

(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
30. April 2020 (30.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/083702 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 8/40 (2006.01) *B60T 11/16* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077856

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Oktober 2019 (15.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 218 145.4
23. Oktober 2018 (23.10.2018) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG
[DE/DE]; Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).

(72) Erfinder: DRUMM, Stefan; c/o Continental Teves AG & Co. OHG, Intellectual Property - Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/Main (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: SIMULATOR FOR HYDRAULIC BRAKE SYSTEMS, BRAKE SYSTEM AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung: SIMULATOR FÜR HYDRAULISCHE BREMSSYSTEME, BREMSSYSTEM UND BETRIEBSVERFAHREN

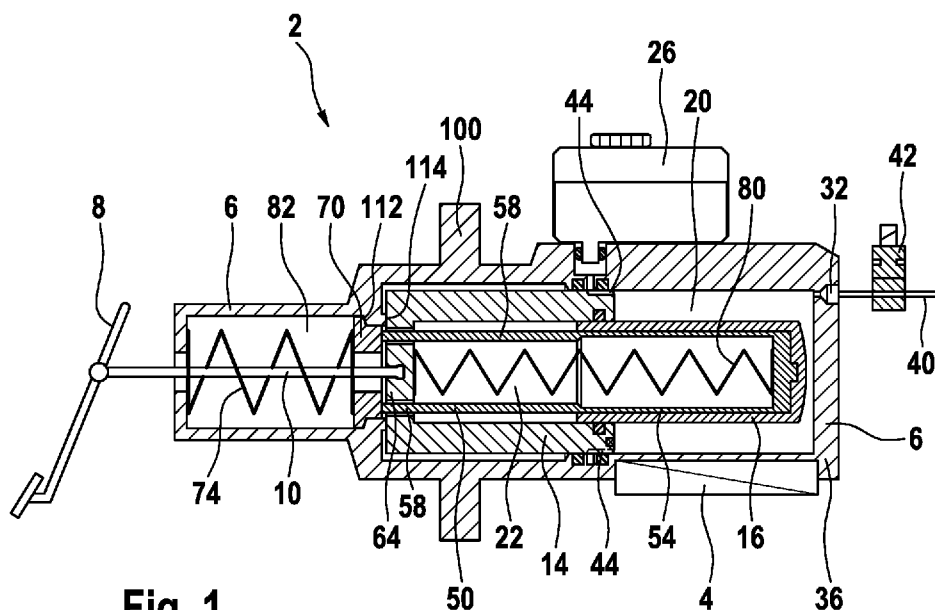


Fig. 1

(57) Abstract: A simulator (2) for generating a relation, which simulates the pressure medium volume capacity of a hydraulic system, between the activation force and activation travel of a brake pedal (8) of a hydraulic brake system in a by-wire operating mode, and having a pressure medium master function for operating the hydraulic brake system in a reserve operating mode with a hydraulic pressure chamber (20) which is formed in the simulator and functions as a simulator chamber in the by-wire operating mode and as a master chamber in the reserve operating mode, wherein the hydraulic pressure chamber (20) is in each case partially bounded by a pedal piston (14) which can be actuated using the brake pedal (8) and is embodied as an annular piston, and a simulator piston (16) which is guided in the pedal piston (14) and is sealed with respect thereto.

(57) Zusammenfassung: Simulator (2) zur Erzeugung einer die Druckmittelvolumenaufnahme eines hydraulischen Systems simulierenden Relation zwischen Betätigungskraft und Betätigungsweg eines Bremspedals (8) eines hydraulischen Bremssystems in einer By-

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Wire-Betriebsart, und mit einer Druckmittelgeberfunktion zum Betrieb des hydraulischen Bremssystems in einer Reservebetriebsart, mit einer im Simulator ausgebildeten hydraulischen Druckkammer (20), die sowohl im By-Wire-Betrieb als Simulatorkammer als auch in der Reservebetriebsart als Geberkammer fungiert, wobei die hydraulische Druckkammer (20) jeweils teilweise begrenzt wird durch einen mit Hilfe des Bremspedals (8) betätigbaren und als Ringkolben ausgebildeten Pedalkolben (14) und einen in dem Pedalkolben (14) geführten und ihm gegenüber abgedichteten Simulatorkolben (16).

Beschreibung

Simulator für hydraulische Bremssysteme, Bremssystem und Betriebsverfahren

5

Die Erfindung betrifft einen Simulator zur Erzeugung einer die Druckmittelvolumenaufnahme eines hydraulischen Systems simulierenden Relation zwischen Betätigungskraft und Betätigungsweg eines Bremspedals eines hydraulischen Bremssystems in einer By-Wire-Betriebsart, und mit einer Druckmittelgeberfunktion zum Betrieb des hydraulischen Bremssystems in einer Reservebetriebsart, mit einer im Simulator ausgebildeten hydraulischen Druckkammer, die sowohl im By-Wire-Betrieb als Simulatorkammer als auch in der Reservebetriebsart als Geberkammer fungiert. Sie betrifft weiterhin ein Bremssystem mit einem solchen Simulator und ein Verfahren zum Betreiben dieses Bremssystems.

Bekannt sind Simulatorbremssysteme mit der Primärfunktion einer By-Wire-Bremse mit hydraulischer Entkopplung zwischen Pedal und Radbremsen und der Sekundärfunktion einer unverstärkten hydraulischen Bremse mit direkter hydraulischer Kopplung.

In einer Normalbetriebsart wird die Primärfunktion genutzt, in der eine elektrohydraulische Aktuatorik einen Bremssystemdruck zum Beaufschlagen der Radbremsen bereitstellt. Gesteuert wird dieser Bremssystemdruck entsprechend den Vorgaben von virtuellem Fahrer, Assistenzsystemen und menschlichem Fahrer. Letzterer tritt dazu wie gewohnt auf ein Bremspedal, das im Normalbetrieb mit einer Simulatorfeder gekoppelt ist, die das Pedalgefühl erzeugt.

In einer Reservebetriebsart wird die Sekundärfunktion genutzt, bei der das Pedal einen hydraulischen Geberzylinder direkt betätigt, der den Bremssystemdruck bereitstellt.

Die Reservebetriebsart soll auch in der Situation einer fehlenden Stromversorgung des Bremssystems funktionieren. Daher wird ein hydraulisches Trennventil verwendet, das in der Reservebetriebsart den Geberzylinder mit einer Bremssystemdruckleitung

verbindet und diese hydraulische Verbindung in der Normalbetriebsart trennt.

Bekannt sind Pedalwegsimulatoren für Bremssysteme mit einem
5 Pedalkolben und einem koaxial zu diesem angeordneten und als den
Pedalkolben umgreifend als Ringkolben ausgebildeten Simulator-
kolben, der sich im Simulatorbetrieb entgegen der Betätigungs-
richtung des Pedalkolbens bewegt.

10 In der DE 10 2015 213 551 A1 ist ein derartiger „Pedalwegsimulator
mit hydraulischer Geberzylinderfunktion für einen Reservebe-
trieb des Bremssystems“ offenbart, der im Hinblick auf mehrere
Aspekte nachteilige Eigenschaften aufweist.

15 Der Pedalwegsimulator nach dem genannten Stand der Technik
besitzt einen komplexen Aufbau mit einer Mehrzahl hydraulischer
Kammern. Diese Kammern sind allesamt druckbeaufschlagbare
Hydraulikkammern, die mit elastomeren Dichtringen abgedichtet
werden. Es wäre von Vorteil, eine geringere Anzahl von Hyd-
20 raulikkammern zu benötigen.

Die Simulatorfeder dieses Pedalwegsimulators umgreift den
Pedalkolben und muss daher einen ungünstig großen Durchmesser
aufweisen. Es wäre von Vorteil, wenn eine Simulatorfeder mit
25 kleinerem Durchmesser verwendet werden könnte.

Zum Umschalten des Simulators in die Reserve-Betriebsart
„Geberzylinder“ ist das Umschalten sowohl eines Trennventils (im
Falle von zwei angeschlossenen Hydraulikkreisen von zwei
30 Trennventilen) als auch eines Simulatorventils notwendig. Es
wäre von Vorteil, wenn kein Simulatorventil benötigt werden
würde.

