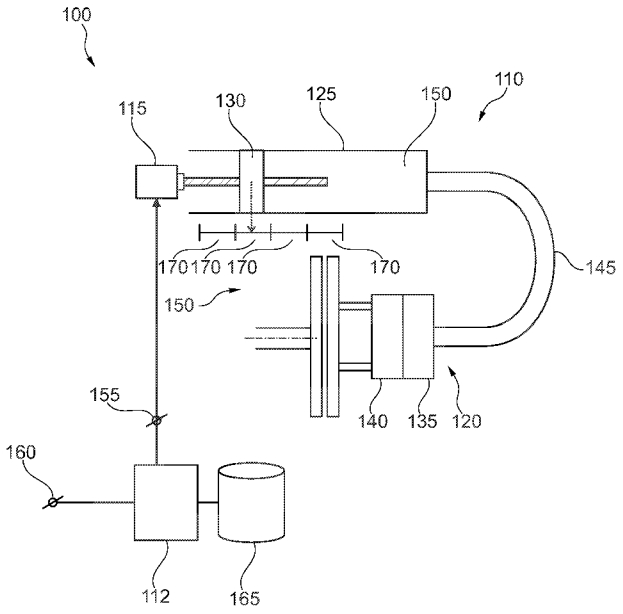


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a friction clutch (105) which can be actuated by means of a slave piston (140) that is connected to a master piston (130) by means of a hydrostatic path (120). A method for controlling a torque which can be transmitted via the friction clutch (105) has the step of controlling the position of the master piston on the basis of a transmission function between positions of the master piston and the slave piston. The position of the master piston is additionally controlled on the basis of a hysteresis influence which is determined on the basis of a position of the master piston and a previous movement direction of one of the pistons. The hysteresis influence is determined on the basis of multiple support points, each of which is valid for a specified range of positions of the master piston.

(57) Zusammenfassung: Eine Reibungskupplung (105) kann mittels eines Nehmerkolbens (140), betätigt werden kann, der mittels einer hydrostatischen Strecke (120) mit einem Geberkolben (130) gekoppelt ist. Ein Verfahren zur Steuerung eines Drehmoments, das über die Reibungskupplung (105) übertragbar ist, umfasst Schritte des Steuerns der Position des Geberkolbens auf der Basis einer Übertragungsfunktion zwischen Positionen des Geberkolbens und des Nehmerkolbens, wobei die Position des Geberkolbens zusätzlich auf der Basis eines Hystereseeinflusses gesteuert

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/169304 A1

wird, der auf der Basis einer Position des Geberkolbens und einer zurückliegenden Bewegungsrichtung eines der Kolben bestimmt wird. Dabei wird der Hystereseeinfluss auf der Basis mehrerer Stützstellen bestimmt, die jeweils für einen vorbestimmten Bereich von Positionen des Geberkolbens gültig sind.

Kupplungssteuerung mit Hystereseberücksichtigung

Die vorliegende Erfindung betrifft Kupplungssteuerung. Insbesondere betrifft die Erfindung die Steuerung einer hydraulischen Betätigung einer Kupplung, wobei ein Hystereseverhalten der Betätigung berücksichtigt wird.

Ein Antriebsstrang in einem Kraftfahrzeug umfasst eine Reibungskupplung, mittels derer die Übertragung von Drehmoment im Antriebsstrang unterbrochen werden kann. Dabei kann die Reibungskupplung hydraulisch betätigt werden. In einer ersten Ausführungsform führt eine zunehmende Betätigung zu einem Schließen der Reibungskupplung, in einer zweiten Ausführungsform zu einem Öffnen der Reibungskupplung. Ein elastisches Element stellt jeweils eine der Betätigung entgegengesetzte Kraft bereit. Die hydraulische Betätigung umfasst einen Geberzylinder mit einem Geberkolben und einen Nehmerzylinder mit einem Nehmerkolben, wobei die beiden Zylinder hydraulisch miteinander gekoppelt sind. Wird die Position des Geberkolbens verändert, so wirkt sich dies auf den Nehmerkolben aus und ein über die Reibungskupplung übertragbares Drehmoment wird entsprechend verändert.

Im Allgemeinen folgt die Betätigung der Reibungskupplung der Position des Geberkolbens auf der Basis einer Übertragungsfunktion. Elastische Effekte und Reibung im Bereich der hydrostatischen Strecke können jedoch zu einem Hystereseeinfluss führen, sodass die Betätigung der Reibungskupplung nicht allein durch die Position des Geberkolbens, sondern zusätzlich auch durch eine vorangehende Betätigungsrichtung des Geberkolbens bestimmt ist. Der Hystereseeinfluss kann von der absoluten Position des Geberkolbens abhängig sein. Außerdem kann der Hystereseeinfluss von der verwendeten Reibungskupplung abhängig sein.

DE 10 2011 011 152 A1 betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer solchen Reibungskupplung.

DE 10 2013 201 261 A1 zeigt eine zeitgesteuerte Kompensation des Hystereseeinflusses.

DE 10 2011 011 152 A1 betrifft eine weitere Kompensation des beschriebenen Hystereseeinflusses.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Technik zur Steuerung eines mittels einer Reibungskupplung übertragbaren Drehmoments durch verbesserte Berücksichti-

gung eines Hystereseeinflusses bereitzustellen. Die Erfindung löst diese Aufgabe mittels eines Verfahrens, eines Computerprogrammprodukts und einer Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Unteransprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

Eine Reibungskupplung kann mittels eines Nehmerkolbens betätigt werden, der mittels einer hydrostatischen Strecke mit einem Geberkolben gekoppelt ist. Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Steuerung eines Drehmoments, das über die Reibungskupplung übertragbar ist, umfasst Schritte des Steuerns der Position des Geberkolbens auf der Basis einer Übertragungsfunktion zwischen Positionen des Geberkolbens und des Nehmerkolbens, wobei die Position des Geberkolbens zusätzlich auf der Basis eines Hystereseeinflusses gesteuert wird, der auf der Basis einer Position des Geberkolbens und einer zurückliegenden Bewegungsrichtung eines der Kolben bestimmt wird. Dabei wird der Hystereseeinfluss auf der Basis mehrerer Stützstellen bestimmt, die jeweils für einen vorbestimmten Bereich von Positionen des Geberkolbens gültig sind.

