(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
23. Juli 2015 (23.07.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/106752 A2

(51) **Internationale Patentklassifikation**: Nicht klassifiziert

(21) **Internationales Aktenzeichen**: PCT/DE2014/200705

(22) **Internationales Anmeldedatum**:
11. Dezember 2014 (11.12.2014)

(25) **Einreichungssprache**: Deutsch

(26) **Veröffentlichungssprache**: Deutsch

(30) **Angaben zur Priorität**:
10 2014 200 929.4
20. Januar 2014 (20.01.2014) 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). **VOLLBRECHT, Christian**; Kraftfeldstraße 1, 77815 Bühl (DE). **BENZ, Jürgen**; Muhrgassbünd 3, 77704 Oberkirch (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:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

WO 2015/106752 A2

(54) **Title**: LEAKAGE DETECTION ON A HYDRAULIC COUPLING ACTUATOR

(54) **Bezeichnung** : LECKAGEBESTIMMUNG AN EINEM HYDRAULISCHEN KUPPLUNGSAKTUATOR

(57) **Abstract**: The invention relates to a coupling actuator comprising a master cylinder, a hydraulic line and a slave cylinder, for actuating a coupling. The invention also relates to a method for detecting a leakage on a coupling actuator comprising the following steps: a parameter of the coupling actuator is determined, the parameter is compared to a predetermined threshold value, if the parameter exceeds the threshold value, a warning of a leakage is provided, and the warning is communicated.

(57) **Zusammenfassung**: Ein Kupplungsaktuator umfasst einen Geberzylinder, eine hydraulische Strecke und einen Nehmerzylinder zur Betätigung einer Kupplung. Ein Verfahren zum Bestimmen einer Leckage am Kupplungsaktuator umfasst Schritte des Bestimmens eines Parameters des Kupplungsaktuators, des Vergleichens des Parameters mit einem vorbestimmten Schwellenwert, des Bestimmens eines Hinweises auf eine Leckage, falls der Parameter den Schwellenwert übersteigt, und des Bereitstellens des Hinweises.

Leckagebestimmung an einem hydraulischen Kupplungsaktuator

Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Kupplungsaktuator. Insbesondere betrifft die Erfindung die Bestimmung einer Leckage an dem Kupplungsaktuator.

Ein hydraulischer Kupplungsaktuator umfasst einen Geberzylinder und einen Nehmerzylinder, die mittels einer hydraulischen Strecke miteinander verbunden sind. Im Geberzylinder ist ein Geberkolben aufgenommen, der mittels eines Aktuators axial verschoben werden kann. Ein im Nehmerzylinder aufgenommener Nehmerkolben reflektiert diese Bewegung, vermittelt durch den Austausch eines hydraulischen Fluids zwischen dem Geberzylinder und dem Nehmerzylinder. Dabei ist der Nehmerkolben dazu eingerichtet, eine Kupplung zur Übertragung von Drehmoment in einem Antriebsstrang, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, zu betätigen. In einer Ausführungsform wird die Kupplung mittels einer Kupplungsfeder geschlossen und die Betätigung bewirkt eine Öffnung der Kupplung, sodass kein Drehmoment über die Kupplung übertragen wird, während in einer anderen Ausführungsform die Betätigung ein Aneinanderpressen von Reibelementen der Kupplung bewirkt, sodass Drehmoment über die Kupplung übertragen werden kann. Im letztgenannten Fall kann das Öffnen der Kupplung mittels einer Feder erfolgen.

Naturgemäß sind die hydraulischen Elemente des Kupplungsaktuators Toleranzen und einem Verschleiß unterworfen. Außerdem kann eine Temperaturabhängigkeit bestehen. Um ein Öffnungs- oder Schließverhalten der Kupplung durch ein Positionieren des Geberkolbens ausreichend exakt steuern zu können, ist es daher erforderlich, einen Störfaktor zu berücksichtigen oder den hydraulischen Kupplungsaktuator von Zeit zu Zeit zu kalibrieren.

DE 10 2012 204 929 A1 betrifft ein Verfahren zur Inbetriebnahme einer Kupplung.

EP 2 516 878 A1 betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Leckagebestimmung in einem automatischen elektro-hydraulischen Kupplungssystem. Dabei wird eine Leckage auf der Basis eines hydraulischen Drucks im Kupplungssystem bestimmt.

Bekannte Vorrichtungen zur Bestimmung einer Leckage an dem Kupplungsaktuator sind häufig aufwändig und können Elemente erfordern, die ihrerseits einem Verschleiß oder einer Ungenauigkeit unterworfen sind. Bekannte Verfahren zur Bestimmen einer Leckage am hydraulischen Kupplungsaktuator sind häufig nicht präzise genug oder nicht in allen Fahrzuständen eines Kraftfahrzeugs, an den die durch den Kupplungsaktuator betätigbare Kupplung eingesetzt wird, durchführbar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Steuervorrichtung zur Leckagebestimmung an einem hydraulischen Kupplungsaktuator bereitzustellen. Die Erfindung löst diese Aufgaben mittels eines Verfahrens und eines Kupplungsaktuators mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Unteransprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

Ein Kupplungsaktuator umfasst einen Geberzylinder, eine hydraulische Strecke und einen Nehmerzylinder zur Betätigung einer Kupplung. Ein Verfahren zum Bestimmen einer Leckage am Kupplungsaktuator umfasst Schritte des Bestimmens eines Parameters des Kupplungsaktuators, des Vergleichens des Parameters mit einem vorbestimmten Schwellenwert, des Bestimmens eines Hinweises auf eine Leckage, falls der Parameter den Schwellenwert übersteigt, und des Bereitstellens des Hinweises.