Im Simulatorbetrieb über das Pedal eingebrachte und in der
35 Simulatorfeder gespeicherte Betätigungsenergie verbleibt im
Falle eines Umschaltens in die Reservebetriebsart so lange im
Simulator, bis das Pedal wieder gelöst wurde. Es wäre vor-
teilhaft, wenn in der Reservebetriebsart diese Betätigungs-

energie zur hydraulischen Betätigung der Radbremsen genutzt werden könnte.

5 Gleiches gilt für das zum Betätigen der Simulatorfeder benötigte Druckmittelvolumen. Es wäre von Vorteil, wenn in der Reservebetriebsart dieses Volumen in vollem Umfang zum hydraulischen Betätigen der Radbremsen zur Verfügung stehen würde.

10 Die Simulatorfeder und die Pedalkolben-Rückstellfeder befinden sich in druckmittelgefüllten Räumen. Es wäre von Vorteil, diese Federn außerhalb der Druckräume anzuordnen um die für das Bremssystem benötigte Druckmittelmenge zu reduzieren und um zu vermeiden, dass metallischer Abrieb, der im Kontakt einer Feder mit ihrer Abstützfläche entstehen kann die Bremsflüssigkeit
15 kontaminiert.

Wie oben diskutiert, besteht ein funktionaler Nachteil des Pedalsimulators des Standes der Technik darin, dass bei einem Übergang von der Primärfunktion „Normalbremsung“ zur Sekundärfunktion „Reservebetriebsart“ während einer Bremsung Bremsflüssigkeit im Simulator bleibt und daher trotz eines korrekt schließenden Simulatorventils weniger als das nominale Hauptbremszylindervolumen zum Radbremsdruckaufbau zur Verfügung steht.
25

Bei einem fehlerhaft nicht schließenden Simulatorventil für die Sekundärfunktion steht nicht das nominale Hauptbremszylindervolumen zur Verfügung.

30 Das Simulatorventil muss vor jeder Inbetriebnahme des Fahrzeugs in aufwändiger Weise auf mögliche Funktionsdefizite geprüft werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Simulator
35 mit einer verbesserten Funktionalität bereitzustellen und die oben aufgezählten Nachteile zu beseitigen. Weiterhin soll ein vorteilhaftes Bremssystem sowie ein entsprechendes Betriebsverfahren bereitgestellt werden.

In Bezug auf den Simulator wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die hydraulische Druckkammer jeweils teilweise begrenzt wird durch einen mit Hilfe des Bremspedals
5 betätigbaren und als Ringkolben ausgebildeten Pedalkolben und einen in dem Pedalkolben geführten und ihm gegenüber abgedichteten Simulatorkolben.

Die im Stand der Technik separat ausgebildeten Simulatorkammer
10 und Geberzylinderkammer sind somit nunmehr zu einer gemeinsamen, in einem Simulatorgehäuse ausgebildeten Kammer zusammengelegt, wobei diese teilweise begrenzt wird durch einen mit Hilfe des Bremspedals betätigbaren und als Ringkolben ausgebildeten Pedalkolben und einen in dem Pedalkolben geführten und ihm
15 gegenüber abgedichteten Simulatorkolben, der mit einer Stirnseite in die hydraulische Kammer taucht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der
Unteransprüche.

20 Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass ein Simulator bei möglichst kompakter Bauweise auch in einer Sekundärbetriebsart möglichst viel Bremsmittelvolumen bereitstellen sollte, so dass auch in dieser Betriebsart das Fahrzeug entsprechend stark
25 gebremst werden kann.

Wie nunmehr erkannt wurde, können diese Anforderungen erfüllt werden, indem der Pedalkolben als Ringkolben bzw. Hohlkolben ausgebildet wird, in welchem der Simulatorkolben geführt wird.

30 Vorteilhafterweise ragt der im Pedalkolben geführte Simulatorkolben mit einer Stirnseite in die hydraulische Druckkammer und wird im Simulatorbetrieb hydraulisch entgegen der Betätigungsrichtung in den Pedalkolben hinein verdrängt.

35 Bevorzugt ist eine wirkungsmäßig zwischen dem Simulatorkolben und dem Simulatorgehäuse geschaltete Simulatorfeder als Druckfeder ausgebildet, die sich in Betätigungsrichtung am

Simulatorkolben und entgegen der Betätigungsrichtung am Simulatorgehäuse abstützt.

Die wirkungsmäßige Abstützung der Simulatorfeder am Simulatorkolben erfolgt bevorzugt über ein in sich starres, mit dem Simulatorkolben zumindest in axialer Richtung gekoppeltes, mechanisches Übertragungselement.

Das Übertragungselement weist bevorzugt wenigstens einen Abschnitt auf, der einen Boden des Pedalkolbens durchdringt. Vorzugsweise sind zwei, drei oder vier Abschnitte vorgesehen, diese können beispielsweise als Stäbe ausgebildet sein.

Das Übertragungselement nimmt bevorzugt zumindest teilweise die Koppelstange auf.

Zwischen dem Übertragungselement und dem Simulatorgehäuse ist vorteilhafterweise ein erster mechanischer Anschlag ausgebildet, über den der Weg des mit dem Übertragungselement gekoppelten Simulatorkolbens innerhalb des Simulatorgehäuses in Betätigungsrichtung begrenzt ist.

Zwischen dem Pedalkolben und dem Simulatorgehäuse ist vorteilhafterweise ein zweiter mechanischer Anschlag ausgebildet, der den Weg des Pedalkolbens innerhalb des Simulatorgehäuses entgegen der Betätigungsrichtung begrenzt. Vorteilhafterweise kann der zweite mechanische Anschlag pedalkolbenseitig am Boden des Pedalkolbens ausgebildet sein.

Zwischen dem Pedalkolben und dem Simulatorkolben ist vorteilhafterweise ein dritter mechanischer Anschlag ausgebildet, über den der Eintauch-Weg des Simulatorkolbens innerhalb des Pedalkolbens entgegen der Betätigungsrichtung begrenzt ist.

Das mechanische Übertragungselement ist bevorzugt zumindest bereichsweise radial innerhalb des Simulatorkolbens und des Pedalkolbens angeordnet, wodurch eine bauraumsparende Ausführung ermöglicht wird.

Vorteilhafterweise ist eine als Druckfeder ausgebildete Pedalkolbenrückstellfeder wirkungsmäßig zwischen Pedalkolben und Simulatorkolben angeordnet, so dass deren Federkraft den Pedalkolben entgegen der und den Simulatorkolben in Betätigungsrichtung mit seiner Federkraft beaufschlagt.

Das Bremspedal ist vorzugsweise über eine Druckstange mit dem Pedalkolben gekoppelt, wobei die Simulatorfeder die Druckstange zumindest bereichsweise umgreift. Dies hat den Vorteil, dass der Querschnitt der Simulatorfeder relativ frei gewählt und dadurch konstruktiv optimiert werden kann. Zudem kann für die Simulatorfeder eine Elastomerfeder eingesetzt werden. Diese ist vorteilhafterweise ausgebildet als hohler Gummizylinder bzw. als ein von einer Ausnehmung für die Druckstange durchdrungener Elastomerkörper mit einer die Simulatorkennlinie definierenden Kontur. Es kann auch eine Stahlfeder mit einer Elastomerfeder kombiniert werden, beispielsweise durch Einvulkanisieren einer Stahlfeder in einem Gummimaterial.

Vorzugsweise ist die als Druckfeder ausgebildete Pedalkolbenrückstellfeder in einem nicht mit Bremsflüssigkeit gefüllten Hohlraum angeordnet, der sich aus einem Hohlraumabschnitt im Inneren des Simulatorkolbens und aus einem Hohlraumabschnitt im Inneren des Pedalkolbens zusammensetzt.

