(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. August 2010 (12.08.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/089161 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 8/40 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/050085

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Januar 2010 (07.01.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 000 631.1
5. Februar 2009 (05.02.2009) DE
10 2009 000 917.5
17. Februar 2009 (17.02.2009) DE
10 2009 024 034.9 5. Juni 2009 (05.06.2009) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG** [DE/DE]; Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **DRUMM, Stefan, A.** [DE/DE]; Burgunderstraße 18, 55291 Saulheim (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**; Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

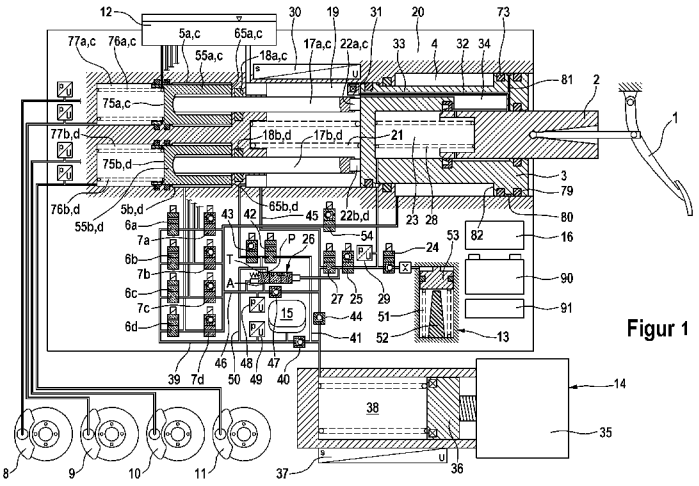
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,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

Veröffentlicht:

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

(54) Title: BRAKE SYSTEM FOR MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung : BREMSANLAGE FÜR KRAFTFAHRZEUGE



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a brake system for motor vehicles that can be actuated in a "brake-by-wire" operating mode both by the vehicle driver and independently of the vehicle driver, and that is operated preferably in the "brake-by-wire" operating mode, and that can be operated in a fallback operating mode wherein only operation by the vehicle driver is possible. The brake system comprises a first piston (2) connected to a brake pedal (1) and guided in a second or a retaining piston (3) bounding a retaining chamber (4) in a housing (20). Separating piston devices (5a, b) interacting with the retaining piston (3) are also provided and are connected to the vehicle wheel brakes (8 – 11). In order to achieve a construction of the brake system that can be implemented simply, the invention proposes that the retaining chamber (4) bounded by the second piston (3) is designed as an annular chamber radially encompassing the actuating axis defined by the axes of symmetry of the first and second pistons (2, 3).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/089161 A1

Es wird eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, die in einer "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 einer Rückfallbetriebsart betrieben werden kann, in der nur der Betrieb durch den Fahrzeugführer möglich ist. Die Bremsanlage weist u. a. einen mit einem Bremspedal (1) verbundenen ersten Kolben (2) auf, der in einem zweiten bzw. einem Rückhaltekolben (3) geführt ist, der in einem Gehäuse (20) einen Rückhalteraum (4) begrenzt. Ausserdem sind mit dem Rückhaltekolben (3) zusammenwirkende Trennkolbeneinrichtungen (5a, b) vorgesehen, an die Fahrzeugradbremsen (8 - 11) angeschlossen sind. Um einen einfach zu realisierenden Aufbau der Bremsanlage zu erreichen, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass der vom zweiten Kolben (3) begrenzte Rückhalteraum (4) als ein Ringraum ausgebildet ist, der die durch die Symmetrieachsen des ersten und zweiten Kolbens (2, 3) definierte Betätigungsachse radial umgreift.

Bremsanlage für Kraftfahrzeuge

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, die in einer "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, mit

a) einem Bremspedal zum Betätigen eines ersten hydraulischen Kolbens, auf den bei der Betätigung der Bremsanlage durch den Fahrzeugführer eine Betätigungskraft (Pedalkraft) ausgeübt wird und der in einem in einem Gehäuse einen hydraulischen Rückhalteraum begrenzenden, zweiten hydraulischen (Rückhalte-)Kolben verschiebbar geführt wird,

b) einer Wegerfassungseinrichtung, die den Betätigungsweg des ersten Kolbens erfasst,

c) einem Druckmittelvorratsbehälter,

d) einer hydraulischen Schaltung zur Bremskraftverstärkung, im Wesentlichen mit einer elektrisch steuerbaren, hydraulischen Druckquelle, einem von der Druckquelle aufladbaren Hochdruckspeicher, mit dessen Druck Radbremsen in der "Brake-by-Wire" Betriebsart beaufschlagbar sind, und mit einer Druckregelventilanordnung,

e) Elektromagnetventilen zur elektronisch gesteuerten Modifikation des Bremssystemdrucks,

f) zwischen dem Hochdruckspeicher und den Radbremsen geschalteten, elektrisch steuerbaren Druckregelventilen,

g) sowie Trennkolbeneinrichtungen, die in der "Brake-by-Wire"- Betriebsart auf einer ersten Trennkolbenfläche mit dem durch die Druckregelventile eingestellten Druck beaufschlagt werden und den von einer zweiten Trennkolbenfläche ausgeübten Druck an die Radbremsen weitergeben,

h) mit dem zweiten Kolben in eine kraftübertragende Verbindung bringbaren Ansteuerungselementen zur mechanischen Ansteuerung der Trennkolbeneinrichtungen sowie

i) einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit.

Eine derartige Bremsanlage ist z. B. aus der internationalen Patentanmeldung WO 01/72567 A1 bekannt. Als nachteilig wird bei dem vorbekannten Bremssystem die Art der mechanischen Ansteuerung der Trennkolbeneinrichtungen durch den zweiten Kolben empfunden, die mittels eines Waagebalkens erfolgt, der seitlich an die Trennkolben angekoppelt ist. Bei einer Kraftübertragung vom zweiten Kolben kommt dieser zur Anlage an dem Waagebalken, so dass die Trennkolbeneinrichtungen in der Betätigungsrichtung im Sinne eines Druckaufbaus in den Radbremsen verschoben werden. Die seitliche Ankopplung des Waagebalkens an die Trennkolben wird als eine vermeidbare Komplikation der konstruktiven Ausführung angesehen. Außerdem ist die Energieeffizienz der vorbekannten Bremsanlage in zwei Punkten verbesserungswürdig.

