

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
12. September 2014 (12.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/135454 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 11/224 (2006.01) **B60T 13/66** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/053965
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. Februar 2014 (28.02.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 203 733.3 5. März 2013 (05.03.2013) DE
10 2013 216 423.8
20. August 2013 (20.08.2013) DE
- (71) Anmelder: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**
[DE/DE]; Guerickestr. 7, 60488 Frankfurt (DE).
- (72) Erfinder: **FEIGEL, Hans-Jörg**; Ahornring 7a, 61191
Rosbach (DE). **DROTT, Peter**; Am Kunzengarten 43,
65936 Frankfurt/Main (DE). **TARANDEK, Kristijan**;
Alicestr. 106, 63263 Neu-Isenburg (DE).
JUNGBECKER, Johann; Hauptstr. 60, 55576
Badenheim (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, 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, LT, 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, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: PRESSURE PROVISION DEVICE AND BRAKE SYSTEM

(54) Bezeichnung : DRUCKBEREITSTELLUNGSEINRICHTUNG UND BREMSANLAGE

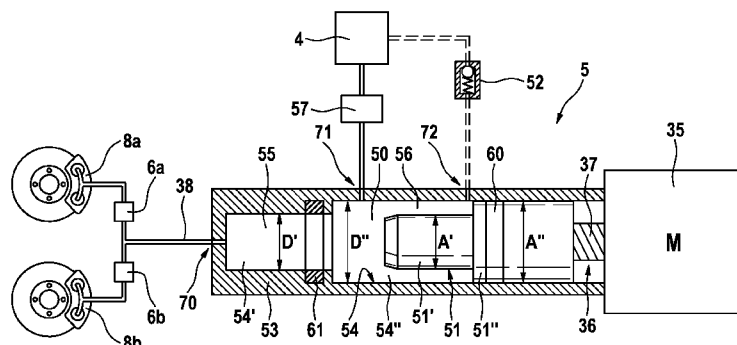


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to an electrically controllable pressure provision device (5, 5'), particularly for a hydraulic motor-vehicle brake system, comprising a stepped bore (54), which is arranged in a housing (53, 21), and a piston (51), which can be actuated by an electromechanical actuator (35, 36). The piston (51), together with the housing (53, 21), delimits a pressure chamber (50). The piston (51) is constructed as a stepped piston, the smaller-diameter piston step (51') of which enters the smaller-diameter step (54') of the stepped bore after a specified actuation of the stepped piston, such that the pressure chamber (50) is subdivided into a first pressure chamber (55) and a second pressure chamber (56). The invention further relates to a brake system for motor vehicles having such a pressure provision device.

(57) **Zusammenfassung:** Elektrisch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/135454 A1



steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung (5, 5') für eine hydraulische Kraftfahrzeug-Bremsanlage, mit einer in einem Gehäuse (53, 21) angeordneten Stufenbohrung (54) und einem Kolben (51), der durch einen elektromechanischen Aktuator (35, 36) betätigbar ist, wobei der Kolben (51) mit dem Gehäuse (53, 21) einen Druckraum (50) begrenzt, wobei der Kolben (51) als Stufenkolben ausgeführt ist, dessen Kolbenstufe kleineren Durchmessers (51') nach einer vorgegebenen Betätigung des Stufenkolbens in die Stufe kleineren Durchmessers (54') der Stufenbohrung eintaucht, so dass der Druckraum (50) in eine erste Druckkammer (55) und eine zweite Druckkammer (56) unterteilt wird, sowie Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit einer solchen Druckbereitstellungseinrichtung.

Druckbereitstellungseinrichtung und Bremsanlage

Die Erfindung betrifft eine Druckbereitstellungseinrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Bremsanlage gemäß
5 dem Oberbegriff von Anspruch 10.

In der Kraftfahrzeugtechnik finden „Brake-by-wire“-Bremsanlagen eine immer größere Verbreitung. Solche Bremsanlagen umfassen oftmals neben einem durch den Fahrzeugführer betätigbaren
10 Hauptbremszylinder eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, mittels welcher in der Betriebsart „Brake-by-wire“ eine Betätigung der Radbremsen stattfindet.

15 Aus der internationalen Patentanmeldung WO 2011/029812 A1 ist eine „Brake-by-wire“-Bremsanlage mit einem bremspedalbetätigbaren Hauptbremszylinder, einem Wegsimulator und einer Druckbereitstellungseinrichtung bekannt. Die Radbremsen werden in einer „Brake-by-wire“-Betriebsart durch die
20 Druckbereitstellungseinrichtung mit Druck beaufschlagt. In einer Rückfallbetriebsart werden die Radbremsen mittels des Bremspedal betätigbaren Hauptbremszylinders mit Druck beaufschlagt.

25 Aus der DE 195 13 37 B4 ist eine elektromechanisch betätigbarer Druckmodulator mit einem durch einen Elektromotor betätigbaren Arbeitskolben bekannt. Die Arbeitskammer ist als Stufenbohrung ausgeführt, in der im Bereich der kleineren Bohrungsstufe ein Ringkolben mit einem Druckmitteldurchlass axial beweglich
30 geführt ist. An der Stirnfläche des Arbeitskolbens ist ein Ventil angeordnet, das bei einer Betätigung des Arbeitskolbens den Druckmitteldurchlass innerhalb des Ringkolbens verschließt. Hierzu ist eine koaxiale Ausrichtung von Ringkolben und Arbeitskolben notwendig. Weiterhin umfasst der Druckmodulator

einen weiteren, in einem Parallelversatz zum Ringkolben angeordneten Schwimmkolben. Der bekannte Druckmodulator ist aufgrund der drei Kolben verhältnismäßig aufwendig herzustellen und baut vergleichsweise groß.