Die Erfindung kann insbesondere an einem Kupplungsaktuator vorteilhaft eingesetzt werden, der Teil eines Antriebsstrangs ist, etwa an Bord eines Kraftfahrzeugs. Durch das Bereitstellen des Hinweises kann beispielsweise eine Einrichtung oder ein Prozess zur übergeordneten Steuerung einer Fahrstrategie des Kraftfahrzeugs von der Leckage in Kenntnis gesetzt werden. Daraus kann eine Maßnahme abgeleitet werden, um das Kraftfahrzeug trotz der Leckage fahrtüchtig zu halten. Ist die Kupplung beispielsweise Teil einer Doppelkupplung an einem Doppelkupplungsgetriebe, so kann versucht werden, das Betätigen der Kupplung möglichst auszusetzen. Das Kraftfahrzeug kann dann unter bevorzugter Verwendung der anderen Kupplung weiter bewegt werden. Ferner kann eine Warnung an einen Fahrer des Kraftfahrzeugs ausgegeben werden.

Durch das einfache Vergleichen eines am Kupplungsaktuator abgetasteten Parameters kann eine schnelle und sichere Bestimmung der Leckage erfolgen. Ein Abstimmen mehrerer Komponenten oder Parameter kann nicht erforderlich sein, sodass das Verfahren universell einsetzbar sein kann. Die Bestimmung der Leckage kann rasch erfolgen und eine Sensitivität der Leckagebestimmung kann durch entsprechende Wahl des Schwellenwerts verändert werden.

In einer ersten Variante weist der Parameter auf eine Verschiebung einer Kupplungskennlinie in Richtung eines vergrößerten Aktuatorwegs hin.

Die Kupplungskennlinie beschreibt, in welcher Weise eine auf die Kupplung ausgeübte Kraft von einer Position des Geberkolbens abhängt. Ist zur Erzielung einer vorbestimmten Kupplungskraft ein vergrößerter Aktuatorweg erforderlich, so kann dies auf eine Leckage am Kupplungsaktuator hinweisen. Insbesondere dann, wenn eine Neukalibrierung des hydraulischen Kupplungsaktuators nicht stattfindet, können sich kleine Fehler akkumulieren und zu einer

signifikanten Verschiebung der Kupplungskennlinie führen, die eindeutig und schnell nachweisbar ist.

Zur Kalibrierung des hydraulischen Kupplungsaktuators kann bedingungs- oder zeitgesteuert ein Schnüffelvorgang durchgeführt werden. Dabei wird ein Druck im Geberzylinder möglichst an einen Umgebungsdruck angenähert und eine Verbindung zu einem unter Umgebungsdruck stehenden Ausgleichsbehälter geöffnet. Der Ausgleichsbehälter enthält hydraulisches Fluid und es kann ein Austausch von Fluid zwischen dem Geberzylinder und dem Ausgleichsbehälter erfolgen, um nach dem Schließen der Verbindung eine bekannte Ausgangssituation im hydraulischen Kupplungsaktuator zu erzeugen. Durch Schnüffelvorgänge können sich kleine Effekte, die beispielsweise durch eine Leckage im Bereich des Geber- oder Nehmerkolbens ergeben, nicht zu einem größeren Effekt akkumulieren.

In einer weiteren Ausführungsform wird daher vorgeschlagen, dass der Parameter eine Häufigkeit von Schnüffelvorgängen umfasst. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Schnüffelvorgang ereignisgesteuert ausgelöst wird. Existierende Strategien zur Steuerung eines Schnüffelvorgangs können vorteilhaft weiter verwendet werden. So kann eine mittelbare Bestimmung einer Leckage am Kupplungsaktuator erfolgen.

Der Parameter kann auch die Geschwindigkeit einer Verschiebung der Kupplungskennlinie betreffen. Je schneller die Kupplungskennlinie verschoben wird, desto größer ist üblicherweise eine Menge von Fluid, die aus dem abgeschlossenen System zwischen dem Geberzylinder und dem Nehmerzylinder entweicht. So kann auf der Basis der Geschwindigkeit der Verschiebung eine eindeutige und zuverlässige Bestimmung eines Hinweises auf eine Leckage erfolgen.

In einer weiteren Variante, die mit der oben beschriebenen Variante kombinierbar ist, weist der erwähnte Parameter auf eine Kupplungskraft hin. Die Kupplungskraft ist eine durch den Kupplungsaktuator hervorgerufene Betätigungskraft der Kupplung.