Durch das Vorsehen mehrerer Hystereseeinflüsse, die unterschiedlichen Positionen des Geberkolbens zugeordnet sind, kann eine Abhängigkeit des Hystereseeinflusses von der Position des Geberkolbens leicht modelliert werden. Ein Verlauf des Hystereseeinflusses über die möglichen Positionen des Geberkolbens kann so leicht modelliert werden. Der Hystereseeinfluss kann so verbessert kompensiert werden. Das über die Reibungskupplung übertragbare Drehmoment kann so genauer gesteuert werden. Dadurch kann ein Fahrkomfort erhöht werden. Insbesondere kann das Verfahren an einer Doppelkupplung, die einem Doppelkupplungsgetriebe vorgeschaltet sein kann, vorteilhaft eingesetzt werden. In diesem Fall können eine oder beide Kupplungen der Doppelkupplung mittels des beschriebenen Verfahrens gesteuert werden, um einen schnelleren, sanfteren oder exakteren Übergang zwischen eingelegten Gangstufen des Doppelkupplungsgetriebes zu ermöglichen.

Bevorzugterweise grenzen die Bereiche überlappungsfrei aneinander an. So kann jeder Position des Geberkolbens leicht ein eindeutiger Hystereseeinfluss zugeordnet werden. Der Hystereseeinfluss kann zu jeder Position rasch und unaufwendig bestimmt werden.

In einer weiteren Ausführungsform wird der Hystereseeinfluss an einer Position des Geberkolbens auf der Basis von Stützstellen des Bereichs, der der Position zugeordnet ist, und der Stützstelle wenigstens eines benachbarten Bereichs interpoliert. Durch das Interpolieren kann ein typischer Verlauf des Hystereseeinflusses über die möglichen Positionen des

Geberkolbens gut modelliert werden. Dabei kann eine Anzahl der vorbestimmten Bereiche relativ gering sein. Ein Speicheraufwand für die den Bereichen jeweils zugeordneten Hystereseeinflüsse kann so verringert sein.

In einer weiteren Ausführungsform sind die Stützstellen nicht äquidistant. Anders ausgedrückt umfassen bei dieser Ausführungsform die Bereiche unterschiedlich große Positionsunterschiede. So kann beispielsweise ein schmaler Bereich gewählt werden, wo sich der Hystereseeinfluss in Abhängigkeit von der Position des Geberkolbens stark ändert. Ein breiter Bereich kann gewählt werden, wo die Änderung auf der Basis der Position gering ist. Dadurch kann eine genaue Modellierung des Verlaufs des Hystereseeinflusses über die Position des Geberkolbens erzielt werden, ohne viele unterschiedliche Hystereseeinflüsse abspeichern zu müssen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die Abstände zwischen benachbarten Stützstellen abhängig von ihren zugeordneten Hystereseeinflüssen. In einer Ausführungsform sind die Abstände zwischen den Stützstellen bzw. die Grenzen der Bereiche so gewählt, dass Unterschiede zwischen Hystereseeinflüssen benachbarter Bereiche im Wesentlichen gleich sind.

In einer weiteren Ausführungsform kann der bezüglich der Stützstellen abgespeicherte Hystereseeinfluss im laufenden Betrieb der Reibungskupplung auch angepasst werden. Dazu wird an einer Position des Geberkolbens ein tatsächlich über die Reibungskupplung übertragenes Drehmoment bestimmt, das auf der Basis der Position des Geberkolbens und des Hystereseeinflusses bestimmte Drehmoment mit dem bestimmten tatsächlichen Drehmoment verglichen und der Hystereseeinfluss an der Position des Geberkolbens auf der Basis des Vergleichs angepasst.

Dadurch können dynamische Effekte, die beispielsweise auf der Basis einer Erwärmung oder Alterung von Komponenten der Reibungskupplung oder der hydrostatischen Strecke auftreten können, berücksichtigt werden.

Ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt umfasst Programmcodemittel zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens, wenn das Computerprogrammprodukt auf einer Verarbeitungseinrichtung abläuft oder auf einem computerlesbaren Medium gespeichert ist.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung eines Drehmoments, das über eine Reibungskupplung übertragbar ist, wobei die Reibungskupplung mittels eines Nehmerkolbens betätigt werden kann, der mittels einer hydrostatischen Strecke mit einem Geberkolben gekoppelt ist, umfasst eine Schnittstelle zu einem Aktuator zur Steuerung der Position des Geberkolbens auf der Basis einer Übertragungsfunktion zwischen Positionen des Geberkolbens und des Nehmerkolbens, eine Steuereinrichtung zur Bereitstellung von Signalen an der Schnittstelle, wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, einen Hystereseeinfluss auf der Basis einer Position des Geberkolbens und einer zurückliegenden Bewegungsrichtung eines der Kolben zu bestimmen und den Aktuator in Abhängigkeit des Hystereseeinflusses anzusteuern. Dabei ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, den Hystereseeinfluss auf der Basis mehrerer Stützstellen zu bestimmen, die jeweils für einen vorbestimmten Bereich von Positionen des Geberkolbens gültig sind.

Die Vorrichtung kann vorteilhaft zur Steuerung einer Kupplung in einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs verwendet werden. Insbesondere können mittels der Vorrichtung eine oder beide Kupplungen einer Doppelkupplung eines Doppelkupplungsgetriebes gesteuert werden.

Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die beigefügten Figuren genauer beschrieben, in denen:

Figur 1 ein Kupplungssystem für ein Kraftfahrzeug;

Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Steuern der Reibungskupplung aus Figur 1;

Figur 3 eine Kennlinie am Kupplungssystem von Figur 1 und

Figur 4 einen Verlauf von Hystereseeinflüssen über Positionen des Geberkolbens am Kupplungssystem von Figur 1

darstellt.

