

(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
18. Oktober 2012 (18.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/139546 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2012/000322

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. März 2012 (28.03.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 017 286.6
15. April 2011 (15.04.2011) DE
10 2011 081 195.8
18. August 2011 (18.08.2011) DE
10 2011 088 430.0
13. Dezember 2011 (13.12.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO.
KG** [DE/DE]; Industriestrasse 1-3, 91074 Herzogenaurach
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **REIBOLD, Ekkerhard**
[DE/DE]; Geigerstrasse 5a, 77933 Lahr (DE). **HODRUS,
Erhard** [DE/DE]; Tullastrasse 28, 76131 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, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR ADAPTING PARAMETERS OF A CLUTCH

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ADAPTION VON PARAMETERN EINER KUPPLUNG

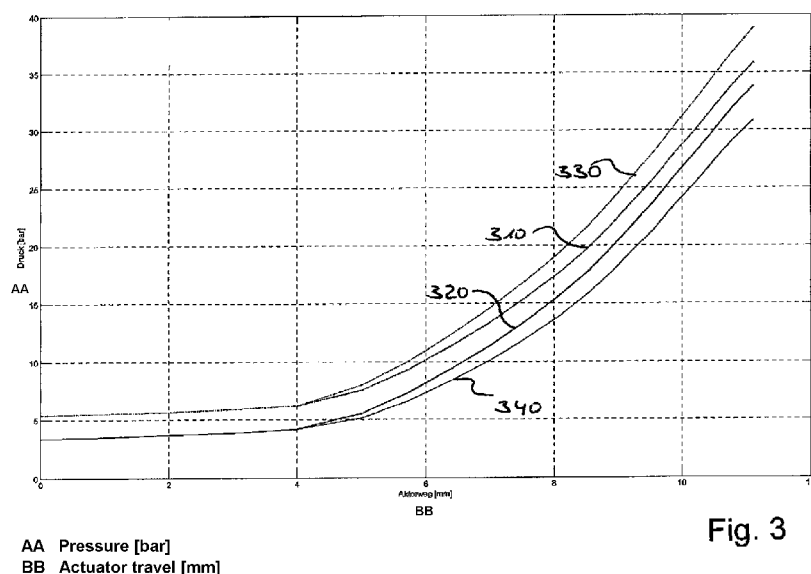


Fig. 3

(57) Abstract: A method for adapting parameters of a clutch of a double-clutch transmission system which has a hydrostatic clutch actuator with a pressure sensor in a motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Adaption von Parametern einer Kupplung eines Doppelkupplungsgetriebesystems, welches einen hydrostatischen Kupplungsaktor mit einem Drucksensor aufweist, in einem Kraftfahrzeug.

WO 2012/139546 A1

- 1 -

Verfahren zur Adaption von Parametern einer Kupplung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Erfindung dient der Ermittlung der Adaptivparameter eines hydrostatischen Kupplungssystems am Bandende.

Insbesondere wird durch die vorliegende Erfindung die Adaption von Parametern einer Kupplung eines Doppelkupplungsgetriebes mit einem hydrostatischen Kupplungssystem beschrieben. Hydrostatische Kupplungssysteme sind mit einer Kupplungsaktorik ausgeführt, die einen Drucksensor aufweist, dies ist beispielsweise in Figur 1, in der DE 10 2010 047 800 A1 sowie der DE 10 2010 047 801 A1 dargestellt. Bei der Kupplungsaktorik handelt es sich um einen so genannten hydrostatischen Kupplungsaktor HCA (Hydrostatic Clutch Actuator). Unter einem derartigen Hydrostataktor ist ein Aktor mit einer hydrostatischen Übertragungsstrecke, beispielsweise einer Druckleitung mit Hydraulikflüssigkeit, zu verstehen. Der Druck in der Druckleitung wird durch den Drucksensor erfasst. Soll durch den Hydrostataktor ein damit verbundenes Element bewegt werden, wird in der Übertragungsstrecke bzw. der Druckleitung Hydraulikflüssigkeit bewegt, beispielsweise verursacht durch einen Kolben in einem Geberzylinder, der einen Kolben in einem Nehmerzylinder, gekoppelt durch die Hydraulikflüssigkeit, bewegt. Soll das Element seine Position halten, so ruht die Hydraulikflüssigkeit in der Übertragungsstrecke, sodass ein hydrostatischer Zustand der Hydraulikflüssigkeit, der diesem Aktor seinen Namen gibt, vorliegt.

Üblicherweise ist die Inbetriebnahme von Doppelkupplungsgetrieben – wie sie beispielsweise in der DE 10 2010 012 756 A1 dargestellt ist – aufwendig und erfolgt mit Hilfe von Momentensignalen. Voraussetzung für die vollständige Inbetriebnahme ist im Allgemeinen ein Getriebeprüfstand oder Rollenprüfstand, wodurch hohe Kosten entstehen. Daneben besteht eine Abhängigkeit von der Genauigkeit externer Momentensignale.

- 2 -

Das von einer Kupplung übertragbare Drehmoment hängt insbesondere von der Weg-Klemmkraft-Kennlinie ab. Wie eine derartige Weg-Klemmkraft-Kennlinie mit Hilfe eines Drucksensorsignals bei der Inbetriebnahme gelernt werden kann, ist beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2011 081 195 beschrieben.

Die Modellierung der Weg-Klemmkraft-Kennlinie basiert auf einer einfachen nominalen Weg-Kraft-Kennlinie, die über die folgenden Parameter charakterisiert wird:

- **Tastpunkt:** Kupplungsposition, bei der ein vorgegebenes kleines Moment (z.B. 5Nm) oder dessen Kräfteäquivalent übertragen werden kann.
- **Steifigkeit:** Skalierungsfaktor, mit dem die Steigung der Weg-Klemmkraft-Kennlinie verändert werden kann.
- **Formfaktoren:** Skalierungsfaktoren, mit denen die Kraftwerte an den Weg-Stützstellen oberhalb des Tastpunkts verändert werden können.
- **Blattfederkraftvorlast:** Blattfederkraft bei geöffneter Kupplung (Schnüffelbohrung in der hydraulischen Strecke jedoch geschlossen)

Das Ermitteln dieser Adaptivparameter am Bandende ermöglicht bereits bei der Erstnutzung eine hohe Momentengenauigkeit und somit einen hohen Fahrkomfort. Um diesen über Lebensdauer aufrecht zu erhalten, werden die oben aufgeführten Adaptivparameter auch im Fahrbetrieb durch Algorithmen für beide Kupplungen adaptiert.

Die beiden Begriffe Position-Druck-Kennlinie sowie Weg-Druck-Kennlinie und die beiden Begriffe Position-Kraft-Kennlinie sowie Weg-Kraft-Kennlinie werden im Rahmen dieser Schrift synonym verwendet. Die Begriffe Weg oder Position beziehen sich auf den Aktorweg entlang dem sich der, die Kupplung bewegende Teil des Aktors - beispielsweise ein Kolben im Geberzylinder - bewegt.