5

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, welche für eine hydraulische Kraftfahrzeug-Bremsanlage geeignet ist, bereitzustellen, die hinsichtlich der Baugröße und der Herstellungskosten verbessert ist. Dabei soll die Druckbereitstellungseinrichtung gegenüber
10 Leckagen möglichst ausfallsicher sein, um so auch die Sicherheitsanforderungen für ein Kraftfahrzeug für autonomes Fahren zu erfüllen.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Druckbereitstellungseinrichtung gemäß Anspruch 1 und eine Bremsanlage gemäß Anspruch 10 gelöst.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass in einer
20 Stufenbohrung ein Stufenkolben geführt wird, dessen Kolbenstufe kleineren Durchmessers nach einer vorgegebenen Betätigung des Stufenkolbens in die Stufe kleineren Durchmessers der Stufenbohrung eintaucht, so dass der Druckraum der eine Druckbereitstellungseinrichtung in eine erste Druckkammer und
25 eine zweite Druckkammer unterteilt wird.

Die erfindungsgemäße Druckbereitstellungseinrichtung umfasst eine in einem Gehäuse angeordnete Stufenbohrung, d.h. eine Gehäusebohrung mit einem ersten Bohrungsbereich mit einem ersten
30 Bohrungsdurchmesser und einem zweiten Bohrungsbereich mit einem zweiten Bohrungsdurchmesser, wobei der erste Bohrungsdurchmesser kleiner als der zweite Bohrungsdurchmesser ist, und einen Stufenkolben, d.h. einen Kolben mit einem ersten Kolbenbereich mit einem ersten Kolbendurchmesser und einem

zweiten Kolbenbereich mit einem zweiten Kolbendurchmesser, wobei der erste Kolbendurchmesser kleiner als der zweite Kolbendurchmesser ist.

- 5 Die Druckbereitstellungseinrichtung stellt eine Zylinder-Kolben-Anordnung dar, deren Kolben durch einen elektromechanischen Aktuator betätigbar ist.

Der elektromechanische Aktuator zur Betätigung des Stufenkolbens
10 umfasst bevorzugt einen elektrischen Motor und ein Rotations-Translationsgetriebe.

Um eine verbesserte Ausfallsicherheit der Druckbereitstellungseinrichtung zu erreichen, ist bevorzugt ein
15 Dichtelement vorgesehen, welches in einem eingetauchten Zustand der Kolbenstufe kleineren Durchmessers die erste Druckkammer und die zweite Druckkammer gegeneinander abdichtet. Das Dichtelement ist besonders bevorzugt zwischen der Kolbenstufe kleineren Durchmessers und dem Gehäuse im Bereich der Bohrungsstufe
20 kleineren Durchmessers angeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Dichtelement im Gehäuse im Bereich der Bohrungsstufe kleineren Durchmessers befestigt, da hier der dafür notwendige Bauraum leichter
25 bereitzustellen ist.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist das Dichtelement an dem Stufenkolben im Bereich der Kolbenstufe kleineren Durchmessers befestigt, was den Vorteil einer
30 einfacheren Montage auf dem Kolben bietet. Um eine Unterteilung des Druckraums in zwei Kammern möglichst frühzeitig zu erreichen, ist das Dichtelement besonders bevorzugt an dem der Kolbenstufe größeren Durchmessers abgewandten Ende der Kolbenstufe kleineren Durchmessers befestigt.

Bevorzugt ist der Druckmittelanschluss der Druckbereitstellungseinrichtung zur Verbindung mit den Radbremsen im Bereich der ersten Druckkammer angeordnet.

- 5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die zweite Druckkammer bevorzugt über ein Hydraulikventil mit einem Druckmittelbehälter verbindbar, um den Druck in der zweiten Druckkammer begrenzen oder reduzieren zu können.
- 10 Gemäß einer besonders kostengünstigen Ausführungsform ist das Hydraulikventil als ein Druckbegrenzungsventil ausgeführt.

- Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Druckbereitstellungseinrichtung ist das
- 15 Hydraulikventil als ein elektrisch betätigbares Hydraulikventil ausgeführt, welches in Abhängigkeit von einer Position des Stufenkolbens und/oder eines Druckes in der Druckbereitstellungseinrichtung angesteuert wird. Um im Falle eines Ausfalls der Ansteuerung des Hydraulikventils einen
- 20 Druckaufbau im Druckraum durchführen zu können, ist das Hydraulikventil besonders bevorzugt stromlos geschlossen ausgeführt.

- Es ist alternativ bevorzugt, dass das Hydraulikventil als ein
- 25 mechanisch betätigbares Hydraulikventil ausgeführt ist, welches in Abhängigkeit von einer Position des Stufenkolbens angesteuert wird.

- Die Erfindung betrifft auch eine Bremsanlage gemäß Anspruch 10
- 30 mit einer erfindungsgemäßen Druckbereitstellungseinrichtung.

Bevorzugt handelt es sich um eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, die in einer sog. „Brake-by-wire“-Betriebsart sowohl vom Fahrzeugführer als auch unabhängig vom Fahrzeugführer

ansteuerbar ist, vorzugsweise in der „Brake-by-wire“-Betriebsart betrieben wird und in mindestens einer Rückfallbetriebsart betrieben werden kann, in der nur der Betrieb durch den Fahrzeugführer möglich ist.

5

Die Bremsanlage umfasst bevorzugt eine Simulationseinrichtung, welche dem Fahrzeugführer in einer „Brake-by-wire“-Betriebsart ein angenehmes Bremspedalgefühl vermittelt. Die Simulationseinrichtung ist besonders bevorzugt hydraulisch ausgeführt und mit dem Hauptbremszylinder wirkungsmäßig gekoppelt. Die Simulationseinrichtung ist vorteilhafterweise mittels eines Simulator-Freigabeventils an- und abschaltbar ausgeführt.