In einer Ausführungsform ist der Schwellenwert von der Position des Kupplungsaktuators abhängig. Ein Verfahren zum Steuern des Kupplungsaktuators, um die Kupplung zu betätigen, kann eine vorbestimmte Position bereitstellen, an der eine vorbestimmte Kupplungskraft erwartet wird. Wird an der vorbestimmten Position jedoch nur eine geringere Kupplungskraft erzielt, so kann auf einen Hinweis auf Vorliegen einer Leckage geschlossen werden.

Die Position des Kupplungsaktuators kann im Bereich seiner Maximalposition liegen. Die Maximalposition entspricht üblicherweise derjenigen Position des Geberkolbens im Geberzylinder, die zu einer maximalen Betätigung der Kupplung führt und über die hinaus der Geber-

kolben allgemein nicht angetrieben werden kann. Diese Position wird regelmäßig beim vollständigen Betätigen der Kupplung angefahren. Einer Steuerung des Kupplungsaktuators können vorgesehene Parameter an dieser Position bekannt sein und ein Vergleich des bestimmten Parameters mit einem der erwarteten Parameter kann einfach und schnell durchführbar sein.

Das Verfahren kann ferner Schritte des Betätigens der Kupplung mittels des Kupplungsaktuators und des Bestätigens des zuvor bestimmten Hinweises umfassen, falls eine Kupplungskraft an einer beliebigen Stelle des Betätigungswegs des Kupplungsaktuators unter einem vorbestimmten Schwellenwert liegt.

Anders ausgedrückt kann im Fall des Vorliegens des Hinweises auf eine Kupplungsleckage ein Test durchgeführt werden, der, wenn er positiv verläuft, den Hinweis bestätigt und ihn andernfalls entkräftet bzw. widerlegt. Das Betätigen der Kupplung kann unter Vorgaben erfolgen, die nicht aus Notwendigkeiten des Fahrbetriebs stammen. Stattdessen kann die Kupplung in einer Weise betätigt werden, wie es für die Überprüfung des Hinweises auf die Leckage am vorteilhaftesten ist.

Eine erfindungsgemäße Steuervorrichtung zur Steuerung eines Kupplungsaktuators mit einem Geberzylinder, einer hydraulischen Strecke und einem Nehmerzylinder zur Betätigung einer Kupplung ist dazu eingerichtet, das oben beschriebene Verfahren durchzuführen.

Dabei kann die Steuervorrichtung insbesondere zusätzlich dazu eingerichtet sein, eine Betätigung der Kupplung in Abhängigkeit einer Anforderung aus einem Fahrbetrieb zu steuern. Zwischenergebnisse, Parameter und erwartete Messwerte können dem beschriebenen Verfahren bereitgestellt werden. Eine bekannte Steuervorrichtung für einen Kupplungsaktuator kann so dazu erweitert werden, eine Leckage am Aktuator zu bestimmen.

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

Fig. 1 einen hydrostatischen Kupplungsaktuator;

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Bestimmen einer Leckage am Kupplungsaktuator von Fig. 1 und

Fig. 3 ein Diagramm mit einer Kupplungskennlinie der Kupplung von Fig. 1

darstellt.

Fig. 1 zeigt einen hydrostatischen Kupplungsaktuator 100. Der Kupplungsaktuator 100 umfasst eine Geberseite 105 und eine Nehmerseite 110. Die beiden Seiten sind mittels einer hydraulischen Strecke 115 fluid miteinander verbunden.

Die Geberseite 105 umfasst einen Geberzylinder 120, der mit einem Geberkolben 125 abgeschlossen ist. Der Geberkolben 125 kann mittels eines Antriebs 130 axial im Geberzylinder 120 verschoben werden. Der Antrieb 130 umfasst üblicherweise einen Elektromotor 135, der mittels einer Umsetzung 140 mit dem Geberkolben 125 verbunden ist, wobei die Umsetzung 140 beispielsweise einen Spindeltrieb umfassen kann,.

In einer Ausführungsform ist am Geberzylinder 120 ein Ausgleichsbehälter 145 vorgesehen, der hydraulisches Fluid unter Umgebungsdruck bereithält, vorgesehen. Eine Verbindungsöffnung 150 zwischen dem Ausgleichsbehälter 145 und dem Geberzylinder 120 wird durch den Geberkolben 125 freigegeben, wenn dieser weit genug aus dem Geberzylinder 120 hinausbewegt wird. Üblicherweise wird der Geberkolben 125 zwischen einer Nullposition und einer Maximalposition bewegt, um eine Kupplung zu betätigen; eine Schnüffelposition liegt jedoch jenseits der Nullposition, so dass sie explizit angefahren werden muss, um einen Schnüffelvorgang zu ermöglichen.

Bevorzugterweise ist am Geberzylinder 120 ein Positionssensor 155 vorgesehen, der eine axiale Position des Geberkolbens 125 im Geberzylinder 120 bestimmt. Es kann auch ein Drucksensor 160 vorgesehen sein, der beispielsweise am Geberzylinder 120 angeordnet ist. Der solchermaßen bestimmte hydraulische Druck kann als Maß für die Kraft verwendet werden, die der Nehmerkolben 170 auf die Kupplung ausübt, insofern kann über den Druck auch eine Kupplungskraft bestimmt werden.

