(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
31. Mai 2019 (31.05.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/101770 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*B60T 7/04* (2006.01) *B60T 13/74* (2006.01)
*B60T 8/40* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/082017

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. November 2018 (21.11.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 221 019.2
24. November 2017 (24.11.2017) DE

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

(72) Erfinder: **COURTH, Christian**; Niederurseler Landstraße 18, 60439 Frankfurt (DE). **BILLER, Harald**; Gehspitz 9, 65760 Eschborn (DE).

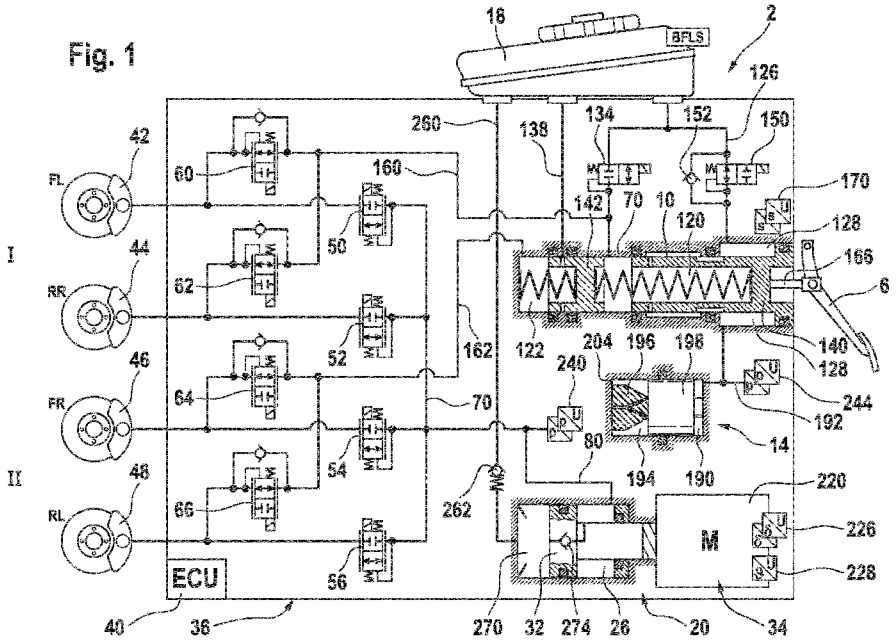
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW,

(54) **Title:** BRAKE SYSTEM FOR MOTOR VEHICLES

(54) **Bezeichnung:** BREMSSYSTEM FÜR KRAFTFAHRZEUGE

Fig. 1




(57) **Abstract:** Brake system (2), comprising - hydraulically actuable wheel brakes (42-48); - a brake master cylinder (10) which can be actuated with the aid of a brake pedal (6) and has at least one pressure chamber (120, 122) which is connected to the wheel brakes (42-48); - a pressure providing device (20) with a pressure chamber (26) which is delimited by a pressure piston (32), wherein in each case one inlet valve (50-56) is arranged in each case in a hydraulic connection between the pressure chamber (26) and a wheel brake (42-48), wherein at least one inlet valve (50-56) is configured as a normally closed pressure reducing valve.

(57) **Zusammenfassung:** Bremssystem (2), umfassend - hydraulisch betätigbare Radbremsen (42-48); -einen mit Hilfe eines Brems-pedals (6) betätigbaren Haupt- bremszylinder (10) mit wenigstens einer mit den Radbremsen (42-48) verbundenen Druckkammer(120,

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

WO 2019/101770 A1

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

**Veröffentlicht:**

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

122); - eine Druckbereitstellungseinrichtung (20) mit einem Druckraum (26), der von einem Druckkolben (32) begrenzt wird, wobei jeweils in einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckraum (26)und einer Radbremse (42-48) jeweils ein Ein- lassventil (50-56) angeordnet ist, wobei wenigstens ein Einlassventil (50-56) als stromlos geschlossenes Druckminderventil ausgebildet ist.

# Bremssystem für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein Bremssystem, umfassend hydraulisch betätigbare Radbremsen, einen mit Hilfe eines Bremspedals betätigbaren Hauptbremszylinder mit wenigstens einer mit den Radbremsen verbundenen Druckkammer, eine Druckbereitstellungseinrichtung mit einem Druckraum, der von einem Druckkolben begrenzt wird, wobei jeweils in einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckraum und einer Radbremse jeweils ein Einlassventil angeordnet ist.

In der Kraftfahrzeugtechnik finden „Brake-by-Wire"-Bremsanlagen eine immer größere Verbreitung. Derartige Bremsanlagen umfassen oftmals neben einem durch den Fahrzeugführer betätigbaren Hauptbremszylinder eine elektrisch („by-Wire") ansteuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, mittels welcher in der Betriebsart „Brake-by-Wire" eine Betätigung der Radbremsen stattfindet.

Bei diesen Bremssystemen, insbesondere elektrohydraulischen Bremssystemen mit der Betriebsart „Brake-by-Wire", ist der Fahrer von dem direkten Zugriff auf die Bremsen entkoppelt. Bei Betätigung des Pedals werden gewöhnlich eine Pedalentkopplungseinheit und ein Simulator betätigt, wobei durch eine Sensorik der Bremswunsch des Fahrers erfasst wird. Der Pedalsimulator dient dazu, dem Fahrer ein möglichst vertrautes Bremspedalgefühl zu vermitteln. Der erfasste Bremswunsch führt zu der Bestimmung eines Sollbremsmomentes, woraus dann der Sollbremsdruck für die Bremsen ermittelt wird. Der Bremsdruck wird dann aktiv von einer Druckbereitstellungseinrichtung in den Bremsen aufgebaut.