Die oben erwähnte deutsche Patentanmeldung DE 10 2011 081 195 beschreibt den Lernvorgang für die oben aufgeführten Adaptivparameter allerdings nicht hinreichend genau. Zudem existieren weitere Adaptivparameter, deren Lernvorgang in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2011 081 195.8 nicht beschrieben ist.

- 3 -

Alle Kupplungsparameter müssen während der Inbetriebnahme am Bandende (Fahrzeug oder Prüfstand) oder im Service bestmöglich ermittelt werden, damit diese im EEPROM Speicher für die weitere Verwendung im Fahrbetrieb abgelegt werden können.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Adaption von Kupplungsparametern eines Doppelkupplungsgetriebes anzugeben, das kostengünstig in der Anwendung ist, und vorzugsweise ohne einen Getriebeprüfstand oder Rollenprüfstand auskommt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Adaption von Parametern einer Kupplung eines Doppelkupplungsgetriebesystems, welches einen hydrostatischen Kupplungsaktor mit einem Drucksensor aufweist, in einem Kraftfahrzeug vorgesehen. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass folgende Schritte ausgeführt werden:

- Schließen und/oder Öffnen der Kupplung,
- Erfassen eines Druckverlaufs mittels des Drucksensors sowie der Position der Kupplung während dem Schließen und/oder Öffnen der Kupplung,
- Adaption der Parameter für die Kupplung aus dem Druckverlauf und
- Verwenden der adaptierten Parameter im anschließenden Betrieb der Kupplung.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Parameteradaption auch ohne einen Getriebeprüfstand erfolgen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Adaption der Parameter bei Erstinbetriebnahme des Doppelkupplungsgetriebesystems und/oder Wiederinbetriebnahme des Doppelkupplungsgetriebesystems und/oder bei Inbetriebnahme des Fahrzeugs und/oder beim Stilllegen des

- 4 -

Fahrzeugs insbesondere im Nachlauf und/oder während des Fahrbetriebs des Fahrzeugs durchgeführt wird, wobei die Parameter „Basis-Druckhysterese“, „Druck-Druckhysterese“, „Tastpunkt“, „Steifigkeit“, „Formfaktoren“, „Blattfederkraftvorlast“ sind.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kupplung bis zu einem vorgegebenen Schwellenwert des Drucks zugefahren wird und anschließend wieder vollständig aufgefahren wird und/oder dass die Kupplung bis zu einem vorgegebenen Schwellenwert des Drucks aufgefahren wird und anschließend wieder vollständig zugefahren wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass aus dem erfassten Druckverlauf eine Weg-Druck-Kennlinie der Kupplung ermittelt wird, und dass aus der ermittelten Weg-Druck-Kennlinie eine Weg-Eintrückkraft-Kennlinie der Kupplung bestimmt wird und dass in dem Positionsbereich der Weg-Eintrückkraft-Kennlinie in dem die Kupplung im Bereich des Lüftspiels betrieben wird und noch kein Drehmoment überträgt, eine Approximation mit einer Geraden durchgeführt wird, die eine Weg-Blattfederkraft-Kennlinie darstellt, wobei aus der Weg-Blattfederkraft-Kennlinie der Parameter „Blattfederkraftvorlast“ als Funktionswert der Geraden an einer Position an der die Kupplung vollständig geöffnet ist und kein Drehmoment überträgt und der Kolben im Nehmerzylinder die Schnüffelloffnung in Richtung Kupplung Schließen überfahren hat, sodass keine Verbindung des Druckmittels zum Ausgleichsbehälter besteht, ermittelt wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass aus dem erfassten Druckverlauf eine Weg-Druck-Kennlinie für das Schließen der Kupplung und eine Weg-Druck-Kennlinie für das Öffnen der Kupplung an vorgegebenen Positionsstützstellen, an denen dann Weg-Druck-Wertepaare vorliegen ermittelt werden und dass der Parameter „Basis-Druckhysterese“ als Mittelwert aus den Differenzen der Weg-Druck-Kennlinie für das Schließen und der Weg-Druck-Kennlinie für das Öffnen an den Positionsstützstellen, die in einem Positionsbereich liegen in dem die Weg-Druck-Kennlinien einen Gradienten aufweisen, der kleiner als ein vorgegebener Minimal-Gradienten-Schwellenwert ist, ermittelt wird.

- 5 -

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Parameter „Druck-Druckhysterese“ als Differenzen des Werts der Weg-Druck-Kennlinie für das Schließen und des Werts der Weg-Druck-Kennlinie für das Öffnen, bei maximaler Aktorposition in Richtung Kupplung Schließen, ermittelt wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Klemmkraftkennlinie der Kupplung durch Subtraktion der ermittelten Weg-Blattfederkraft-Kennlinie der Kupplung von der ermittelten Weg-Eintrückkraft-Kennlinie der Kupplung ermittelt wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Parameter „Tastpunktposition“ durch Interpolation der ermittelten Klemmkraftkennlinie für eine vorgegebene Tastpunktkraft ermittelt wird, wobei bei Vorgabe eines Tastpunktmoments eine Umrechnung in eine dazu korrespondierende Kraft erfolgt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Klemmkraftkennlinie der Kupplung derart in Positionsrichtung verschoben wird, dass die den Tastpunkt kennzeichnende, vorgegebene Position auf der Positionsachse dem ermittelten Parameter „Tastpunktposition“ entspricht und wobei an Positionsstützstellen an denen Weg-Druck-Wertepaare vorliegen und die oberhalb der Tastpunktposition in Richtung Kupplung Schließen liegen, jeweils der Quotient aus zwei Kraftwerten ermittelt wird, wobei jeweils der eine Kraftwert als Interpolation der ermittelten Klemmkraftkennlinie und jeweils der zweite Kraftwert als Interpolation der verschobenen Klemmkraftkennlinie ermittelt wird und wobei der Wert des Quotienten jeweils ein Parameter der „vorläufige Formfaktoren“ ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Parameter „Steifigkeit“ als der Mittelwert aus den ermittelten Parametern der „vorläufigen Formfaktoren“ ermittelt wird.

- 6 -

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Parameter „endgültige Formfaktoren“ aus den Parametern „vorläufige Formfaktoren“ durch Subtraktion des Parameters „Steifigkeit“ ermittelt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass bei der Ermittlung der Parameter zusätzlich ein Skalierungsfaktor berücksichtigt wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Zusammenhang zwischen der Klemmkraft der Kupplung und dem durch die Kupplung übertragbaren Drehmoment mittels eines Momentensignals während der Inbetriebnahme oder im anschließenden Betrieb der Kupplung erfasst wird.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Figuren sowie deren Beschreibung.