Die Pedalkolbenrückstellfeder weist vorzugsweise bei unbetätigtem Pedal eine Vorspannkraft auf, durch die einen Schwellenwert für die Pedalbetätigungskraft festgelegt wird, der mindestens aufgebracht werden muss um einen Bremspedalweg zu bewirken.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betätigungsweg des Pedalkolbens mittels eines Kolbenwegsensors erfasst.

Der Kolbenwegsensor verwendet vorteilhafterweise ein magnetisches Messprinzip, das die Position eines auf dem Kolben fixierten Permanentmagneten durch die Wand des Simulatorgehäuses

hindurch berührungslos erfasst.

Das Simulatorgehäuse weist vorteilhafterweise einen Befestigungsflansch zur Befestigung des Simulators an der Spritzwand
5 eines Fahrzeuges auf.

In dem Pedalkolben sind bevorzugt Ausgleichsöffnungen vorgesehen, die einen Druckausgleich der Simulatorkammer mit einem Ausgleichsbehälter im unbetätigten Zustand des Bremspedals
10 ermöglichen.

Die Pedalrückstellfeder ist vorzugsweise derart ausgelegt, dass sie das Bremspedal sicher zurückstellt, insbesondere auch wenn das Fahrzeug bergab am Hang steht, wobei die Gewichtskraft von
15 Bremspedalhebel und Bremspedalplatte nicht zu einer selbsttätigen Bremsung führen sollte. Wie in der Bremssystemtechnik üblich, kann im Falle, dass mit nur der Pedalkolbenrückstellfeder dies nicht erreicht werden kann, eine weitere, am Bremspedal oder an der Druckstange zwischen Pedal und Pedalkolben angreifende
20 Pedalrückstellfeder vorgesehen werden.

Erfindungsgemäß ist jedoch durch den hohl ausgebildeten Simulatorkolben ein relativ großer Bauraum für diese Feder vorgehalten, so dass in den meisten Fällen auf eine zusätzliche
25 Feder verzichtet werden kann. Für die Rückstellfunktion ist es günstig, wenn die Federkraft mit zunehmendem Betätigungsweg möglichst wenig ansteigt. Die Rückstellfeder wird entsprechend ausgelegt und ist typischerweise eine Feder mit einer linear über den Kompressionsweg ansteigenden Federkraft.

30 Dagegen ist die Simulatorfeder vorzugsweise mit einer stark progressiven Kennlinie ausgebildet, so dass moderate Abbremsungen über eine Variation des Bremspedalwegs gut dosierbar sind und bei starken Abbremsungen über die Progression der Kennlinie
35 sichergestellt wird, dass selbst bei einer Vollbremsung der Bremspedalweg angenehm kurz ist.

In Bezug auf das Bremssystem wird die oben genannte Aufgabe gelöst

mit einem Bremssystem mit hydraulisch betätigbaren Radbremsen und einer Druckbereitstellungseinrichtung zum aktiven Druckaufbau in den Radbremsen, und mit einem Simulator nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Simulatorkammer in einer Reservebetriebsart als Geberkammer fungiert und hydraulisch über
5 eine Bremskreisleitung trennbar durch ein stromlos offenes Trennventil an die Radbremsen angebunden ist.

In einer Normalbetriebsart wird bei einer Bremspedalbetätigung
10 sowie bei automatisierten und bei Assistenzbremsungen das Trennventil bestromt und somit geschlossen, wodurch das Bremssystem „by-wire“ betrieben werden kann, in dem Sinne, dass es dabei keine direkte hydraulische Kopplung zwischen Bremspedal und Radbremsen gibt indem wenigstens ein Teil der Wirkkette
15 elektronisch ausgebildet ist.

In Bezug auf das Verfahren wird die oben genannte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zum Beaufschlagen des Bremssystems mit einem Druck in der Bremskreisleitung, der vom
20 Druck im hydraulischen Anschluss des Simulators abweicht, das Trennventil geschlossen wird.

Die Vorteile der Erfindung liegen im Vergleich zum Stand der Technik unter anderem darin, dass ein Simulatorventil nicht mehr
25 benötigt wird. Die Funktion des Bremssystems wird sicherer, weil ein entfallenes Simulatorventil nicht ausfallen kann. Die Funktion des Bremssystems beim Übergang von der Primärfunktion (by-wire) in die Sekundärfunktion (Reservebetriebsart mit direktem hydraulischem Durchgriff) wird verbessert, weil kein
30 Verlustvolumen im Simulator bleibt. In der Sekundärfunktion steht immer das nominale Hauptzylindervolumen zur Verfügung. Die Baugröße des Bremssystem-Moduls wird durch die Integration der Simulatorfeder in den Hauptbremszylinder verringert.

35 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen in schematischer Darstellung:

FIG. 1 einen Simulator in einem ersten Betriebszustand;

FIG. 2 den Simulator gemäß FIG. 1 in einem zweiten Betriebszustand;

FIG. 3 den Simulator gemäß FIG. 1 in einem dritten Betriebszustand;

FIG. 4 den Simulator gemäß FIG. 1 in einem vierten Betriebszustand;

FIG. 5 den Simulator gemäß FIG. 1 in einem fünften Betriebszustand;

FIG. 6 dem Simulator gemäß FIG. 1 in einem sechsten Betriebszustand; und

FIG. 7 einen Simulator in einer bevorzugten Ausbildung für ein hydraulisch zweikreisiges Bremssystem.

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

Ein in FIG. 1 dargestellter Simulator 2 umfasst ein Simulatorgehäuse 6. Durch ein Bremspedal 8 wird über eine Druckstange 10 ein Pedalkolben 14 betätigt, welcher als Ringkolben ausgeführt ist. In dem Pedalkolben 14 ist ein Simulatorkolben 16 coaxial verschiebbar geführt. Eine hydraulische Kammer 20, die in dem Simulatorgehäuse 6 gebildet ist, wird von dem Simulatorgehäuse 6 und den beiden Kolben 14, 16 begrenzt. Die beiden Kolben 14, 16 sind gegeneinander abgedichtet, so dass innerhalb des Pedalkolbens 14 bzw. des als Hohlkolben ausgebildeten Simulatorkolbens 16 ein trockener Raum 22 gebildet ist.

Der Pedalkolben 6 weist Ausgleichöffnungen 44 auf, so dass im unbetätigten Zustand des Pedalkolbens 6 die hydraulische Kammer 20 mit einer Kammer eines, dem Simulator 2 zugeordneten,

Bremsmittelflüssigkeitsbehälters 26 hydraulisch in Ausgleich steht. Im Simulatorgehäuse 6 ist in einem Teil des Simulatorgehäuses, das als Geberzylinder 36 fungiert, ein hydraulischer Anschluss 32 vorgesehen, über den die hydraulische Kammer 20 hydraulisch durch eine Bremskreisleitung 40 mit wenigstens einem Bremskreis verbunden werden kann. In die Bremskreisleitung 40 ist ein stromlos offenes Trennventil 42 geschaltet. Der Bremsmittelflüssigkeitsbehälter 26 ist mit Atmosphärendruck belüftet, so dass im unbetätigten Zustand des Simulators 2 und bei unbestromtem Trennventil 42 sichergestellt ist, dass die Radbremsen in diesem Zustand des Bremssystems lediglich mit Atmosphärendruck hydraulisch beaufschlagt sind, wodurch unerwünschte Restbremsmomente vermieden werden.

Im Normalbetrieb, d. h. dem Brake-by-Wire-Modus, kann zum Bremsen das Trennventil 42 geschlossen werden, um eine Druckbereitstellungseinrichtung zum aktiven Druckaufbau in den Radbremsen zu nutzen und dabei einen Bremssystemdruck zu verwenden, der von der Pedalvorgabe abweichen kann - beispielsweise um den Effekt einer Bremskraftverstärkung nachzubilden, um eine „Bremsassistent“ genannte Dynamikerhöhung bei schnellen Bremspedal-Antritt darzustellen aber auch um einen Reibungsbremsanteil zu verringern, wenn in einem Rekuperations-Bremsbetrieb ein Teil der Abbremsung mittels Motorbremsung durchgeführt wird.