Das tatsächliche Bremsen erfolgt also durch aktiven Druckaufbau in den Bremskreisen mit Hilfe einer Druckbereitstellungseinrichtung, die von einer Steuer- und Regeleinheit angesteuert wird. Durch die hydraulische Entkopplung der Bremspedalbetätigung von dem Druckaufbau lassen sich in derartigen Brems-

systemen viele Funktionalitäten wie ABS, ESC, TCS, Hangan-fahrhilfe etc. für den Fahrer komfortabel verwirklichen.

Die Druckbereitstellungseinrichtung in oben beschriebenen Bremssystemen wird auch als Aktuator bzw. hydraulischer Aktuator bezeichnet. Insbesondere werden Aktuatoren als Linearaktuatoren ausgebildet, bei denen zum Druckaufbau ein Kolben axial in einen hydraulischen Druckraum verschoben wird, der in Reihe mit einem Rotations-Translationsgetriebe gebaut ist. Die Motorwelle eines Elektromotors wird durch das Rotations-Translationsgetriebe in eine axiale Verschiebung des Kolbens umgewandelt.

Aus der DE 10 2013 204 778 A1 ist eine „Bra-ke-by-Wire"-Bremsanlage für Kraftfahrzeuge bekannt, welche einen bremspedalbetätigbaren Tandemhauptbremszylinder, dessen Druckräume jeweils über ein elektrisch betätigbares Trennventil trennbar mit einem Bremskreis mit zwei Radbremsen verbunden sind, eine mit dem Hauptbremszylinder hydraulisch verbundene, zu- und abschaltbare Simulationseinrichtung, und eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung, welche durch eine Zylinder-Kolben-Anordnung mit einem hydraulischen Druckraum gebildet wird, deren Kolben durch einen elektromechanischen Aktuator verschiebbar ist, umfasst, wobei die Druckbereit-stellungseinrichtung über zwei elektrisch betätigbare Zu-schaltventile mit den Einlassventilen der Radbremsen verbunden ist.

In derartigen Bremssystemen ist gewöhnlich eine mechanische bzw. hydraulische Rückfallebene vorgesehen, durch die der Fahrer durch Muskelkraft bei Betätigung des Bremspedals das Fahrzeug abbremsen bzw. zum Stehen bringen kann, wenn die „By-Wire"-Betriebsart ausfällt oder gestört ist. Während im Normalbetrieb durch eine Pedalentkopplungseinheit die oben beschriebene hydraulische Entkopplung zwischen Bremspedalbe-tätigung und Bremsdruckaufbau erfolgt, wird in der Rückfallebene diese Entkopplung aufgehoben, so dass der Fahrer direkt Bremsmittel in die Bremskreise verschieben kann. In die

Rückfallebene wird geschaltet, wenn mit Hilfe der Druckbereitstellungseinrichtung kein Druckaufbau mehr möglich ist.

Im Normalbetrieb betätigt bei einer derartigen Fremdkraftbremsanlage der Fahrer einen Pedalsimulator, wobei diese Pedalbetätigung durch Pedalsensoren erfasst wird und ein entsprechender Drucksollwert für den Linearaktuator zu Betätigung der Radbremsen ermittelt wird. Eine Bewegung des Linearaktuators aus seiner Ruhelage nach vorn in den Druckraum hinein verschiebt Bremsflüssigkeitsvolumen vom Linearaktuator über die geöffneten Ventile in die Radbremsen und bewirkt somit einen Druckaufbau. Im umgekehrten Fall führt die Bewegung des Linearaktuators zurück in Richtung seiner Ruhelage zu einem Druckabbau in den Radbremsen. Die Einstellung eines geforderten Systemdruckes erfolgt mit Hilfe eines geeigneten Druckreglers bzw. eines geeigneten Druckregelsystems, bei dem beispielsweise dem Druckregler ein Drehzahlregler unterlagert ist. Zur bedarfsweisen und präzisen Einstellung der geforderten Drücke ist im Bremssystem eine Druck-Volumen-Kennlinie hinterlegt, die das Verhältnis von Volumen und Druck abbildet, so dass zu jedem Volumen der zugehörige Druck ermittelt werden kann und umgekehrt.

Bei der Betätigung des Bremspedals zur Anforderung eines Bremsdruckes ist der Fahrer nicht mehr direkt mit der Bremsanlage verbunden, sondern betätigt einen Pedalsimulator, der eine geeignete Pedalcharakteristik aufweist, sodass dem Fahrer eine ausreichend genaue Dosierung des angeforderten Bremswunsches ermöglicht wird. Diese Pedalbetätigung wird durch Pedalsensoren erfasst und hieraus ein dem Bremswunsch des Fahrers entsprechender Drucksollwert für den Linearaktuator zu Betätigung der Radbremsen ermittelt.

Nachteilig bei bekannten Bremssystem sind die Notwendig beim Druckeinstelen der Energieverbrauch beim Schalten der Ventile sowie die damit verbundenen Geräusche.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Brake-by-Wire-Bremssystem hinsichtlich seines Energiebedarfs und seiner Flexibilität zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass wenigstens ein Einlassventil als stromlos geschlossenes Druckminderventil ausgebildet ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass moderne Anforderungen an Bremssysteme Geräuscharmut, präzise Druckeinstellung und geringen Energieverbrauch umfassen, die möglichst alle gleichzeitig erfüllt werden sollen. Ein System ohne zusätzliche dauergeschaltete oder hörbar schaltende Ventile, welche bei Verlust der elektrischen Energieversorgung die Radbremsen hydraulisch vom Aktuator abtrennen, in Verbindung mit Radeinlassventilen, die nicht digital geschaltet werden, erfüllt dies in besonderem Maß.

Wie nunmehr erkannt wurde, können diese Vorteile dargestellt werden, indem ein Einlassventil als stromlos geschlossenes Druckminderventil ausgebildet wird. Der Bremsdruck in der dem Einlassventil zugeordneten Radbremse kann ohne einen Schaltvorgang nur aufgrund des am Einlassventil anliegenden Druckes realisiert werden.

