(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. November 2015 (05.11.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/165449 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 7/04 (2006.01) *B60T 13/66* (2006.01)
B60T 8/40 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200214

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. März 2015 (31.03.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 207 979.9
29. April 2014 (29.04.2014) DE

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

(72) Erfinder: **FIORINI, Francesco, Emanuele**; Heidenoldendorferstr. 141, 32758 Detmold (DE). **HONSELMANN, Sebastian**; Metzenhalde 2, 77886 Lauf (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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: DEVICE FOR SIMULATING A FORCE ON AN ACTUATION ELEMENT OF A VEHICLE, PREFERABLY A PEDAL SIMULATOR

(54) **Bezeichnung** : VORRICHTUNG ZUR KRAFTSIMULATION AN EINEM BETÄTIGUNGSELEMENT EINES FAHRZEUGES, VORZUGSWEISE EIN PEDALSIMULATOR

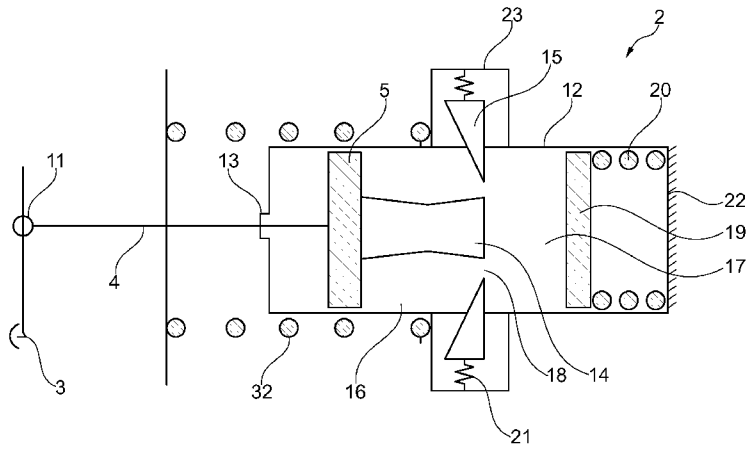


Fig. 2

(57) **Abstract**: The invention relates to a device for simulating a force on an actuation element of a vehicle, preferably a pedal simulator, which provides haptic feedback via a specified force/distance behavior. The device comprises a piston/cylinder unit (5, 12), in which a piston (5, 14) is connected to the actuation element (3) via a piston rod (4), said actuation element axially moving the piston within the cylinder. In a device which produces the same sensation when using a non-hydraulic actuation system as when using a hydraulic actuation system, a circular resistance element (15) protrudes radially into the cylinder, said resistance element separating the cylinder into two cavities (16, 17), both of which are filled with a medium, and the resistance element has an opening (18) approximately in the center, the radial extension of said opening varying depending on a pressure of the medium pressed into the opening by the piston.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/165449 A1

Veröffentlicht:

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

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kraftsimulation an einem Betätigungselement eines Fahrzeuges, vorzugsweise ein Pedalsimulator, welcher eine haptische Rückmeldung über ein vorgegebenes Kraft-Weg-Verhalten vermittelt, umfassend eine Kolben-Zylinder-Einheit (5, 12), wobei ein Kolben (5, 14) über eine Kolbenstange (4) mit dem Betätigungselement (3) verbunden ist, welches den Kolben innerhalb des Zylinders axial bewegt. Bei einer Vorrichtung, welche dasselbe Gefühl bei einem nicht hydraulischen Betätigungssystem hervorruft wie bei einem hydraulischen Betätigungssystem, ragt in den Zylinder ein kreisringförmiges Widerstandselement (15) radial hinein, welches den Zylinder in zwei Hohlräume (16, 17) unterteilt, die beide mit einem Medium gefüllt sind, und das Widerstandselement annähernd mittig eine Öffnung (18) aufweist, deren radiale Ausdehnung in Abhängigkeit eines Druckes des von dem Kolben in die Öffnung gedrückten Mediums variiert.

Vorrichtung zur Kraftsimulation an einem Betätigungselement eines Fahrzeuges, vorzugsweise ein Pedalsimulator

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kraftsimulation an einem Betätigungselement eines Fahrzeuges, vorzugsweise ein Pedalsimulator, welcher eine haptische Rückmeldung über ein vorgegebenes Kraft-Weg-Verhalten vermittelt, umfassend eine Kolben-Zylinder-Einheit, wobei ein Kolben über eine Kolbenstange mit dem Betätigungselement verbunden ist, welches den Kolben innerhalb des Zylinders axial bewegt.

Aus der DE 10 2011 016 239 A1 ist ein Pedalkraftsimulator für eine Fahrzeugbremsanlage mit elektronischer Signalübertragung bekannt, bei der eine von der Fußkraft des Fahrzeugführers abhängige Ansteuerung des Bremsmomentes, insbesondere mittels elektro-hydraulischer oder elektro-mechanischer Systeme vorgenommen wird, wobei der Pedalkraftsimulator ein für einen Fahrzeugführer gewohntes Bremsgefühl generiert. Der Pedalkraftsimulator umfasst eine pneumatisch arbeitende Kolben-Zylinder-Einheit, deren Kolben eine Kompressionskammer mit einem ansteuerbaren Ventil begrenzt und entgegen der Kompressionsrichtung mittels zumindest eines ersten Federelementes den Kolben mit einer Kraft belastet sowie über eine Kolbenstange mit einem Fahrzeugbremspedal derart wirkverbunden ist, dass die Kolbenstange während der Betätigung des Fahrzeugbremspedals eine Winkeländerung relativ zur Kolben-Zylinder-Einheit erfährt. Diese Winkelbeweglichkeit stellt hohe Anforderungen an die Konstruktion des Pedalkraftsimulators.