Figur 1 schematischer Aufbau eines hydrostatischen Kupplungssystems

Figur 2 Weg-Druck-Kennlinie

Figur 3 Modellierung: Weg-Druck-Kennlinie mit Druckhysterese

Figur 4 Identifikation der Adaptivparameter der Druckhysterese

Figur 5 Ermittlung der Klemmkraftkennlinie

In Figur 1 ist schematisch der Aufbau eines hydraulischen Kupplungssystems 1 am Beispiel eines dem Stand der Technik bekannten, schematisch dargestellten hydraulischen, hydrostatischen Kupplungsaktors (HCA) dargestellt. Diese schematische Darstellung zeigt nur den Aufbau zur Betätigung einer der zwei Kupplungen eines Doppelkupplungsgetriebes, die Betätigung der zweiten Kupplung erfolgt analog. Das hydraulische Kupplungssystem 1 umfasst auf der

- 7 -

Geberseite 15 ein Steuergerät 2, das einen Aktor 3 ansteuert. Bei einer Lageveränderung des Aktors 3 und des Kolbens 19 im Zylinder 4 entlang des Aktorweges nach rechts wird das Volumen des Zylinders 4 verändert, wodurch ein Druck P in dem Zylinder 4 aufgebaut wird, der über ein Druckmittel 7 über eine Hydraulikleitung 9 zur Nehmerseite 16 des hydraulischen Kupplungssystems 1 übertragen wird. Die Hydraulikleitung 9 ist bezüglich ihrer Länge und Form der Bauraumsituation des Fahrzeugs angepasst. Auf der Nehmerseite 16 verursacht der Druck P des Druckmittels 7 in einem Zylinder 4' eine Wegänderung, die auf eine Kupplung 8 übertragen wird um diese zu betätigen. Der Druck P in dem Zylinder 4 auf der Geberseite 15 des hydraulischen Kupplungssystems 1 kann mittels eines ersten Sensors 5 ermittelt werden. Bei dem ersten Sensor 5 handelt es sich bevorzugt um einen Drucksensor. Die von dem Aktor 3 zurückgelegte Wegstrecke entlang des Aktorweges wird mittels eines zweiten Sensors 6 ermittelt.

Beim einmaligen Schließen/Öffnen der Kupplung werden in geeigneter Weise Messdaten aufgenommen, anhand derer die Adaptivparameter des hydrostatischen Kupplungssystems durch geeignete Verfahren bestimmt werden können. Dies wird im Folgenden ausgeführt.

Phase 1:

Ermitteln der Weg-Druck-Kennlinien beim Schließen/Öffnen der Kupplung:

Aus Speicherplatzgründen wird beim Schließen/Öffnen der Kupplung eine endliche Anzahl (z.B. 20) an Weg-Druck-Wertepaaren 230, 240 gespeichert. Zur Ermittlung können beispielsweise festen Wegwerte oder Wegdifferenzen vorgegeben werden. Ebenso ist auch die Vorgabe von festen Druckwerten oder Druckdifferenzen denkbar. Da die Weg-Druck-Kennlinien 210, 220 jedoch starke Gradientenänderungen aufweisen, ist eine Kombination aus Weg- und Druckvorgabe bzw. Wegdifferenzen- und Druckdifferenzenvorgabe vorteilhaft. Beispielsweise wird ein neues Weg-Druck-Wertepaar gespeichert, wenn sich entweder der Weg um 1 mm geändert hat oder aber der Druck um 1 bar. Somit wird der Weg-Druck-Kennlinienverlauf 210, 220 durch die endliche Anzahl an Wertepaaren 230, 240 gut abgebildet, wie Figur 2 zu entnehmen ist.

- 8 -

Für das Schließen und Öffnen werden die Weg-Druck-Kennlinien 230, 240 in getrennten Datenarrays gespeichert.

Vorteilhaft ist es, nicht direkt die Weg- und Drucksignale 210 abzuspeichern, sondern diese leicht zu filtern 220 (z.B. PT1-Filter) und - obigem Vorgehen folgend - dann die gefilterten Werte 230, 240 abzuspeichern wie ebenfalls Figur 2 zu entnehmen ist.

Phase 2:

Auswertung der ermittelten Weg-Druck-Kennlinien 230, 240 und Bestimmung der Kupplungsparameter:

Neben den oben aufgeführten Adaptivparametern Tastpunkt, Steifigkeit, Formfaktoren sowie Blattfederkraftvorlast müssen weitere Adaptivparameter bestimmt werden. Das Weg-Kraft-Verhalten ist in realen Systemen abhängig von der Aktorbewegungsrichtung (Öffnen/Schließen), die Weg-Kraft-Kennlinie weist daher eine Hysterese auf. Ein einfaches Hysteresemodell ergibt sich durch folgende zwei Faktoren:

- Basis-Krafthysterese: Stellt eine Parallelverschiebung der Weg-Kraft-Kennlinie in Kraftrichtung in Abhängigkeit der Aktorbewegungsrichtung dar.
- Kraft-Krafthysterese: Zusätzliche Verschiebung der Weg-Kraft-Kennlinie in Kraftrichtung in Abhängigkeit von der gegebenen Kraft. Damit kann bei höheren Kräften eine größere Hysteresebreite erzielt werden.

Statt der Verwendung von Kräften können im Hysteresemodell auch direkt Drücke verwendet werden. Als Adaptivparameter erhält man somit: Basis-Druckhysterese, Druck-Druckhysterese. Dies ist in Figur 3 dargestellt.

Schritt 1: Ermittlung der Druckhysterese (siehe Figur 4)

- 9 -

Die gemessene Druckhysterese ergibt sich aus der Differenz der Weg-Druck-Kennlinien 230, 240 für Schließen und Öffnen der Kupplung. Aus den Werten bei kleinen Aktorwegen kann die Basis-Druckhysterese 440, 420 durch Mittelung bestimmt werden. Aus den Werten bei mittleren und großen Aktorwegen kann die Druck-Druckhysterese 430 durch lineare Approximation bestimmt werden. Der Adaptivparameter der Druck-Druckhysterese 450 entspricht dem Wert bei maximaler Aktorposition (siehe Figur 4)

Im Fahrbetrieb ergibt sich der aktuelle Druckhysteresewert aus der Summe von Basis-Druckhysterese 420 und aktueller Druck-Druckhysterese 430. Dabei steigt die Druck-Druckhysterese von Null beim Tastpunkt bis auf den Adaptivparameter der Druck-Druckhysterese bei maximaler Aktorposition vorzugsweise linear an.

Schritt 2: Ermittlung des Tastpunkts

Die Ermittlung einer Klemmkraftkennlinie 530 erfolgt gemäß der oben erwähnte deutsche Patentanmeldung DE 10 2011 081 195 - siehe dazu auch Figur 5 der vorliegenden Schrift.