Vorteilhafterweise kann bei pedalbetätigten Normalbremsungen auf ein solches Schließen des Trennventils 42 verzichtet werden, wenn die Druckbereitstellungseinrichtung zum aktiven Druckaufbau auf der dem Simulator 2 abgewandten Seite des Trennventils den gleichen Druck bereitstellt, wie er im Simulator 2 über die Pedalbetätigung vorgegeben wird. Dadurch wird ein möglicherweise als störend wahrnehmbares, mit einer Pedalbetätigung korreliertes Ventilklicken vermieden. In der Reserve-Betriebsart ist das Trennventil 42 permanent geöffnet und der Fahrer kann durch Muskelkraft bei Betätigung des Bremspedals 8 Bremsflüssigkeit aus der hydraulischen Kammer 20 durch die Bremskreisleitung 40 in den wenigstens einen Bremskreis verschieben.

Der Simulator 2 umfasst ein mechanisches Übertragungselement 50, welches bereichsweise sowohl im Pedalkolben 14 als auch im Simulator Kolben 16 angeordnet ist. Das Übertragungselement 50 ist starr ausgeführt und weist einen Inneneinsatz 54 für den Simulator Kolben 16 auf sowie mehrere Abschnitte 58, die einen Boden 64 des Pedalkolbens 6 durchdringen. Die Abschnitte 58 münden in einem Federteller 70, auf den sich eine Simulatorfeder 74 stützt, die sich an ihrem anderen Ende an einer Innenseite des Simulatorgehäuses 6 abstützt. Die Simulatorfeder 74 ist in einer trockenen, d. h. druckmittelfreien, Kammer 82 des Simulatorgehäuses 6 angeordnet. Sie kommt nicht mit der Bremsflüssigkeit in Kontakt, da die Simulatorkammer in abgedichteter Weise durch die beiden Kolben 14, 16 begrenzt wird.

Die Simulatorfeder 74 umgreift bereichsweise die Druckstange 10, die am Boden 64 des Pedalkolbens 14 gelenkig befestigt ist. Eine Pedalrückstellfeder 80 ist bereichsweise im Pedalkolben 14 und bereichsweise im Simulator Kolben 16 angeordnet und stützt sich innenseitig an dem jeweiligen Kolben 14, 16 ab. Das Simulatorgehäuse 6 weist einen Befestigungsflansch 100 auf, mit dem der Simulator 2 an der Spritzwand eines Kraftfahrzeuges befestigt werden kann.

In FIG. 1 ist der Simulator 2 im unbetätigten Zustand dargestellt, d. h. das Bremspedal 8 ist in seiner Ausgangsposition. Die Simulatorfeder 74 legt in diesem Zustand das Übertragungselement 50 über den ersten Anschlag 112 in Betätigungsrichtung an das Simulatorgehäuse 6 an und die Pedalrückstellfeder 80 legt den Pedalkolben 14 entgegen der Betätigungsrichtung über den zweiten Anschlag 114 an das Simulatorgehäuse 6 an. Durch die Ausgleichsöffnungen 44 steht die hydraulische Kammer 20 in Verbindung mit dem Reservoir bzw. Bremsmittelvorratsbehälter 26. Weiter findet in dem in FIG.1 dargestellten Zustand auch keine softwaregesteuerte Bremsung statt. Daher ist das Trennventil 42 nicht bestromt und somit hydraulisch offen. Damit ist sichergestellt, dass die hydraulischen Radbremsen in diesem Zustand des Bremssystems drucklos im Sinne von „hydraulikseitig

mit Atmosphärendruck beaufschlagt" sind.

In FIG. 2 ist der Simulator 2 in einem teilbetätigten Simulatorbetrieb, d. h. der Normalbetriebsart des Bremssystems und während eines pedalgesteuerten Bremsvorgangs, dargestellt, in dem das Trennventil 42 geschlossen ist. Durch die Betätigung sind die Ausgleichsöffnungen 44 geschlossen, so dass in der hydraulischen Kammer 20 Druck aufgebaut wird. Das Bremspedal 8 ist zu einem gewissen Grad betätigt, wodurch der Pedalkolben 14 in die hydraulische Kammer 20 verschoben ist. Durch den Druck in der hydraulischen Kammer 20 haben sich der Simulatorkolben 16 und mit ihm das Übertragungselement 50 entgegen der Pedalbetätigungsrichtung verschoben bis sich ein Kräftegleichgewicht zwischen Pedalkraft, hydraulischem Druck und dem Federdruck der Federn 74, 80 eingestellt hat. Insbesondere aufgrund der Kompression der Simulatorfeder 74 wird dem Fahrer bei der Betätigung des Bremspedals 8 ein gewohntes Bremspedalgefühl vermittelt. Da das Trennventil 42 geschlossen ist, baut der Fahrer nicht selbst den Radbremsdruck auf. Vielmehr werden im gezeigten Brake-by-Wire-Modus die Radbremsdrücke aktiv und per Software gesteuert von einer Druckbereitstellungseinrichtung aufgebaut.

In FIG. 3 ist der Simulator 2 in der Normalbetriebsart und im bezüglich der Normalbetriebsart voll betätigten Zustand dargestellt, d. h. der Simulatorkolben 16 ist bis zum dritten Anschlag 116 entgegen der Betätigungsrichtung in den Pedalkolben 14 verschoben. Das Bremspedal 8 kann nicht weiter betätigt bzw. durchgetreten werden obwohl der Pedalkolben erst zirka die Hälfte seines möglichen Verfahrwegs im Simulatorgehäuse 6 zurückgelegt hat. Dies ist durchaus beabsichtigt, weil kurze Pedalwege zu einem angenehmen Pedalverhalten in der Normalbetriebsart beitragen. Die By-Wire-Verarbeitung des über die Pedalbetätigung mitgeteilten Fahrerbremswunschs erkennt im dargestellten Falle den Befehl zu einer Vollbremsung.

In FIG. 4 ist der Simulator 2 in der Reservebetriebsart des Bremssystems bei schwach teilbetätigtem Pedal dargestellt. In

dieser Betriebsart arbeitet der Simulator als Geberzylinder. Das Trennventil 42 ist geöffnet, so dass mit Hilfe des Simulators 2 Bremsdruck in Radbremsen eines Bremssystems aufgebaut werden kann. Durch den vorgeschobenen Pedalkolben 14 wird Druckmittel
5 aus der hydraulischen Kammer 20 in die hydraulische Bremskreisleitung 40 verdrängt. Dabei wird in Kauf genommen, dass ein Teil des vom Pedalkolben 14 verdrängten Druckmittelvolumens dadurch aufgebraucht werden kann, dass der Simulatorkolben 16 entgegen der Betätigungsrichtung innerhalb des Pedalkolbens 14
10 verschoben wird. Dies führt zu einem in dieser mittleren Pedalstellung etwas nachgiebigen Pedalverhalten, das dem Fahrer haptisch anzeigt, dass sein Bremssystem in der Reservebetriebsart arbeitet.

15 Die FIG. 5 zeigt den Simulator 2 in der Reservebetriebsart des Bremssystems im Betrieb als Geberzylinder in stärker betätigtem Zustand. Der Simulatorkolben 16 ist bis zu dem dritten Anschlag 116 im Pedalkolben 14 von diesem aufgenommen.

20 In FIG. 6 ist der Simulator 2 in der Reservebetriebsart des Bremssystems im voll betätigten Zustand als Geberzylinder dargestellt. Dies ist der Zustand vollständiger Rückgabe des Simulatorvolumens als auch der in der Simulatorfeder 74 gespeicherten Energie. Auch die erwähnte zusätzliche Nachgiebigkeit des Bremspedals ist somit bei größeren Bremspedalwegen
25 vollständig aufgehoben.