Die DE 10 2010 061 439 A1 offenbart ein Bremssystem für ein Kraftfahrzeug, bei welchem ein Bremspedal, das von einem Fahrzeugführer betätigbar ist, mit einem Pedalsimulator zur Erzeugung einer wegabhängigen Gegen- bzw. Rückstellkraft verbunden ist. Die Stellung des Bremspedals wird mittels eines Sensors erfasst und dessen Sensorsignal dem Steuergerät zur Auswertung zugeführt. Entsprechend der Stellung des Bremspedals erzeugt das Steuergerät Steuersignale für eine Antriebssteuereinheit und eine Bremssteuereinheit, so dass ein dadurch erzeugter generatorischer Bremsanteil zusammen mit dem Reibungsbremsanteil ein Bremsmoment bzw. eine Bremswirkung erzeugt, die der Stellung des Bremspedals entspricht. Gleichzeitig wird der Pedalsimulator von dem Steuergerät derart angesteuert, dass auf das Bremspedal eine Gegenkraft bzw. Rückstellkraft wirkt, sich also eine Weg-Kraft-Abhängigkeit einstellt, die dem Fahrer ein Pedalgefühl wie bei einer Bremsung ausschließlich mit einer hydraulischen Bremsanlage gibt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Kraftsimulation an einem Betätigungselement eines Kraftfahrzeuges anzugeben, welche dem Fahrzeugführer das gleiche Gefühl übermittelt wie bei einer normalen hydraulischen Anlage und trotzdem einfach herstellbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass in dem Zylinder ein Widerstandselement radial hineinragt, welches den Zylinder in zwei Hohlräume unterteilt, die beide mit einem Medium gefüllt sind und das Widerstandselement annähernd mittig eine Öffnung umfasst, deren radiale Ausdehnung in Abhängigkeit eines Druckes des von dem Kolben in die Öffnung gedrückten Mediums variiert. Dies hat den Vorteil, dass auch bei einem nicht hydraulischen Betätigungssystem, insbesondere einem rein elektrischen Fahrzeugkupplungssystem, dem Fahrzeugnutzer das gleiche Gefühl übermittelt wird, wie bei einem normalen hydraulischen Betätigungssystem. Die Vorrichtung zur Kraftsimulation simuliert dabei eine Kraft-Weg-Kennlinie, wobei die Kraft, welche am Fuß oder an der Hand des Fahrzeugnutzers über das Betätigungselement angreift, in Abhängigkeit des durch den Arbeitskolben zurückgelegten Weges hervorgerufen wird. Die Größe der Vorrichtung zur Kraftsimulation entspricht dabei der Größe eines Geberzylinders bei einem hydraulischen Kupplungsbetätigungssystem, so dass keine weiteren Anforderungen an den Platzbedarf im Kraftfahrzeug gestellt werden, weshalb der Kraftsimulator anstelle des Geberzylinders an derselben Stelle im Kraftfahrzeug eingebaut werden kann. Unter einem Widerstandselement soll im Weiteren ein in das Medium hineinragendes vorsprungsähnliches Element verstanden werden, welches dem Medium einen mechanischen Widerstand entgegensetzt. Die Öffnung des Widerstandselementes wird dabei durch den Druck des Mediums bestimmt, welcher von dem Betätigungselement auf den Arbeitskolben übertragen wird. Somit ist ein selbsteinstellbares Widerstandselement gegeben, welches in Abhängigkeit der konkret am Pedal anliegenden Kräfte, die das Medium als Druck überträgt, eine automatische Einstellung des Durchmessers der Öffnung realisiert, weshalb je nach anliegendem Druck ein unterschiedliches Volumen von dem ersten in den zweiten Hohlraum des Zylinders transportiert werden kann.

Vorteilhafterweise weist das Widerstandselement eine Angriffsfläche auf, welche in einem vorgegebenen Winkel zu einer Bewegungsrichtung des Mediums ausgerichtet ist und über ein dehnungsfähiges Element an einem Gehäuse befestigt ist. Aufgrund der in einem Winkel angestellten Angriffsfläche gelangt der Druck des Mediums senkrecht auf das Widerstandselement, wobei die aus dem Druck resultierende Kraft in unterschiedliche Teilkräfte zerlegt werden kann, welche innerhalb des Widerstandselementes in unterschiedliche Richtungen wirken. Insbesondere die Teilkraft, welche senkrecht zur Bewegungsrichtung des Mediums auf-

tritt, führt dazu, dass sich das dehnungsfähige Element bewegt, wodurch die Öffnung unterschiedliche Durchmesser annimmt.

In einer Ausgestaltung ist der Druck des Mediums und somit eine Ausdehnung des dehnfähigen Elementes in Abhängigkeit von einer Betätigungsgeschwindigkeit des Betätigungselementes bestimmbar. Durch diese Betätigungsgeschwindigkeit des Betätigungselementes wird die Druckkraft bestimmt, in deren Abhängigkeit sich der Durchmesser der Öffnung einstellt. Dadurch wird die Kraft-Weg-Kennlinie simuliert, die am Fuß oder an der Hand des Fahrzeugnutzers über das Betätigungselement angreift. So wird eine große Kraft benötigt, wenn die Öffnung relativ klein ist und sich das durch den Kolben gedrängte Flüssigkeitsvolumen nur langsam vom ersten Hohlraum in den zweiten Hohlraum bewegt. Im Gegensatz dazu liegt eine geringe Kraft an, wenn bei einer großen Öffnung das Flüssigkeitsvolumen sich mit einer großen Geschwindigkeit zwischen den beiden Hohlräumen bewegt.