Die Nehmerseite 110 umfasst einen Nehmerzylinder 165, der einseitig mit einem Nehmerkolben 170 abgeschlossen ist. Das hydraulisch kommunizierende System aus Nehmerzylinder 165, hydraulischer Strecke 115 und Geberzylinder 120 ist mit einem hydraulischen Fluid 175 gefüllt. Der Nehmerkolben 170 wirkt axial auf eine Kupplung 180, die einen Drehmomentfluss in einem Antriebsstrang, insbesondere an Bord eines Kraftfahrzeugs, unterbrechen oder schließen kann.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird im Folgenden davon ausgegangen, dass eine Betätigung der Kupplung 180 durch ein Verschieben des Geberkolbens 125 in den Geberzylinder 120 hinein hervorgerufen wird, wodurch hydraulisches Fluid 175 vom Geberzylinder 120 über die hydraulische Strecke 115 in den Nehmerzylinder 165 befördert wird und dort den Nehmerkolben 170 axial an ein Bauteil der Kupplung 180 presst, sodass diese den Drehmo-

mentfluss herstellt. In einer anderen Ausführungsform kann mit dem gleichen Vorgang auch ein Öffnen der Kupplung 180 bewirkt werden.

Die Kupplung 180 kann von einer Doppelkupplung an einem Doppelkupplungsgetriebe umfasst sein, wobei ein Antriebsmotor auf beide Kupplungen 180 wirkt, die unterschiedlich dimensionierte Gangradpaare antreiben, die auf eine gemeinsame Abtriebswelle zum Antrieb eines Antriebsrads des Kraftfahrzeugs wirken. Dabei ist üblicherweise immer nur eine der Kupplungen geschlossen und die andere geöffnet. Das Betätigen der Kupplung 180 und gegebenenfalls auch ein Wechsel eingelegter Gangradpaare kann mittels einer Steuereinrichtung 185 gesteuert werden. Die Steuereinrichtung 185 steuert insbesondere den Antrieb 130 und kann mit Sensoren, insbesondere dem Positionssensor 155 oder dem Drucksensor 160, verbunden sein.

Am Kupplungsaktuator 100 kann eine Leckage vorliegen, die bewirkt, dass Fluid 175 aus dem hydraulischen System aus dem Geberzylinder 120, der hydraulischen Strecke 115 und des Nehmerzylinders 165 entweicht. Grund hierfür kann beispielsweise eine Undichtigkeit des Geberkolbens 125 im Geberzylinder 120 oder des Nehmerkolbens 170 im Nehmerzylinder 165 sein. Eine Beschädigung, eine schadhafte Stelle oder eine alterungsbedingte Undichtigkeit, die Fluid 175 nach außen austreten lassen, sind ebenfalls möglich. Um die Kupplung 180 genauer steuern zu können, wird vorgeschlagen, das Vorliegen einer Leckage mittels eines Verfahrens zu bestimmen.

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 200 zum Bestimmen einer Leckage am Kupplungsaktuator 100 von Fig. 1. Das Verfahren 200 ist insbesondere zum Ablaufen auf der Steuereinrichtung 185 eingerichtet.

Das Verfahren 200 beginnt in einem Schritt 205. Im Anschluss daran können einer oder mehrere der folgenden Schritte 210 bis 225 nacheinander oder gleichzeitig durchgeführt werden. Dabei wird in jedem der Schritte 210 bis 225 ein Parameter am Kupplungsaktuator 100 bestimmt, um später ausgewertet zu werden.

In einem Schritt 210 wird eine Schnüffelhäufigkeit bestimmt. Wie oben beschrieben ist, umfasst ein Schnüffelvorgang das Verfahren des Geberkolbens 125 im Geberzylinder 120 in eine Schnüffelposition, sodass ein Ausgleich von Fluid 175 zwischen dem Geberzylinder 120 und dem Ausgleichsbehälter 145 stattfinden kann. Wann ein Schnüffelvorgang ausgelöst wird, kann durch ein Steuerverfahren zum Betätigen der Kupplung 180 bestimmt werden. Bevorzugterweise erfolgt die Steuerung der Schnüffelvorgänge auf der Basis von Parametern am Kupplungsaktuator 100, sodass ein Schnüffelvorgang möglichst nur dann erfolgt, wenn eine Neukalibrierung des Kupplungsaktuators 100 aufgrund von Parametern am Kupplungsak-

tuator 100 festgestellt wurde. Im Schritt 210 des Verfahrens 200 werden diese Schnüffelvorgänge über einen vorbestimmten Zeitraum beobachtet und ihre Häufigkeit bestimmt.