10

15 Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung anhand von Figuren.

Es zeigen schematisch

20

Fig. 1 eine beispiele gemäße Druckbereitstellungseinrichtung, und

Fig. 2 eine beispiele gemäße Bremsanlage.

25

In Fig. 1 ist eine beispiele gemäße Druckbereitstellungseinrichtung 5 für ein fremdansteuerbares Bremssystem schematisch dargestellt. Die Druckbereitstellungseinrichtung 5' ist als eine hydraulische Zylinder-Kolben-Anordnung ausgebildet. Dazu ist in einem Gehäuse 53 eine Stufenbohrung 54 angeordnet, welche einen ersten Bohrungsbereich 54' mit einem ersten Bohrungsdurchmesser D' und einen zweiten Bohrungsbereich 54'' mit einem zweiten Bohrungsdurchmesser D'' umfasst, wobei der erste Bohrungsdurchmesser D' kleiner als der zweite

30

Bohrungsdurchmesser D'' ist. In der Stufenbohrung 54 ist ein Kolben 51 verschiebbar gelagert. Kolben 51 begrenzt zusammen mit der (gestuften) Gehäusebohrung 54 einen Druckraum 50. Kolben 51 ist durch einen elektromechanischen Aktuator betätigbar, der
5 beispielsweise durch einen schematisch angedeuteten Elektromotor 35 und ein ebenfalls schematisch dargestelltes Rotations-Translationsgetriebe 36 gebildet wird. Das Rotations-Translationsgetriebe 36 wird z.B. durch einen Kugelgewindetrieb (KGT) gebildet, von welchem in Fig. 1 die
10 Spindel 37 dargestellt ist.

Kolben 51 ist also durch den Elektromotor 35 unter Zwischenschaltung des Rotations-Translationsgetriebes 36 betätigbar. Durch ein Verschieben des Kolbens 51 in
15 Betätigungsrichtung (nach links in Fig. 1) kann Druckmittel aus dem Druckraum 50 zu den Radbremsen einer hydraulischen Kraftfahrzeug-Bremsanlage verdrängt werden. In Fig. 1 sind beispielsweise zwei Radbremsen 8a, 8b über eine hydraulische Verbindung 38 an einen ersten Anschluss 70 des Druckraums 50
20 angeschlossen, wobei jeder Radbremse beispielhaft ein Einlassventil 6a, 6b zugeordnet ist. Druckraum 50 wird mittels eines ersten Dichtelements (Hauptdichtung) 60 gegenüber Atmosphärendruck gedichtet.

25 Kolben 51 ist als ein Stufenkolben ausgebildet, d.h. er umfasst einen ersten Kolbenbereich $51'$ mit einem ersten Kolbendurchmesser A' und einem zweiten Kolbenbereich $51''$ mit einem zweiten Kolbendurchmesser A'' , wobei der erste Kolbendurchmesser A' kleiner als der zweite Kolbendurchmesser
30 A'' ist. Anders ausgedrückt, weist der Kolben 51 einen Zapfen $51'$ mit geringerem Durchmesser auf. Bohrung 54 und Kolben 51 sind derart ausgeführt, dass bei einer Betätigung des gestuften Kolbens 51 in Betätigungsrichtung die Kolbenstufe $51'$ kleineren Durchmessers (der Zapfen) nach einer vorgegebenen Betätigung

bzw. nach einem vorgegebenen Betätigungsweg in die Stufe 54' kleineren Durchmessers der Stufenbohrung 54 eintaucht. Hierdurch wird der Druckraum 50 in eine erste Druckkammer 55 und eine zweite Druckkammer 56 unterteilt, wobei die zweite Druckkammer 56 eine Ringkammer ist.

Zur Abdichtung der beiden Druckkammern 55, 56 gegeneinander ist ein zweites Dichtelement 61 vorgesehen, welches im eingetauchten Zustand der Kolbenstufe 51' zwischen der Kolbenstufe kleineren Durchmessers 51' und dem Gehäuse 53 im Bereich der Bohrungsstufe kleineren Durchmessers 54' angeordnet ist. Dabei kann das Dichtelement 61 im Gehäuse 53 im Bereich der Bohrungsstufe kleineren Durchmessers 54' befestigt sein (Anordnung des zweiten Dichtelements 61 in der kleinen Bohrung 54'), wie dies beispielsweise in Fig. 1 dargestellt ist. Der Zapfen 51' (die Kolbenstufe kleineren Durchmessers) taucht dann in das Dichtelement 61 ein. Alternativ kann das Dichtelement 61' an dem Stufenkolben 51 im Bereich der Kolbenstufe kleineren Durchmessers 51', vorteilhafterweise an dem der Kolbenstufe größeren Durchmessers 51'' abgewandten Ende der Kolbenstufe kleineren Durchmessers 51', befestigt sein (Anordnung des zweiten Dichtelements 61' auf dem Zapfen / der Kolbenstufe 51'), wie dies in Fig. 2 beispielsweise dargestellt ist. Die Kolbenstufe 51' mit Dichtelement 61' taucht dann in die kleinere Bohrung 54' ein.