Figur 1 zeigt ein Kupplungssystem 100, insbesondere zur Verwendung in einem Antriebsstrang, beispielsweise in einem Kraftfahrzeug. Das Kupplungssystem 100 umfasst eine Reibungskupplung 105, eine Betätigungseinrichtung 110, die in der vorliegenden Ausführungsform elektrohydraulisch ausgeführt ist, und eine Steuervorrichtung 112. Für die folgenden Be-

trachtungen ist es unerheblich, ob ein Drehmoment, das über die Reibungskupplung 105 übertragen werden kann, ansteigt, wenn die Betätigung mittels der Betätigungseinrichtung 110 erhöht oder verringert wird. Die Reibungskupplung 105 kann insbesondere Drehmoment zwischen einem Antriebsmotor und einem Getriebe übertragen. In einer Ausführungsform ist die Reibungskupplung 105 Teil einer Doppelkupplung eines Doppelkupplungsgetriebes.

Die Betätigungseinrichtung 110 ist in der dargestellten Ausführungsform elektrisch steuerbar. Erfolgt die Betätigung mittels eines elektrisch abgetasteten Kupplungspedals, spricht man auch von einem „clutch by wire"-System. Die Betätigungseinrichtung 110 umfasst einen elektrischen Aktuator 115 und eine hydrostatische Strecke 120. Die hydrostatische Strecke 120 umfasst einen Geberzylinder 125 mit einem Geberkolben 130, einen Nehmerzylinder 135 mit einem Nehmerkolben 140 und eine zwischen den Zylindern 125 und 135 vorgesehene Verbindungsleitung 145. Eine Position des Geberkolbens 130 wird mittels eines Fluids 150 vom Geberzylinder 125 durch die Verbindungsleitung 145 und dem Nehmerzylinder 135 an den Nehmerkolben 140 übertragen. Der Nehmerkolben 140 ist dazu eingerichtet, die Reibungskupplung 105 zu betätigen. So kann die Betätigung der Reibungskupplung 105, und damit das über die Reibungskupplung 105 übertragbare Drehmoment, durch ein Ansteuern des Aktuators 115 gesteuert werden, der den Geberkolben 130 in eine vorbestimmte Position bringt.

Der Aktuator 115 kann über eine erste Schnittstelle 155 durch die Steuervorrichtung 112 angesteuert werden. Die Ansteuerung des Aktuators 115 bzw. das Verfahren des Geberkolbens 130 in eine vorbestimmte Position kann in Abhängigkeit einer Anforderung erfolgen, die die Steuervorrichtung 112 über eine zweite Schnittstelle 160 entgegennehmen kann. Die Anforderung kann insbesondere ein Drehmoment betreffen, das über die Reibungskupplung 105 übertragbar sein soll.

An einem realen Kupplungssystem 100 stellt sich, bedingt durch Elastizitäten, Reibungsverluste und Fertigungsungenauigkeiten, ein Hystereseeinfluss zwischen der Position des Geberkolbens 130 und der Betätigung der Reibungskupplung 105 ein. Die Hysterese liegt im Wesentlichen genauso bezüglich einer Position des Nehmerkolbens 140 oder eines hydraulischen Drucks des Fluids 150 vor. Der Hystereseeinfluss bewirkt, dass beim Verfahren des Geberkolbens 130 in einer ersten Richtung bis zu einer vorbestimmten Position ein erster Betätigungsgrad erreicht wird und beim Verfahren des Geberkolbens 130 in entgegengesetzter Richtung bis zur gleichen Position ein zweiter Betätigungsgrad, der sich vom ersten Betätigungsgrad unterscheidet. Um die Reibungskupplung 105 präzise betätigen zu können, ist es

erforderlich, den Hystereseeinfluss geeignet zu kompensieren. Dazu wird vorgeschlagen, das Spektrum möglicher Positionen des Geberkolbens 130 in Bereiche aufzuteilen, denen jeweils ein Hystereseeinfluss zugeordnet ist. So ergeben sich mehrere Stützstellen, die insbesondere in einem Speicher 165 vorgehalten werden können. Auf der Basis der an den Stützstellen bzw. für die Bereiche abgespeicherten Hystereseeinflüsse kann zu einer vorgegebenen Position des Geberkolbens 130 der Hystereseeinfluss der Betätigungseinrichtung 110 durch die Steuervorrichtung 112 kompensiert werden.

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 200 zum Steuern der Reibungskupplung 105 aus Figur 1.

In einem Schritt 205 kann, insbesondere über die zweite Schnittstelle 160, eine Anforderung für ein über die Reibungskupplung 105 zu übertragendes Drehmoment empfangen werden. Auf der Basis dieses Werts kann in einem Schritt 210 eine dafür erforderliche Betätigung der Reibungskupplung 105 bestimmt werden. In einem Schritt 215 wird eine gewünschte Position des Geberkolbens 130 bestimmt. Die Position kann insbesondere auf der Basis einer Übertragungsfunktion bestimmt werden, die Positionen des Geberkolbens 130 und des Nehmerkolbens 140 einander zuordnet.

In einem Schritt 220 wird ein Bereich 170 bestimmt, in dem die zuvor bestimmte Position des Geberkolbens 130 fällt. In einem Schritt 225 wird ein Hystereseeinfluss bestimmt, der dem zuvor bestimmten Bereich zugeordnet ist. Der Hystereseeinfluss kann insbesondere im Speicher 165 abgelegt sein. In einer Ausführungsform erfolgt die Bestimmung des Hystereseeinflusses unmittelbar auf der Basis des zugeordneten Bereichs der Position des Geberkolbens 130. In diesem Fall ist es vorteilhaft, für eine gute Auflösung relativ viele Bereiche 170 vorzusehen.