In einer Variante ist das dehnungsfähige Element mit einem Haltemechanismus versehen, welcher eine Ausdehnung des dehnungsfähigen Elementes über den Betätigungsweg des Betätigungselementes konstant hält. Die Position des dehnungsfähigen Elementes, welches in Abhängigkeit des von der Betätigungsgeschwindigkeit abhängigen Druckes um einen bestimmten Weg zusammengedrückt wird, wird mit Hilfe des Haltemechanismus eingefroren. Dabei strömt das Medium entlang der verengten oder geweiteten Öffnung, die eine Veränderung eines durchströmenden Volumens des Mediums und damit eine von der Abmessung der Öffnung und dem Durchfluss abhängige Veränderung der Druckverhältnisse im Inneren des Zylinders von dem ersten Hohlraum in den zweiten Hohlraum.

In einer Weiterbildung ist der Haltemechanismus als zweiarmiger Rastmechanismus ausgebildet, wobei jeder Arm eine Rastnase aufweist, welche sich gegenüberliegen und in je eine, von zwei gegenüberliegenden Ausnehmungen eingreifen, welche an einem, dem Rastmechanismus umgebenden Gehäuse ausgebildet sind. Ein solcher Rastmechanismus ist konstruktiv einfach herstellbar und selbsthaltend, weswegen auf zusätzliche Bauelemente verzichtet werden kann.

Um verschiedene Betätigungsgeschwindigkeiten des Betätigungselementes einfrieren zu können, sind auf jeder Gehäuseinnenseite mehrere Ausnehmungen zur Feststellung des Durchmessers der Öffnung, welche verschiedenen Betätigungsgeschwindigkeiten entsprechen, übereinanderliegend ausgebildet.

In einer Ausführungsform sind die Arme des Rastmechanismus mit einem Spreizelement verbunden, welches über eine mechanische Verbindung mit der Kolbenstange in Verbindung steht, wobei das Spreizelement bei der Betätigung des Betätigungselementes gespannt ist und die Arme des Rastmechanismus in die Ausnehmungen eingreifen, während bei einer Rückstellung des Betätigungselementes das Spreizelement entspannt ist, wobei die Arme des Rastmechanismus aus den Ausnehmungen herausführbar sind. Somit nimmt der Rastmechanismus bei einer Ruhestellung des Betätigungselementes seine Ausgangsposition ein, welche er bei der nächsten Betätigung des Betätigungselementes verlässt und in eine der in verschiedenen Höhen ausgebildeten Aussparungen eingreift.

Vorteilhafterweise weist der Kolben einen Arbeitskolben auf, der mit der Kolbenstange verbunden ist, wobei an den Arbeitskolben an einer, der Kolbenstange abgewandten Seite ein, einen kleineren Durchmesser als der Arbeitskolben aufweisender Sekundärkolben angeordnet ist, welcher in die Öffnung eingreift und wobei das Medium mit variierendem Volumen zwischen dem Sekundärkolben und dem Widerstandselement durch den Arbeitskolben von dem ersten in den zweiten Hohlraum gedrückt wird. Durch diesen sich verjüngenden Durchmesser des Sekundärkolbens und dem zwischen Widerstandselement und Sekundärkolben hindurchfließenden inkompressiblen Medium wird ein Kraftunterschied erzeugt, welcher am Betätigungselement haptisch durch den Fahrzeugnutzer spürbar ist. Eine solche Betätigung des Sekundärkolbens erfolgt bei einmalig eingestellter konstanter Ausdehnung des Durchmessers der Öffnung.

In einer Ausgestaltung verjüngt sich der Sekundärkolben zur Einstellung des variierenden Volumens in Richtung des Widerstandselementes.

In einer Variante ist an einer, dem Arbeitskolben gegenüberliegenden Seite des Zylinders ein Trennkolben im zweiten Hohlraum positioniert, welcher über ein Federelement an einer Innenwandung des Zylinders angreift. Mittels dieses Trennkolbens wird der inkompressiblen Eigenschaft des Mediums Rechnung getragen, da sichergestellt wird, dass bei einem Angreifen des inkompressiblen Mediums der Trennkolben in seiner Position nachgibt und so der Raum für das im ersten Hohlraum verdrängte Volumen des Mediums geschaffen wird. Strömt dieses Medium wieder zurück in den ersten Hohlraum, so drückt das Federelement den Trennkolben wieder in seine Ausgangsposition.

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen:

Figur 1: eine Prinzipdarstellung eines elektro-hydraulischen Kupplungsbetätigungssystems,

Figur 2: ein Ausführungsbeispiel für einen Pedalsimulator des elektro-hydraulischen Kupplungsbetätigungssystems gemäß Figur 1,

Figur 3: ein Ausführungsbeispiel des Widerstandselementes mit einem dehnungsfähigen Element,

Figur 4: ein Ausführungsbeispiel für einen Rastmechanismus des dehnungsfähigen Elementes.