FIG. 7 stellt dar, dass die Erfindung auch in einem hydraulisch zweikreisigen Bremssystem verwendet werden kann. Dabei sind für
30 jeden der beiden Bremskreise I und II jeweils eine separate Leitung 40, 140 und ein separates Trennventil 42, 142 vorgesehen. Der Simulator 2 umfasst für den zweiten Kreis eine weitere bzw. sekundäre Druckkammer 132, in die ein Sekundärkolben 126 verschoben wird, wenn Kolben 16 in der Druckkammer 20 einen, den
35 Sekundärkolben 126 in Betätigungsrichtung beaufschlagenden Druck aufbaut. In Druckkammer 132 ist ein Rückstellelement 132 für den Kolben 126 vorgesehen. Die hydraulische Kammer 20 wird begrenzt von den Kolben 14, 16 sowie dem Sekundärkolben 126.

Patentansprüche

1. Simulator (2) zur Erzeugung einer die Druckmittelvolu-
menaufnahme eines hydraulischen Systems simulierenden
5 Relation zwischen Betätigungskraft und Betätigungsweg eines
Bremspedals (8) eines hydraulischen Bremssystems in einer
By-Wire-Betriebsart, und mit einer Druckmittelgeberfunktion
zum Betrieb des hydraulischen Bremssystems in einer Re-
servebetriebsart, mit einer im Simulator ausgebildeten
10 hydraulischen Druckkammer (20), die sowohl im
By-Wire-Betrieb als Simulatorkammer als auch in der Re-
servebetriebsart als Geberkammer fungiert,

dadurch gekennzeichnet, dass

die hydraulische Druckkammer (20) jeweils teilweise begrenzt
15 wird durch einen mit Hilfe des Bremspedals (8) betätigbaren
und als Ringkolben ausgebildeten Pedalkolben (14) und einen
in dem Pedalkolben (14) geführten und ihm gegenüber ab-
gedichteten Simulatorkolben (16).

- 20 2. Simulator (2) nach Anspruch 1, wobei der im Pedalkolben (14)
geführte Simulatorkolben (16) mit einer Stirnseite in die
hydraulische Druckkammer (20) ragt und im Simulatorbetrieb
hydraulisch entgegen der Betätigungsrichtung in den Pe-
dalkolben (14) hinein verdrängt wird.

- 25 3. Simulator (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine wir-
kungsmäßig zwischen dem Simulatorkolben (16) und dem Si-
mulatorgehäuse (6) geschaltete Simulatorfeder (74) als
Druckfeder ausgebildet ist, die sich in Betätigungsrichtung
30 am Simulatorkolben (20) und entgegen der Betätigungsrichtung
am Simulatoregehäuse (6) abstützt.

- 35 4. Simulator (2) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei die
wirkungsmäßige Abstützung der Simulatorfeder (74) am Si-
mulatorkolben (16) über ein in sich starres, mit dem Si-

mulatorkolben (16) zumindest in axialer Richtung gekoppeltes, mechanisches Übertragungselement (50) erfolgt.

- 5 5. Simulator (2) nach Anspruch 4, wobei das Übertragungselement (50) wenigstens einen Abschnitt (58) aufweist, der einen Boden (64) des Pedalkolbens (14) durchdringt.
- 10 6. Simulator (2) nach Anspruch 4 oder 5, wobei zwischen dem Übertragungselement (50) und dem Simulatorgehäuse (6) ein erster mechanischer Anschlag (112) ausgebildet ist, über den der Weg des Übertragungselements (50) und des mit letzterem gekoppelten Simulatorkolbens (20) innerhalb des Simulatorgehäuses (6) in Betätigungsrichtung begrenzt ist und wobei zwischen dem Pedalkolben (14) und Simulatorgehäuse (6) ein zweiter mechanischer Anschlag (114) ausgebildet ist, der den Weg des Pedalkolbens (14) innerhalb des Simulatorgehäuses (6) entgegen der Betätigungsrichtung begrenzt und wobei zwischen dem Pedalkolben (14) und dem Simulatorkolben (16) oder dem mit dem Simulatorkolben gekoppelten Übertragungselement (50) ein dritter mechanischer Anschlag (116) ausgebildet ist, über den der Eintauch-Weg des Simulatorkolbens (16) innerhalb des Pedalkolbens (14) entgegen der Betätigungsrichtung begrenzt ist.
- 20 7. Simulator (2) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei eine als Druckfeder ausgebildete Pedalkolbenrückstellfeder (80) wirkungsmäßig zwischen Pedalkolben (14) und Simulatorkolben (16) angeordnet ist, so dass diese den Pedalkolben (14) entgegen der Betätigungsrichtung und den Simulatorkolben (16) in Betätigungsrichtung mit ihrer Federkraft beaufschlagt.
- 25 8. Simulator (2) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Bremspedal (8) über eine Druckstange (10) mit dem

Pedalkolben (14) gekoppelt ist, und wobei die Simulatorfeder (74) die Druckstange (10) zumindest bereichsweise umgreift.

- 5 9. Simulator (2) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die als Druckfeder ausgebildete Pedalkolbenrückstellfeder (80) in einem nicht mit Bremsflüssigkeit gefüllten Hohlraum (22) angeordnet ist, der sich aus einem Hohlraumabschnitt im Inneren des Simulatorkolbens (16) und aus einem Hohlraumabschnitt im Inneren des Pedalkolbens (14) 10 zusammensetzt.
10. Simulator (2) nach dem vorangegangenen Anspruch, wobei die Pedalkolbenrückstellfeder (80) bei unbetätigtem Pedal eine Vorspannkraft aufweist, durch die ein Schwellenwert für die 15 Pedalbetätigungskraft festgelegt wird, der mindestens aufgebracht werden muss um einen Bremspedalweg zu bewirken.
11. Simulator (2) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Betätigungsweg des Pedalkolbens (14) mittels eines 20 Kolbenwegsensors (4) erfasst wird.
12. Simulator (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Simulatorgehäuse (6) einen Befestigungsflansch (100) zur Befestigung des Simulators (2) an der Spritzwand eines 25 Fahrzeuges aufweist.
13. Simulator (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei in dem Pedalkolben (14) Ausgleichsöffnungen (44) vorgesehen sind, die einen Druckausgleich der Simulatorkammer (20) mit einem 30 Ausgleichsbehälter (26) im unbetätigten Zustand des Bremspedals (8) ermöglichen.
14. Bremssystem mit hydraulisch betätigbaren Radbremsen und einer Druckbereitstellungseinrichtung zum aktiven Druck-

aufbau in den Radbremsen, und mit einem Simulator (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Simulatorkammer (20) in einer Reservebetriebsart als Geberkammer fungiert und hydraulisch über eine Bremskreisleitung (40) trennbar
5 durch ein stromlos offenes Trennventil (42) an die Radbremsen angebunden ist.

15. Verfahren zum Betreiben eines Bremssystems nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass zum Beaufschlagen des
10 Bremssystems mit einem Druck in der Bremskreisleitung 40, der vom Druck im hydraulischen Anschluss 32 des Simulators abweicht, das Trennventil 42 geschlossen wird.