Die Ermittlung der Klemmkraftkennlinie 530 wird gemäß der deutsche Patentanmeldung DE 10 2011 081 195 wie folgt durchgeführt:

Die Weg-Druck-Kennlinie 210 in Figur 2 zeigt eine typische Hysterese, die für die Bestimmung der Klemmkraftkennlinie 530 unerwünscht ist. Daher wird in einem ersten Schritt die Weg-Druck-Kennlinie 210 durch eine eindeutige Zuordnung approximiert, wie beispielsweise eine Mean-Fit-Approximation sodass sich eine mittlere Druckkennlinie ergibt.

Im nächsten Schritt wird die mittlere Druckkennlinie durch Multiplikation mit der Fläche des Nehmerkolbens 19 der Kupplungsaktorik in eine Einrückkraft F_{Engage} 510 (Figur 5) der Kupplung umgerechnet. Dabei wird deutlich, dass auch im Bereich kleiner Kupplungspositionen, bei denen die Kupplung noch keinerlei Moment überträgt, eine Einrückkraft aufgebracht werden muss. Diese Kraft resultiert aus Federelementen – üblicherweise Blattfedern -, die zum sicheren Trennen von Kupplungsscheibe und Anpressplatten in der Kupplung angebracht werden. Um

- 10 -

ein Moment an der Kupplung zu übertragen, müssen zunächst die Anpressplatten der Kupplung gegen die Blattfederkräfte FLeafSpring aufeinander zu bewegt werden, sodass ein Kontakt mit der Kupplungsscheibe erfolgt. Erst ab diesem Punkt kann eine Klemmkraft 530 und damit ein Reibmoment zwischen Kupplungsscheibe und Anpressplatten aufgebaut werden.

Wird anstatt eines Drucksensors ein Kraftsensor verwandt ergibt sich als Weg-Kraft-Kennlinie ein ähnlicher Kurvenverlauf wie ihn die Weg-Druck-Kennlinie 210 zeigt. Das weitere Vorgehen ist analog dem Verfahren mit der Weg-Druck-Kennlinie 210. Die Weg-Kraft-Kennlinie wird also durch eine eindeutige Zuordnung approximiert, wie beispielsweise durch die oben beschriebenen Mean-Fit-Approximation, sodass sich ein Verlauf analog Figur 5, nämlich die Einrückkraft FEngage 510 der Kupplung als Funktion der Kupplungsposition 550 ergibt. Auf diese Weise hat sich eine Kennlinie 510 der Einrückkraft FEngage der Kupplung als Funktion der Kupplungsposition 550 sowohl mit einem Drucksensor wie mit einem Kraftsensor ergeben. Das weitere Verfahren kann in beiden Fällen identisch erfolgen. Der verwendete Kraftsensor kann beispielsweise in den Kupplungsaktor integriert sein, oder sich zwischen Kupplungsaktor und Kupplung befinden, sich also insbesondere zwischen Kupplungsaktor und Anpressplatte der Kupplung befinden beispielsweise als separates Bauteil zur Erfassung der vom Aktor auf die Kupplung übertragenen Kraft.

Das weitere Vorgehen besteht daher im Auftrennen von FEngage 510 in eine Blattfederkraft FLeafSpring 520 sowie die Klemmkraft FClamp. 530. Dieser Vorgang wird anhand von Figur 5 verdeutlicht.

Solange die Kupplung im Bereich des Lüftspiels betrieben wird, weist die Einrückkraft 510 einen sehr geringen Gradienten auf. Dieser Bereich kann durch eine Gerade 520 approximiert werden (Blattfederkraft FLeafSpring 520 in Figur 5).

Als Kenngrößen der Blattfeder-Geraden 520 ergibt sich die Steigung sowie als Adaptivparameter Blattfederkraftvorlast der Funktionswert der Geraden 520 an einer Position an der die Kupplung vollständig geöffnet ist und der Kolben 19 im Nehmerzylinder 4 die Schnüffelloffnung 18 in Richtung Kupplung Schließen über-

- 11 -

fahren hat, sodass keine Verbindung des Druckmittels 7 zum Ausgleichsbehälter 17 besteht.

Nach diesen Vorarbeiten erhält man die Klemmkraftkurve 530 durch Subtraktion der Blattfederkraftkurve 520 von der Einrückkraftkurve 510. Das Resultat wird durch die Klemmkraftkennlinie (FCIamp-Kurve) 530 in Figur 5 verdeutlicht.

Die Tastpunktposition ergibt sich nun durch Interpolation der Klemmkraftkennlinie 530 für eine vorgegebene Tastpunktkraft. Wird dagegen ein Tastpunktmoment – beispielsweise 5 Nm - vorgegeben, so muss dieses zunächst in eine Tastpunktkraft umgerechnet werden.

Schritt 3: Ermittlung der vorläufigen Formfaktoren

Zunächst wird die im Steuergerät hinterlegte nominelle Klemmkraftkennlinie (Standard-Klemmkraftkennlinie für die jeweilige Kupplung ohne Anpassungen) derart in Positionsrichtung verschoben, dass der Tastpunkt dem zuvor ermittelten Wert entspricht. Für die Positionsstützstellen oberhalb des Tastpunkts werden nachfolgend durch Interpolation der gemessenen, oben ermittelten Klemmkraftkennlinie 530 Kraftwerte ermittelt. Die Quotienten aus diesen Kraftwerten und den zugehörigen Kräften der nominellen Klemmkraftkennlinie ergeben die vorläufigen Formfaktoren.

Schritt 4: Ermittlung der Steifigkeit

Prinzipiell ist die Steifigkeit das Verhältnis aus den Steigungen der gemessenen Klemmkraftkennlinie und der nominellen Klemmkraftkennlinie.

Dieses ergibt sich direkt als Mittelwert der vorläufigen Formfaktoren. Aufgrund der Integerarithmetik wird wahlweise noch ein Skalierungsfaktor berücksichtigt.

Schritt 5: Ermittlung der endgültigen Formfaktoren

- 12 -

Die endgültigen Formfaktoren ergeben sich aus den vorläufigen Formfaktoren, indem von diesen der zuvor berechnete Mittelwert abgezogen wird. Aufgrund der Integerarithmetik wird wahlweise noch ein Skalierungsfaktor berücksichtigt.

Das Verfahren ist nicht darauf beschränkt, nur am Bandende durchgeführt zu werden. Vorteilhaft wäre eine regelmäßige Durchführung auch im Fahrbetrieb, insbesondere vor der Fahrt (reduziert jedoch die Verfügbarkeit) oder unmittelbar nach der Fahrt (im Nachlauf).