In der bevorzugten "Brake-by-Wire"- Betriebsart werden auch geringere Abbremsungen, die keine hohe Dynamik und keine radindividuelle Anpassung der Radbremsdrücke erfordern, mit einem aus dem Hochdruckspeicher entnommenen Druckmittelvolumen realisiert. Danach muss der Speicher mit einem im Vergleich zur genutzten hydraulischen Energie deutlich größeren Energieaufwand wieder nachgeladen werden. Dies trifft für die Mehrzahl der bei durchschnittlicher Fahrweise auftretenden Bremsungen zu. Daher ist es unter dem Gesichtspunkt des Energieverbrauchs sinnvoll, Druckmittel aus dem Hydrospeicher nur dann einzusetzen, wenn eine dynamische Bremsung erforderlich ist und bevorzugt Bremsungen direkt mit Hilfe des Drucks der elektrisch steuerbaren Druckquelle durchzuführen.

In einer Rückfallbetriebsart, in der keine elektrische Ansteuerung, aber hydraulische Energie in Form von Druck und Druckmittelvolumen im Hydrospeicher verfügbar ist, arbeitet die vorbekannte Bremsanlage (ebenso wie in der Brake-by-Wire"- Betriebsart) als Fremdkraftbremse. Hier erscheint es sinnvoller, auf den Betätigungsenergiebeitrag des Fahrzeugführers durch das Betätigen des Bremspedals nicht zu verzichten, sondern diesen mit zu nutzen. Mithin ist es sinnvoller, dass das hier vorgeschlagene neue Bremssystem in dieser Betriebssituation als Hilfskraftbremse arbeitet. Hierfür muss die Rückhaltung abgeschaltet werden, was im vorbekannten System nicht möglich ist.

Für beide Punkte zur Verbesserung der Energieeffizienz schafft die vorliegende Erfindung die technischen Voraussetzungen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die konstruktiven Voraussetzungen für eine Steigerung der Energieeffizienz zu schaffen und gleichzeitig eine Vereinfachung

des Aufbaus der Bremsanlage der eingangs genannten Gattung zu erreichen bzw. eine Bremsanlage vorzuschlagen, bei der insbesondere im Bereich der Kraftübertragung zwischen dem zweiten Kolben und den Trennkolbeneinrichtungen eine wesentliche Konstruktionsvereinfachung und Funktionsverbesserung erreicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der vom zweiten Kolben begrenzte Rückhalteraum als ein Ringraum ausgebildet ist, der die durch die Symmetrieachsen des ersten und zweiten Kolbens definierte Betätigungsachse radial umgreift.

Bevorzugt taucht die in Betätigungsrichtung weisende Stirnfläche des zweiten Kolbens in einen im Gehäuse ausgebildeten drucklosen Raum ein, wobei der drucklose Raum besonders bevorzugt Abschnitte der Ansteuerungselemente aufnimmt, die die mechanische Kraftübertragung vom zweiten Kolben zu den Trennkolbeneinrichtungen ermöglichen.

Bevorzugt ist in dem drucklosen Raum eine Rückstellfeder zum Vorspannen des zweiten Kolbens entgegen der Betätigungsrichtung angeordnet.

Vorteilhafterweise sind die Ansteuerungselemente als runde, im Gehäuse abgedichtet und parallel zur Betätigungsachse geführte Stäbe ausgebildet.

Bevorzugt sind die Ansteuerungselemente in eine kraftübertragende Verbindung mit dem zweiten Kolben bringbar. Des Weiteren sind zwischen dem zweiten Kolben und den Ansteuerungselementen Dämpfungsmittel vorgesehen.

Die Ansteuerungselemente sind bevorzugt entgegen der Betätigungsrichtung mit den Radbremsdrücken beaufschlagt, durch deren Wirkung sie in Anlage am zweiten Kolben gehalten werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung begrenzt der erste Kolben im zweiten Kolben einen hydraulischen Nachlaufraum, der als den ersten Kolben radial umgreifender Ringraum ausgebildet ist.

Dabei ist der Nachlaufraum bevorzugt an den Druckmittelvorratsbehälter angeschlossen.

Bevorzugt ist der Nachlaufraum an den drucklosen Raum und damit indirekt an den Druckmittelvorratsbehälter angeschlossen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung sind an dem dem Bremspedal zugewandten Ende des zweiten Kolbens zwei Dichtungen nebeneinander angeordnet, die eine Ringkammer begrenzen, wobei die erste Dichtung die Ringkammer gegenüber dem Rückhalteraum abdichtet und die zweite Dichtung die Ringkammer gegenüber der Atmosphäre abdichtet.

Vorteilhafterweise ist die Ringkammer an den Nachlaufraum angeschlossen.

Der erste Kolben begrenzt nach einer Weiterbildung der Erfindung im zweiten Kolben einen Ansteuerraum, in welchem er einen über eine Bremspedalkraft steuerbaren hydraulischen Ansteuerdruck aufbauen kann.

Bevorzugt wird der Ansteuerdruck durch einen den zweiten Kolben in radialer Richtung durchdringenden Verbindungskanal in das Gehäuse geleitet.

Ebenso ist es bevorzugt, dass der Ansteuerdruck von einem gehäusefest angeordneten Drucksensor als ein die Bremspedalbetätigungskraft repräsentierendes Signal erfasst wird.

Der Ansteuerdruck dient vorteilhafterweise einer hydraulischen Ansteuerung der Druckregelventilanordnung.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die Druckregelventilanordnung als hydraulisch angesteuertes 3/3-Wegeventil ausgebildet.

Bevorzugt ist eine Ventilanordnung vorgesehen, die es erlaubt, auf den hydraulischen Steueranschluss der Druckregelventilanordnung entweder den Ansteuerdruck oder den Druck des Druckmittelvorratsbehälters aufzuschalten.

Ebenso ist es bevorzugt, dass eine weitere Ventilanordnung vorgesehen ist, die es erlaubt, die hydraulische Verbindung der Druckregelventilanordnung zum Druckmittelvorratsbehälter zu trennen und stattdessen den von der steuerbaren Druckquelle abgegebenen Druck aufzuschalten.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die Wegerfassungseinrichtung als eine berührungslose Wegerfassungseinrichtung ausgebildet, die mit einem an den ersten Kolben angekoppelten Positionsgeber zusammen wirkt.

Besonders bevorzugt ist der Positionsgeber durch einen Permanentmagneten gebildet, der am ersten Kolben mittels eines Auslegers angebunden ist, der sich durch einen im zweiten

Kolben ausgebildeten drucklosen Kanal hindurch erstreckt, der parallel zur Betätigungsachse verläuft.

Gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Bremsanlage ist ein hydraulisch betätigbarer Wegsimulator vorgesehen, der in der Betriebsart „Brake-by-wire" dem Fahrzeugführer das gewohnte Pedalgefühl vermittelt.

Der Wegsimulator ist bevorzugt über eine hydraulische Leitung mit dem Ansteuerraum verbunden, die mittels eines vorzugsweise elektromagnetisch betätigbaren Trennventils absperrbar ist.

Ebenso ist es bevorzugt, dass der Wegsimulator außerhalb des zweiten Kolbens angeordnet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Bremsanlage ist die Druckquelle durch einen elektrohydraulischen Aktuator gebildet.