In einem Schritt 215 wird eine Verschiebung einer Kupplungskennlinie bestimmt. die Kupplungskennlinie beschreibt einen Zusammenhang zwischen der Position des Geberkolbens 125 im Geberzylinder 120 im Verhältnis zu einer Kupplungskraft, die beispielsweise mittels des Drucksensors 160 bestimmt werden kann, wie oben beschrieben ist. Die Kennlinie wird üblicherweise zweidimensional angetragen, wobei in horizontaler Richtung eine ansteigende Betätigung des Geberkolbens 125 angetragen ist. Verschiebt sich die Kupplungskennlinie in Richtung steigender Betätigungswerte des Kolbens 125, so kann dies ein Hinweis auf eine Leckage am Kupplungsaktuator 100 sein.

In einer Variante kann im Schritt 215 auch die Geschwindigkeit der Verschiebung der Kupplungskennlinie in Richtung erhöhte Betätigungswege erfasst werden.

Im Schritt 220 wird eine Kupplungskraft an der Maximalposition des Geberkolbens 125 bestimmt. Die Kupplungskraft kann mittels des Drucksensors 160 bestimmt werden und die Maximalposition des Geberkolbens 125 ist diejenige Position, die zur Betätigung der Kupplung 180 das weiteste Verfahren des Geberkolbens 125 in den Geberzylinder 120 erfordert. Diese Position wird üblicherweise eingenommen, um die Kupplung 180 vollständig zu betätigen. Wird an der Maximalposition eine vorbestimmte Betätigungskraft nicht erreicht, so kann dies als Hinweis auf eine Leckage am Kupplungsaktuator 100 aufgefasst werden.

Im Schritt 225 kann die Kupplungskraft, beispielsweise mittels des Drucksensors 160, an einer beliebigen anderen Stelle des Betätigungswegs des Geberkolbens 125 im Nehmerkolben 120 bestimmt werden. Während des Betätigens der Kupplung 180 kann der Geberkolben 125 in weiten Bereichen im Geberzylinder 120 verfahren werden, wobei ein Ansteuerverfahren des Kupplungsaktuators 100 Erwartungen an die Kupplungskraft an einer vorbestimmten Betätigungsposition bereitstellen kann. Wird diese Kupplungskraft nicht erreicht, so kann dies als Hinweis auf eine Leckage gewertet werden.

In einem Schritt 230 werden die Ergebnisse eines oder mehrerer der Schritte 210 bis 225 mit einem jeweils zugeordneten Schwellenwert verglichen. Wird der zugeordnete Schwellenwert überstiegen, so kann das Verfahren 200 zum Schritt 205 zurückkehren und erneut durchlaufen. Erreichen einer oder alle der aufgenommenen Parameter ihre zugeordneten Schwellenwerte nicht, so wird bestimmt, dass ein Hinweis auf eine Leckage vorliegt.

Dieser Hinweis kann optional noch überprüft werden, indem in einem Schritt 235 die Kupplung 180 betätigt wird. Dazu kann es erforderlich sein, eine Erlaubnis von einem übergeordneten

Prozess zur Betätigung der Kupplung 180 zu beantragen. Der übergeordnete Prozess kann insbesondere zur Steuerung der Fahrstrategie, beispielsweise zur Wahl einer eingelegten Gangstufe im Antriebsstrang des Kraftfahrzeugs, in dem die Kupplung 180 angeordnet ist, eingerichtet sein. Wird die Erlaubnis erteilt, so kann bevorzugterweise von einer vollständig unbetätigten Position aus eine Betätigung der Kupplung 180 bis in die Maximalposition erfolgen.

An einer oder mehreren Positionen während dieser Betätigung kann eine Kupplungskraft, beispielsweise mittels des Drucksensors 160, bestimmt werden. In einem nachfolgenden Schritt 240 kann dann bestimmt werden, ob die Kupplungskraft an der einen oder den mehreren Positionen vorbestimmte Werte übersteigen. In einer anderen Ausführungsform kann ein Minimalwert vorgegeben sein, der an keiner Position des Geberkolbens 125 unterschritten sein darf. Ist die bereitgestellte Kupplungskraft stets ausreichend, so kann das Verfahren 200 zum Schritt 205 zurückkehren und erneut durchlaufen. Andernfalls kann in einem Schritt 245 eine Meldung bereitgestellt werden, dass ein Hinweis auf eine Leckage am Kupplungsaktuator 100 vorliegt.

Die Sicherung der Erkenntnisse des Schritts 230 in den Schritten 235 und 240 kann auch übersprungen werden, sodass das Bereitstellen der Meldung im Schritt 245 unmittelbar auf den Schritt 230 folgen kann. Nach dem Schritt 245 kann das Verfahren 200 zum Schritt 205 zurückkehren und erneut durchlaufen.

Figur 3 zeigt ein Diagramm 300 mit einer exemplarischen Kupplungskennlinie 305. In horizontaler Richtung ist eine Position 310 des Kupplungsaktuators 100 bzw. des Geberzylinders 125 und in vertikaler Richtung eine Kupplungskraft 315 angetragen. Eine maximale Kupplungskraft wird üblicherweise an einer Maximalposition 315 des Geberkolbens 125 erreicht.