In einer weiteren Ausführungsform, die auch mit wenigen Bereichen 170 zu guten Ergebnissen führen kann, wird der Hystereseeinfluss an der Position des Geberkolbens 130 interpoliert. Dazu werden die Hystereseeinflüsse des zugeordneten Bereichs 170 sowie mindestens eines benachbarten Bereichs 170 als Stützstellen einer Interpolation verwendet. Die Interpolation kann beispielsweise linear, quadratisch, kubisch, allgemein polynomial oder exponential sein.

In beiden Varianten wird in einem Schritt 235 die zuvor bestimmte Position des Geberkolbens 130 auf der Basis des Hystereseeinflusses angepasst. Anschließend kann in einem Schritt

240 der Aktuator 115 angesteuert werden, um den Geberkolben 130 in die zuvor bestimmte Position zu bringen.

Das Verfahren 200 kann dahingehend erweitert sein, dass abgespeicherte Hystereseeinflüsse im laufenden Betrieb des Kupplungssystems 100 fortlaufend angepasst werden können. Für eine Anpassung kann in einem Schritt 245 ein tatsächlich über die Reibungskupplung 105 übertragenes Drehmoment bestimmt werden. Dies kann beispielsweise auf der Basis eines Sensorwerts, einer Modellrechnung oder eines Verfahrens erfolgen, das insbesondere an der inaktiven Reibungskupplung 105 einer Doppelkupplung durchgeführt werden kann. Alternativ kann in diesem Schritt auch die Betätigung der Reibungskupplung 105 zu einem vorbestimmen Drehmoment bestimmt werden. In beiden Fällen kann in einem Schritt 250 ein Unterschied zwischen der auf der Basis der Schritte 245 und 250 bestimmbaren Position des Geberkolbens 130 und der mittels der Schritte 205 bis 240 bestimmbaren Position berechnet werden. Auf der Basis dieses Unterschieds kann in einem Schritt 255 ein Hystereseeinfluss, der einem Bereich 170 zugeordnet ist, in dem die Position des Geberkolbens 130 liegt bzw. liegen soll, angepasst werden.

Das Verfahren 200 kann zyklisch durchlaufen werden. Insbesondere können die Schritte 205 bis 240 unabhängig von den Schritten 245 bis 255 jeweils zyklisch durchlaufen werden.

Figur 3 zeigt ein Diagramm 300 mit einer Kennlinie 305 am Kupplungssystem 100 von Figur 1. In horizontaler Richtung ist eine Position des Geberkolbens 130 angetragen. In vertikaler Richtung ist ein hydraulischer Druck des Fluids 150 in der hydrostatischen Stecke 120 angetragen. Der hydraulische Druck entspricht qualitativ auch einer Position des Nehmerkolbens 140 oder einer Betätigung der Reibungskupplung 105.

Die Kennlinie 305 ist eine Hystereseschleife, die sich auf der Basis einer Übertragungsfunktion 302 und einem Hystereseeinfluss ergibt. Bei einem idealen Kupplungssystem 100 kann ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen einer Position des Geberkolbens 130 und den hydraulischen Druck bzw. der Position des Nehmerkolbens 140 vorliegen. Aufgrund von Elastizitäten, Toleranzen und Reibung ist der Zusammenhang jedoch von einer Richtung 310 abhängig, in der der Geberkolben 130 bewegt wird. In der vorliegenden Darstellung wird der vertikale Abstand zwischen einem oberen und einem unteren Abschnitt der Hystereseschleife 305 als Hystereseeinfluss 315 bezeichnet, wobei der Betrag des Hystereseeinflusses 315 an unterschiedlichen Positionen des Geberkolbens 130 unterschiedlich groß ist.

Es wird daher vorgeschlagen, über die möglichen Positionen des Geberkolbens 130 Bereiche 170 zu bilden, denen jeweils ein Hystereseeinfluss 315 zugeordnet ist. Die Hystereseeinflüsse 315 und ggf. die zugeordneten Bereichsgrenzen der Bereiche 170 können beispielsweise im Speicher 165 vorgehalten sein. Dabei ist bevorzugt, dass die Bereiche 170 überlappungsfrei aneinander angrenzen. Die Bereiche 170 müssen nicht gleich groß sein, sondern können insbesondere an solchen Stellen klein sein, wenn sich der Hystereseeinfluss 315 über die Position des Geberkolbens 130 stark ändert, und entsprechend groß sein, wenn sich der Hystereseeinfluss 315 über die Position des Geberkolbens 130 nur schwach ändert.

Figur 4 zeigt ein Diagramm 400 mit einem Verlauf 405 von Hystereseeinflüssen 315 entsprechend der Figur 3. In horizontaler Richtung ist eine Position des Geberkolbens 130 analog zur Darstellung von Figur 3 und in vertikaler Richtung der Betrag eines zugeordneten Hystereseeinflusses angetragen. Zu jedem Bereich 170 ist ein vorbestimmter Hystereseeinfluss 315, jeweils an einer Stützstelle 410, angetragen. Um den Hystereseeinfluss 315 mit verringerter Granularität aus den gespeicherten Hystereseeinflüssen 315 zu bestimmen, kann eine Interpolation bzw. Extrapolation über die Stützstellen der bekannten Hystereseeinflüsse 315 erfolgen. Das Resultat dieser Interpolation ist als Verlauf 405 dargestellt. Zur Bestimmung des Verlaufs 405 kann beispielsweise eine lineare, polynomiale oder auch eine andere Interpolation verwendet werden. In einer Ausführungsform werden für die Interpolation sämtliche vorhandenen Hystereseeinflüsse 315 verwendet. In einer anderen Ausführungsform erfolgt die Interpolation nur zwischen benachbarten Hystereseeinflüssen 315 oder über eine vorbestimmte Anzahl Hystereseeinflüsse 315 um einen Bereich 170 herum, in dem die Position des Geberkolbens 130 liegt.