Vorteilhafterweise weist der elektrohydraulische Aktuator einen durch einen Elektromotor angetriebenen Aktuatorkolben auf, wobei der Verfahrweg des elektrohydraulischen Aktuatorkolbens besonders bevorzugt mittels eines Wegsensors erfasst wird.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Bremsanlage ist die Druckquelle durch eine elektromotorisch angetriebene Pumpe gebildet.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

In der folgenden Beschreibung wird die vorliegende Erfindung

unter Bezugnahme auf die beiliegende schematische Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel erläutert. In der Zeichnung zeigt die einzige Figur den Aufbau einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bremsanlage.

Die in der Figur lediglich schematisch dargestellte Bremsanlage weist im Wesentlichen einen mittels eines Bremspedals 1 betätigbaren ersten hydraulischen Kolben 2 auf, der in einem zweiten hydraulischen Kolben 3 größeren Durchmessers verschiebbar geführt ist, der auch als Rückhaltekolben bezeichnet wird und dessen Ringfläche 82 in einem Gehäuse 20 einen hydraulischen Rückhalteraum 4 begrenzt, der den Rückhaltekolben 3 radial umgreift. Die erfindungsgemäße Bremsanlage weist weiterhin dem Rückhaltekolben 3 wirkungsmäßig nachgeschaltete Trennkolbeneinrichtungen 5a-d auf, denen elektrisch steuerbare Druckregelventile 6a-d, 7a-d vorgeschaltet sind und an die Fahrzeugbremsen 8 - 11 angeschlossen sind, einen Druckmittelvorratsbehälter 12, einen Wegsimulator 13, eine hydraulische Druckquelle 14, einen Hochdruckspeicher 15, sowie eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 16 auf. Dabei ist vorzugsweise jeder Radbremse 8 - 11 eine Trennkolbeneinrichtung 5a - 5d zugeordnet. Eine Kraftübertragung zwischen dem Rückhaltekolben 3 und den Trennkolbeneinrichtungen 5a, 5b erfolgt mittels mechanischer Ansteuerungselemente 17a-d, die als Kraftübertragungsstäbe ausgebildet sind und die sich unter Zwischenschaltung von Dämpfungselementen 22a-d am Rückhaltekolben 3 abstützen. Die mechanischen Ansteuerungselemente 17a-d erstrecken sich dabei vorzugsweise durch einen drucklosen Raum 19, der an den Druckmittelvorratsbehälter 12 angeschlossen ist und der eine Rückstellfeder 21 aufnimmt, die den Rückhaltekolben 3 entgegen der Betätigungsrichtung vorspannt. Zur Abdichtung der Ansteuerungselemente 17a-d im Gehäuse 20 sind Dichtungen vorgesehen, die mit den Bezugzeichen 18a-d versehen sind.

Wie der einzigen Figur weiter zu entnehmen ist, begrenzt der erste Kolben 2 im zweiten bzw. Rückhaltekolben 3 einen hydraulischen Ansteuerraum 23, der einerseits unter Zwischenschaltung eines elektromagnetisch betätigbaren 2/2-Wegeventils bzw. Sperrventils 24 mit dem Wegsimulator 13 und andererseits über ein stromlos offenes (SO-) 2/2-Wegeventil 25 mit einem hydraulischen Ansteueranschluss einer Druckregelventilanordnung 26 verbunden ist, die im nachfolgenden Text näher erläutert wird. Der erwähnte Ansteueranschluss ist unter Zwischenschaltung eines stromlos geschlossenen (SG-) 2/2-Wegeventils 27 über den drucklosen Raum 19 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 12 verbindbar. Der hydraulische Ansteuerraum 23 nimmt eine zweite Rückstellfeder 28 auf, die der Vorspannung des ersten Kolbens 2 entgegen der Betätigungsrichtung und der Rückstellung des mit dem ersten Kolben 2 gekoppelten Bremspedals 1 dient.

Der im Ansteuerraum 23 eingesteuerte Druck wird mittels eines Drucksensors 29 erfasst, und der Betätigungsweg des ersten Kolbens 2 wird mittels einer berührungslos arbeitenden Wegerfassungseinrichtung 30 erfasst, die mit einem am ersten Kolben 2 angekoppelten Permanentmagneten 31 zusammenwirkt. Zur Ankoppelung des Permanentmagneten 31 an den ersten Kolben 2 ist ein Ausleger 32 vorgesehen, der in einem im zweiten Kolben 4 ausgebildeten Druckmittelkanal 33 verläuft, der einen im zweiten Kolben 3 durch den ersten Kolben 2 begrenzten Nachlaufraum 34 mit dem drucklosen Raum 19 verbindet. Außerdem sind an dem dem Bremspedal 1 zugewandten Ende des zweiten Kolbens 3 zwei Dichtungen 78, 79 nebeneinander angeordnet, die eine Ringkammer 80 begrenzen. Die erste Dichtung 78 dichtet die Ringkammer 80 gegenüber dem Rückhalteraum 4 ab, während die zweite Dichtung 79 die Ringkammer 80 gegenüber der Atmosphäre abdichtet. Ein im Rückhaltekolben 3 ausgebildeter Druckmittelkanal 81 verbindet die Ringkammer 80

mit dem Nachlaufraum 34. Damit wird erreicht, dass die Druck tragende Dichtung 78 von beiden Seiten mit Druckmittel benetzt ist und die zur Umgebung hin abdichtende Dichtung 79 keinem Differenzdruck ausgesetzt ist.

Jeder Radbremse ist eine Druckregelventilbaugruppe zugeordnet - entweder wie dargestellt, aufgebaut aus zwei 2/2-Wegeventilen oder alternativ als ein 3/3-Wegeventil. Entscheidend ist, dass jede radindividuelle Druckregelbaugruppe drei hydraulische Anschlüsse besitzt. Einen stromlos geschlossenen „Hochdruckanschluss", einen Ausgangsanschluss und einen „Niederdruckanschluss". Die Hochdruckanschlüsse sind gemeinsam an den Hochdruckspeicher angeschlossen. Die Ausgangsanschlüsse sind einzeln an die Trennkolbeneinrichtungen 5a-d und die Niederdruckanschlüsse sind gemeinsam an den Leitungsabschnitt 46 angeschlossen, der mit einem Bremssystemdruck beaufschlagbar und im dargestellten Ruhezustand des Bremssystems über die Druckregelventilanordnung 26, das stromlos offene Ventil 43 und den drucklosen Raum 19 an den ebenfalls drucklosen Druckmittelvorratsbehälter 12 angeschlossen ist.