Als Druckminderventil wird hierbei ein Ventil verstanden, was in einer Richtung sperrt und in der anderen Richtung öffnet, sobald ein Schwellenwertdruck überschritten wird. Durch Bestromung des Druckminderventils kann die Höhe des Schwellenwertdruckes gesteuert werden. Insbesondere ist die gewünschte Druckdifferenz umso höher, je höher der Stromwert ist.

Vorteilhafterweise ist jedes der Einlassventile als Druckminderventil ausgebildet, wodurch ein der Raddruckaufbau besonders einfach gestaltet werden kann. Insbesondere können alle

Einlassventile mit gleicher Methode angesteuert werden, um alle Raddrücke unabhängig voneinander und geräuscharm auf den gewünschten Wert einstellen zu können.

Die Druckbereitstellungseinrichtung ist vorteilhafterweise dazu ausgelegt, in einer Richtung Druckmittel aus dem Druckraum ohne Förderpause zu fördern. Das heißt insbesondere, es wird immer Druckmittel in Richtung der Radbremsen gefördert, dies erfolgt aber ohne einen Nachsaugzyklus.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist dazu die Druckbereitstellungseinrichtung einen zweiten Druckraum auf, der in Bezug auf den Druckkolben auf der anderen Seite angeordnet ist und der über eine Nachsaugleitung mit dem Druckmittelvorratsbehälter hydraulisch verbunden ist, wobei in dem Druckkolben ein Rückschlagventil angeordnet ist, welches einen Druckmittelfluss von dem weiteren Druckraum in den ersten Druckraum erlaubt und in anderer Richtung sperrt.

Jeder Radbremse ist bevorzugt ein Auslassventil zugeordnet ist, wobei wenigstens ein Auslassventil als stromlos offenes Überströmventil ausgebildet ist.

Die wenigstens eine Druckkammer des Hauptbremszylinders ist bevorzugt über jeweils ein Auslassventil mit einer Radbremse verbunden bzw. verbindbar. Dadurch wird eine sogenannte Radventilumkehr realisiert, bei der während des Druckaufbaus mit Hilfe der Druckbereitstellungseinrichtung die Auslassventile zum Raddruckabbau verwendet werden, in der Rückfallebene aber als Einlassventile fungieren.

Der Hauptbremszylinder weist bevorzugt zwei Druckkammern aufweist sowie einen weiteren Druckraum auf, der hydraulisch mit einer Simulationseinrichtung verbunden ist.

Eine der Druckkammern ist bevorzugt über eine hydraulische Leitung mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbunden, in der ein

Druckausgleichsventil angeordnet ist.

Der Hauptbremszylinder weist in einer bevorzugten Ausführung genau eine Druckkammer auf und einen weiteren Druckraum, der hydraulisch mit einer Simulationseinrichtung verbunden ist. Das Bremssystem ist in diesem Fall in der Rückfallebene bevorzugt einkreisig ausgeführt.

Der weitere Druckraum ist bevorzugt über eine hydraulische Leitung mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbunden, in der ein Druckausgleichsventil angeordnet ist.

Das jeweilige Einlassventil ist besonders vorteilhaft ausgebildet als ein Elektromagnetventil, insbesondere für schlupfgeregelte Kraftfahrzeug-Bremsanlagen, mit einem in einem Ventilgehäuse angeordneten Ventilstößel, der einen Ventildurchlass in einem Ventilsitz des Ventilgehäuses zu öffnen oder zu verschließen vermag, mit einem zur Betätigung des Ventilstößels vorgesehenen Magnetantrieb, bestehend aus einem axial beweglich im Ventilgehäuse aufgenommenen Magnetanker, der mittels einer Ventilspule elektromagnetisch betätigbar ist, einem im Ventilgehäuse ausgebildeten Magnetkern, der dem Magnetanker zugewandt ist, sowie mit einer Druckfeder zur Positionierung des Ventilstößels in einer den Ventildurchlass im Ventilsitz verschließenden Grundstellung, wobei in der elektromagnetisch erregten Stellung des Magnetantriebs die Betätigungsrichtung des Magnetankers gleichgerichtet ist mit der Wirkrichtung der Druckfeder.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, dass bekannte stromlos offene AD (analog/digital) Ventile als Auslassventile in dem beschriebenen Bremssystem verwendet werden können. Die beschriebenen als Druckminderventile eingesetzten Einlassventile benötigen beim Radbremsdruckaufbau während einer Normalbremsung keine Energie bzw. keine Bestromung. Sie benötigen weiterhin keine starke Druckfeder mit hohem Schalt- und Haltestrom. Es entstehen daher auch keine Schaltgeräusche. Die Verwendung der beschriebenen Bremsanlage ermöglicht stufenlose

und voneinander unabhängige Steuerung aller Raddrücke, wie sie für Funktionen wie Giermomenten-Steuerung oder achsweises Blending oder Kombinationen davon genutzt werden kann.

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

FIG. 1 ein Bremssystem in einer ersten bevorzugten Ausführungsform; und

FIG. 2 ein Bremssystem in einer zweiten bevorzugten Ausführungsform.

Gleiche Teile sind in beiden Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

Ein in FIG. 1 dargestelltes Bremssystem 2, welches als Fremdkraft-Bremssystem ausgebildet ist, umfasst einen mittels eines Betätigungs- bzw. Bremspedals 6 betätigbaren Hauptbremszylinder 10, eine mit dem Hauptbremszylinder 10 zusammenwirkende Simulationseinrichtung 14, einen dem Hauptbremszylinder 10 zugeordneten, unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter 18, eine elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 20, welche durch eine Zylinder-Kolben-Anordnung mit einem hydraulischen Druckraum 26 gebildet wird, deren Kolben 32 durch einen elektromechanischen Aktuator 34, welcher einen Elektromotor und ein Rotations-Translationsgewinde, welches bevorzugt als Kugelgewindetrieb ausgebildet ist umfasst, verschiebbar ist, eine elektrisch steuerbare Druckmodulationseinrichtung 36 zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke und eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 40.