Der erste Anschluss 70 des Druckraums 50 zum Anschließen der Radbremsen 8a, 8b ist im Bereich der ersten Druckkammer 55 angeordnet. Hierdurch und durch die zweistufige Ausführung der Druckbereitstellungseinrichtung 5 kann die Verfügbarkeit eines elektrisch gesteuerten Druckaufbaus an den Radbremsen 8a, 8b mittels der Druckbereitstellungseinrichtung erhöht werden. Unter zweistufiger Ausführung der Druckbereitstellungseinrichtung wird die gestufte Ausführung

der Gehäusebohrung 54 und des Kolbens 51 verstanden, durch welche der Druckraum 50 in zwei gegeneinander abgedichtete Druckkammern 55, 56 getrennt werden kann. Bei einem Ausfall der Hauptdichtung 60, wenn kein Druckaufbau im (Gesamt)Druckraum 50 mehr möglich ist, kann der Kolben 51 soweit vorgefahren werden, bis das zweite Dichtelement 61 in Eingriff kommt. Druckkammer 55 wird dann durch Dichtelement 61 gegen Atmosphärendruck gedichtet, so dass in Druckkammer 55 und damit in den Radbremsen 8a, 8b ein Druckaufbau weiterhin möglich ist. Ein schlafender Fehler des Dichtelements 61 kann durch Prüfroutinen detektiert werden. So kann beispielsweise in bestimmten Zeitabständen, bevorzugt in der Startphase, oder in anderen Betriebszuständen, in welchen das Fahrzeug steht, das Hydraulikventil geöffnet, der Kolben bis über das Eintauchen in das zweite Dichtelement vorgefahren werden, die Verbindungsventile zu den Radbremsen geschlossen gehalten werden und der entstehende Druck mittels eines Drucksensors als Hinweis auf eine intakte Dichtwirkung des zweiten Dichtelementes gewertet werden.

Im Bereich der zweiten Druckkammer 56 ist beispielsweise ein zweiter Anschluss 71 zum Druckraum 50 vorgesehen. Mittels Anschluss 71 ist Druckkammer 56 über ein Hydraulikventil 57 mit einem Druckmittelbehälter 4, vorteilhafterweise dem unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter 4 der Bremsanlage, verbindbar. Mittels des Hydraulikventils kann bewirkt werden, dass in der Druckkammer 56 kein weiterer Druckanstieg oder nur ein geringerer Druckanstieg oder ein Druckabsenken durchgeführt werden kann, auch wenn der Kolben 51 weiter betätigt wird (weiterer Druckaufbau in Druckkammer 55).

Durch die Begrenzung des Drucks in Druckkammer 56 bzw. ein Drucklossschalten der Druckkammer 56 kann die Förderleistung der Druckbereitstellungseinrichtung 5 zu den Radbremsen (über Kammer 55) verbessert werden und ein schnellerer Bremsdruckaufbau

erreicht werden, ohne dass die aufzuwendende Motorleistung (das Motormoment) erhöht werden muss.

Druckbereitstellungseinrichtung 5 ist hinsichtlich ihrer
5 Förderleistung für Nominalbedingungen (kein Fading) verbessert,
so dass ein schnellerer Bremsdruckaufbau erfolgen kann, ohne dass
die zu installierende Motorleistung / Motormoment angehoben
werden muss. Dennoch werden die für Belag-Fading erforderlichen
Bremsdrücke durch die Druckbereitstellungseinrichtung erreicht.
10 Weiterhin ist die gesamte Baulänge der Druckbereitstellungs-
einrichtung reduziert.

Im einfachsten Fall ist das Hydraulikventil 57 als ein
Druckbegrenzungsventil ausgeführt, welches rückseitig mit dem
15 Druckmittelbehälter 4 verbunden ist.

Das Hydraulikventil 57 kann auch ein elektrisch betätigbares,
vorteilhafterweise stromlos geschlossenes, Hydraulikventil
sein, welches abhängig von einer Position des Stufenkolbens 51
20 und/oder eines Druckes in der Druckbereitstellungseinrichtung 5
geöffnet oder geschlossen wird und damit die Verbindung zum
Druckmittelbehälter 4 öffnet oder schließt.

Alternativ kann das Hydraulikventil 57 als ein mechanisch
25 ansteuerbares oder betätigbares Hydraulikventil ausgeführt
sein, welches in Abhängigkeit von einer Position des
Stufenkolbens 51 angesteuert wird, und die Verbindung zum
Druckmittelbehälter 4 öffnet oder schließt.

30 Optional ist Druckraum 50 über einen dritten Anschluss 72 und eine
hydraulische Verbindung mit einem in Strömungsrichtung zur
Druckbereitstellungseinrichtung 5 hin öffnenden
Rückschlagventil 52 mit dem unter Atmosphärendruck stehenden
Druckmittelvorratsbehälter 4 der Bremsanlage verbunden, so dass

Druckmittel aus dem Druckmittelvorratsbehälter 4 in den Druckraum 50 nachgesaugt werden kann. Anschluss 72 ist beispielsweise im Bereich der zweiten Kammer 56 angeordnet und wird bereits bei einer geringen Betätigung des Kolbens 51 durch die Kolbenstufe 51'' verschlossen.

Gemäß einem anderen, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist parallel zum Hydraulikventil 57 ein in Richtung des Behälters 4 schließendes Rückschlagventil 52 zum Bremsflüssigkeitsbehälter 4 angeordnet, welches bei einer Rückwärtsbewegung des Kolbens 51 ermöglicht, dass Druckmittel aus dem Behälter 4 nachgesaugt wird.

Eine erfindungsgemäße Druckbereitstellungseinrichtung wird bevorzugt in einer Bremsanlage eingesetzt, welche zum autonomen Fahren eingesetzt werden soll.

In Fig. 2 ist eine beispielsweise Bremsanlage für Kraftfahrzeuge schematisch dargestellt. Die Bremsanlage umfasst im Wesentlichen einen mittels eines nicht dargestellten Betätigungs- bzw. Bremspedals betätigbaren Hauptbremszylinder 2, einen mit dem Hauptbremszylinder 2 zusammen wirkenden Wegsimulator bzw. Simulationseinrichtung 3, einen dem Hauptbremszylinder 2 zugeordneten, unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter 4, eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 5', eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 12 und eine elektrisch steuerbare Druckmodulationseinrichtung.