Das erwähnte stromlos offene (SO-) 2/2-Wegeventil 43 bildet zusammen mit einem stromlos geschlossenen (SG-) 2/2-Wegeventil 42 eine Ventilbaugruppe mit drei hydraulischen Anschlüssen: einem mit dem drucklosen Raum 19 oder dem Druckmittelvorratsbehälter 12 verbundenen Niederdruckanschluss, einem mit einem Niederdruckanschluss der Druckregelventilanordnung 26 verbundenen Arbeitsanschluss und einem Hochdruckanschluss, der mit einem hydraulischen Leitungsabschnitt 41 verbunden ist, über den - wie später ausführlicher erläutert wird - ein hydraulischer Druck eingespeist werden kann. Alternativ zu der vom SO-SG 2/2 Ventilpaar 43, 42 gebildeten Ventilbaugruppe mit drei Anschlüssen kann ein

einzelnes 3/3-Wegeventil eingesetzt werden.

Weiterhin ist in der Zeichnung erkennbar, dass die vorhin erwähnte Druckquelle 14 als ein elektrohydraulischer Aktuator ausgebildet ist, dessen Kolben 36 mittels eines schematisch angedeuteten Elektromotors 35 über ein Rotations-Translations-Getriebe betätigbar ist. Dabei wird der vom Kolben 36 zurück gelegte Weg durch einen Wegsensor überwacht, der das Bezugszeichen 37 trägt. Der vom Kolben 36 begrenzte Druckraum 38 ist über ein Ansaug-Rückschlagventil 44, die hydraulische Verbindungsleitung 45 und den drucklosen Raum 19 mit dem Druckmittelbehälter 12 sowie über ein Ausstoß-Rückschlagventil 40 mit dem Hochdruckspeicher 15 verbunden und weiterhin über eine in beiden Durchflussrichtungen verwendbare hydraulische Verbindungsleitung 41 mit einem Elektromagnetventil 42. Alternativ zum Einsatz eines elektrohydraulischen Aktuators ist in einer anderen, nicht dargestellten Ausgestaltung der Erfindung die Druckquelle 14 als eine elektromotorisch angetrieben Pumpe ausgeführt, die anstelle des Rückschlagventils 44 in die hydraulische Schaltung eingefügt wird. Die Saugseite der Pumpe ist dabei über die hydraulische Verbindungsleitung 45 und den drucklosen Raum 19 mit dem Druckmittelbehälter 12 und die Ausstoßseite der Pumpe mit dem Rückschlagventil 40 und der hydraulischen Verbindungsleitung 41 verbunden. Die der Druckquelle 14 abgewandte Seite des Ausstoß-Rückschlagventils 40 ist über eine Druckmittelleitung 39 mit Eingangsanschlüssen der ersten Druckregelventilgruppe 6a - 6d verbunden, an die der vorhin erwähnte Hochdruckspeicher 15 angeschlossen ist, so dass er über das Ausstoß-Rückschlagventil 40 von der Druckquelle 14 aufgeladen werden kann. Der Erfassung des im Hochdruckspeicher 15 bereit gehaltenen Druckes dient ein Drucksensor 49. Das bereits erwähnte Rückschlagventil 40 verhindert ein Entleeren des Hochdruckspeichers bei einer Rücknahme des Drucks

der Druckquelle 14. Dies ermöglicht ein Einregeln eines Druckwerts unterhalb des Druckniveaus des Hochdruckspeichers 15 in der hydraulischen Verbindungsleitung 41 mittels der elektronisch steuerbaren Druckquelle 14. Über ein Bestromen der erwähnten Ventilbaugruppe (42, 43) oder eines zu dieser Baugruppe äquivalenten 3/3 Wegeventils kann die Druckquelle 14 über die Druckregelventilanordnung 26 mit dem Leitungsabschnitt 46 verbunden werden so dass die Druckquelle 14 ohne den im Stand der Technik unumgänglichen „Umweg" über den Hochdruckspeicher und das damit verbundene Energie verzehrende Überwinden unnötiger Druckdifferenzen direkt als Systemdruck zu den Radbremsen durchgeschaltet werden kann.,

In den vergleichsweise seltenen Bremssituationen, in denen eine besonders hohe Dynamik des Bremsdruckaufbaus und/oder radindividuell unterschiedliche Bremsdrücke benötigt werden, kann zusätzlich zu dem bereits dargelegten, Stellenergie sparenden direkten Aufbau eines Systembremsdrucks über die Druckregelventile 6a-d unter hohem Druck stehendes Druckmittel abgerufen werden, was einem indirekten Druckaufbau entspricht, weil zuvor der Hochdruckspeicher mittels der Druckquelle 14 aufgeladen werden musste.

Zum Nachsaugen von Druckmittel durch die steuerbare elektrische Druckquelle 14 aus dem Druckmittelvorratsbehälter 12 dient eine direkte hydraulische Verbindungsleitung 45 vom Druckmittelvorratsbehälter 12 beziehungsweise dem daran angeschlossenen drucklosen Raum 19

Ein Rückschlagventil 47 stellt eine Nachsaugverbindung von Druckmittelvorratsbehälter 12 zum Bremssystemdruck im Leitungsabschnitt 46 her, die ein Nachsaugen von Druckmittel bei einer mechanischen Ansteuerung der Trennkolben 55a, 55b ermöglicht.

Außerdem sind an den Leitungsabschnitt 46 das bereits erwähnte, zum Druckmittelvorratsbehälter 12 schließende Rückschlagventil 47, der Ausgangsanschluss der vorhin erwähnten Druckregelventilanordnung 26, ein Drucksensor 48 mit einem den Bremssystemdruck repräsentierenden Ausgangssignal sowie ein zweiter hydraulischer Ansteueranschluss der Druckregelventilanordnung 26 angeschlossen.

Wie der Fachmann der Zeichnung ohne weiteres entnehmen kann, ist die vorhin mehrfach erwähnte Druckregelventilanordnung 26 als ein 3/3-Wegeventil ausgebildet, das im Sinne einer Druckwaage mit entgegen gesetzten Wirkrichtungen einerseits von dem vom Fahrer im Ansteuerraum 23 eingesteuerten Druck und andererseits von dem im Leitungsabschnitt 46 herrschenden Bremssystemdruck über zwei in der Zeichnung rechts und links angeordnete hydraulische Steueranschlüsse ansteuerbar ist. Zur Realisierung der in der Zeichnung als 3/3-Wegeventil dargestellten Druckregelventilanordnung 26 kann sowohl die Schieberventiltechnik als auch die Sitzventiltechnik oder eine Kombination dieser Varianten eingesetzt werden. Ausdrücklich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es zwischen den figürlich dargestellten Schaltstellungen der Druckregelventilanordnung 26 mit wechselnden hydraulischen Durchgängen und Verschlüssen kontinuierliche Übergangszustände gibt, die bei entsprechender Ansteuerung im regelungstechnischen Sinne stabil angefahren werden können. Das dargestellte 3/3-Wegeventil ist demnach als Analogventil ausgeführt und nicht als Schaltventil mit instabilen Übergangszuständen. Wenn im nachfolgenden Text dennoch von Schaltstellungen die Rede ist, dann ist damit jeweils ein Ansteuerungs- oder Betätigungszustand der Druckregelventilanordnung 26 gemeint, der obwohl kontinuierlich variierbar einer der figürlich dargestellten Ventilstellungen nahe kommt oder ihr zugeordnet werden kann. Neben den bereits er-