Die Druckmodulationseinrichtung 40 umfasst beispielsgemäß hydraulisch betätigbare Radbremsen 42, 44, 46 ,48 und je betätigbarer Radbremse 42-48 ein Einlassventil 50, 52, 54, 56 und ein Auslassventil 60, 62, 64, 66. Die Eingangsanschlüsse der

Einlassventile 50 bis 56 werden mittels einer Bremskreisversorgungsleitung 70 mit Drücken versorgt, die in einer „Brake-by-Wire"-Betriebsart aus einem Systemdruck abgeleitet werden, der in einer an einen Druckraum 26 der Druckbereitstellungseinrichtung 20 angeschlossenen Systemdruckleitung 80 vorliegt und dem von der Druckbereitstellungseinrichtung 20 bereitgestellten Druck entspricht. Die Bremsen 42, 44 sind dabei an einen ersten Bremskreis I, die Bremsen 46, 48 an einen zweiten Bremskreis II hydraulisch angeschlossen.

Der Hauptbremszylinder 10 weist in einem Gehäuse 70 zwei hintereinander angeordnete Kolben 140, 142 auf, die hydraulische Druckräume 120, 122 begrenzen. Der Druckraum 122 steht über in dem Kolben 142 bzw. Sekundärkolben ausgebildete radiale Bohrungen und Ausgleichsöffnungen sowie eine Druckmittelausgleichsleitung 138 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 18 hydraulisch bei unbetätigtem Kolben 142 in Verbindung. Der von dem Kolben 140 bzw. Primärkolben und dem schwimmend gelagerten Sekundärkolben 142 begrenzte Druckraum 140 bzw. die Primärkammer ist über eine Druckausgleichsleitung 136 mit dem Druckmittelausgleichsbehälter 18 verbunden. Mit Hilfe eines in der Druckausgleichsleitung 136 angeordneten, insbesondere stromlos geschlossenen, Druckausgleichsventils 134 kann diese Verbindung bedarfsweise gesperrt werden.

Der Hauptbremszylinder 10 weist eine dritte Druckkammer 128 auf, die insbesondere als Ringkammer ringförmig um den Primärkolben ausgebildet ist. Dabei entspricht eine Druckwirkung in der Druckkammer 128 einer Kraft, die auf den ersten Hauptbremszylinderkolben 140 entgegen der Betätigungsrichtung wirkt. Im unbetätigten Zustand des Hauptbremszylinderkolbens ist die Primär/Sekundärkammer über eine radiale Bohrung mit der Kammer 128 verbunden. Die Verbindung über die radialen Bohrungen wird durch eine Betätigung (ein Verschieben) des Kolbens 140 bzw. 142 im Gehäuse abgesperrt. Der erste Druckraum 140 und die hydraulische Kammer 128 sind somit in einem betätigten Zustand des ersten Hauptbremszylinderkolbens gegeneinander hydraulisch abgedichtet.

Bei einer Normalbremsung in der Normal-Betriebsart der Bremsanlage („Brake-by-Wire"-Betriebsart) wird bei einer Betätigung des Bremspedals 6 durch den Fahrzeugführer der Primärkolben betätigt, wobei die Kolbenbewegung mittels der Wegsensorik erfasst wird. Mittels der elektronischen Steuer- und Regeleinheit werden das Simulatorventil und das Trennventil geschlossen und das Ablassventil geöffnet. In der (Ring)Kammer baut sich entsprechend der Simulator-Kennlinie der Simulationseinrichtung ein Druck auf. Da aufgrund des geöffneten Ablassventils kein Druckaufbau in dem (Primär)Druckraum möglich ist, ist die einzige statische Gegenkraft die Simulatordruckkraft. Eine hydraulische Dämpfungswirkung kann durch die Öffnungscharakteristik des Ablassventils erzielt werden. So sind auch primärkolbenwegabhängige Dämpfungswerte realisierbar (hydraulisch/mechanisch und/oder elektronisch). Durch die drucklose Primärkammer bleibt auch die Sekundärkammer drucklos oder nahezu drucklos.

Die Druckkammer 128 ist über eine Druckausgleichsleitung 126 mit dem Druckmittelausgleichsbehälter 18 verbunden. In der Druckausgleichsleitung 126 ist ein, bevorzugt stromlos offenes, Druckausgleichsventil 150 angeordnet, mit dessen Hilfe bedarfsweise die Verbindung zwischen Druckkammer 128 und Druckmittelvorratsbehälter 18 gesperrt werden kann. Zu dem Druckausgleichsventil 150 ist Rückschlagventil 152 parallel geschaltet, welches einen Rückfluss von Druckmittel aus der Druckkammer 128 in den Druckmittelvorratsbehälter 18 sperrt und in entgegengesetzter Richtung freigibt.

Durch Öffnen des Druckausgleichsventils 134 kann der Druckraum 120 drucklos geschaltet werden, d. h. er wird hydraulisch mit dem unter Atmosphärendruck stehenden Druckmittelvorratsbehälter 18 verbunden, so dass sich auch in ihm Atmosphärendruck einstellt. Durch Öffnen des Druckausgleichsventils 150 kann die Druckkammer 128 auf gleiche Weise drucklos geschaltet werden.

Der Druckraum 120 bzw. die Primärdruckkammer ist über eine Bremsleitung 160 mit den Radbremsen 42, 44 des Bremskreises I

verbindbar bzw. verbunden. Der Druckraum 122 bzw. die Sekundärdruckkammer ist über eine Bremsleitung 162 mit den Radbremsen 46, 48 des Bremskreises II verbindbar bzw. verbunden.