Vorgeschlagen wird also ein Verfahren zur Ermittlung der Adaptivparameter eines hydrostatischen Kupplungssystems am Bandende durch Schließen/Öffnen der Kupplung und Auswertung der sich ergebenden Druck-Weg-Kennlinie.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-------|---|
| 1 | Hydraulisches Kupplungssystem |
| 2 | Steuergerät |
| 3 | Aktor |
| 4, 4' | Zylinder |
| 5 | erster Sensor |
| 6 | zweiter Sensor |
| 7 | Druckmittel |
| 8 | Kupplung |
| 9 | Hydraulikleitung |
| 10 | Weg-Druck-Kennlinie |
| 15 | Geberseite |
| 16 | Nehmerseite |
| 17 | Ausgleichsbehälter |
| 18 | Schnüffelöffnung |
| 19 | Kolben |
| 210 | Weg-Druck-Kennlinie |
| 220 | gefilterte Weg-Druck-Kennlinie |
| 230 | Weg-Druck-Wertepaare: Schließen der Kupplung |
| 240 | Weg-Druck-Wertepaare: Öffnen der Kupplung |
| 310 | Basis-Druckhysterese: Schließen der Kupplung |
| 320 | Basis-Druckhysterese: Öffnen der Kupplung |
| 330 | Basis-Druckhysterese + Druck-Druckhysterese: Schließen der Kupplung |
| 340 | Basis-Druckhysterese + Druck-Druckhysterese: Öffnen der Kupplung |
| 410 | Druckhysterese gemessen |
| 420 | Basis-Druckhysterese |
| 430 | Druck-Druckhysterese |
| 440 | Adaptivparameter der Basis-Druckhysterese |
| 450 | Adaptivparameter der Druck-Druckhysterese |

- 14 -

- 510 FEngage: Einrückkraft der Kupplung
- 520 FLeafSpring: Blattfederkraft
- 530 FClamp: Klemmkraft
- 540 FClutch: Kräfte an der Kupplung
- 550 LClutch: Kupplungsaktorposition

Patentansprüche

1. Verfahren zur Adaption von Parametern einer Kupplung (8) eines Doppelkupplungsgetriebesystems, welches einen hydrostatischen Kupplungsaktor (1) mit einem Drucksensor (5) aufweist, in einem Kraftfahrzeug dadurch gekennzeichnet, dass folgende Schritte ausgeführt werden:
 - Schließen und/oder Öffnen der Kupplung (8),
 - Erfassen eines Druckverlaufs (210, 220, 230, 240) mittels des Drucksensors (5) sowie der Position der Kupplung (8) während dem Schließen und/oder Öffnen der Kupplung (8),
 - Adaption der Parameter für die Kupplung (8) aus dem Druckverlauf (210, 220, 230, 240) und
 - Verwenden der adaptierten Parameter im anschließenden Betrieb der Kupplung (8).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Adaption der Parameter bei Erstinbetriebnahme des Doppelkupplungsgetriebesystems und/oder Wiederinbetriebnahme des Doppelkupplungsgetriebesystems und/oder bei Inbetriebnahme des Fahrzeugs und/oder beim Stilllegen des Fahrzeugs insbesondere im Nachlauf und/oder während des Fahrbetriebs des Fahrzeugs durchgeführt wird, wobei die Parameter „Basis-Druckhysterese“, „Druck-Druckhysterese“, „Tastpunkt“, „Steifigkeit“, „Formfaktoren“, „Blattfederkraftvorlast“ sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung bis zu einem vorgegebenen Schwellenwert des Drucks zugefahren wird und anschließend wieder vollständig aufgefahren wird und/oder dass die Kupplung bis zu einem vorgegebenen Schwellenwert des Drucks aufgefahren wird und anschließend wieder vollständig zugefahren wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem erfassten Druckverlauf eine Weg-Druck-Kennlinie (210, 220, 230, 240) der Kupplung ermittelt wird, und dass aus der ermittelten Weg-Druck-Kennlinie (210, 220, 230, 240) eine Weg-Einrückkraft-Kennlinie (510) der Kupplung bestimmt wird und dass in dem Positionsbereich der Weg-Einrückkraft-Kennlinie (510) in dem die Kupplung im Bereich des Lüftspiels betrieben wird und noch kein Drehmoment überträgt, eine Approximation mit einer Geraden (520) durchgeführt wird, die eine Weg-Blattfederkraft-Kennlinie

- (520) darstellt, wobei aus der Weg-Blattfederkraft-Kennlinie (520) der Parameter „Blattfederkraftvorlast“ als Funktionswert der Geraden (520) an einer Position an der die Kupplung vollständig geöffnet ist und kein Drehmoment überträgt und der Kolben (19) im Nehmerzylinder (4) die Schnüffelloffnung (18) in Richtung Kupplung Schließen überfahren hat, sodass keine Verbindung des Druckmittels (7) zum Ausgleichsbehälter (17) besteht, ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem erfassten Druckverlauf eine Weg-Druck-Kennlinie (230) für das Schließen der Kupplung und eine Weg-Druck-Kennlinie (240) für das Öffnen der Kupplung an vorgegebenen Positionsstützstellen, an denen dann Weg-Druck-Wertepaare (230,240) vorliegen ermittelt werden und dass der Parameter „Basis-Druckhysterese“ (440) als Mittelwert aus den Differenzen der Weg-Druck-Kennlinie (230) für das Schließen und der Weg-Druck-Kennlinie (240) für das Öffnen an den Positionsstützstellen (230,240), die in einem Positionsbereich liegen in dem die Weg-Druck-Kennlinien (210, 220, 230, 240) einen Gradienten aufweisen, der kleiner als ein vorgegebener Minimal-Gradienten-Schwellenwert ist, ermittelt wird.
 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter „Druck-Druckhysterese“ (450) als Differenzen des Werts der Weg-Druck-Kennlinie (230) für das Schließen und des Werts der Weg-Druck-Kennlinie (240) für das Öffnen, bei maximaler Aktorposition in Richtung Kupplung Schließen, ermittelt wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Klemmkraftkennlinie (530) der Kupplung durch Subtraktion der ermittelten Weg-Blattfederkraft-Kennlinie (520) der Kupplung von der ermittelten Weg-Einrückkraft-Kennlinie der Kupplung (510) ermittelt wird.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter „Tastpunktposition“ durch Interpolation der ermittelten Klemmkraftkennlinie (530) für eine vorgegebene Tastpunktkraft ermittelt wird, wobei bei Vorgabe eines Tastpunktmoments eine Umrechnung in eine dazu korrespondierende Kraft erfolgt.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmkraftkennlinie (530) der Kupplung derart in Positionsrichtung verschoben wird, dass die den Tastpunkt kennzeichnende, vorgegebene Position auf der Positionssach-