Bezugszeichenliste

100	Kupplungssystem
105	Reibungskupplung
110	Betätigungseinrichtung
112	Steuervorrichtung
115	elektrischer Aktuator
120	hydrostatische Strecke
125	Geberzylinder
130	Geberkolben
135	Nehmerzylinder
140	Nehmerkolben
145	Verbindungsleitung
150	Fluid
155	erste Schnittstelle
160	zweite Schnittstelle
165	Speicher
170	Bereich
200	Verfahren
205	Anforderung zu übertragendes Drehmoment empfangen
210	Bestimmen Betätigung Reibungskupplung
215	Bestimmen Position Geberkolben
220	Bestimmen Bereich an Position
225	Bestimmen Hystereseeinfluss in best. Bereich
230	ggf. Hystereseeinflüsse über benachbarte Bereiche interpolieren
235	bestimmte Position des Geberkolbens anpassen
240	Aktuator ansteuern
245	Bestimmen tatsächlich übertragenes Drehmoment
250	Bestimmen Abweichung Hystereseeinfluss
255	Anpassen abgespeicherter Hystereseeinfluss
300	Diagramm
302	Übertragungsfunktion
305	Kennlinie
310	Richtung
315	Hystereseeinfluss

400	Diagramm
405	Verlauf
410	Stützstelle

Patentansprüche

1. Verfahren (200) zur Steuerung eines Drehmoments, das über eine Reibungskupplung (105) übertragbar ist, wobei die Reibungskupplung (105) mittels eines Nehmerkolbens (140) betätigt werden kann, der mittels einer hydrostatischen Strecke (310) mit einem Geberkolben (130) gekoppelt ist, und das Verfahren (200) folgende Schritte umfasst:
   - Steuern der Position des Geberkolbens (130) auf der Basis einer Übertragungsfunktion (302) zwischen Positionen des Geberkolbens (130) und des Nehmerkolbens (140),
   - wobei die Position des Geberkolbens (130) zusätzlich auf der Basis eines Hystereseeinflusses (115) gesteuert wird, der auf der Basis einer Position des Geberkolbens (130) und einer zurückliegenden Bewegungsrichtung (310) eines der Kolben (130, 140) bestimmt wird;

   dadurch gekennzeichnet, dass
   - der Hystereseeinfluss (115) auf der Basis mehrerer Stützstellen (410) bestimmt wird, die jeweils für einen vorbestimmten Bereich (170) von Positionen des Geberkolbens (130) gültig sind.

2. Verfahren (200) nach Anspruch 1, wobei die Bereiche (170) überlappungsfrei aneinander angrenzen.

3. Verfahren (200) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Hystereseeinfluss (115) an einer Position des Geberkolbens (130) auf der Basis von Stützstellen (410) des Bereichs (170), der der Position zugeordnet ist, und der Stützstelle (410) wenigstens eines benachbarten Bereichs (170) interpoliert wird.

4. Verfahren (200) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Stützstellen (410) nicht äquidistant sind.

5. Verfahren (200) nach Anspruch 4, wobei Abstände zwischen benachbarten Stützstellen (410) abhängig von ihren zugeordneten Hystereseeinflüssen sind.

6. Verfahren (200) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend:
   - Bestimmen eines an einer Position des Geberkolbens (130) tatsächlich über die Reibungskupplung (105) übertragenen Drehmoments;

- Vergleichen des auf der Basis der Position des Geberkolbens (130) und des Hystereseeinflusses (115) bestimmten Drehmoments mit dem bestimmten tatsächlichen Drehmoment und
- Anpassen des Hystereseeinflusses (115) an der Position des Geberkolbens (130) auf der Basis des Vergleichs.

7. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln zur Durchführung eines Verfahrens (200) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wenn das Computerprogrammprodukt auf einer Verarbeitungseinrichtung abläuft oder auf einem computerlesbaren Medium gespeichert ist.

8. Vorrichtung (100) zur Steuerung eines Drehmoments, das über eine Reibungskupplung (105) übertragbar ist, wobei die Reibungskupplung (105) mittels eines Nehmerkolbens (140) betätigt werden kann, der mittels einer hydrostatischen Strecke (120) mit einem Geberkolben (130) gekoppelt ist, und die Vorrichtung folgende Elemente umfasst:
   - eine Schnittstelle (155) zu einem Aktuator zur Steuerung der Position des Geberkolbens (130) auf der Basis einer Übertragungsfunktion (302) zwischen Positionen des Geberkolbens (130) und des Nehmerkolbens (140);
   - eine Steuereinrichtung (112) zur Bereitstellung von Signalen an der Schnittstelle,
   - wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, einen Hystereseeinfluss (115) auf der Basis einer Position des Geberkolbens (130) und einer zurückliegenden Bewegungsrichtung (310) eines der Kolben (130, 140) zu bestimmen und den Aktuator in Abhängigkeit des Hystereseeinflusses (115) anzusteuern;

   dadurch gekennzeichnet, dass
   - die Steuereinrichtung (112) dazu eingerichtet ist, den Hystereseeinfluss (115) auf der Basis mehrerer Stützstellen (410) zu bestimmen, die jeweils für einen vorbestimmten Bereich (170) von Positionen des Geberkolbens (130) gültig sind.