Eine Kolbenstange 166 koppelt die Schwenkbewegung des Bremspedals 6 infolge einer Pedalbetätigung mit der Translationsbewegung des ersten Hauptbremszylinderkolbens 140 bzw. Primärkolbens, dessen Betätigungsweg von einem, vorzugsweise redundant ausgeführten, Wegsensor 170 erfasst wird. Dadurch ist das entsprechende Kolbenwegsignal ein Maß für den Bremspedalbetätigungswinkel. Es repräsentiert einen Bremswunsch des Fahrzeugführers.

Die Simulationseinrichtung 14 bzw. der Simulator ist hydraulisch über eine Leitung 192 an den Hauptbremszylinder 10 angekoppelt und umfasst beispielsgemäß im Wesentlichen eine hydraulische Simulatorkammer 190, eine Simulatorfederkammer 194 sowie einen die beiden Kammern 190, 194 voneinander trennenden Simulatorkolben 198. Der Simulatorkolben 198 stützt sich durch ein in der Simulatorfederkammer 194 angeordnetes elastisches Element 196 (z. B. eine Feder), welches vorteilhafterweise vorgespannt ist, an einem Gehäuse 204 des Simulators ab.

Ein bevorzugt redundant ausgebildeter Drucksensor 240 misst den Systemdruck, der in der Systemdruckleitung 80 vorherrscht. Ein bevorzugt redundant ausgebildeter Drucksensor 244 misst den Druck in der Leitung 192.

Die elektrisch steuerbare Druckbereitstellungseinrichtung 20 ist als eine hydraulische Zylinder-Kolben-Anordnung bzw. ein einkreisiger elektrohydraulischer Aktuator ausgebildet, deren/dessen Druckkolben 32, welcher den Druckraum 26 begrenzt, von einem schematisch angedeuteten Elektromotor 220 unter Zwischenschaltung eines ebenfalls schematisch dargestellten Rotations-Translationsgetriebes, welches bevorzugt als Kugelgewindetrieb (KGT) ausgebildet ist, betätigbar ist. Ein der Erfassung der Rotorlage des Elektromotors 220 dienender, lediglich schematisch angedeuteter Rotorlagesensor ist mit dem

Bezugszeichen 226 bezeichnet. Zusätzlich kann auch ein Temperatursensor 228 zum Sensieren der Temperatur der Motorwicklung verwendet werden. Ein Druckraum 270 ist über eine hydraulische Saugleitung 260, in die ein Rückschlagventil 262 geschaltet ist, mit dem Druckmittelvorratsbehälter 18 verbunden.

Die Druckbereitstellungseinrichtung 20 ist als reversierender Linearaktuator dazu ausgebildet, in einer Richtung ohne Nachsaugpause/Förderpause hydraulische Flüssigkeit bzw. Flüssigkeitsvolumen z verschieben. Dazu ist ein im Kolben 32 angeordnetes Rückschlagventil 274 angeordnet, welches Fluss von Druckmittel vom Druckraum 270 in den Druckraum 26 erlaubt und in umgekehrter Richtung sperrt. Wenn der Kolben 32 in der Abbildung nach rechts in den Druckraum 26 verfährt, fördert der Bremsflüssigkeit in Richtung der Radbremsen. Der Druckraum 270 wird dabei aufgrund des in ihm entstehenden Unterdruckes über die Nachsaugleitung 160 mit Druckmittel gefüllt. Der Kolben 32 kann dann reversiert werden, so dass er in den Druckraum 270 verfährt. Dabei wird Druckmittel aus dem Druckraum 270 durch das Rückschlagventil 274 in den Druckraum 26 gefördert, so dass auch bei dieser Bewegungsrichtung des Kolbens 32 Druckmittel aus dem Druckraum 26 verschoben wird. Da bei beiden Kolbenrichtungen Druckmittel in Richtung der Radbremsen 42-48 gefördert wird, wird Druckmittel aus den Radbremsen immer mit Hilfe der Auslassventile 60-66 entlassen.

Das Bremssystem 2 ist dazu ausgebildet, geräusch- und energiearm individuellen Druckaufbau zu ermöglichen.

Dazu ist das jeweilige Einlassventil 59, 52, 54, 56 als Druckminderventil ausgebildet. Es ist bevorzugt jeweils als ein stromlos geschlossenes, analog-digitales Ventil (SG-AD-Ventil), insbesondere mit steigender Kennlinie ausgebildet.

Das jeweilige Auslassventil 60-66 ist bevorzugt als stromlos offenes analog/digital Ventil ausgebildet. Dem jeweiligen Auslassventil 60-66 ist jeweils ein Rückschlagventil parallel

geschaltet, welches einen Rückfluss von Druckmittel aus der jeweiligen Radbremse 42-48 verhindert.

Im Normalbremsbetrieb baut die Druckbereitstellungseinrichtung 20 über die Bremskreisversorgungsleitung 70 Bremsdruck in den Radbremsen auf. Die Einlassventile werden dabei nicht bestromt, sondern öffnen, wenn der Druck in der Bremskreisversorgungsleitung 70 den geringen Öffnungsdruck der Druckfeder im Ventil überschreitet. Zur Erreichung einer gleichmäßigen Bremskraftverteilung und Ventilauslegung wird ein möglichst geringer Wert für diesen Öffnungsdruck angestrebt.

Bei der Normalbremsung wird das jeweilige Auslassventil geschlossen oder überströmend zur Steuerung des Raddrucks gemäß der das Auslassventil 60, 62, 64, 66 charakterisierenden Strom-Druck-Kennlinie. Durch Überströmung des jeweiligen Auslassventils 60-66 kann in den Radbremsen 42-48 radindividuell Bremsdruck verringert werden und somit auch eingestellt werden. Durch Kombination mit dem Hauptbremszylinder 10, der neben Primärkammer und Sekundärkammer noch die weitere, mit der Simulationseinrichtung 14 hydraulisch verbundene Druckkammer 128 aufweist, kann sichergestellt werden, dass im Normalbremsmodus ein Rücklauf von Druckmittel von den Auslassventilen 60-66 zu dem Druckmittelvorratsbehälter 18 möglich ist.