Die Druckmodulationseinrichtung umfasst beispielsweise je Radbremse 8a-8d eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges ein Einlassventil 6a-6d und ein Auslassventil 7a-7d, die paarweise über Mittenanschlüsse hydraulisch zusammengeschaltet und an die Radbremsen 8a-8d angeschlossen sind. Die Eingangsanschlüsse der Einlassventile 6a-6d werden mittels

Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b mit Drücken versorgt, die in einer „Brake-by-Wire“-Betriebsart aus einem Bremssystemdruck abgeleitet werden, der in einer an einen Druckraum 50 der elektrisch steuerbaren

5 Druckbereitstellungseinrichtung 5' angeschlossenen Systemdruckleitung 38 vorliegt. Den Einlassventilen 6a-6d ist jeweils ein zu den Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b hin öffnendes Rückschlagventil 9a-9d parallel geschaltet. In einer Rückfallbetriebsart werden die Bremskreisversorgungsleitungen
10 13a, 13b über hydraulische Leitungen 22a, 22b mit den Drücken der Druckräume 17, 18 des Hauptbremszylinders 2 beaufschlagt. Die Ausgangsanschlüsse der Auslassventile 7a-7d sind über eine Rücklaufleitung 14b mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 verbunden.

15

Der Hauptbremszylinder 2 weist in einem Gehäuse 21 zwei hintereinander angeordnete Kolben 15, 16 auf, die Druckräume 17, 18 begrenzen, die zusammen mit den Kolben 15, 16 einen zweikreisigen Hauptbremszylinder bzw. einen Tandemhauptzylinder
20 bilden. Die Druckräume 17, 18 stehen einerseits über in den Kolben 15, 16 ausgebildete radiale Bohrungen sowie entsprechende Druckausgleichsleitungen 41a, 41b mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 in Verbindung, wobei diese durch eine Relativbewegung der Kolben 17, 18 im Gehäuse 21 absperrrbar sind,
25 und andererseits mittels der hydraulischen Leitungen 22a, 22b mit den bereits genannten Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b in Verbindung, über die die Einlassventile 6a-6d an den Hauptbremszylinder 2 angeschlossen ist. Dabei ist in der Druckausgleichsleitung 41a eine Parallelschaltung eines
30 stromlos offenen (SO-) Diagnoseventils 28 mit einem zum Druckmittelvorratsbehälter 4 hin schließenden Rückschlagventil 27 enthalten. Die Druckräume 17, 18 nehmen nicht näher bezeichnete Rückstellfedern auf, die die Kolben 15, 16 bei unbetätigtem Hauptbremszylinder 2 in einer Ausgangslage

positionieren. Eine Kolbenstange 24 koppelt die Schwenkbewegung des Bremspedals infolge einer Pedalbetätigung mit der Translationsbewegung des ersten (Hauptzylinder-)Kolbens 15, dessen Betätigungsweg von einem vorzugsweise redundant ausgeführten Wegsensor 25 erfasst wird. Dadurch ist das entsprechende Kolbenwegsignal ein Maß für den Bremspedalbetätigungswinkel. Es repräsentiert einen Bremswunsch eines Fahrzeugführers.

In den an die Druckräume 17, 18 angeschlossenen Leitungsabschnitten 22a, 22b ist je ein Trennventil 23a, 23b angeordnet, welches als je ein elektrisch betätigbares, vorzugsweise stromlos offenes (SO-) Ventil ausgebildet ist. Durch die Trennventile 23a, 23b kann die hydraulische Verbindung zwischen den Druckräumen 17, 18 und den Bremskreisversorgungsleitungen 13a, 13b abgesperrt werden. Ein an den Leitungsabschnitt 22b angeschlossener Drucksensor 20 erfasst den im Druckraum 18 durch ein Verschieben des zweiten Kolbens 16 aufgebauten Druck.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel sind die Radbremsen 8a und 8b dem linken Vorderrad (FL) und dem rechten Hinterrad (RR) zugeordnet und sind mit dem ersten Bremskreis I (13a) verbunden. Die Radbremsen 8c und 8d sind dem rechten Vorderrad (FR) und dem linken Hinterrad (RL) zugeordnet und mit dem zweiten Bremskreis II (13b) verbunden.

Wegsimulator 3 ist hydraulisch an den Hauptbremszylinder 2 angekoppelt und umfasst im Wesentlichen eine Simulatorkammer 29, eine Simulatorfederkammer 30 sowie einen die beiden Kammern 29, 30 voneinander trennenden Simulatorkolben 31. Simulatorkolben 31 stützt sich durch ein in Simulatorfederkammer 30 angeordnetes elastisches Element am Gehäuse 21 ab. Die Simulatorkammer 29 ist mittels eines elektrisch betätigbaren Simulatorfreigabeventils

32 mit dem ersten Druckraum 17 des Tandemhauptbremszylinders 2 verbindbar. Bei Vorgabe einer Pedalkraft und aktiviertem Simulatorfreigabeventil 32 strömt Druckmittel vom Hauptbremszylinder-Druckraum 17 in die Simulatorkammer 29. Ein hydraulisch antiparallel zum Simulatorfreigabeventil 32 angeordnetes Rückschlagventil 34 ermöglicht unabhängig vom Schaltzustand des Simulatorfreigabeventils 32 ein weitgehend ungehindertes Zurückströmen des Druckmittels von der Simulatorkammer 29 zum Hauptbremszylinder-Druckraum 17.