Bezugszeichenliste

100	Kupplungsaktuator
105	Geberseite
110	Nehmerseite
115	hydraulische Strecke
120	Geberzylinder
125	Geberkolben
130	Antrieb
135	Elektromotor
140	Umsetzung
145	Ausgleichsbehälter
150	Verbindungsöffnung
155	Positionssensor
160	Drucksensor
165	Nehmerzylinder
170	Nehmerkolben
175	hydraulisches Fluid
180	Kupplung
185	Steuereinrichtung
200	Verfahren
205	Start
210	Bestimmen Schnüffelhäufigkeit
215	Bestimmen Verschiebung Kupplungskennlinie
220	Bestimmen Kupplungskraft an Maximalposition
225	Bestimmen Kupplungskraft
230	Leckageverdacht?
235	Betätigen Kupplung
240	Kupplungskraft ausreichend?
245	Meldung bereitstellen
300	Diagramm
305	Kupplungskennlinie
310	Position
315	Kupplungskraft
320	Maximalposition

Patentansprüche

1. Verfahren (200) zum Bestimmen einer Leckage an einem hydraulischen Kupplungsaktuator (100), wobei der Kupplungsaktuator (100) einen Geberzylinder (120), eine hydraulische Strecke und einen Nehmerzylinder (165) zur Betätigung einer Kupplung (180) umfasst, und das Verfahren (200) folgende Schritte umfasst:
   - Bestimmen (210-225) eines Parameters des Kupplungsaktuators (100);
   - Vergleichen (230) des Parameters mit einem vorbestimmten Schwellenwert;
   - Bestimmen (230) eines Hinweises auf eine Leckage, falls der Parameter den Schwellenwert übersteigt, und
   - Bereitstellen (245) des Hinweises.

2. Verfahren (200) nach Anspruch 1, wobei der Parameter auf eine Verschiebung einer Kupplungskennlinie (305) in Richtung eines vergrößerten Aktuatorwegs hinweist.

3. Verfahren (200) nach Anspruch 2, wobei der Parameter eine Häufigkeit von Schnüffelvorgängen umfasst.

4. Verfahren (200) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Parameter die Geschwindigkeit der Verschiebung der Kupplungskennlinie (305) betrifft.

5. Verfahren (200) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Parameter auf eine Kupplungskraft (315) hinweist.

6. Verfahren (200) nach Anspruch 5, wobei der Schwellenwert von der Position (310) des Kupplungsaktuators (100) abhängig ist.

7. Verfahren (200) nach Anspruch 6, wobei die Position (310) des Kupplungsaktuators (100) im Bereich seiner Maximalposition liegt.

8. Verfahren (200) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner folgende Schritte umfassend:
   - Betätigen (235) der Kupplung mittels des Kupplungsaktuators (100) und
   - Bestätigen (240) des Hinweises, falls eine Kupplungskraft (315) an einer beliebigen Stelle des Betätigungswegs des Kupplungsaktuators (100) unter einem vorbestimmten Schwellenwerts liegt.

9. Steuervorrichtung (185) zur Steuerung eines Kupplungsaktuators (100) mit einem Geberzylinder (120), einer hydraulischen Strecke (115) und einem Nehmerzylinder (165) zur Betätigung einer Kupplung (180), wobei die Steuervorrichtung (185) dazu eingerichtet ist, ein Verfahren (200) nach einem der vorangehenden Ansprüche durchzuführen.