Gleiche Merkmale sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

In Figur 1 ist eine Prinzipdarstellung eines elektro-hydraulischen Kupplungsbetätigungssystems dargestellt, welches auch als Clutch-by-Wire-System bezeichnet wird. Das elektro-hydraulische Kupplungsbetätigungssystem 1 umfasst einen Pedalsimulator 2, der mechanisch mit einem Kupplungspedal 3 verbunden ist. Das Kupplungspedal 3 betätigt über eine Kolbenstange 4 einen in dem Pedalsimulator 2 axial beweglich gelagerten Arbeitskolben 5. Die Bewegung des Arbeitskolbens 5 wird durch eine Wegsensoreinheit 6 detektiert, die mit dem Pedalsimulator 2 verbunden und vorzugsweise in diesem integriert ist. Über eine elektrische Leitung 7 ist die Wegsensoreinheit 6 mit einer Steuer- und Leistungseinheit 8 verbunden. Neben der Steuerelektronik umfasst die Steuer- und Leistungseinheit 8 einen Aktor, welcher über eine weitere Leitung 9 die Kupplung 10 ansteuert. Die Leitung 9 ist im vorliegenden Fall als hydraulische Leitung ausgebildet. Die Ansteuerung der Kupplung 10 kann alternativ aber auch pneumatisch oder mechanisch erfolgen.

In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel des Pedalsimulators 2 gezeigt, wie dieser in dem Kupplungsbetätigungssystem 1 gemäß Figur 1 verwendet wird. Das Kupplungspedal 3 ist über einen Anschluss 11 an der Kupplungsstange 4 befestigt. Innerhalb des Zylinders 12 wird der Arbeitskolben 5 über die Kupplungsstange 4 in Abhängigkeit von der Stellung des Kupplungspedals 3 axial bewegt. Der Zylinder 12 weist an einem Ende ein Führungselement 13, beispielsweise eine Dichtung oder eine Wandöffnung auf, in welcher die Kolbenstange 4 axial

gelagert ist. Am Vorderende der Kolbenstange ist der Arbeitskolben 5 mit dieser verbunden und an der Zylinderinnenwand umfangsseitig geführt.

An der Stirnseite des Arbeitskolbens 5 ist ein Sekundärkolben 14 befestigt, welcher sich in Richtung eines Widerstandselementes 15, das den Innenraum des Zylinders 12 in zwei Hohlräume 16, 17 unterteilt, verjüngt. Der Arbeitskolben 5 bewegt sich dabei ausschließlich im ersten Hohlraum 16 des Zylinders 12.

Das Widerstandselement 15, welches kreisringförmig, beispielsweise als Blende oder Drossel, aufgebaut ist, bildet eine Öffnung 18 mit einem variablen Durchmesser, in welche bei der Bewegung des Kupplungspedals 3 der Sekundärkolben 14 eindringt. Auf der zum Arbeitskolben 5 entgegengesetzten Seite des Zylinders 12 ist ein Trennkolben 19 im zweiten Hohlraum 17 angeordnet, welcher ebenfalls gleitend axial beweglich gelagert ist und über eine Innenfeder 20 an einer Innenwand 22 des Zylinders 12 anliegt. Um die Kolbenstange 4 und den Zylinder 12 ist teilweise eine Rückstellfeder 32 angeordnet.

Das Widerstandselement 15, welches mit einem dehnungsfähigen Element 21 an einem außen das Widerstandselement 15 umgebenden Gehäuse 23 befestigt ist, soll im Zusammenhang mit Figur 3 näher erläutert werden. Das Widerstandselement 15 selbst ist dabei annähernd als rechtwinkliges Dreieck ausgebildet und weist eine Angriffsfläche 31 für das sich in dem Zylinder 12 annähernd axial bewegende inkompressible Medium auf. Das dehnungsfähige Element 21, welches sich radial nach außen an das Widerstandselement 15 anschließt, ist vorteilhafterweise als Feder ausgebildet, die eine vorgegebene Position einnimmt. Zwischen dem Widerstandselement 15 und dem dehnungsfähigen Element 21 sind beidseitig an dem Gehäuse 23 Ausnehmungen 24 angeordnet, in welche eine Rastmechanismus 25 eingreift.

Die Rastmechanismus 25, welcher in Figur 4 verdeutlicht ist, ist mit einer mechanischen Verbindung 26, welche durch das dehnungsfähige Element 21 geführt ist, beispielsweise einem Kabel, mit der Kolbenstange 4 verbunden. Das, das Widerstandselement 15 teilweise umgebende Gehäuse 23 weist an jeder Seite mehrere übereinander angeordnete Ausnehmungen 24 auf, in welche Rastnasen 27 des zweiarmig ausgebildeten Rastelementes 25 eingreifen können. Im Ruhezustand des Kupplungspedals 3 sind die beiden Rastnasen 27 des Rastmechanismus 25 in der untersten Ausnehmung 24 des Gehäuses 23 eingeklinkt und werden mittels eines, zwischen den Armen 28, 29 des Rastmechanismus 25 angeordneten Spreizelementes 30 in diesen Ausnehmungen 24 gehalten.