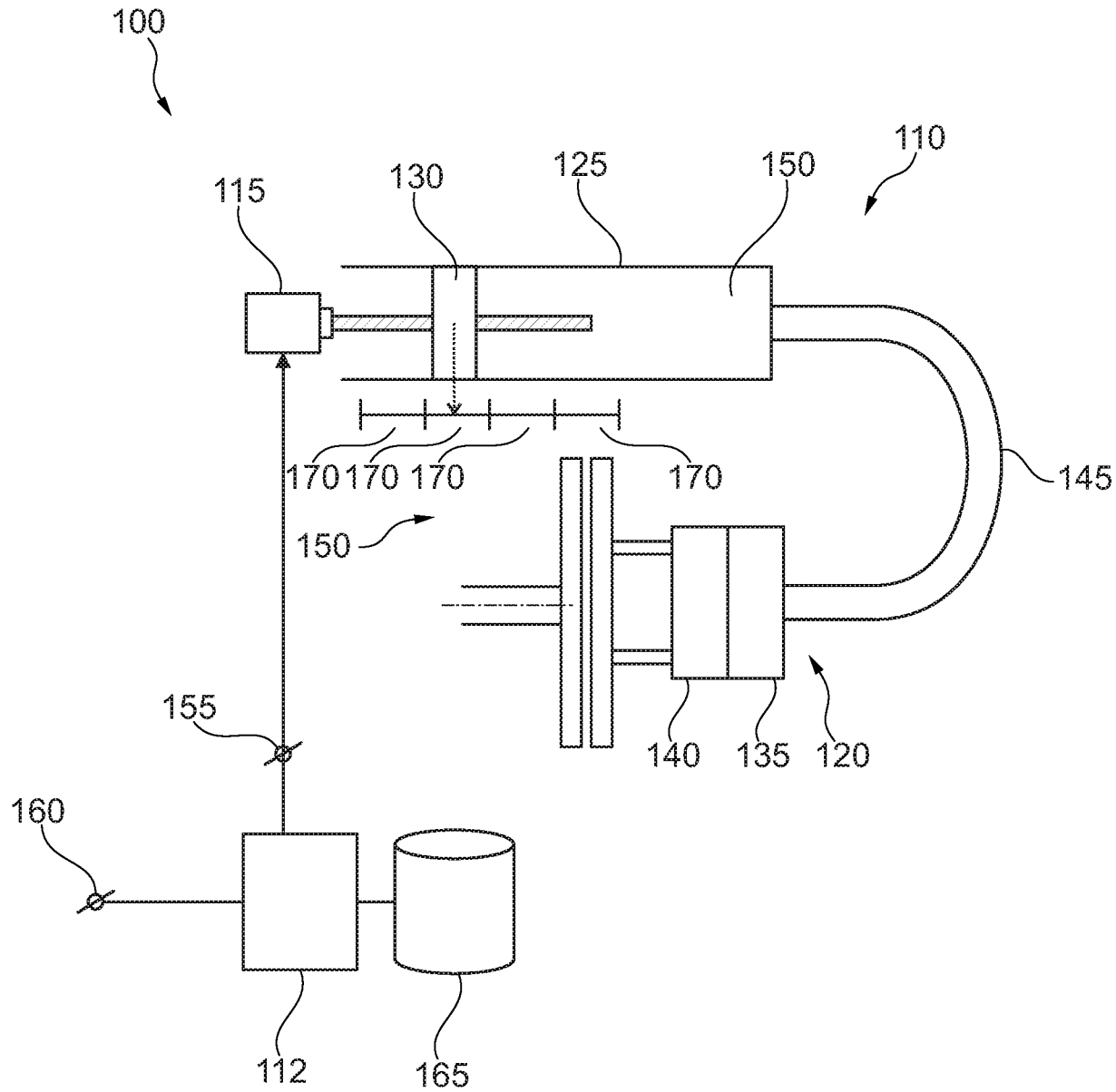

100
110
115
130
125
150
170
170
170
170
145
150
155
160
140
135
120
112
165

Fig. 1

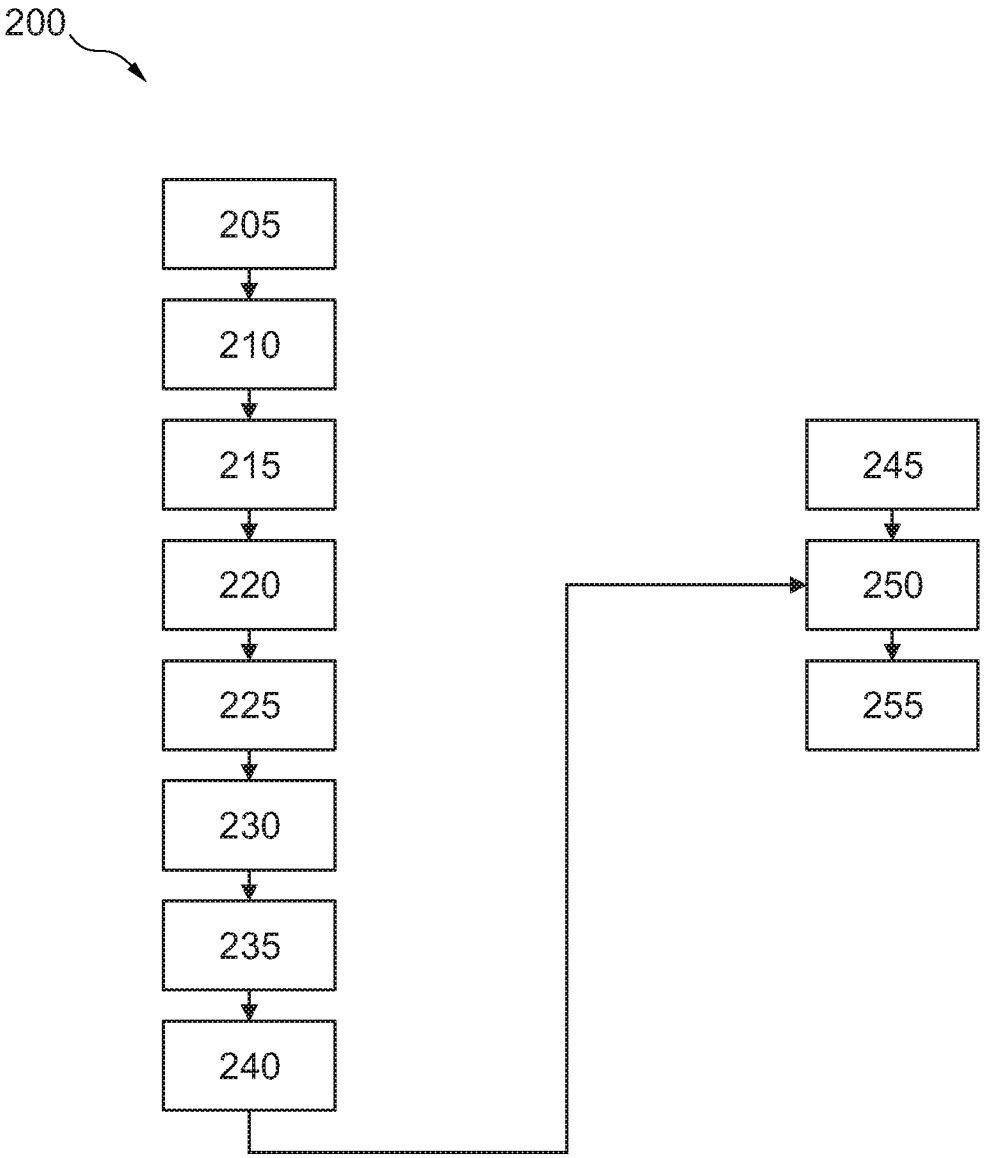


Fig. 2

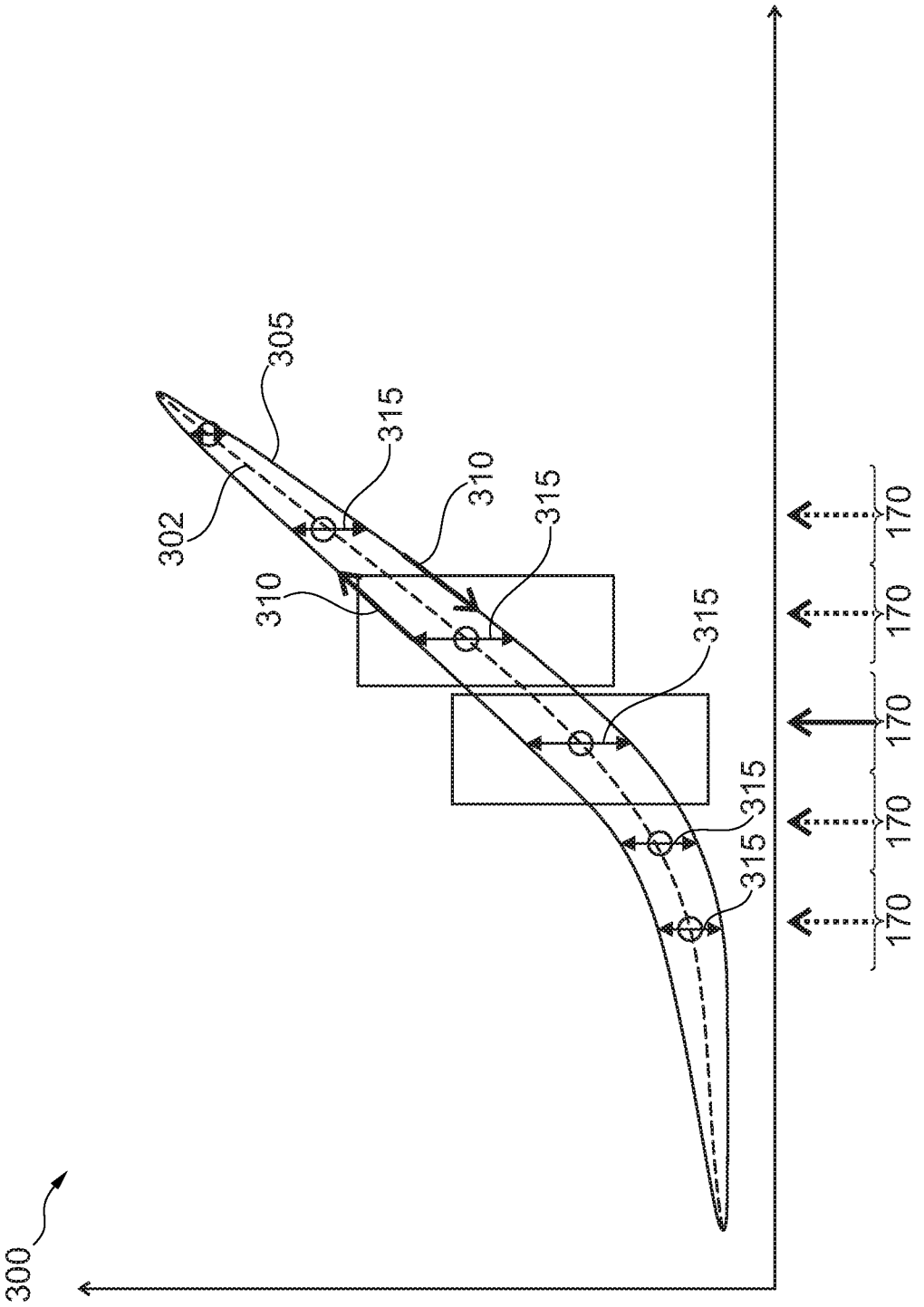


Fig. 3

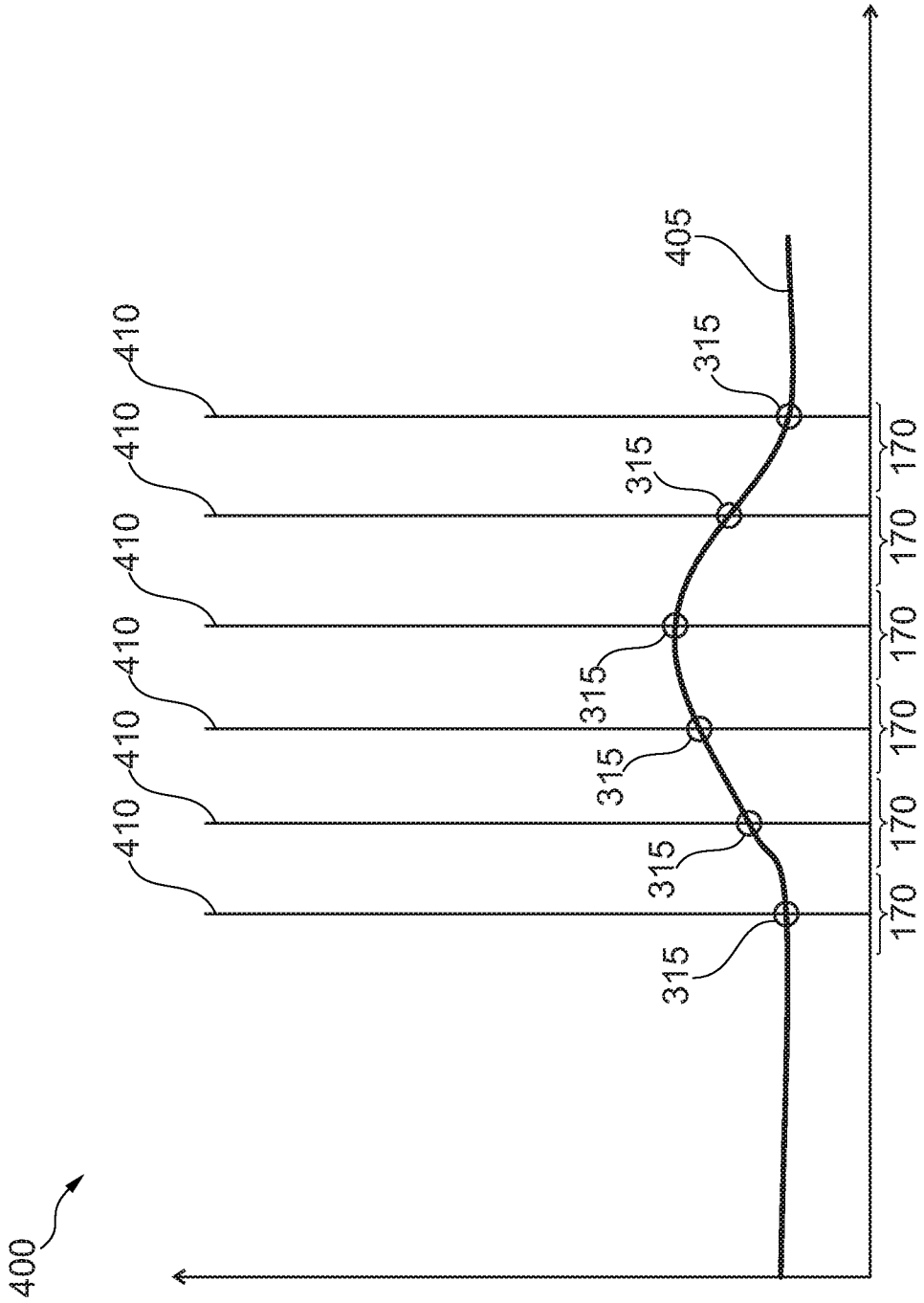

400
405
410
410
410
410
410
410
315
315
315
315
315
315
170
170
170
170
170
170

Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16D48/06
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)
F16D

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	DE 10 2012 204940 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 18 October 2012 (2012-10-18) paragraphs [0013] - [0019], [0026], [0033] - [0041]; claim 1; figures 1-5	1-5,7,8
A	DE 10 2006 011350 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 13 September 2007 (2007-09-13) paragraphs [0001], [0002], [0007], [0009] - [0012], [0029], [0030], [0039], [0043], [0047]; figures 1-4	1-8
A	DE 102 36 116 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 19 February 2004 (2004-02-19) paragraphs [0008], [0015], [0016]; figure 1	1-8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
13 October 2015	22/10/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schmid, Klaus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200252