10

Die elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 5' ist als eine hydraulische Zylinder-Kolben-Anordnung ausgebildet, deren Kolben 51 von einem schematisch angedeuteten Elektromotor 35 unter Zwischenschaltung eines ebenfalls schematisch dargestellten Rotations-Translationsgetriebes 36 betätigbar ist. Druckbereitstellungseinrichtung 5' wird durch eine in dem Gehäuse 21 angeordnete Stufenbohrung 54, in welcher der gestuft ausgeführte Kolben 51 verschiebbar geführt wird, gebildet. Der gestufte Kolben 51 begrenzt mit dem Gehäuse 21 einen Druckraum 50, der über ein an der größeren Kolbenstufe 51'' angeordnetes Dichtelement 60 gegen Atmosphärendruck gedichtet wird. Ein Nachsaugen von Druckmittel in den Druckraum 50 ist durch ein Zurückfahren des Kolbens 51 bei geschlossenen Zuschaltventilen 26a, 26b möglich, indem Druckmittel aus dem Druckmittelvorratsbehälter 4 über ein als in Strömungsrichtung zum Aktuator öffnendes Rückschlagventil ausgebildetes Nachsaugventil 52 in den Druckraum 50 strömen kann.

30

Bei ausreichender Betätigung des Kolbens 51 wird der Druckraum 50 in eine erste Druckkammer 55, in deren Bereich die Systemdruckleitung 38 zu den Radbremsen 8a-8d angeschlossen ist, und eine zweite Druckkammer 56 (Ringkammer) geteilt. Die Kammern 55, 56 sind dann über ein an der kleineren Kolbenstufe 51' angeordnetes Dichtelement 61' von einander hydraulisch getrennt.

Im Bereich der Druckkammer 56 ist ein Anschluss vorgesehen, über welchen die Druckkammer 56 mit einem elektrisch betätigbaren, stromlos geschlossenen Ventil 57 verbunden ist, welches weiter über Leitung 41c mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 verbunden ist.

Ein Vorteil der zweistufigen Druckbereitstellungseinrichtung 5' ist es, dass bei einer Leckage im Bereich der Druckkammer 56 bzw. des Dichtelements 60 der Druckaufbau an den Radbremsen 8a-8d über die Kammer 55 durchgeführt werden kann.

Zur Erfassung einer für die Position/Lage des Kolbens 51 der Druckbereitstellungseinrichtung 5' charakteristischen Größe ist ein Sensor 44 vorhanden, welcher beispielsweise als ein der Erfassung der Rotorlage des Elektromotors 35 dienender Rotorlagensensor ausgeführt ist. Andere Sensoren sind ebenso denkbar, z.B. ein Wegsensor zur Erfassung der Position/Lage des Kolbens 51. Anhand der für die Position/Lage des Kolbens 51 charakteristischen Größe ist eine Bestimmung des von der Druckbereitstellungseinrichtung 5' abgegebenen oder aufgenommenen Druckmittelvolumens V möglich. Zum Erfassen des von der Druckbereitstellungseinrichtung 5' erzeugten Bremssystemdruckes ist ein vorzugsweise redundant ausgeführter Drucksensor 19 vorgesehen.

Die elektronische Steuer- und Regeleinheit (ECU) 12 dient z.B. zur Ansteuerung der Druckbereitstellungseinrichtung 5', der Trennventile 23a, 23b, der Zuschaltventile 26a, 26b, des Simulatorfreigabeventils 32, der Einlass- und Auslassventile 6a-6d, 7a-7d sowie des Diagnoseventils 28.

Patentansprüche:

1. Elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung (5, 5'), insbesondere für eine hydraulische Kraftfahrzeug-Bremsanlage, mit einer in einem Gehäuse (53, 21) angeordneten Stufenbohrung (54) und einem Kolben (51), der durch einen elektromechanischen Aktuator (35, 36) betätigbar ist, wobei der Kolben (51) mit dem Gehäuse (53, 21) einen Druckraum (50) begrenzt, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Kolben (51) als Stufenkolben ausgeführt ist, dessen Kolbenstufe kleineren Durchmessers (51') nach einer vorgegebenen Betätigung des Stufenkolbens in die Stufe kleineren Durchmessers (54') der Stufenbohrung eintaucht, so dass der Druckraum (50) in eine erste Druckkammer (55) und eine zweite Druckkammer (56), insbesondere eine Ringkammer, unterteilt wird.
2. Druckbereitstellungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zweite Druckkammer (56) über ein Hydraulikventil (57) mit einem Druckmittelbehälter (4), insbesondere einem unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter, verbindbar ist.
3. Druckbereitstellungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Hydraulikventil (57) ein Druckbegrenzungsventil ist.
4. Druckbereitstellungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Hydraulikventil (57) ein elektrisch betätigbares, insbesondere stromlos geschlossenes, Hydraulikventil ist, welches in Abhängigkeit von einer Position des Stufenkolbens (51) und/oder eines Druckes in der Druckbereitstellungseinrichtung angesteuert wird.
5. Druckbereitstellungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch

gekennzeichnet, dass das Hydraulikventil (57) ein mechanisch betätigbares Hydraulikventil ist, welches in Abhängigkeit von einer Position des Stufenkolbens (51) angesteuert wird.

- 5 6. Druckbereitstellungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein Dichtelement (61) vorgesehen ist, welches in einem eingetauchten Zustand der Kolbenstufe kleineren Durchmessers (51') die erste Druckkammer (55) und die zweite Druckkammer (56)
- 10 gegeneinander abdichtet, und welches insbesondere zwischen der Kolbenstufe kleineren Durchmessers (51') und dem Gehäuse (53) im Bereich der Bohrungsstufe kleineren Durchmessers (54') angeordnet ist.
- 15 7. Druckbereitstellungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Dichtelement (61) im Gehäuse (53) im Bereich der Bohrungsstufe kleineren Durchmessers (54') befestigt ist.
- 20 8. Druckbereitstellungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Dichtelement (61') an dem Stufenkolben im Bereich der Kolbenstufe kleineren Durchmessers (51'), insbesondere an dem der Kolbenstufe größeren Durchmessers abgewandten Ende der Kolbenstufe
- 25 kleineren Durchmessers, befestigt ist.
9. Druckbereitstellungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Druckraum (50) mit einem ersten Druckmittelanschluss (70) zur Verbindung mit
- 30 hydraulisch betätigbaren Radbremsen (8a, 8b) versehen ist, wobei der erste Druckmittelanschluss im Bereich der ersten Druckkammer (55) angeordnet ist.
10. Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit einem mittels eines
- 35 Bremspedals betätigbaren Hauptbremszylinder (2), dessen