- 17 -

se dem ermittelten Parameter „Tastpunktposition“ entspricht und wobei an Positionsstützstellen an denen Weg-Druck-Wertepaare (230,240) vorliegen und die oberhalb der Tastpunktposition in Richtung Kupplung Schließen liegen, jeweils der Quotient aus zwei Kraftwerten ermittelt wird, wobei jeweils der eine Kraftwert als Interpolation der ermittelten Klemmkraftkennlinie (530) und jeweils der zweite Kraftwert als Interpolation der verschobenen Klemmkraftkennlinie ermittelt wird und wobei der Wert des Quotienten jeweils ein Parameter der „vorläufige Formfaktoren“ ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter „Steifigkeit“ als der Mittelwert aus den ermittelten Parametern der „vorläufigen Formfaktoren“ ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter „endgültige Formfaktoren“ aus den Parametern „vorläufige Formfaktoren“ durch Subtraktion des Parameters „Steifigkeit“ ermittelt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Ermittlung der Parameter zusätzlich ein Skalierungsfaktor berücksichtigt wird.
13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Zusammenhang zwischen der Klemmkraft der Kupplung und dem durch die Kupplung übertragbaren Drehmoment mittels eines Momentensignals während der Inbetriebnahme oder im anschließenden Betrieb der Kupplung erfasst wird.