Der beschriebene Pedalsimulator 2 funktioniert wie folgt. Bei der Betätigung des Kupplungspedals 3 wird die Pedalbewegung über den Anschluss 11 in eine entsprechende Vorschubbewegung der Kolbenstange 4 umgesetzt. Hierbei wird zum einen die Rückstellfeder 32 zusammengedrückt und gespannt, wodurch eine rückstellende Reaktionskraft entsteht. Außerdem wird der an der Kolbenstange 4 befestigte Arbeitskolben 5 gemeinsam mit dem Sekundärkolben 14 gegenüber dem ortsfest gelagerten Zylinder 12 innerhalb diesem vorwärts bewegt. Das Widerstandselement 15 bestimmt innerhalb eines Zeitraumes von etwa 1 Sekunde, den bei der Bewegung des Arbeitskolbens 5 durch das inkompressible Medium auf die Angriffsfläche 31 ausgeübten Druck. Durch den an der Angriffsfläche 31 des Widerstandselementes 15 angreifenden Druck wird das dehnungsfähige Element 21 durch das Widerstandselement 15 vorgespannt und in einer konstanten Stellung gehalten, wodurch die Öffnung 18 einen bestimmten Durchmesser annimmt. Dieser Durchmesser wird arretiert, indem die Rastnasen 27 des Rastelementes 25 in das gegenüberliegende Paar von Ausnehmungen 24 eingreifen, welche der Betätigungsgeschwindigkeit des Betätigungselementes 3 entsprechen. Nun greift der Sekundärkolben 14 in die , einen konstanten Durchmesser aufweisende Öffnung 18 des Widerstandselementes 15 ein, wodurch sich zwischen dem Widerstandselement 15 und der Außenkontur des Sekundärkolbens 14 ein Kreisring ausbildet, welcher je nach Position des sich in seiner Außenkontur verjüngenden Sekundärkolbens 14 in seiner Breite variiert. Dadurch wird ein mehr oder weniger großes Volumen des inkompressiblen Mediums entlang der Außenkontur des Sekundärkolbens 14 aus dem ersten Hohlraum 16 über die Öffnung 18 in den zweiten Hohlraum 17 verdrängt. Zugleich verursacht das über den Arbeitskolben 5 verdrängte Flüssigkeitsvolumen eine Bewegung des Trennkolbens 19, welcher gegen die innenliegende Feder 20 gedrückt wird und dabei das in dem ersten Hohlraum 16 verdrängte Volumen des inkompressiblen Mediums in dem zweiten Hohlraum 17 aufnimmt. Aufgrund dieser Ausgestaltung ist der Pedalsimulator 2 unabhängig von der Geschwindigkeit des Betätigungselementes.

Beim Loslassen des Fahrpedals 3 durch den Nutzer zieht die Kolbenstange 4 die mechanische Verbindung 26 mit der Rastmechanismus 25 nach oben, wobei sich das Spreizelement 30 entspannt und wodurch die Arme 28, 29 der Rastmechanismus 25 zusammenklappen und die Rastnasen 27 aus den Ausnehmungen 24 heraustreten. Die Rastmechanismus 25 fällt dabei nach unten, wo der Abstand zwischen den tiefsten Ausnehmungen 24, welche der geringsten Betätigungsgeschwindigkeit des Betätigungselementes 3 entsprechen, geringer ist als bei den Ausnehmungen, in welche die Rastnasen 27 bei einem zusammengedrückten dehnungsfähigen Element 21 bei größeren Betätigungsgeschwindigkeiten eingreifen.

Der beschriebene Pedalsimulator 2 ist für ein nicht hydraulisches Betätigungssystem, insbesondere ein rein elektrisches Fahrzeugkupplungssystem vorgesehen. Er kann alternativ aber auch für beliebige andere Betätigungssysteme, wie beispielsweise Bremssysteme, eingesetzt werden, die auch statt eines Pedals ein beliebig anderes Betätigungselement aufweisen können.

Bezugszeichenliste

1 Kupplungsbetätigungssystem
2 Pedalsimulator
3 Fahrpedal
4 Kolbenstange
5 Arbeitskolben
6 Wegsensoreinheit
7 Elektrische Leitung
8 Steuer- und Leistungseinheit
9 Leitung
10 Kupplung
11 Anschluss
12 Zylinder
13 Führungselement
14 Sekundärkolben
15 Widerstandselement
16 Hohlraum
17 Hohlraum
18 Öffnung
19 Trennkolben
20 Innenfeder
21 Dehnungsfähiges Element
22 Innenwand des Zylinders
23 Gehäuse
24 Ausnehmung
25 Rastmechanismus
26 Mechanische Verbindung
27 Rastnase
28 Arm der Rastmechanismus
29 Arm der Rastmechanismus
30 Spreizelement
31 Angriffsfläche
32 Rückstellfeder