mindestens ein Druckraum (17) mit Radbremsen (8a-8d), insbesondere trennbar (23a, 23b), verbunden ist, einer Druckregelventilanordnung (6a-6d, 7a-7d) zur Regelung und/oder Steuerung eines an einer Radbremse eingesteuerten Radbremsdruckes, einer elektrisch steuerbaren Druckbereitstellungseinrichtung (5, 5'), welche mit den Radbremsen verbindbar ist, und einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (12) zur Ansteuerung der Druckbereitstellungseinrichtung (5, 5') und/oder der Druckregelventilanordnung (6a-6d, 7a-7d), dadurch **gekennzeichnet**, dass diese eine Druckbereitstellungseinrichtung nach einem der Anspruch 1 bis 9 umfasst.

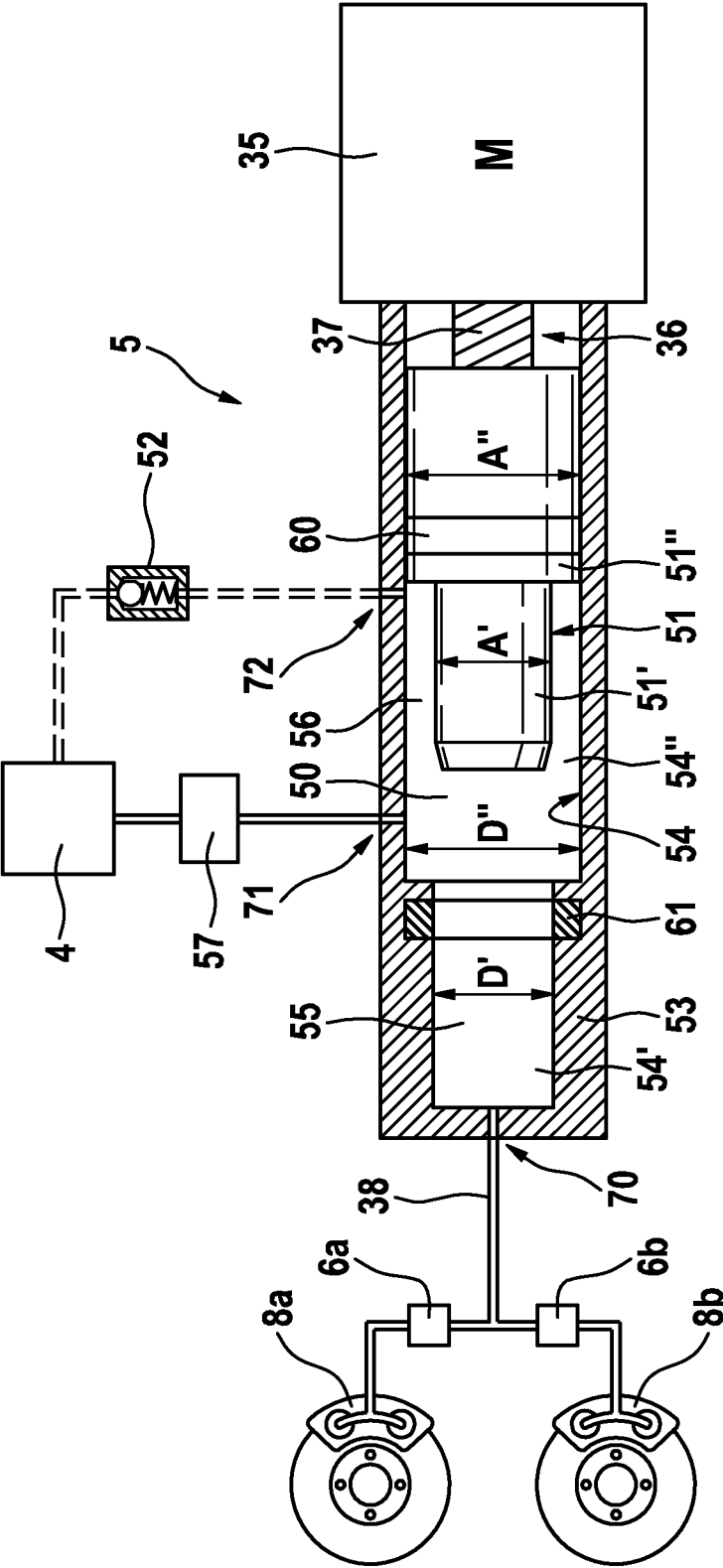


Fig. 1

2 / 2

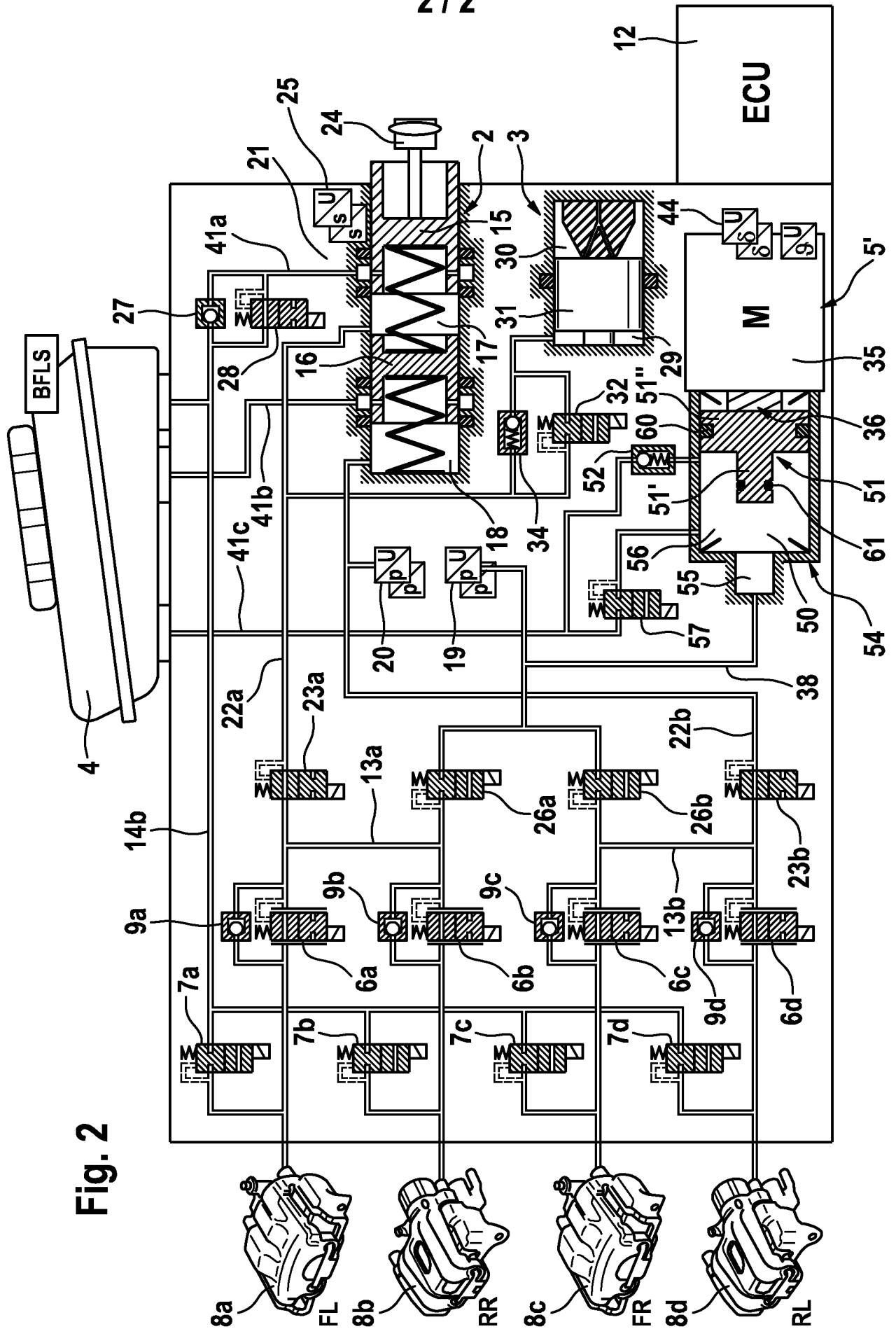


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/053965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60T11/224 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.
X	DE 44 01 524 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 17 August 1995 (1995-08-17) column 2 - column 5; figure 1 -----	1-10
A	DE 102 55 198 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 10 July 2003 (2003-07-10) column 1 - column 3; figures 1,3 -----	1,9
A	DE 38 16 110 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 23 November 1989 (1989-11-23) column 1 - column 2; figure 1 -----	1,9
A	GB 2 172 353 A (TEVES GMBH ALFRED) 17 September 1986 (1986-09-17) page 1 - page 4; 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

24 July 2014

Date of mailing of the international search report

04/08/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kyriakides, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/053965

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4401524	A1	17-08-1995	AT 158767 T 15-10-1997