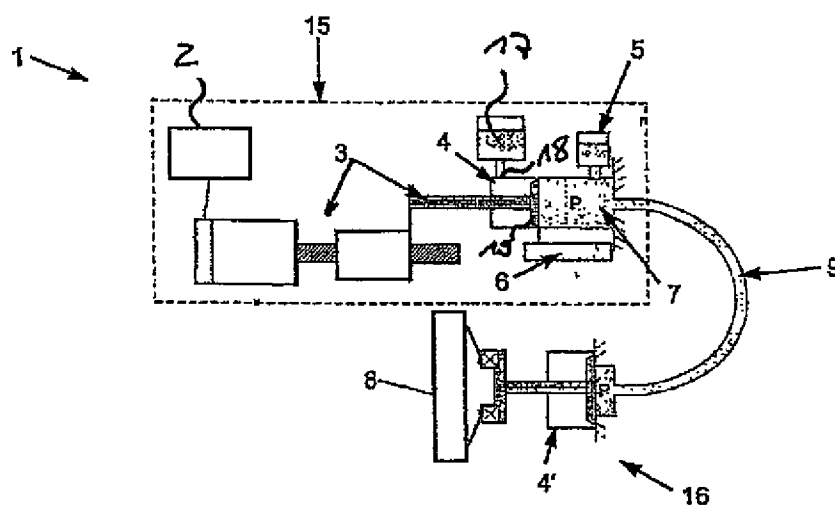


Fig. 1

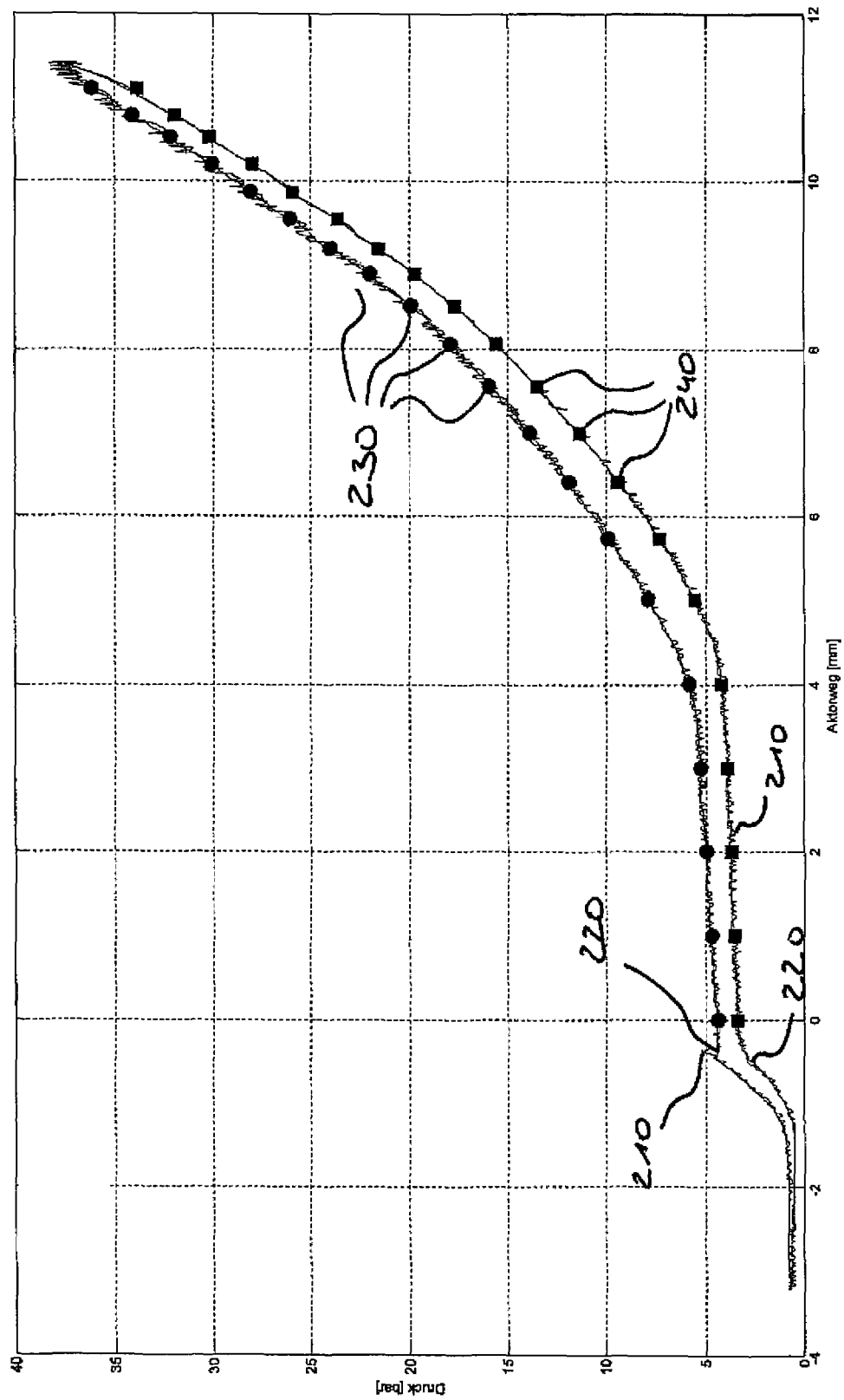


Fig. 2

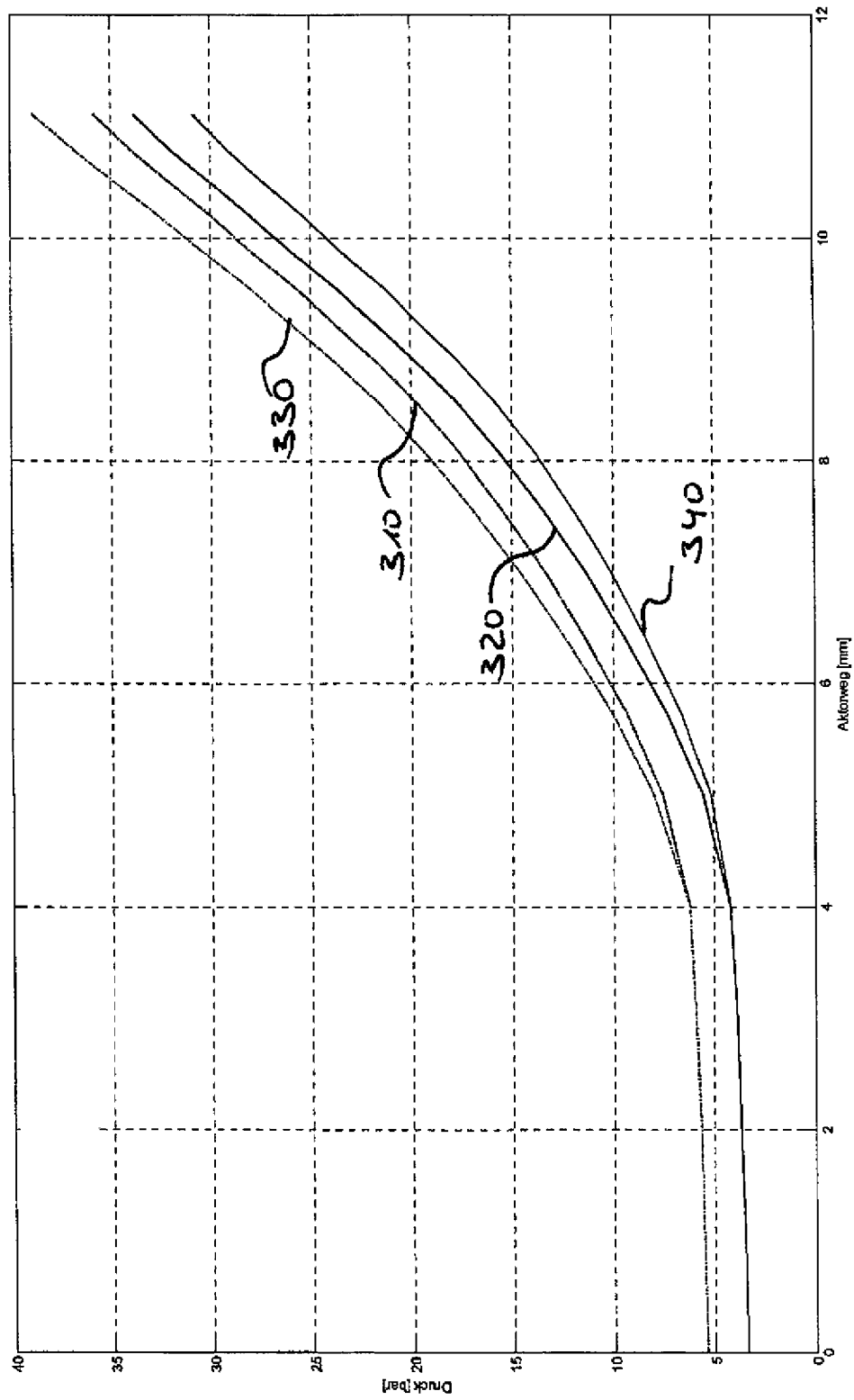


Fig. 3

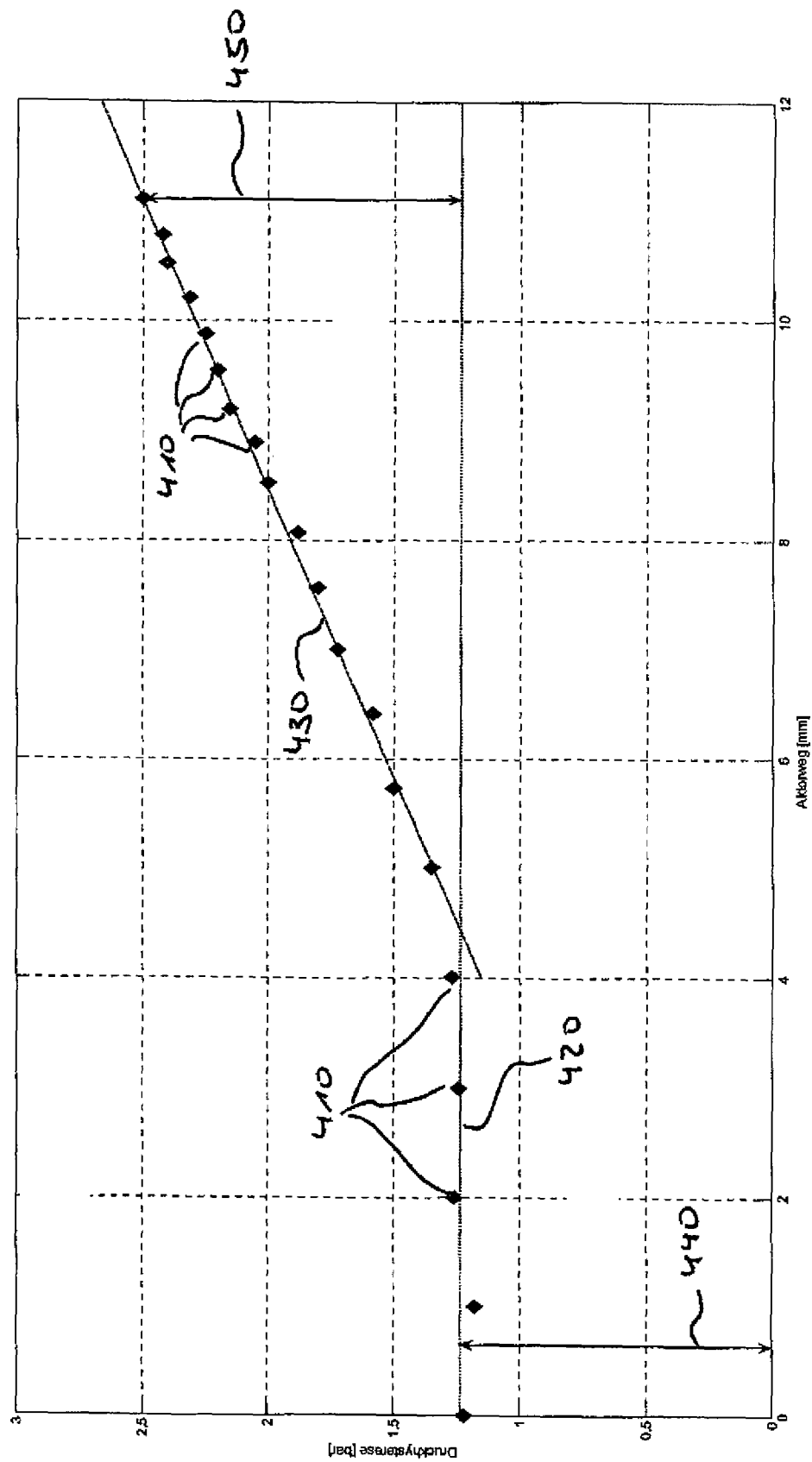


Fig. 4

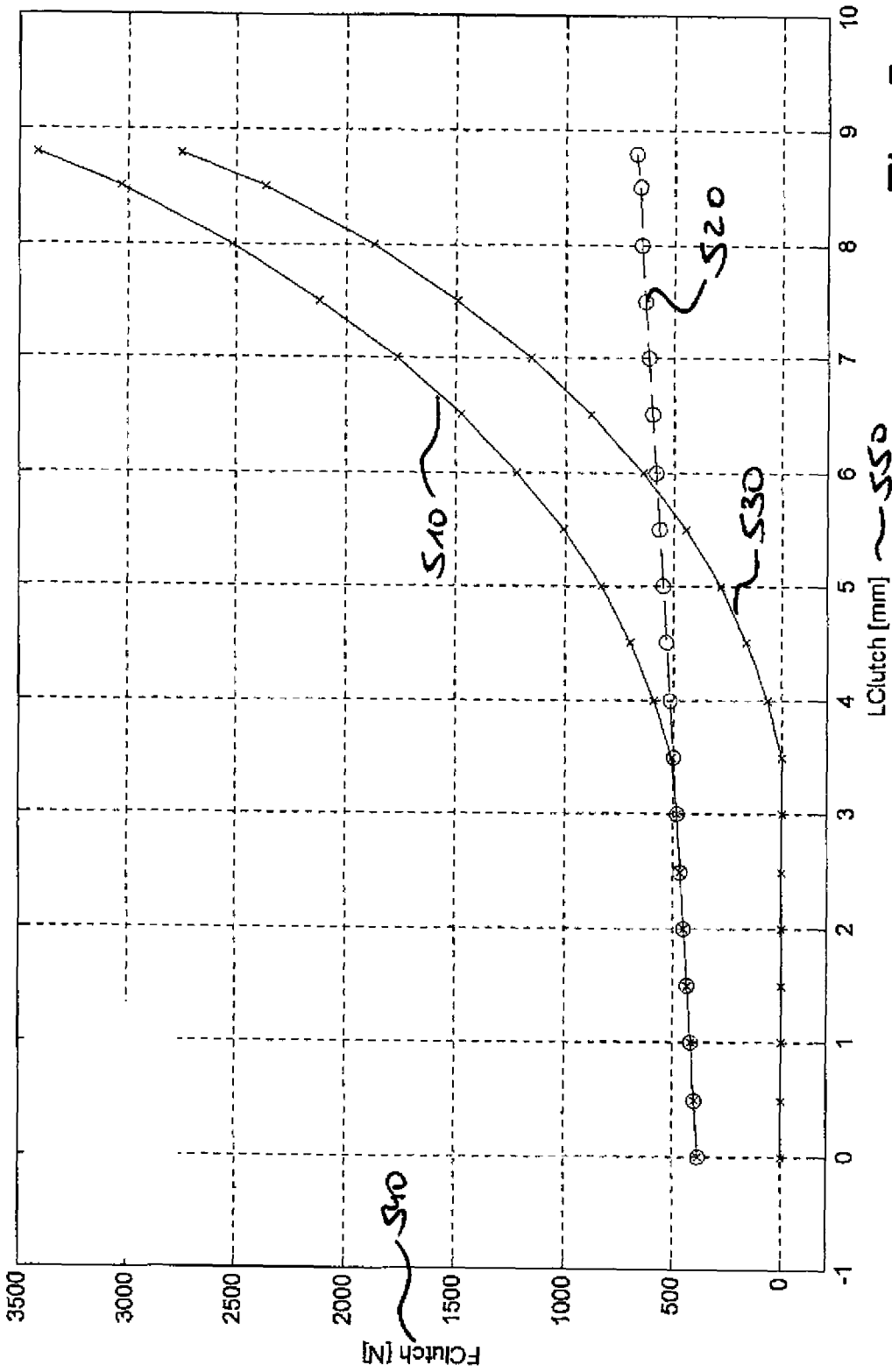


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2012/000322

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	EP 2 159 440 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 3 March 2010 (2010-03-03) paragraphs [0050], [0055]; figure 7 -----	1,8,13
X	DE 10 2007 024794 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 27 November 2008 (2008-11-27) claims -----	1,8,13
A	US 2010/041515 A1 (OHKUBO TADANAO [JP]) 18 February 2010 (2010-02-18) claims -----	1



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

12 July 2012

Date of mailing of the international search report

20/07/2012

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

Foulger, Matthew

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2012/000322

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2159440	A1	03-03-2010	EP 2159440 A1 03-03-2010
			JP 2010059995 A 18-03-2010
			US 2010057318 A1 04-03-2010

DE 102007024794	A1	27-11-2008	DE 102007024794 A1 27-11-2008
			EP 2148996 A1 03-02-2010
			US 2010152985 A1 17-06-2010
			WO 2008145466 A1 04-12-2008