1 / 4

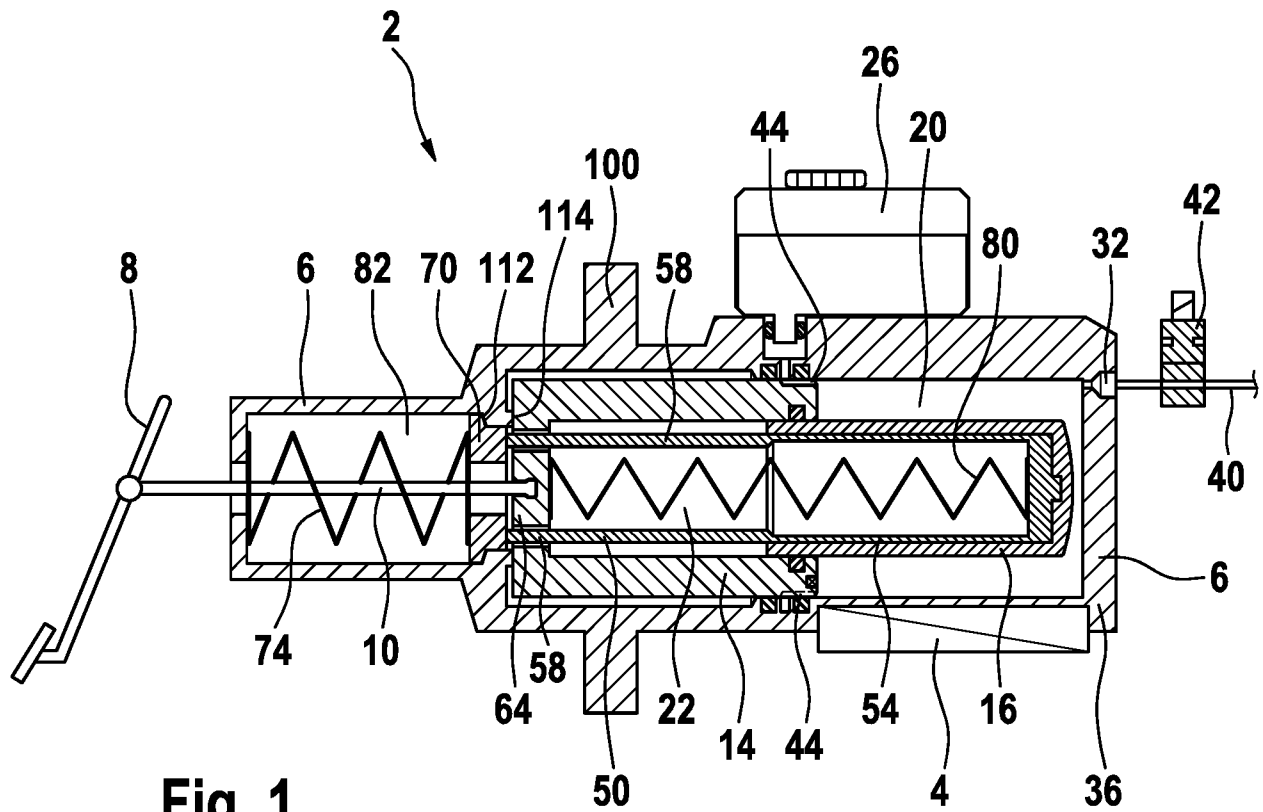


Fig. 1

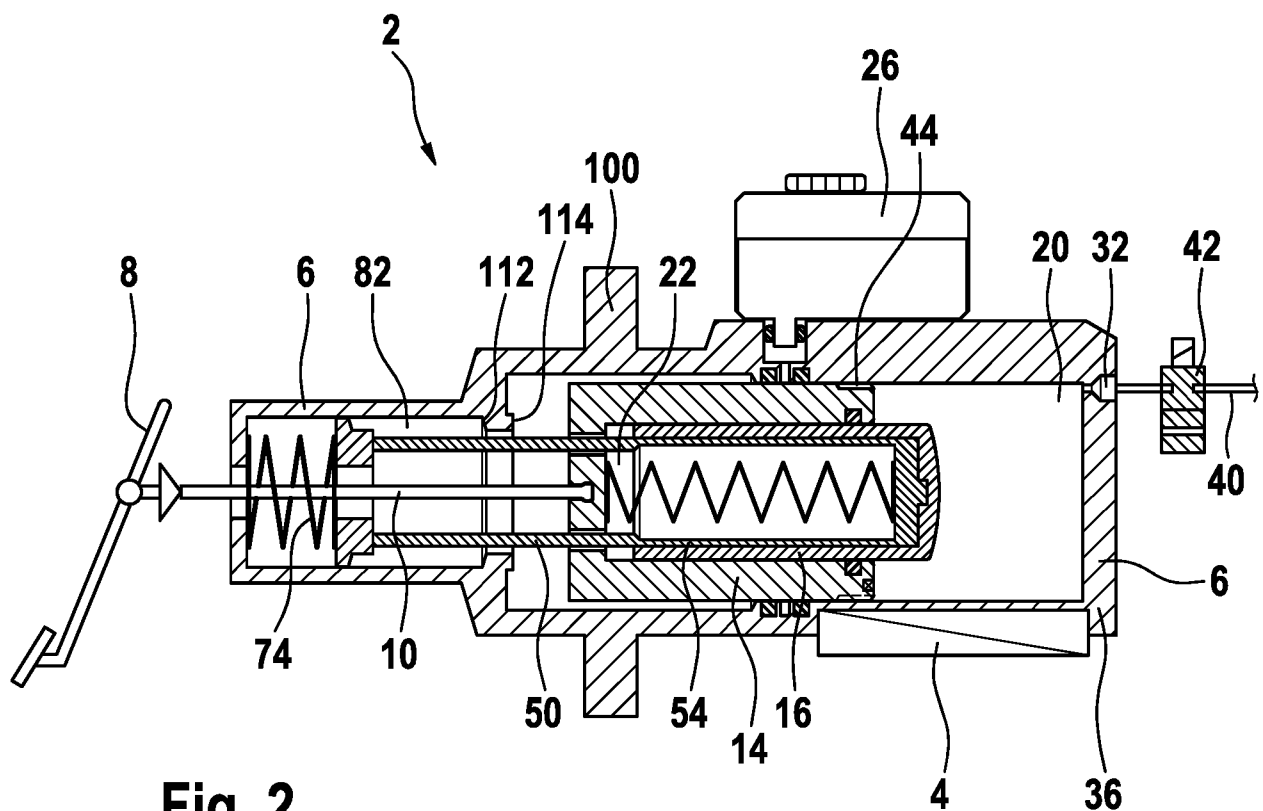


Fig. 2

2 / 4

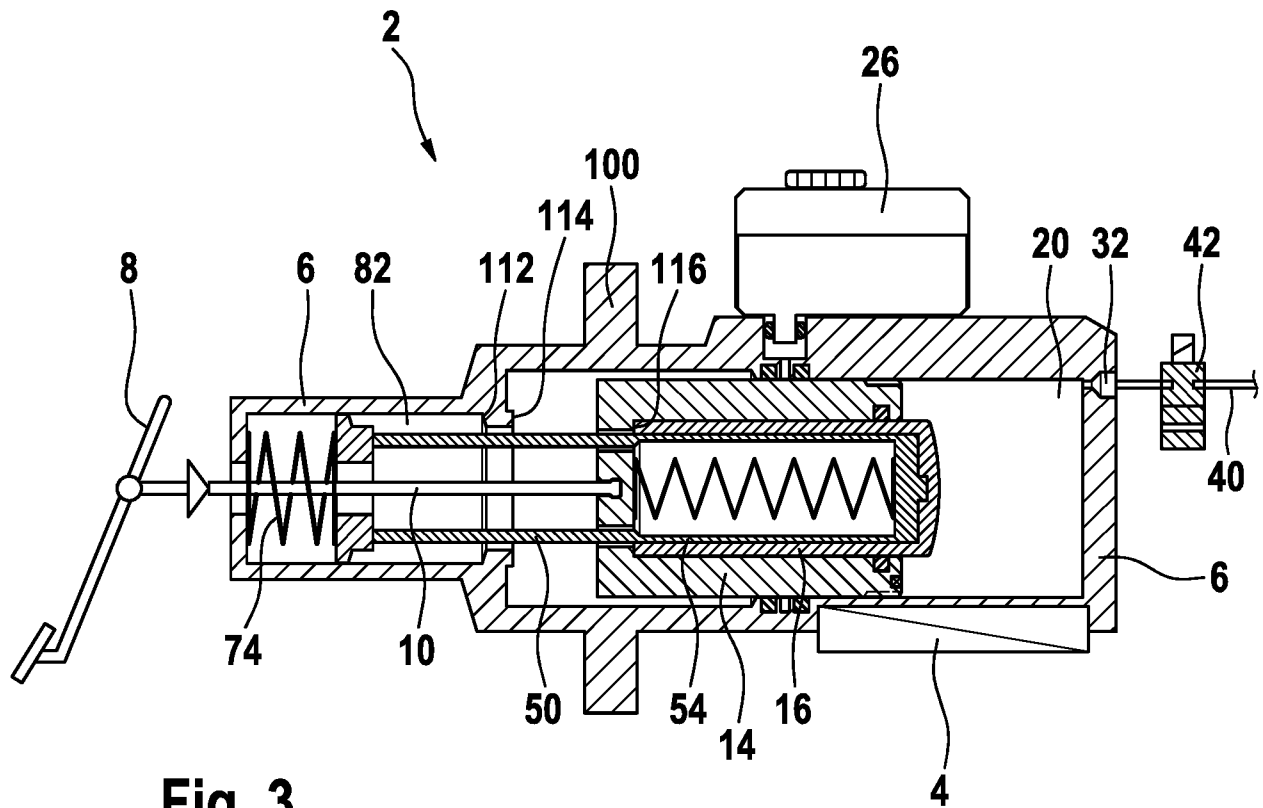


Fig. 3

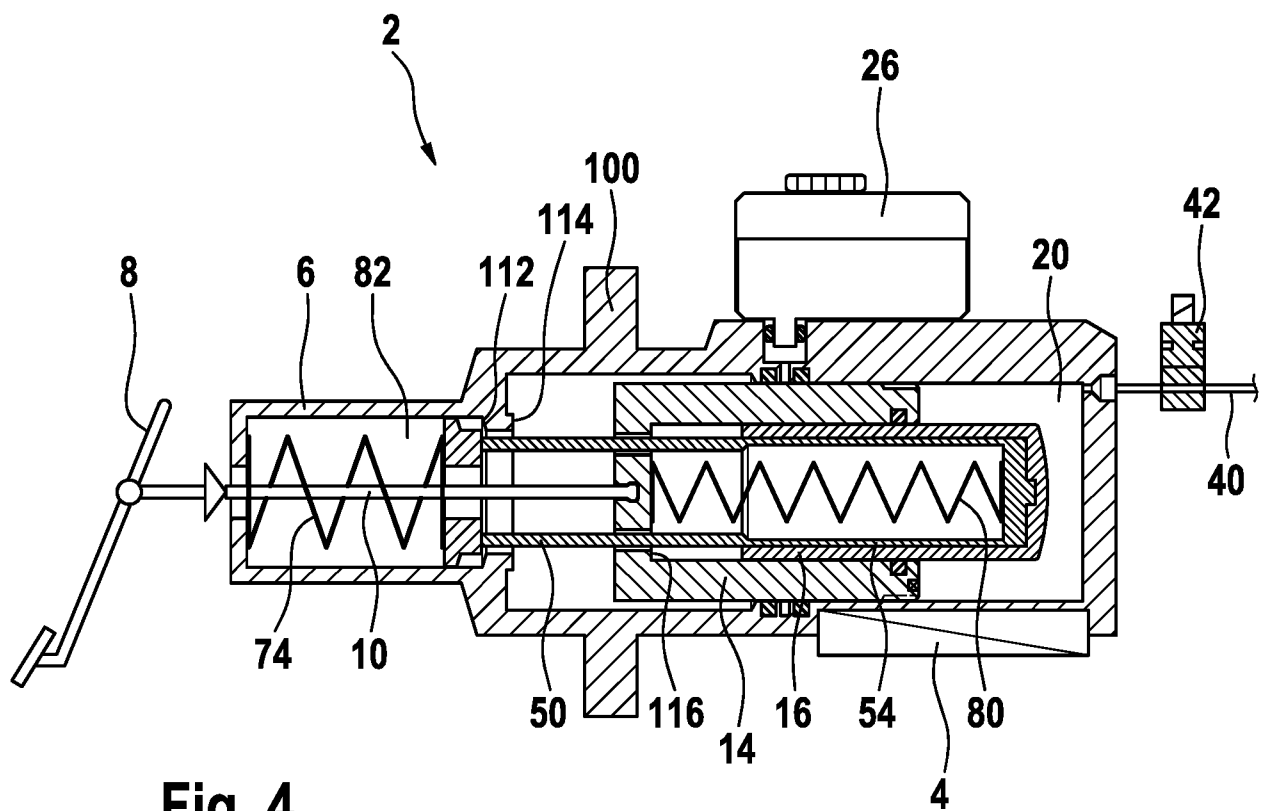


Fig. 4

3 / 4

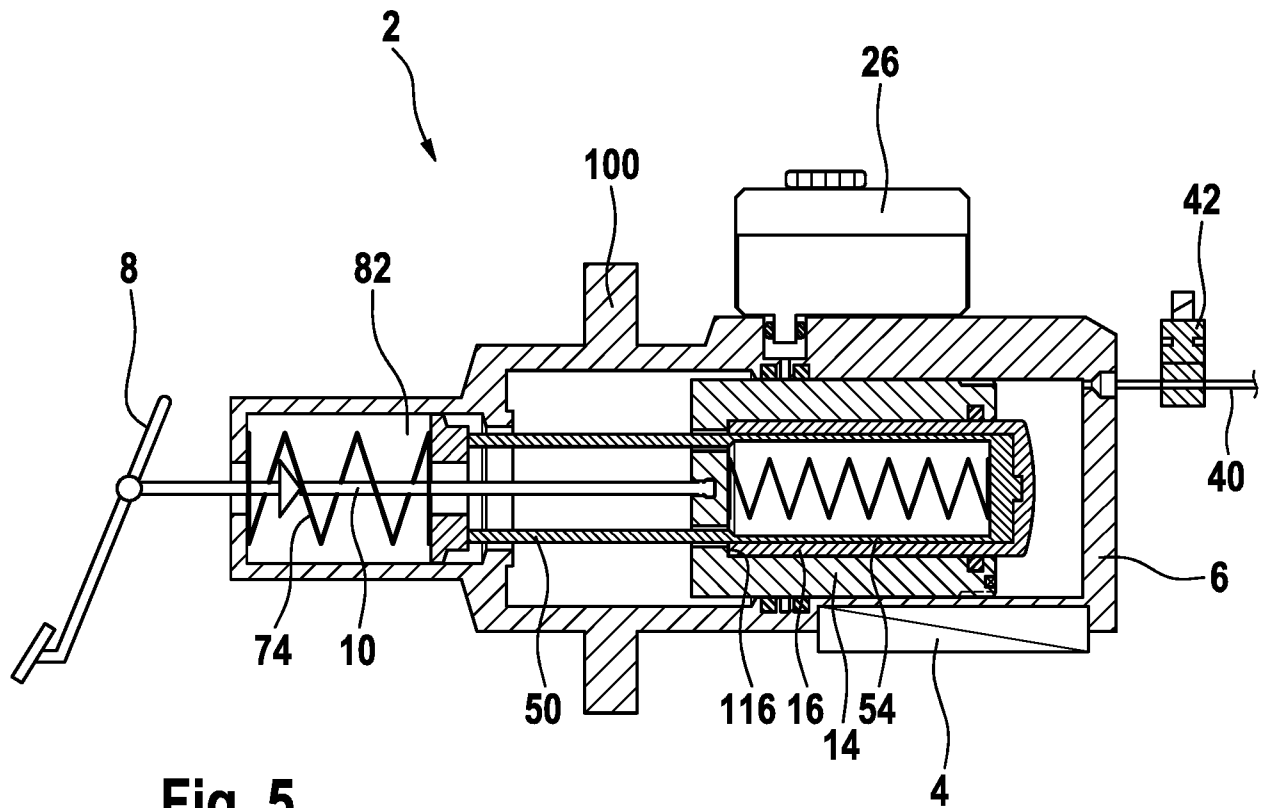


Fig. 5

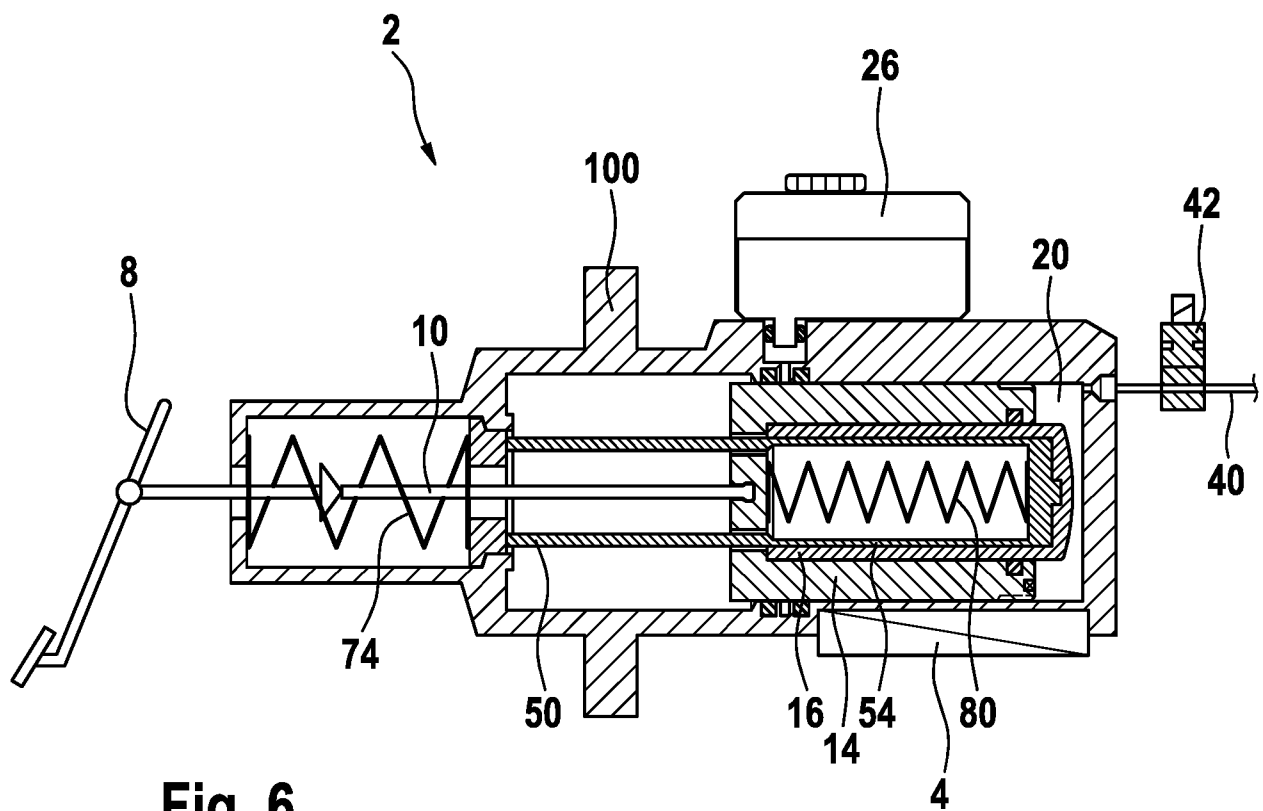


Fig. 6

4 / 4

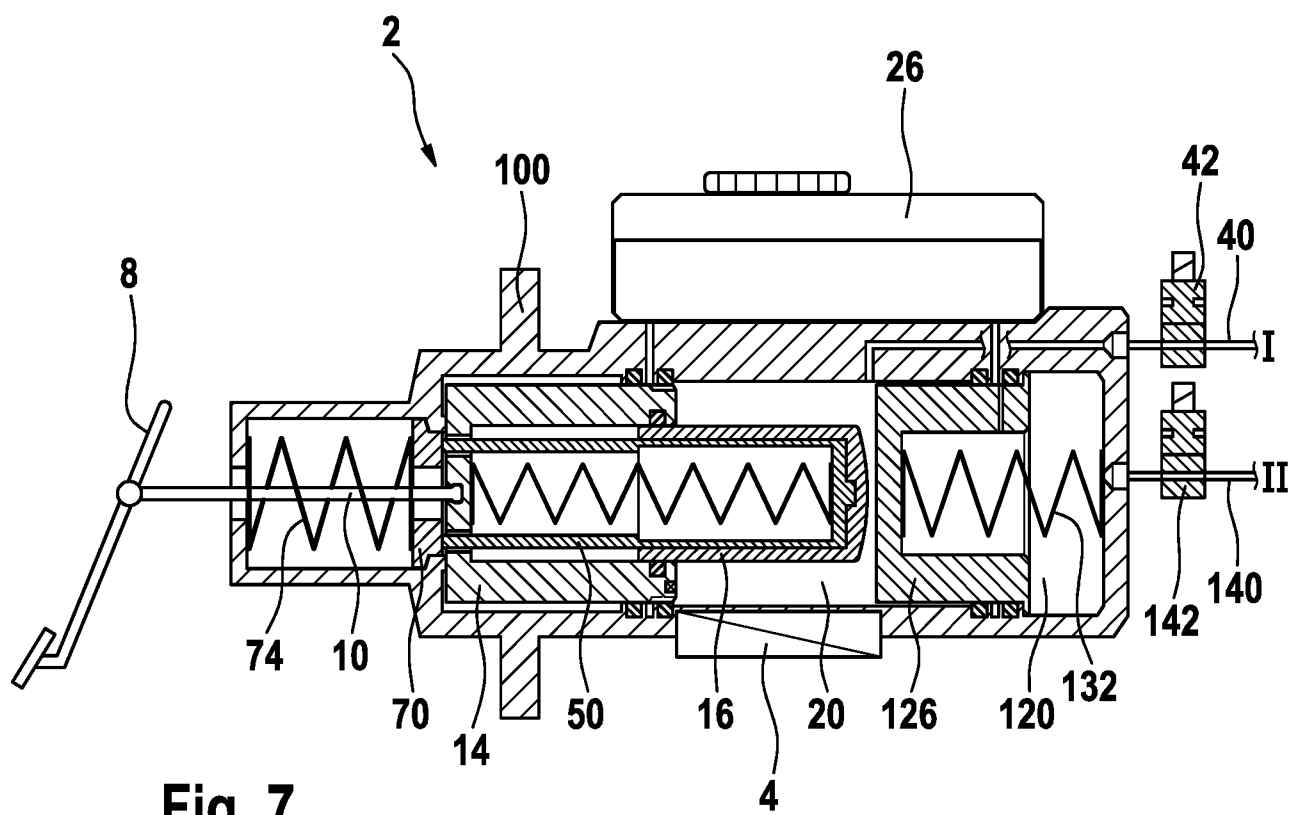


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60T 8/40**(2006.01)i; **B60T 11/16**(2006.01)i

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.
X	WO 9713672 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]; WOERSDOERFER KARL FR [DE]) 17 April 1997 (1997-04-17) page 5, paragraph 2 - page 6, paragraph 1; figure page 7, paragraph 3 - paragraph 4	1,2,4,8,10,11,13-15
A	DE 102015213551 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 January 2017 (2017-01-19) cited in the application the whole document	1-15