Die Senkung des Raddrucks in der jeweiligen Radbremse 42-48 erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit Hilfe des jeweils zugeordneten Auslassventils 60-66, da die Einlassventile 50-56 kein Rückströmen von Druckmittel zulassen. Dies ermöglicht den Einsatz einer Druckbereitstellungvorrichtung 20 bzw. eines Linearaktuators, der nur in eine Richtung Bremsflüssigkeit verschieben kann (aus dem Druckraum 26 zu den Radbremsen 42-48), dies aber in beiden Richtungen der Kolbenbewegung und ohne Förderpause durch Nachsaugen.

Die Modulation des Raddrucks kann sowohl rad- als auch achsindividuell durchgeführt werden. Wenn zwischen den Rädern (oder Achsen) eine Druckdifferenz eingestellt werden soll, werden die

Einlassventile 50-56 durch Erhöhung des Stroms an den Radbremsen mit dem niedrigeren Druck stärker geschlossen. Dadurch ist es mit Hilfe der Druckbereitstellungseinrichtung 20 möglich, in den anderen Radbremsen einen höheren Radbremsdruck einzustellen.

In einer Rückfallebene, in der die Druckbereitstellungseinrichtung 20 nicht zum Druckaufbau verwendet wird, kann der Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 6 Radbremsdruck aufbauen. Die Einlassventile 50, 56 werden dabei/sind geschlossen, da sie nicht mehr durch von dem Linearaktuator aufgebauten Druck geöffnet werden. Da sie andererseits kein Rückströmen von Druckmittel aus den Radbremsen 42-48 ermöglichen, muss der Linearaktuator nicht durch separate Trennventile hydraulisch von den Radbremsen 42-48 getrennt werden. Durch Betätigung des Bremspedals 6 werden die Kolben 140, 142 jeweils in den entsprechenden Druckraum 120, 122 in Richtung der Radbremsen 42-48 verschoben. Die Auslassventile 60-66 übernehmen in dieser Betriebsart im Sinne einer Radventilumkehr die Funktion von Einlassventilen.

In FIG. 2 ist ein Bremssystem 2 in einer zweiten bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Dieses Bremssystem 2 unterscheidet sich im Wesentlichen von dem in der FIG. 1 dargestellten Ausführungsform durch die Ausgestaltung und hydraulische Anbindung des Hauptbremszylinders 10 an die Bremskreise I, II. Der Hauptbremszylinder 10 ist einkreisig ausgebildet mit einem Druckkolben 140a, der bei Betätigung des Bremspedals 6 in einen Druckraum 120a verfahrbar ist.

Über eine Druckleitung 310 ist der Druckraum 120a mit den Auslassventilen 60, 62 der Radbremsen 42, 44 verbunden. Der Druckraum 120a ist bevorzugt und wie dargestellt nicht mit den Radbremsen 46, 48 des anderen, der Hinterachse zugeordneten, Bremskreises II verbunden bzw. verbindbar. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel entsprechen die beiden Radbremsen 42, 44 des Bremskreises I den Vorderradbremsen und die beiden Radbremsen 46, 48 des Bremskreises II den Hinterradbremsen.

In einer Rückfallebene kann der Fahrer durch Betätigen des Bremspedals 6 Druckmittel aus dem Druckraum 120a in Richtung der Radbremsen 42, 44 der Vorderachse verschieben, wobei im Sinne einer Radumkehr die Auslassventile 60, 62 als Auslassventile fungieren. Der Fahrer erhält somit keinen direkten Zugriff auf die Radbremsen an der Hinterachse, wodurch ein Überbremsen der Hinterachse ausgeschlossen wird.

**Patentansprüche**

1. Bremssystem (2), umfassend
   - hydraulisch betätigbare Radbremsen (42-48);
   - einen mit Hilfe eines Bremspedals (6) betätigbaren Hauptbremszylinder (10) mit wenigstens einer mit den Radbremsen (42-48) verbundenen Druckkammer (120, 122);
   - eine Druckbereitstellungseinrichtung (20) mit einem Druckraum (26), der von einem Druckkolben (32) begrenzt wird,

   wobei jeweils in einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckraum (26) und einer Radbremse (42-48) jeweils ein Einlassventil (50-56) angeordnet ist,
   **dadurch gekennzeichnet, dass**
   wenigstens ein Einlassventil (50-56) als stromlos geschlossenes Druckminderventil ausgebildet ist.

2. Bremssystem (2) nach Anspruch 1, wobei jedes Einlassventil (50-56) als Druckminderventil ausgebildet ist.

3. Bremssystem (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Druckbereitstellungseinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, in einer Richtung Druckmittel aus dem Druckraum (26) ohne Förderpause zu fördern.

4. Bremssystem (2) nach Anspruch 3, wobei die Druckbereitstellungseinrichtung (20) einen zweiten Druckraum (270) aufweist, der in Bezug auf den Druckkolben (32) auf der anderen Seite angeordnet ist und der über eine Nachsaugleitung mit einem Druckmittelvorratsbehälter (18) hydraulisch verbunden ist, und wobei in dem Druckkolben (32) ein Rückschlagventil (274) angeordnet ist, welches einen Druckmittelfluss von dem zweiten Druckraum (270) in den ersten Druckraum (26) erlaubt und in anderer Richtung sperrt.

5. Bremssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jeder Radbremse (42-48) ein Auslassventil (60-66) zugeordnet ist, und wobei wenigstens ein Auslassventil (60-66) als stromlos offenes Überströmventil ausgebildet ist.