wähnten Steueranschlüssen besitzt das 3/3-Wegeventil einen Hochdruckanschluss P, einen Niederdruckanschluss T und einen Arbeitsanschluss A. In der ersten, in der Zeichnung dargestellten Schaltstellung ist sein Arbeitsanschluss (A) über seinen Niederdruckanschluss (T) mit dem Mittelabgriff der beiden 2/2-Wegeventile 42, 43 verbunden, während sein Hochdruckanschluss (P), der über einen weiteren Leitungsabschnitt 50 an die Druckmittelleitung 39 und somit an die Eingangsanschlüsse der ersten Druckregelventilgruppe 6a - 6d angeschlossen ist, gesperrt bleibt. In der zweiten Schaltstellung des 3/3-Wegeventils 26 bleiben alle drei Anschlüsse (P, T, A) gesperrt, während in der dritten Schalstellung der Arbeitsanschluss (A) mit dem Hochdruckanschluss (P) verbunden ist. Die vorhin genannten Komponenten 14, 15, 35 - 38, 26, 39 - 50 bilden eine hydraulische Schaltung zur elektronisch kontrollierten Bereitstellung individueller Radbremsdrücke, insbesondere als Reaktion auf eine über das Bremspedal 1 in das System eingeleitete Bremskraft im „Brake-by-Wire" Modus als Normalbetriebsart. Zusätzlich werden bei nicht verfügbarer elektronischer Ansteuerung rein hydraulisch über die erwähnte Druckregelventilanordnung 26 verstärkte Bremsdrücke bereitgestellt, während bei erschöpftem Hochdruckspeicher 15 lediglich unverstärkte Radbremsdrücke zur Verfügung stehen.

Der vorhin erwähnte Wegsimulator 13, der dem Fahrer im Brake-by-Wire-Modus das gewohnte Bremspedalgefühl vermittelt, besteht in einer bevorzugten, für die Erfindung aber nicht notwendigerweise verbindlichen Ausgestaltung aus einem Simulatorkolben 53 sowie zwei elastischen Elementen 51, 52, die durch ein hydraulisches Verschieben des Simulatorkolbens 53 deformiert werden.

Zur besseren Übersicht sind nur die ersten beiden Trennkol-

beneinrichtungen 5a und 5b dargestellt und ausführlich beschrieben. Die Trennkolbeneinrichtungen 5a, 5b umfassen jeweils einen Trennkolben 55a, b, der jeweils eine erste Trennkolbenfläche 65a, b sowie eine zweite Trennkolbenfläche 75a, b aufweist, und die entgegen ihrer Betätigungsrichtung durch jeweils eine Druckfeder 76a, b vorgespannt sind. Die druckmäßige Zuordnung der Trennkolbenflächen 65a, b sowie 75a, b ist dabei vorzugsweise derart getroffen, dass die erste Trennkolbenfläche 65a, b mit dem von den Druckregelventilen 6d, 6c, 7d, 7c eingestellten Druck (radindividueller Druck) beaufschlagbar ist, während die Trennkolbenfläche 75a, b dem Aufbau eines hydraulischen Druckes in den Radbremsen 8 - 11 dient. Von den Trennkolben 55a, b begrenzte Druckräume 77a, b sind mittels absperrbarer hydraulischer Verbindungen mit Druckmittelvorratsbehältern verbindbar, die vorzugsweise mit dem Druckmittelvorratsbehälter 12 eine nicht dargestellte Einheit bilden können, wodurch ein begrenzter Austausch von Druckmittel zwischen den ansonsten getrennten hydraulischen Kreisen ermöglicht wird.

Die Bremsanlage weist beispielsgemäß einen elektrischen Speicher 90 sowie einen Spannungswandler 91 auf.

Im nachfolgenden Text wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Bremsanlage an dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Im unbetätigten Zustand des Bremspedals 1 wird der Simulatorkolben 53 über die elastischen Elemente 51, 52 an einen näher nicht bezeichneten Anschlag gedrückt, der erste Kolben 2 mitsamt dem daran angekoppelten Bremspedal 1 von einer vorgespannten Feder 28 in einer Ruhestellung gehalten, der zweite Kolben (Rückhaltekolben) 3 von einer vorgespannten Feder 21 an einem Anschlag im Gehäuse 20 und die Trennkol-

beneinrichtungen von den genannten Druckfedern 76a, b am zweiten Kolben 3 angedrückt. In der bevorzugten Brake-by-Wire-Betriebsart wird eine Bewegung des Bremspedals 1 hydraulisch mit einer Bewegung des Simulatorkolbens 53 gekoppelt, indem der zweite Kolben 3 durch ein Schließen des Ventils 54 hydraulisch an einer Bewegung gehindert wird. Der dabei zur Deformation der elastischen Elemente 51, 52 im Wegsimulator 13 benötigte Druck wird mit Hilfe eines Drucksensors 29 ebenso erfasst, wie der Weg des mit dem Bremspedal 1 gekoppelten ersten Kolbens 2 mittels der Wegerfassungseinrichtung 30, 31. Aus diesen beiden erfassten Signalen, die die Bremspedalkraft und den Bremspedalweg repräsentieren, wird in der lediglich schematisch dargestellten elektronischen Steuereinheit 16 der Fahrerverzögerungswunsch ermittelt. Aus diesem Verzögerungswunsch wird ein Systemdruckwert berechnet. In einer Grundfunktion besteht diese Berechnung aus einer einfachen Multiplikation des vom Drucksensor 29 erfassten Druckwerts mit einem Faktor, der so bemessen ist, dass die Summe der auf die Trennkolbenflächen 65a, b wirkenden Druckkräfte gleich der vom Bremspedal 1 auf den ersten Kolben 2 ausgeübten Kraft multipliziert mit dem Verstärkungsfaktor V (übliche Werte sind V ungefähr gleich 4, meist im Bereich von 3 bis 7) eines herkömmlichen Bremskraftverstärkers ist. Während beim herkömmlichen Bremskraftverstärker dieser Zusammenhang konstruktiv festgelegt und damit nicht an die Betriebssituation anpassbar ist, kann hier durch eine jederzeit mögliche Änderung des Berechnungsverfahrens ein von der genannten Grundfunktion abweichender Systemdruckwert generiert werden. Beispielsweise können sowohl die so genannte Springerfunktion (Überhöhung des Systemdruckwerts bei geringem Pedalweg) als auch die Bremsassistentenfunktion (Überhöhung des Systemdruckwerts bei hoher Pedalgeschwindigkeit) problemlos in Form eines numerischen Algorithmus realisiert werden, während diese Funktionen beim

konventionellen Bremskraftverstärker nur mit erheblichem Aufwand „hineinkonstruiert" werden können. Ebenso ist es möglich, zur Fahrerassistenz Systemdruckwerte vorzugeben, die von der Fahrervorgabe abweichen. Beispielsweise für automatische Abbremsungen zum automatischen Abstand halten oder zur Kollisionsvermeidung, was einem Überschreiten der Fahrervorgabe entspricht. Ein anderes Beispiel sind Rekuperationsbremsungen, bei denen ein Fahrerbremswunsch ganz oder teilweise mit Hilfe des Fahrzeugantriebs realisiert wird, so dass der Systemdruckwert abgesenkt oder zu null gesetzt werden kann.