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 418 083 A2 (LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE]) 12 May 2004 (2004-05-12) paragraphs [0003] - [0009], [0013], [0016], [0032], [0033], [0046] - [0070] -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2015/200252

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012204940 A1	18-10-2012	CN 103477107 A	25-12-2013
		DE 102012204940 A1	18-10-2012
		DE 112012001718 A5	16-01-2014
		JP 2014514514 A	19-06-2014
		WO 2012139546 A1	18-10-2012
DE 102006011350 A1	13-09-2007	NONE	
DE 10236116 A1	19-02-2004	DE 10236116 A1	19-02-2004
		WO 2004015291 A1	19-02-2004
EP 1418083 A2	12-05-2004	DE 10351906 A1	27-05-2004
		EP 1418083 A2	12-05-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200252

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16D48/06
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16D

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	DE 10 2012 204940 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 18. Oktober 2012 (2012-10-18) Absätze [0013] - [0019], [0026], [0033] - [0041]; Anspruch 1; Abbildungen 1-5	1-5,7,8
A	DE 10 2006 011350 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 13. September 2007 (2007-09-13) Absätze [0001], [0002], [0007], [0009] - [0012], [0029], [0030], [0039], [0043], [0047]; Abbildungen 1-4	1-8
A	DE 102 36 116 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 19. Februar 2004 (2004-02-19) Absätze [0008], [0015], [0016]; Abbildung 1	1-8

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. Oktober 2015	22/10/2015

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200252

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 418 083 A2 (LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE]) 12. Mai 2004 (2004-05-12) Absätze [0003] - [0009], [0013], [0016], [0032], [0033], [0046] - [0070] -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200252

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012204940 A1	18-10-2012	CN 103477107 A	25-12-2013
		DE 102012204940 A1	18-10-2012
		DE 112012001718 A5	16-01-2014
		JP 2014514514 A	19-06-2014
		WO 2012139546 A1	18-10-2012
DE 102006011350 A1	13-09-2007	KEINE	
DE 10236116 A1	19-02-2004	DE 10236116 A1	19-02-2004
		WO 2004015291 A1	19-02-2004
EP 1418083 A2	12-05-2004	DE 10351906 A1	27-05-2004
		EP 1418083 A2	12-05-2004