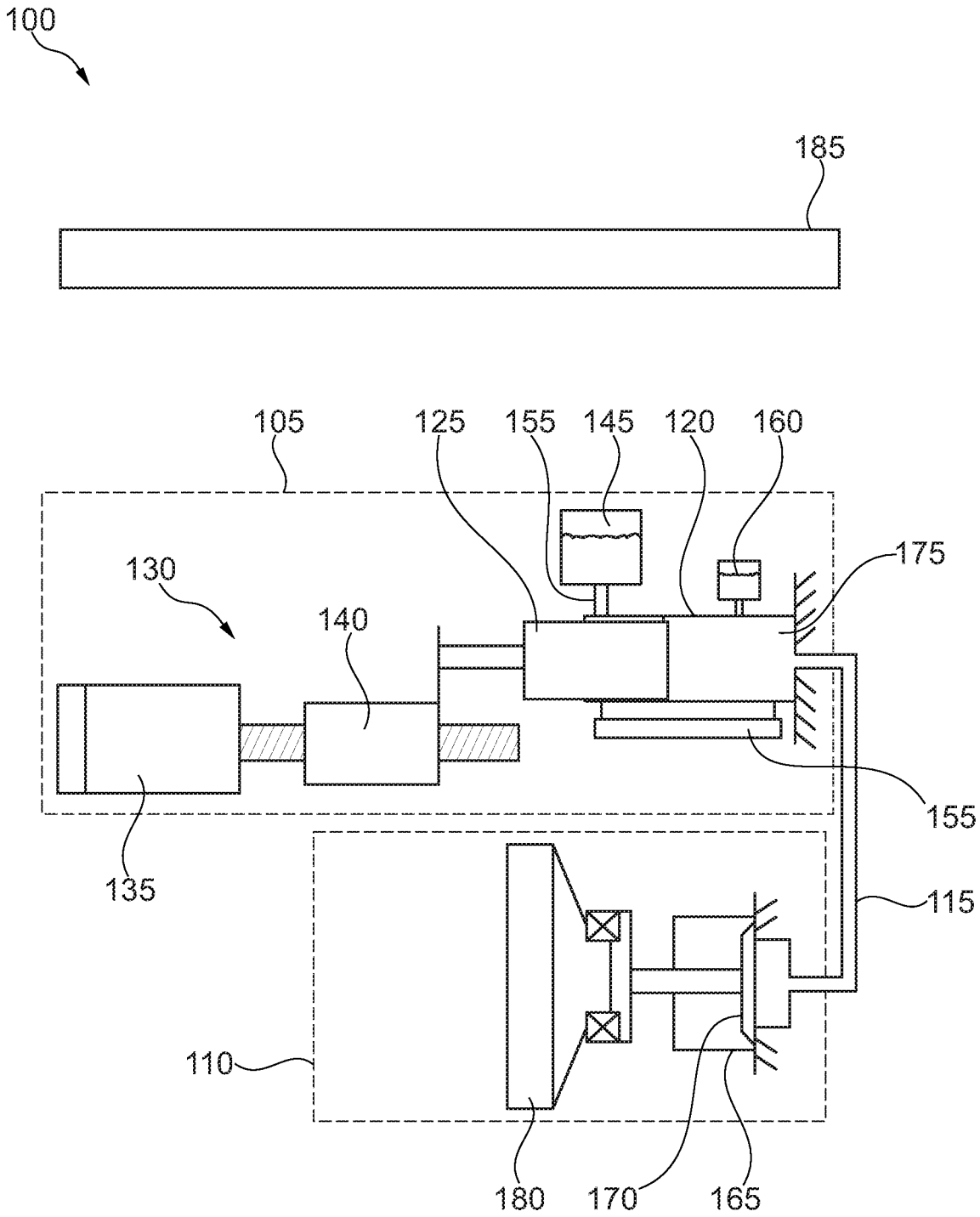

100
185
105
125
155
145
120
160
175
130
140
155
135
115
110
180
170