Schließlich werden bei Bedarf aus dem zunächst für alle Radbremsen gemeinsam vorgesehenen Systemdruckwert radindividuelle Radbremsdruckwerte abgeleitet - beispielsweise mit Hilfe von ABS, ASR und ESP Regelalgorithmen zur Vermeidung blockierender und durchdrehender Räder und des Schleuderns des Fahrzeugs oder eines Fahrzeugüberschlags.

Zur Beaufschlagung der Radbremsen mit dem Systemdruckwert kann durch elektronische Ansteuerung der Druckquelle 14 dieser Druck über den Leitungsabschnitt 41, das bestromte Ventil 42, die unbetätigte Druckregelventilanordnung 26, den Leitungsabschnitt 46, die Ventile 7a bis 7d und die Trennkolbeneinrichtungen 5a, b in allen Radbremsen bereitgestellt werden. Bei Bedarf radindividueller Drücke ist dagegen der hydraulische Pfad vom Hochdruckspeicher 15 über den Leitungsabschnitt 39 zu den Ventilen 6a bis 6d und von dort wieder über die Trennkolbeneinrichtungen zu den Radbremsen vorgesehen. Soll dabei der Druck einer Radbremse abgebaut werden, so ist dies über ein Öffnen des entsprechenden Ventils 7a, 7b, 7c oder 7d, den Leitungsabschnitt 46, die unbetätigte Druckregelventilanordnung 26, das unbestromte Ventil 43 und den drucklosen Raum 19 möglich. Bei den genannten

Druckregelvorgängen im Brake-by-Wire Modus wird der Rückhaltekolben 3 durch den Systemdruck an einem nicht gezeigten Anschlag im Gehäuse 20 gehalten, so dass dem Fahrer bei Betätigung des Bremspedals 1 ein Pedalgefühl vermittelt wird, das durch die elastischen Elemente 51, 52 des Wegsimulators 13 vorgegeben ist.

Bei einem Stromausfall, der beispielsweise durch einen Batteriedefekt, einen Kurzschluss oder durch Ausschalten der Zündung verursacht wird, geht die erfindungsgemäße Bremsanlage automatisch in eine erste Rückfallbetriebsart über, in der hydraulisch verstärkte Fahrerbremsungen möglich sind. Bei einer Betätigung durch den Fahrer wird im Ansteuerraum 23 ein Druck aufgebaut, der sich über das unbestromte Ventil 25 als hydraulischer Ansteuerdruck für die Druckregelventilanordnung 26 auswirkt. Diese erhöht ihren Ausgangsdruck im Leitungsabschnitt 46 so lange, bis dieser einen zur Ansteuerung proportionalen Wert erreicht hat, wobei der Proportionalitätsfaktor innerhalb der Druckregelventilanordnung 26 konstruktiv festgelegt ist. Der Ausgangsdruckwert fungiert in diesem Fall als Systemdruckwert, mit dem alle Radbremsen gleichermaßen beaufschlagt werden. In dieser Rückfallbetriebsart bewegt sich der Rückhaltekolben 3 zunächst vom Anschlag weg. Dabei kommt er jedoch nicht weit, da der Systemdruck so lange erhöht wird, bis der Rückhaltekolben 3 wieder in die Nähe des Anschlags zurückgedrückt wird. Beim Nachlassen der Fahrerbetätigung wird der Systemdruck über die Druckregelventilanordnung 26 entsprechend abgebaut. Die Pedalcharakteristik ist praktisch gleich der in der Brake-by-Wire-Betriebsart, wobei lediglich die kleine Verschiebung des Rückhaltekolbens 3 aus der Position am Anschlag in die Position in der Nähe des Anschlags geringe, vom Fahrer kaum wahrnehmbare Änderungen der Pedalcharakteristik verursachen. Fremdbremsvorgänge, die für ASR, ESP und ACC benötigt wer-

den, sind ohne elektronische Eingriffe nicht möglich. Das Übertragungsverhalten des Bremssystems ist durch eine lineare Bremskraftverstärkung ohne Springerfunktion charakterisiert. Bei einem während einer Bremsung auftretenden Stromausfall entstehen keine irritierenden Pedalkraftänderungen und -bewegungen.

Bei einem Ausfall des Fremddrucks - beispielweise bei erschöpftem Hochdruckspeicher 15, geht die erfindungsgemäße Bremsanlage automatisch in eine zweite Rückfallbetriebsart über. In dieser Betriebsart bewegt sich der Rückhaltekolben 3 in der Zeichnung nach links. In diesem Fall greifen die vorhin beschriebenen mechanisch betätigbaren Ansteuerungselemente 17a, 17b, die die Bewegung des Rückhaltekolbens 3 auf die Trennkolben 55a, b übertragen. Die Übertragung erfolgt dabei vorzugsweise derart, dass die Trennkolbenwege gleich dem Weg des Rückhaltekolbens 3 sind. Durch geeignete konstruktive Dimensionierung, ändert sich bei der Inanspruchnahme der zweiten Rückfallebene die Pedalcharakteristik in einem Maß, das dem Fahrer signalisiert, dass sich das Bremssystem in einer Notfallbetriebsart befindet, wobei die Änderung der Pedalcharakteristik so ausgelegt wird, dass keine allzu große Irritation des Fahrers eintritt.

Die vorgeschlagene Bremsanlage ist durch die Mehrzahl der automatisch ansprechenden Rückfallbetriebsarten und die vier hydrostatischen Radbremskreise sicherer als alle heute in Serie gebauten Bremssysteme, und zwar bei gleichem, wenn nicht sogar geringerem Aufwand an Bauraum, Gewicht und Anzahl von technisch anspruchsvollen Teilen wie Ventile, Kolben und Dichtungen. Als “Brake-by-Wire”-Bremssystem erfüllt sie die aktuellen Forderungen nach integrierter Bremskraftverstärkung mit frei definierbarer Kennlinie, beispielsweise mit “Springerfunktion”, Fremdsteuerbarkeit und Pedalrückwir-

kungsfreiheit bei elektronischen Eingriffen zur Bremsdruck-regelung.