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

05 December 2019

Date of mailing of the international search report

17 December 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Meijs, Paul

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/077856

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	9713672	A1	17 April 1997	DE	19537962 A1	17 April 1997
				DE	59609030 D1	08 May 2002
				EP	0854808 A1	29 July 1998
				JP	3989956 B2	10 October 2007
				JP	H11513341 A	16 November 1999
				US	6007161 A	28 December 1999
				WO	9713672 A1	17 April 1997
DE	102015213551	A1	19 January 2017	NONE		

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60T8/40 B60T11/16
 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.
X	WO 97/13672 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]; WOERSDOERFER KARL FR [DE]) 17. April 1997 (1997-04-17) Seite 5, Absatz 2 - Seite 6, Absatz 1; Abbildung Seite 7, Absatz 3 - Absatz 4 -----	1,2,4,8, 10,11, 13-15
A	DE 10 2015 213551 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. Januar 2017 (2017-01-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-15



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 er-
scheinen 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

5. Dezember 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/12/2019

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

Meijs, Paul

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077856

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9713672	A1	17-04-1997	DE 19537962 A1 17-04-1997
			DE 59609030 D1 08-05-2002
			EP 0854808 A1 29-07-1998
			JP 3989956 B2 10-10-2007
			JP H11513341 A 16-11-1999
			US 6007161 A 28-12-1999
			WO 9713672 A1 17-04-1997

DE 102015213551	A1	19-01-2017	KEINE