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kraftsimulation an einem Betätigungselement eines Fahrzeuges, vorzugsweise ein Pedalsimulator, welcher eine haptische Rückmeldung über ein vorgegebenes Kraft-Weg-Verhalten vermittelt, umfassend eine Kolben-Zylinder-Einheit (5, 12), wobei ein Kolben (5, 14) über eine Kolbenstange (4) mit dem Betätigungselement (3) verbunden ist, welches den Kolben (5, 14) innerhalb des Zylinders (12) axial bewegt, dadurch gekennzeichnet, dass in den Zylinder (12) ein Widerstandselement (15) radial hineinragt, welches den Zylinder (12) in zwei Hohlräume (16, 17) unterteilt, die beide mit einem Medium gefüllt sind und das Widerstandselement (15) annähernd mittig eine Öffnung (18) umfasst, deren radiale Ausdehnung in Abhängigkeit eines Druckes des von dem Kolben (5) in die Öffnung (18) gedrückten Mediums variiert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Widerstandselement (15) eine Angriffsfläche (31) aufweist, welche in einem vorgegebenen Winkel zu einer Bewegungsrichtung des Mediums ausgerichtet ist und über ein dehnungsfähiges Element (21) an dem Zylinder (12) befestigt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des Mediums und somit eine Ausdehnung des dehnungsfähigen Elementes (21) in Abhängigkeit von einer Betätigungsgeschwindigkeit des Betätigungselementes (3) bestimmbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das dehnungsfähige Element (21) mit einem Haltemechanismus (24, 25) versehen ist, welcher die Ausdehnung des dehnungsfähigen Elementes (21) über einen Betätigungsweg des Betätigungselementes (3) konstant hält.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltemechanismus (24, 25) als zweiarmiger Rastmechanismus (25) ausgebildet ist, wobei jeder Arm (28, 29) eine Rastnase (27) aufweist, welche sich gegenüberliegen und in je eine, von zwei gegenüberliegenden Ausnehmungen (24) eingreifen, welche an einem, dem Rastmechanismus (25) umgebenden Gehäuse (23) ausgebildet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf jeder Gehäuseinnenseite mehrere Ausnehmungen (24) zur konstanten Einstellung der Ausdehnung der Öffnung (18), welche verschiedenen Betätigungsgeschwindigkeiten entsprechen, übereinanderliegend angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Arme (28, 29) des Rastmechanismus (25) mit einem Spreizelement (30) verbunden sind, welches über eine mechanische Verbindung (26) mit der Kolbenstange (4) in Verbindung steht, wobei das Spreizelement (30) bei der Betätigung des Betätigungselementes (3) gespannt ist und die Arme (28, 29) des Rastmechanismus (25) in die Ausnehmungen (24) eingreifen, während bei einer Rückstellung des Betätigungselementes (3) das Spreizelement (30) entspannt ist, wobei die Arme (28, 29) des Rastmechanismus (25) aus den Ausnehmungen (24) herausführbar sind.

8. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (5, 14) einen Arbeitskolben (5) aufweist, der mit der Kolbenstange (4) verbunden ist, wobei an dem Arbeitskolben (5) an einer der Kolbenstange (4) abgewandten Seite ein, einen kleineren Durchmesser als der Arbeitskolben (5) aufweisender Sekundärkolben (14) angeordnet ist, welcher in die Öffnung (18) eingreift und wobei das Medium mit variierendem Volumen zwischen dem Sekundärkolben (14) und dem Widerstandselement (15) durch den Arbeitskolben (5) von dem ersten in den zweiten Hohlraum (16, 17) gedrückt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Sekundärkolben (14) zur Einstellung des variierenden Volumens sich in Richtung des Widerstandselementes (15) verjüngt.

10. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an einer, dem Arbeitskolben (5) gegenüber liegenden Seite des Zylinders (12) ein Trennkolben (19) im zweiten Hohlraum (17) positioniert ist, welcher über ein Federelement (20) an einer Innenwandung (22) des Zylinders (12) angreift.