Patentansprüche

1. Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, die in einer "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, mit
    a) einem Bremspedal (1) zum Betätigen eines ersten hydraulischen Kolbens (2), auf den bei der Betätigung der Bremsanlage durch den Fahrzeugführer eine Betätigungskraft (Pedalkraft) ausgeübt wird und der in einem in einem Gehäuse (20) einen hydraulischen Rückhalteraum (4) begrenzenden, zweiten hydraulischen (Rückhalte-) Kolben (3) längs einer Betätigungsachse verschiebbar geführt wird,
    b) einer Wegerfassungseinrichtung (30; 31), die den Betätigungsweg des ersten Kolbens (2) erfasst,
    c) einem Druckmittelvorratsbehälter (12), einer Druckversorgungseinrichtung, im Wesentlichen bestehend aus einer elektrisch steuerbaren, hydraulischen Druckquelle (14) und einem von der Druckquelle (14) aufladbaren Hochdruckspeicher (15), der einen Versorgungsdruck abgibt,
    d) einer Druckregelventilanordnung (26), die indirekt über das Bremspedal betätigbar ist, an die Druckversorgung und den Druckmittelvorrats-behälter (12) angeschlossen ist und einen bremspedalgesteuerten Bremssystemdruck abgibt,
    e) Elektromagnetventilen zur elektronisch gesteuerten Modifikation des Bremssystemdrucks,
    f) elektrisch steuerbaren Druckregelventilen (6a - 6d; 7a - 7d) zum Einstellen radindividueller

Bremsdrücke, die aus dem Bremssystemdruck beziehungsweise dem Versorgungsdruck abgeleitet werden, wobei die Druckregelventile im nicht angesteuerten Zustand den Bremssystemdruck abgeben bzw. weiterleiten,

g) Trennkolbeneinrichtungen (5a - 5d), die auf einer ersten Trennkolbenfläche (65a - 65d) mit dem durch die Druckregelventile (6a – 6d; 7a – 7d) eingestellten beziehungsweise weitergeleiteten Druck beaufschlagt werden und den von einer zweiten Trennkolbenfläche (75a - 75d) ausgeübten Druck an die Radbremsen (8 – 11) weitergeben,

h) Ansteuerungselementen (17a - 17d)) zur mechanischen Ansteuerung der Trennkolbeneinrichtungen (5a - 5d), die mit dem zweiten Kolben (3) in eine kraftübertragende Verbindung bringbar sind sowie

i) einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (16),

dadurch **gekennzeichnet**, dass
der vom zweiten Kolben (3) begrenzte Rückhalteraum (4) als ein Ringraum ausgebildet ist, der die durch die Symmetrieachsen des ersten und zweiten Kolbens (2, 3) definierte Betätigungsachse radial umgreift.

2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die in Betätigungsrichtung weisende Stirnfläche des zweiten Kolbens (3) in einen im Gehäuse (20) ausgebildeten drucklosen Raum (19) eintaucht.

3. Bremsanlage nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass der drucklose Raum (19) an den Druckmittelvorratsbehälter (12) angeschlossen ist.

4. Bremsanlage nach Anspruch 2 oder 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass der drucklose Raum (19) Abschnitte der Ansteuerungselemente (17a, 17b) aufnimmt, die die mechanische Kraftübertragung vom zweiten Kolben (3) zu den Trennkolbeneinrichtungen (5a, 5b) ermöglichen.

5. Bremsanlage nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Ansteuerungselemente (17a, 17b) als runde, im Gehäuse (20) abgedichtet und parallel zur Betätigungsachse geführte Stäbe ausgebildet sind.

6. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass der erste Kolben (2) im zweiten Kolben (3) einen hydraulischen Nachlaufraum (34) begrenzt, der als den ersten Kolben (2) radial umgreifender Ringraum ausgebildet ist.

7. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass an dem dem Bremspedal (1) zugewandten Ende des zweiten Kolbens (3) zwei Dichtungen (78, 79) nebeneinander angeordnet sind, die eine Ringkammer (80) begrenzen, wobei die erste Dichtung (78) die Ringkammer (80) gegenüber dem Rückhalteraum (4) abdichtet und die zweite Dichtung (79) die Ringkammer (80) gegenüber der Atmosphäre abdichtet.

8. Bremsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine den Rückhalteraum (4) begrenzende Ringfläche (82) größer ist als die Querschnittsfläche des ersten Kolbens (2).

9. Bremsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch Betätigung des

ersten Kolbens (2) im Rückhalteraum (4) ein hydraulischer Druck aufbaubar ist.

10. Bremsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Rückhalteraum (4) über eine hydraulische Verbindung mit dem Druckmittelvorratsbehälter (12) verbindbar ist, die mittels eines elektrisch schaltbaren Ventils (54) absperrbar ist.

11. Bremsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Rückhalteraum (4) über ein Ventil (54) an den Bremssystemdruck anschließbar ist.