6. Bremssystem (2) nach Anspruch 5, wobei die wenigstens eine Druckkammer (120, 122) des Hauptbremszylinders (10) über jeweils ein Auslassventil (60-66) mit einer Radbremse (42-48) verbunden bzw. verbindbar ist.

7. Bremssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Hauptbremszylinder (10) zwei Druckkammern (120, 122) aufweist sowie einen weiteren Druckraum (128), der hydraulisch mit einer Simulationseinrichtung (16) verbunden ist.

8. Bremssystem (2) nach Anspruch 7, wobei eine der Druckkammern (120, 122) über eine hydraulische Leitung mit einem Druckmittelvorratsbehälter (18) verbunden ist, in der ein Druckausgleichsventil (134) angeordnet ist.

9. Bremssystem (2) nach Anspruch 6, wobei der Hauptbremszylinder (10) genau eine Druckkammer (120a) aufweist und einen weiteren Druckraum (128a), der hydraulisch mit einer Simulationseinrichtung (16) verbunden ist.

10. Bremssystem (2) nach Anspruch 9, wobei der weitere Druckraum (128, 128a) über eine hydraulische Leitung mit einem Druckmittelvorratsbehälter (18) verbunden ist, in der ein Druckausgleichsventil (150) angeordnet ist.

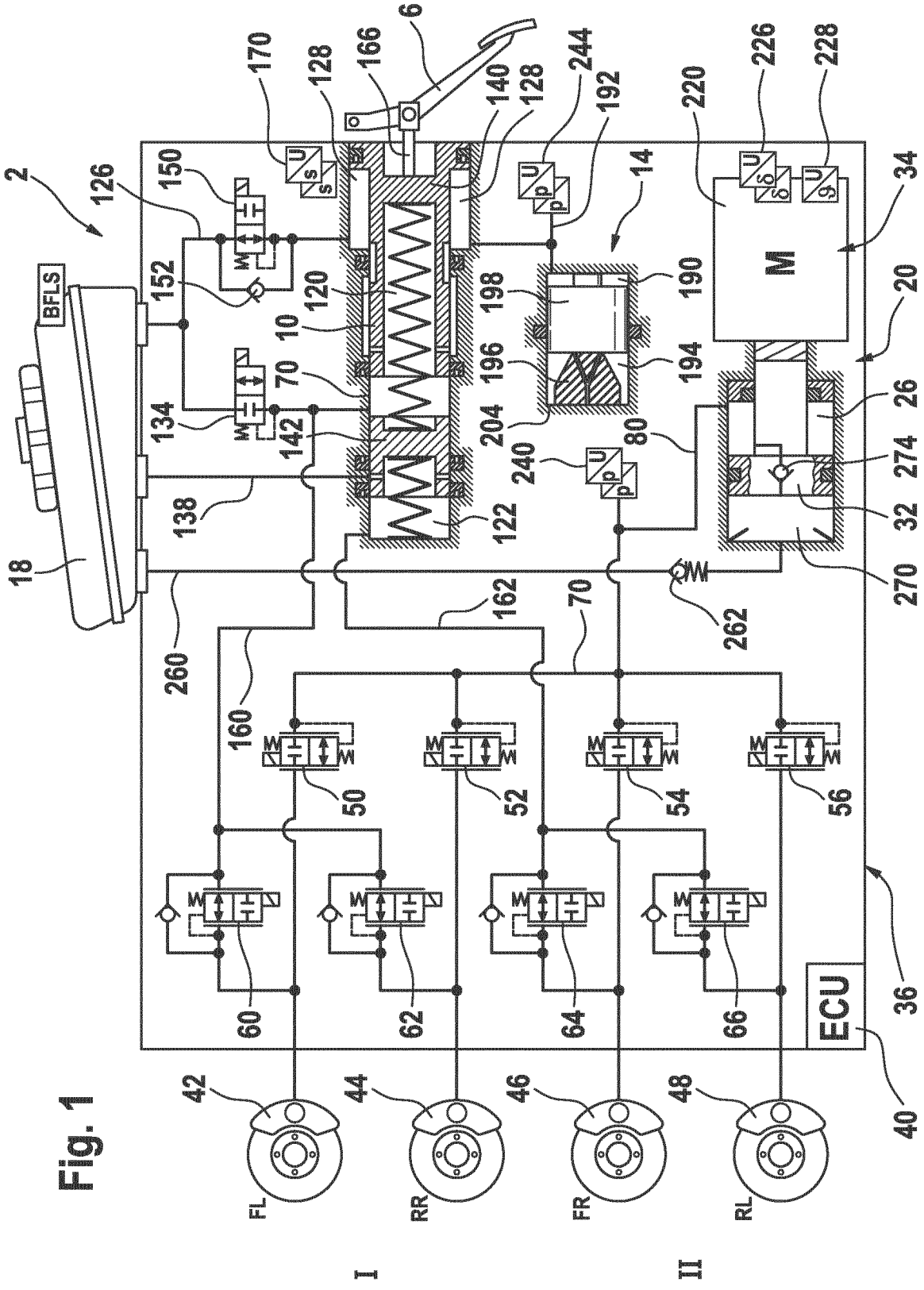

2
126
150
152
120
10
70
134
142
138
18
BFLS
260
160
162
70
262
270
32
274
26
20
34
M
220
226
228
170
128
166
6
140
128
244
192
14
190
198
196
194
204
240
80
122
50
52
54
56
60
62
64
66
ECU
36
40
42
44
46
48
FL
RR
FR
RL
I
II