			DE 4310061 A1 29-09-1994
			DE 4401524 A1 17-08-1995
			EP 0699147 A1 06-03-1996
			JP H08508221 A 03-09-1996
			US 5609399 A 11-03-1997
			WO 9422699 A1 13-10-1994
DE 10255198	A1	10-07-2003	NONE
DE 3816110	A1	23-11-1989	NONE
GB 2172353	A	17-09-1986	DE 3508709 A1 18-09-1986
			FR 2578799 A1 19-09-1986
			GB 2172353 A 17-09-1986
			JP S61207263 A 13-09-1986
			US 4754605 A 05-07-1988

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T11/224 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.
X	DE 44 01 524 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 17. August 1995 (1995-08-17) Spalte 2 - Spalte 5; Abbildung 1 -----	1-10
A	DE 102 55 198 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 10. Juli 2003 (2003-07-10) Spalte 1 - Spalte 3; Abbildungen 1,3 -----	1,9
A	DE 38 16 110 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 23. November 1989 (1989-11-23) Spalte 1 - Spalte 2; Abbildung 1 -----	1,9
A	GB 2 172 353 A (TEVES GMBH ALFRED) 17. September 1986 (1986-09-17) Seite 1 - Seite 4; 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

24. Juli 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/08/2014

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

Kyriakides, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/053965

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4401524	A1	17-08-1995	AT 158767 T 15-10-1997
		DE 4310061 A1	29-09-1994
		DE 4401524 A1	17-08-1995
		EP 0699147 A1	06-03-1996
		JP H08508221 A	03-09-1996
		US 5609399 A	11-03-1997
		WO 9422699 A1	13-10-1994

DE 10255198	A1	10-07-2003	KEINE

DE 3816110	A1	23-11-1989	KEINE

GB 2172353	A	17-09-1986	DE 3508709 A1 18-09-1986
		FR 2578799 A1	19-09-1986
		GB 2172353 A	17-09-1986
		JP S61207263 A	13-09-1986
		US 4754605 A	05-07-1988