US 2010041515	A1	18-02-2010	AT 535728 T 15-12-2011
			EP 2174033 A1 14-04-2010
			JP 2009041695 A 26-02-2009
			US 2010041515 A1 18-02-2010
			WO 2009022450 A1 19-02-2009

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	EP 2 159 440 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 3. März 2010 (2010-03-03) Absätze [0050], [0055]; Abbildung 7 -----	1,8,13
X	DE 10 2007 024794 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 27. November 2008 (2008-11-27) Ansprüche -----	1,8,13
A	US 2010/041515 A1 (OHKUBO TADANAO [JP]) 18. Februar 2010 (2010-02-18) Ansprüche -----	1



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

12. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/07/2012

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

Foulger, Matthew

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2012/000322

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2159440 A1	03-03-2010	EP 2159440 A1	03-03-2010
		JP 2010059995 A	18-03-2010
		US 2010057318 A1	04-03-2010

DE 102007024794 A1	27-11-2008	DE 102007024794 A1	27-11-2008
		EP 2148996 A1	03-02-2010
		US 2010152985 A1	17-06-2010
		WO 2008145466 A1	04-12-2008

US 2010041515 A1	18-02-2010	AT 535728 T	15-12-2011
		EP 2174033 A1	14-04-2010
		JP 2009041695 A	26-02-2009
		US 2010041515 A1	18-02-2010
		WO 2009022450 A1	19-02-2009