Fig. 1

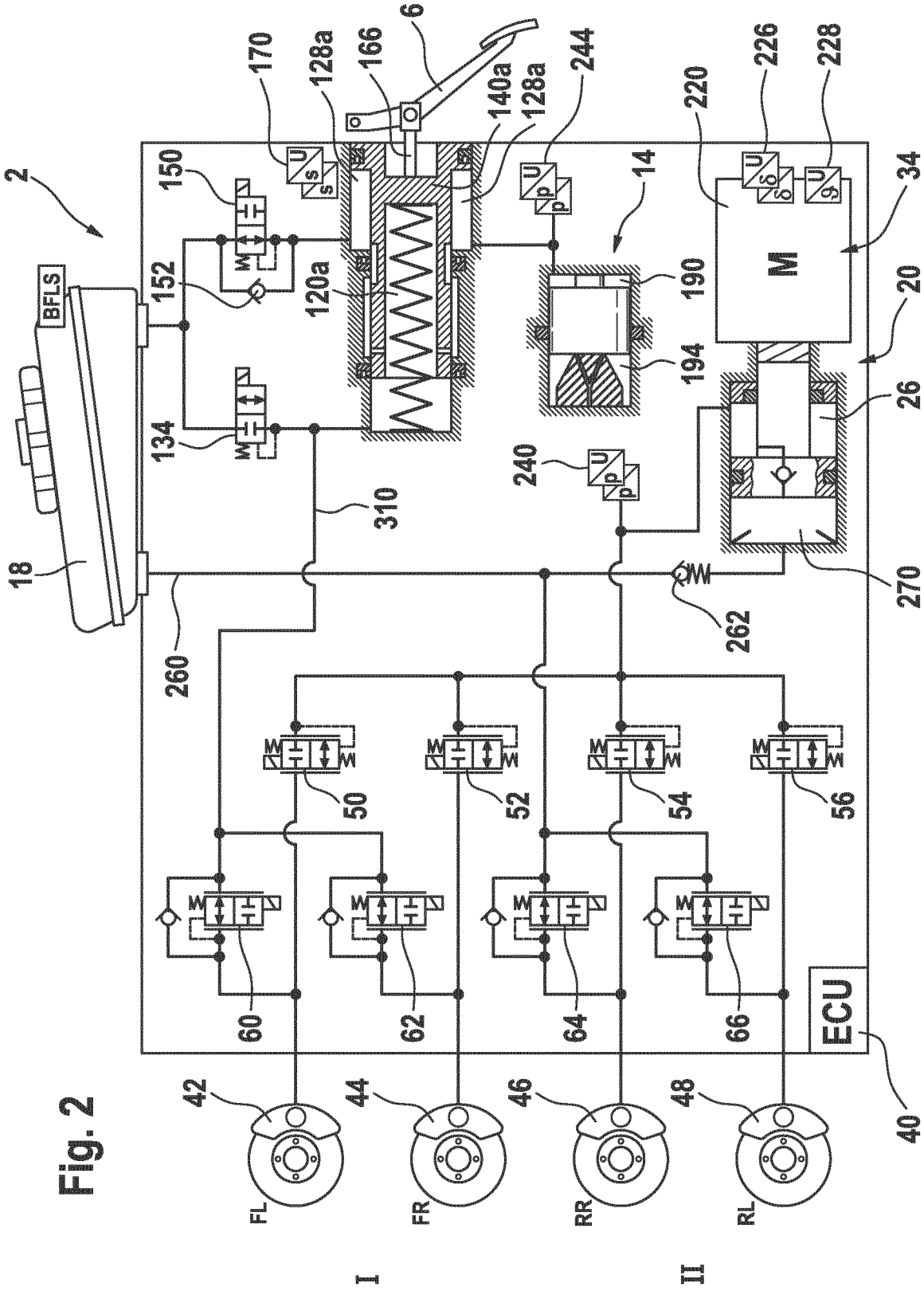

2
BFLS
18
150
152
134
170
128a
166
6
140a
128a
120a
244
14
190
194
220
226
228
34
M
20
26
240
310
260
262
270
50
52
54
56
60
62
64
66
ECU
40
42
44
46
48
FL
FR
RR
RL
I
II

Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/EP2018/082017**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***B60T 7/04***(2006.01)i; ***B60T 8/40***(2006.01)i; ***B60T 13/74***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | DE 102013204778 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 26 September 2013 (2013-09-26)<br>cited in the application<br>abstract<br>figure 1<br>paragraphs [0018] - [0021] | 1-10 |
| A | DE 102013222859 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 13 May 2015 (2015-05-13)<br>abstract<br>claims 1,5<br>figure 1 | 1-10 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **28 February 2019** | **14 March 2019** |

| Name and mailing address of the ISA/EP | Authorized officer |
|---|---|
| **European Patent Office**<br>**p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk**<br>**Netherlands**<br>Telephone No. **(+31-70)340-2040**<br>Facsimile No. **(+31-70)340-3016** | **Christensen, Juan**<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/EP2018/082017**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| DE 102013204778 A1 | 26 September 2013 | DE 102013204778 A1 | 26 September 2013 |
| | | US 2015061854 A1 | 05 March 2015 |
| | | WO 2013139825 A2 | 26 September 2013 |
| DE 102013222859 A1 | 13 May 2015 | NONE | |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/082017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T7/04 B60T8/40 B60T13/74
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
B60T

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| A | DE 10 2013 204778 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 26. September 2013 (2013-09-26) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0018] - [0021] | 1-10 |
| A | DE 10 2013 222859 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 13. Mai 2015 (2015-05-13) Zusammenfassung Ansprüche 1,5 Abbildung 1 | 1-10 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 28. Februar 2019 | 14/03/2019 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Christensen, Juan |



Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/082017

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| DE 102013204778 A1 | 26-09-2013 | DE 102013204778 A1 | 26-09-2013 |
| | | US 2015061854 A1 | 05-03-2015 |
| | | WO 2013139825 A2 | 26-09-2013 |
| DE 102013222859 A1 | 13-05-2015 | KEINE | |