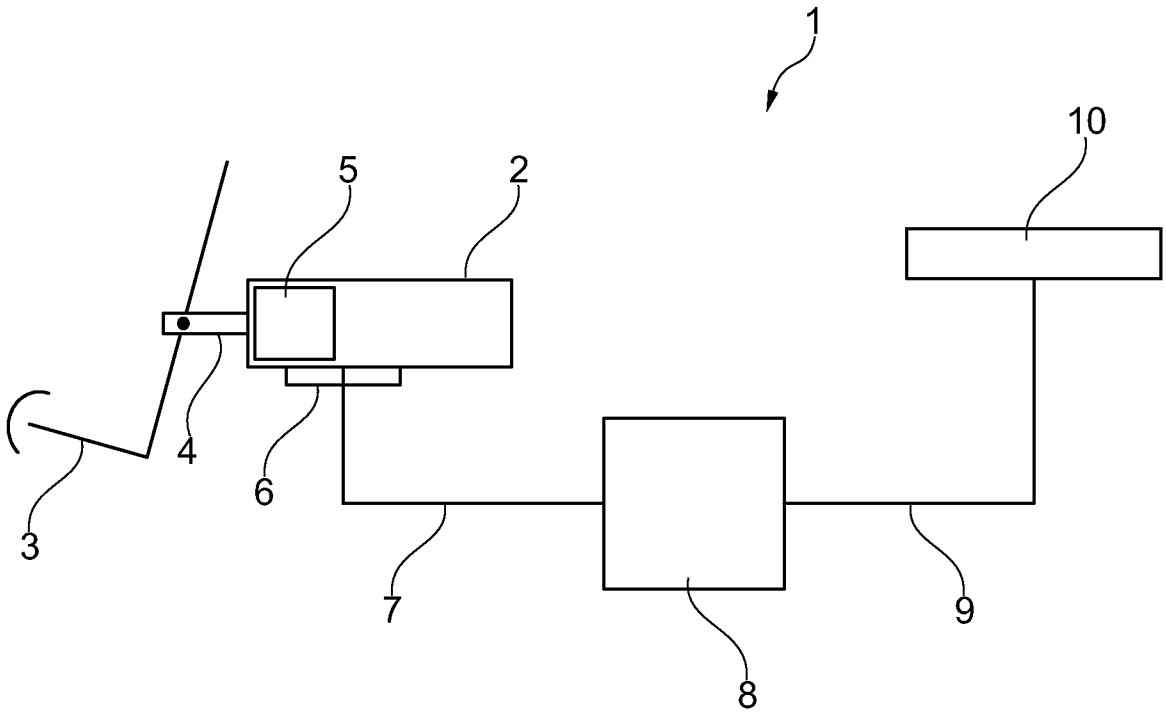


Fig. 1

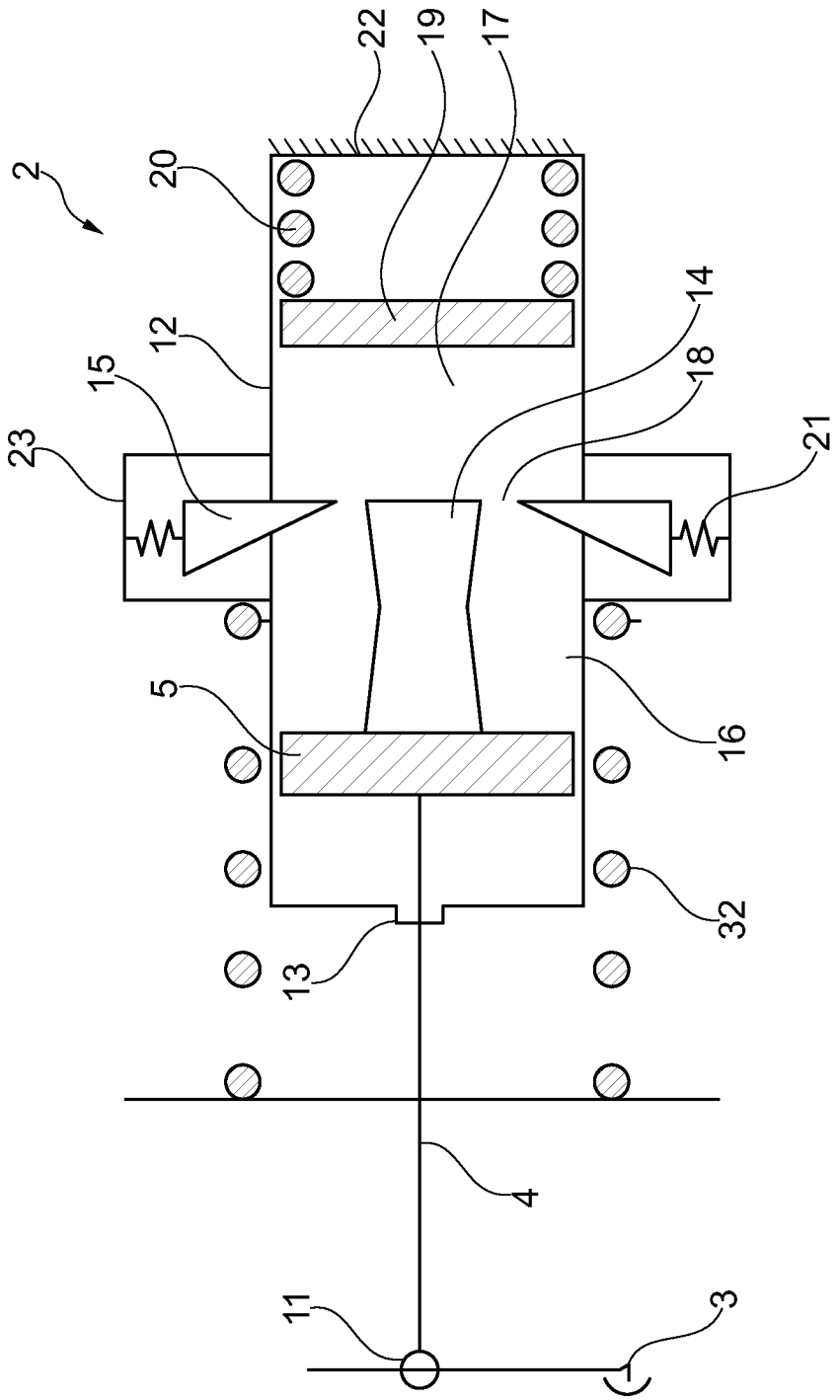


Fig. 2

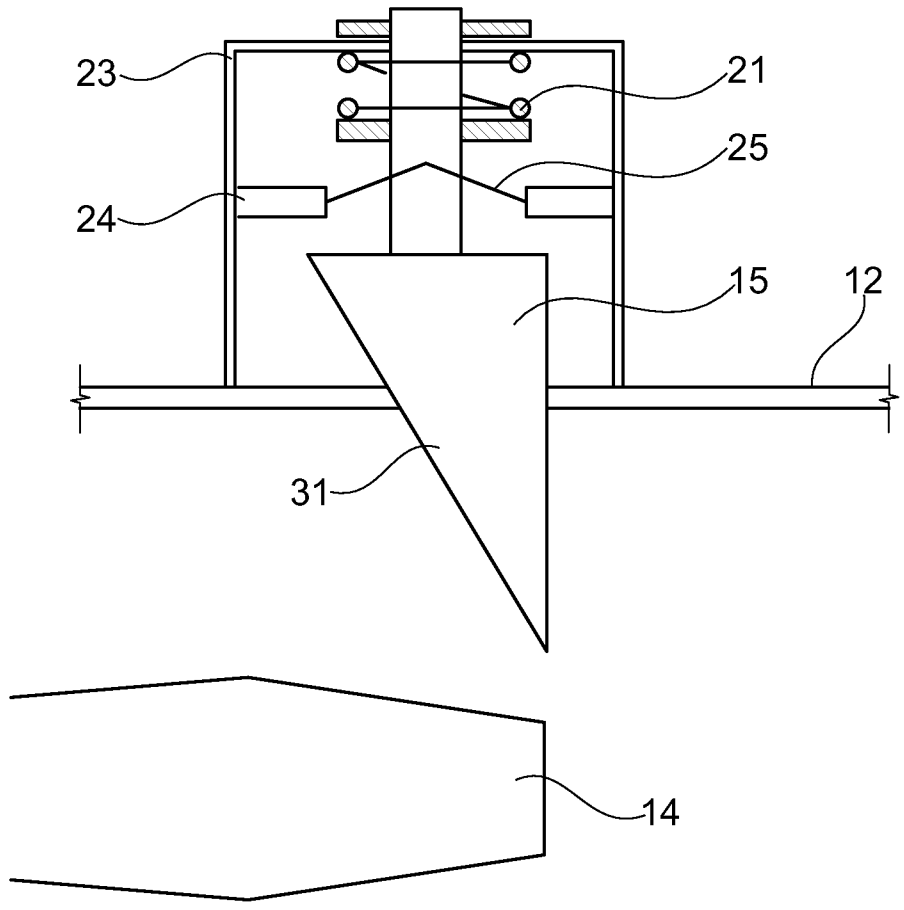


Fig. 3

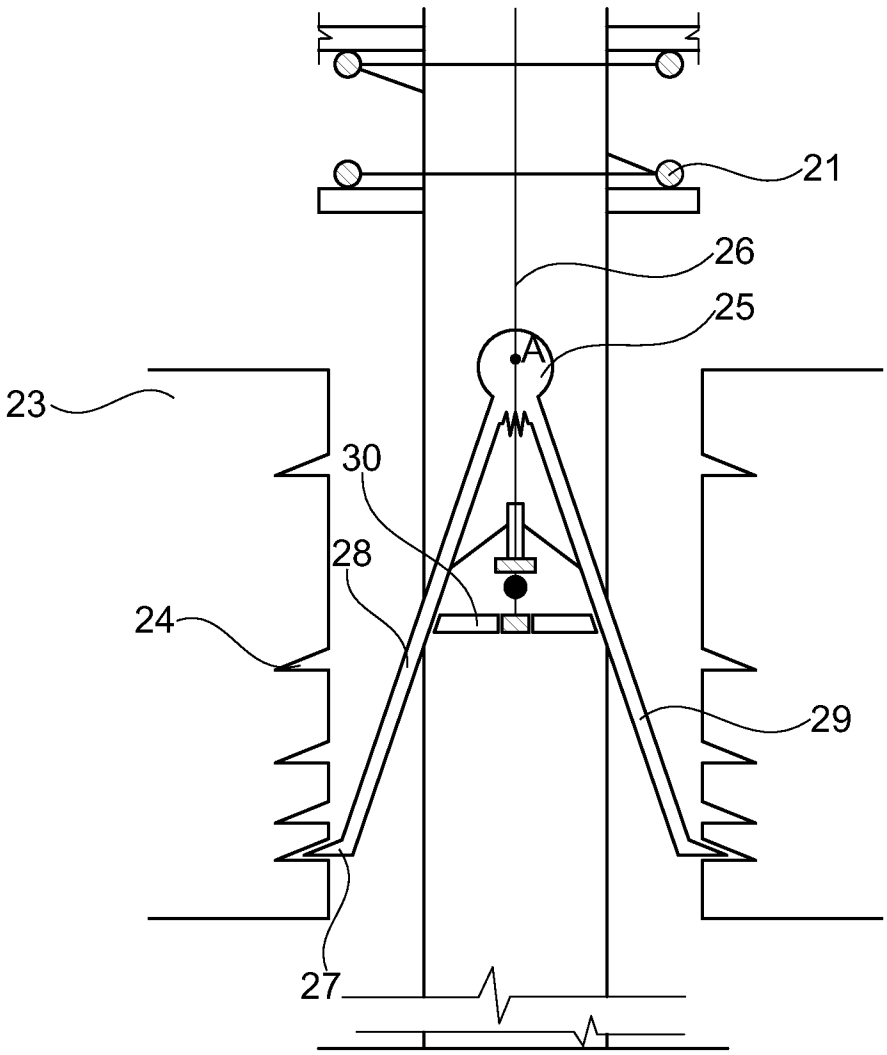


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200214

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T7/04 B60T8/40 B60T13/66
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)
B60T

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.
A	DE 10 2011 016240 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 11 October 2012 (2012-10-11) abstract; figure 1	1-10
A	US 2014/069093 A1 (KIM YONG KAP [KR]) 13 March 2014 (2014-03-13) paragraphs [0032] - [0035] figure 2	1-10
A	DE 38 30 836 A1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE]) 22 March 1990 (1990-03-22) column 3, lines 18-38 figure 1	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	Date of mailing of the international search report
30 June 2015	09/07/2015

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	Christensen, Juan

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2015/200214

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011016240 A1	11-10-2012	NONE	
US 2014069093 A1	13-03-2014	DE 102013014859 A1	13-03-2014
		KR 20140034406 A	20-03-2014
		US 2014069093 A1	13-03-2014
DE 3830836 A1	22-03-1990	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200214

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T7/04 B60T8/40 B60T13/66
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60T

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.
A	DE 10 2011 016240 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-10
A	US 2014/069093 A1 (KIM YONG KAP [KR]) 13. März 2014 (2014-03-13) Absätze [0032] - [0035] Abbildung 2	1-10
A	DE 38 30 836 A1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM [DE]) 22. März 1990 (1990-03-22) Spalte 3, Zeilen 18-38 Abbildung 1	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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. Juni 2015	09/07/2015

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	Christensen, Juan

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200214

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011016240 A1	11-10-2012	KEINE	
US 2014069093 A1	13-03-2014	DE 102013014859 A1	13-03-2014
		KR 20140034406 A	20-03-2014
		US 2014069093 A1	13-03-2014
DE 3830836 A1	22-03-1990	KEINE	