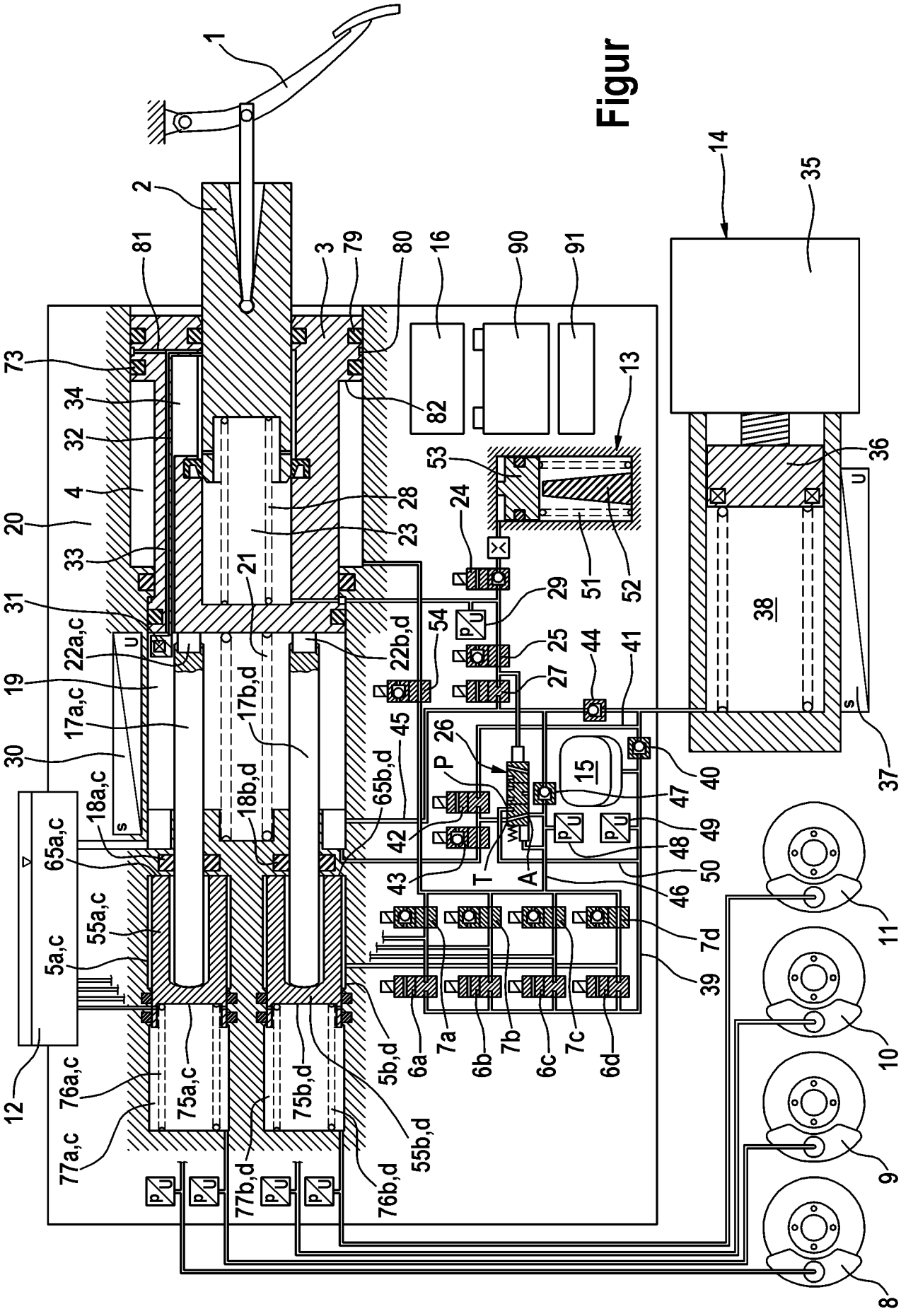
12. Bremsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der erste Kolben (2) im zweiten Kolben (3) einen Ansteuerraum (23) begrenzt, in welchem er einen über eine Bremspedalkraft steuerbaren hydraulischen Ansteuerdruck aufbauen kann.

13. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Druckregelventilanordnung (26) als hydraulisch angesteuertes 3/3-Wegeventil ausgebildet ist.

14. Bremsanlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die elektrisch steuerbaren Druckregelventile (6a - 6d; 7a - 7d) zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke jeweils mit einem im unbestromten Zustand gesperrten Anschluss direkt an den Hochdruckspeicher (15) und mit einem im unbestromten Zustand durchgängigen Anschluss direkt an den Bremssystemdruckabgang der Druckregelventilanordnung (26) angeschlossen sind.

15. Bremsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Ansteuerungselemente (17a - 17d) in eine kraftübertragende Verbindung mit dem zweiten Kolben (3) bringbar sind und dass zwischen dem zweiten Kolben (3) und den Ansteuerungselementen (17a - 17d) Dämpfungsmittel (22a - 22d) vorgesehen sind.

1 / 1


1
2
3
4
5a,c
6a
6b
6c
6d
7a
7b
7c
7d
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17a,c
17b,d
18a,c
18b,d
19
20
21
22a,c
22b,d
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55a,c
55b,d
65a,c
65b,d
73
75a,c
75b,d
76a,c
76b,d
77a,c
77b,d
79
80
81
82
90
91
A
P
T
U
s

Figur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/050085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/40
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 practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 01/72567 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; DRUMM STEFAN A [DE]) 4 October 2001 (2001-10-04) cited in the application abstract; figures 1,2	1,8,10, 11
Y	US 3 946 564 A (NAKAGAWA TADAO) 30 March 1976 (1976-03-30) column 3, line 11 - column 4, line 25	1,8,10, 11
A	WO 2005/108179 A1 (KELSEY HAYES CO; GANZEL BLAISE J [US]) 17 November 2005 (2005-11-17) page 13, line 3 - page 16, line 28 page 18, line 29 - page 19, line 4 page 19, line 26 - page 21, line 18 figure 1	1-5, 13-15

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 document 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
7 April 2010	14/04/2010

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	Meijs, Paul

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/050085

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 078 833 A2 (CONTINENTAL TEVES & CO OHG [DE]) 28 February 2001 (2001-02-28) paragraph [0029] - paragraph [0034]	1,10-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2010/050085

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0172567 A1	04-10-2001	EP 1210258 A1	05-06-2002
US 3946564 A	30-03-1976	GB 1445260 A	11-08-1976
		JP 51012068 A	30-01-1976
WO 2005108179 A1	17-11-2005	AT 452801 T	15-01-2010
		DE 112005001037 T5	16-05-2007
		EP 1755933 A1	28-02-2007
		JP 2007536147 T	13-12-2007
		KR 20070049111 A	10-05-2007
		US 2008284242 A1	20-11-2008
EP 1078833 A2	28-02-2001	DE 50011609 D1	22-12-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/050085

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T8/40
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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 01/72567 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; DRUMM STEFAN A [DE]) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1,8,10, 11
Y	US 3 946 564 A (NAKAGAWA TADAO) 30. März 1976 (1976-03-30) Spalte 3, Zeile 11 - Spalte 4, Zeile 25	1,8,10, 11
A	WO 2005/108179 A1 (KELSEY HAYES CO; GANZEL BLAISE J [US]) 17. November 2005 (2005-11-17) Seite 13, Zeile 3 - Seite 16, Zeile 28 Seite 18, Zeile 29 - Seite 19, Zeile 4 Seite 19, Zeile 26 - Seite 21, Zeile 18 Abbildung 1	1-5, 13-15

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" älteres Dokument, 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 anderen 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
7. April 2010	14/04/2010

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	Meijs, Paul

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/050085

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 078 833 A2 (CONTINENTAL TEVES & CO OHG [DE]) 28. Februar 2001 (2001-02-28) Absatz [0029] - Absatz [0034]	1,10-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/050085

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0172567 A1	04-10-2001	EP 1210258 A1	05-06-2002
US 3946564 A	30-03-1976	GB 1445260 A	11-08-1976
		JP 51012068 A	30-01-1976
WO 2005108179 A1	17-11-2005	AT 452801 T	15-01-2010
		DE 112005001037 T5	16-05-2007
		EP 1755933 A1	28-02-2007
		JP 2007536147 T	13-12-2007
		KR 20070049111 A	10-05-2007
		US 2008284242 A1	20-11-2008
EP 1078833 A2	28-02-2001	DE 50011609 D1	22-12-2005