165

Fig. 1

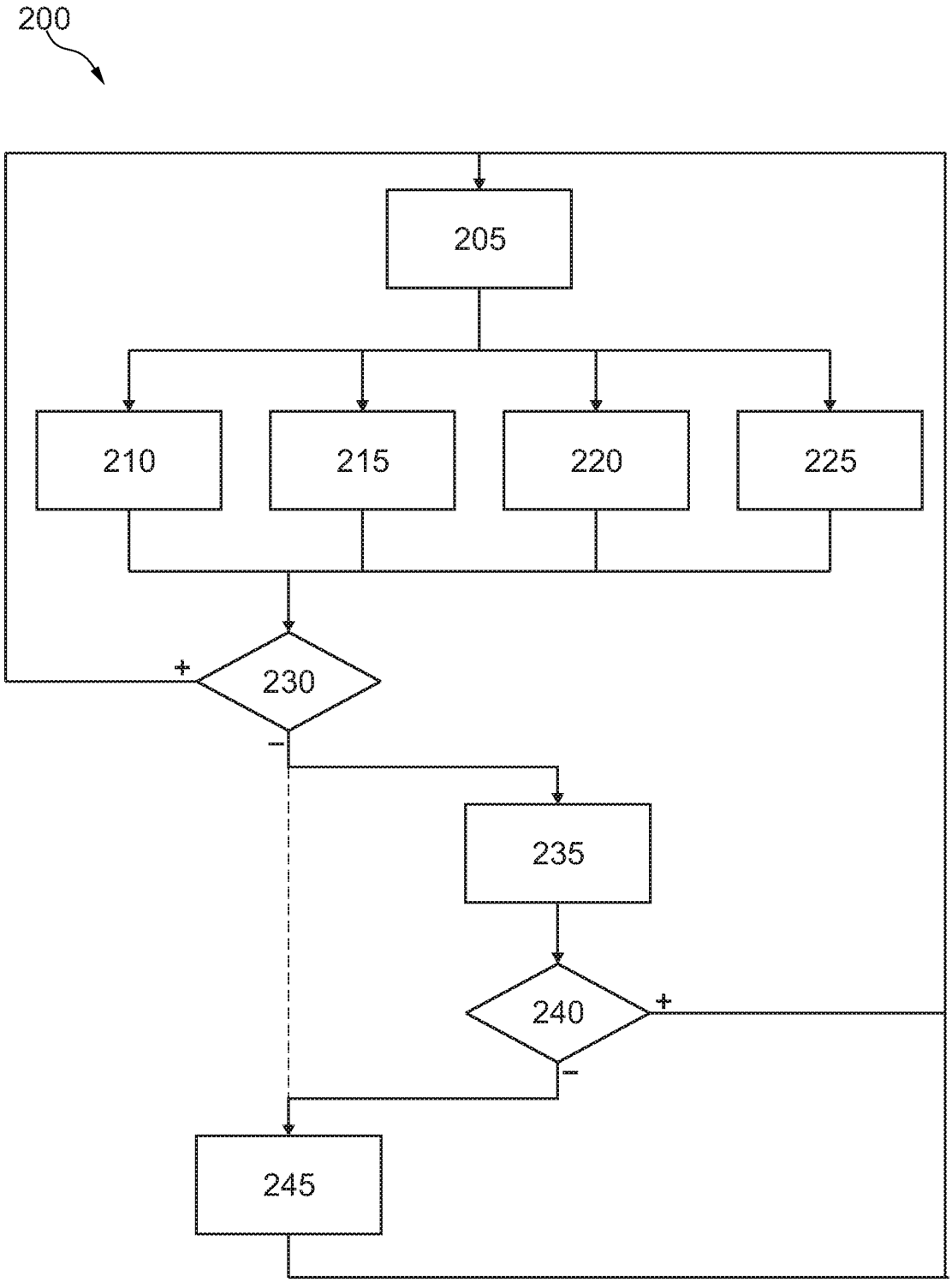


Fig. 2

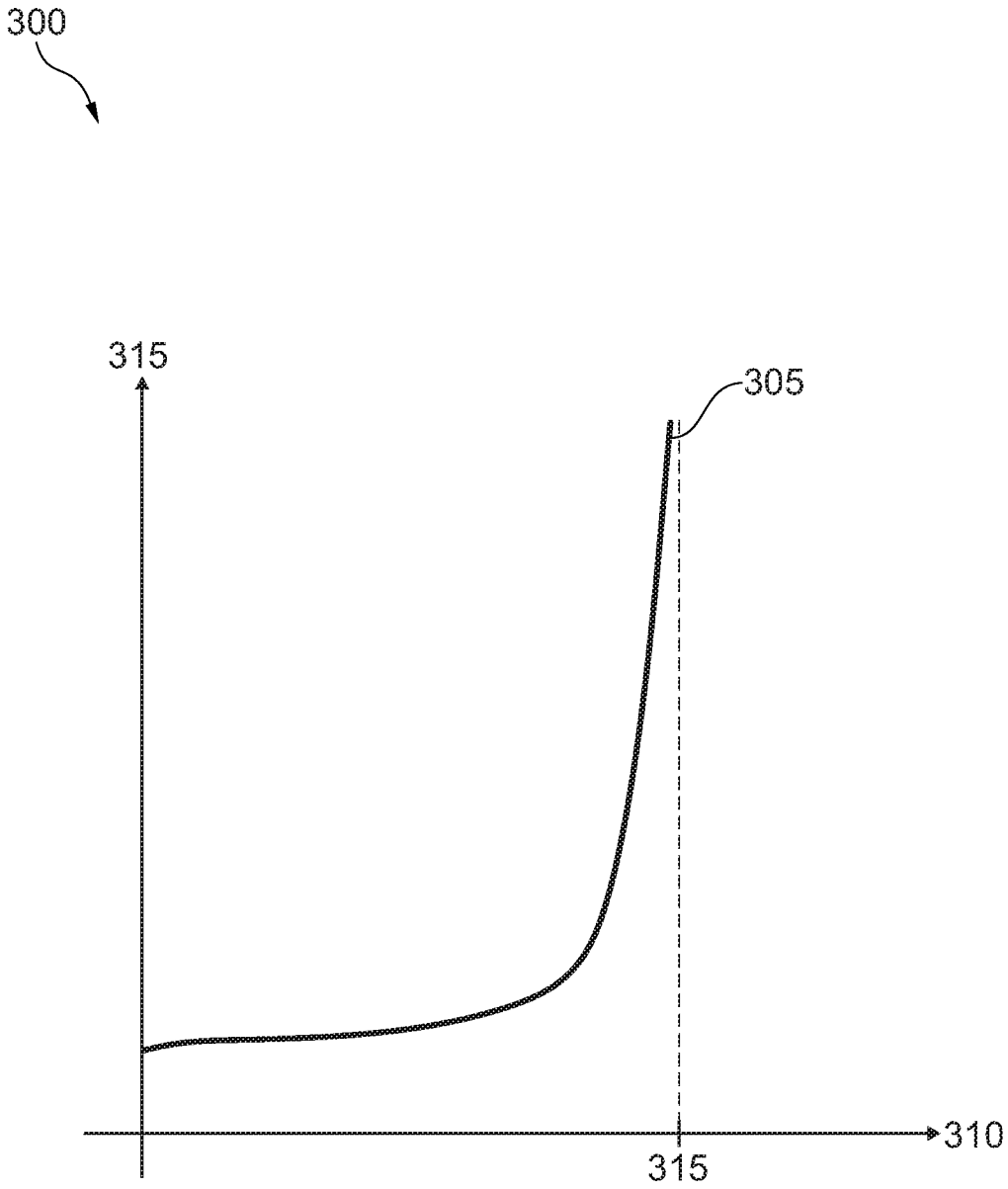


Fig. 3