

(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
2. Oktober 2014 (02.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/154631 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/055834
- (22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2014 (24.03.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102013205676.1 28. März 2013 (28.03.2013) DE
102013209613.5 23. Mai 2013 (23.05.2013) DE
102014205431.1 24. März 2014 (24.03.2014) DE
- (71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: **KISTNER, Matthias**; Edelmannstr. 45, 74626
Bretzfeld (DE). **MASUR, Dagobert**; Wolfgraben 8,
74223 Flein (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: BRAKE SYSTEM FOR A VEHICLE

(54) Bezeichnung : BREMSSYSTEM FÜR EIN FAHRZEUG

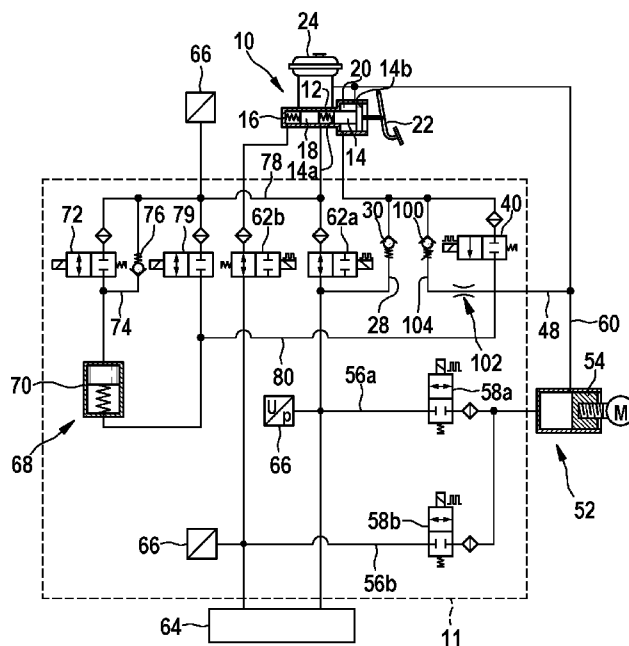


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a brake system for a vehicle, comprising a master brake cylinder (10). The master brake cylinder has a first chamber (12), a rod piston (14), which bounds the first chamber (12) by means of at least one first hydraulically active surface (14a), a second chamber (16), and a floating piston (18). The rod piston (14) is formed with or can be coupled to a second hydraulically active surface (14b). The second hydraulically active surface (14b) bounds an additional chamber (20) of the master brake cylinder (30) or of a further brake cylinder (144). The additional chamber (20) is connected to a storage chamber (36) and/or is connected to the hydraulic reservoir (24) by means of a first non-return valve (100) and a throttle (102), which are arranged in a further fluid line (104).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Bremssystem für ein Fahrzeug, umfassend: einen Hauptbremszylinder (10) mit einer ersten Kammer (12), einem Stangenkolben (14), welcher mit wenigstens einer ersten hydraulisch wirksamen Fläche (14a) die erste Kammer (12) begrenzt, einer zweiten Kammer (16) und einem Schwimmkolben (18), wobei der Stangenkolben (14) mit einer zweiten hydraulisch wirksamen Fläche (14b) ausgebildet oder koppelbar ist, wobei die zweite hydraulisch wirksame Fläche (14b) eine Zusatzkammer (20) des Hauptbremszylinders

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(30) oder eines weiteren Bremszylinders (144) begrenzt, und wobei die Zusatzkammer (10) an einer Speicherkammer (36) angebunden ist und/oder über ein erstes Rückschlagventil (100) und eine Drossel (102), welche in einer weiteren Fluidleitung (104) angeordnet sind, an dem Hydraulikreservoir (24) angebunden ist.

Beschreibung

Titel

5 Bremssystem für ein Fahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Bremssystem für ein Fahrzeug.

Stand der Technik

10

In der WO 2009/121645 A1 ist ein hydraulisches Fahrzeugbremssystem beschrieben. Der Hauptbremszylinder des hydraulischen Fahrzeugbremssystems umfasst eine erste Druckkammer und eine zweite Druckkammer. Zusätzlich weist der Hauptbremszylinder an einem sich zu dem Bremspedal erweiternden Ende einen integrierten Pedalwegsimulator auf, dessen mit Bremsflüssigkeit befüllbares Volumen über ein Simulatorventil mit einem Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter hydraulisch verbunden ist. Das mit Bremsflüssigkeit befüllbare Volumen des Pedalwegsimulators und die benachbarte erste Druckkammer werden von einem als Stufenkolben ausgebildeten Stangen- und Simulatorkolben begrenzt.

20

Weiterhin ist in der DE 10 2011 006 327 A1 ein Bremssystem vom Typ "Brake-By-Wire" offenbart, umfassend einen Hauptbremszylinder mit zwei darin verschiebbar angeordneten Kolben, wobei ein Kolben als Stufenkolben mit wenigstens zwei unterschiedlich großen hydraulischen Wirkflächen ausgebildet ist, wodurch sich aufgrund der Stufenkolbenform ein mit Hydraulikfluid bzw. Bremsflüssigkeit befüllbares Ringvolumen ergibt. In der Betriebsart "Brake-By-Wire" ist, bei Betätigung des Hauptbremszylinders durch den Fahrer, die kleinere Wirkfläche zur Erzeugung eines Bremsmoments an den Fahrzeuigrädern wirksam, und in einer Rückfallebene, d.h., wenn eine Fehlfunktion zum Betrieb des Bremssystems vorliegt, die größere Wirkfläche, wobei eine Umschaltung von der kleineren Wirkfläche zur größeren Wirkfläche in Abhängigkeit eines hydraulischen Drucks in einem Druckraum im Hauptbremszylinder (bzw. der aufgewandten Pedalkraft) erfolgt.

30

Offenbarung der Erfindung

35

Die Erfindung stellt ein Bremssystem für ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bereit.

Vorteile der Erfindung

5

Bei herkömmlichen Lösungen stellen die Einlassventile einer nachgeschalteten Radmodulationseinheit einen hydraulischen Strömungswiderstand dar. Dieser kann bei schnellem Betätigen des Bremspedals in der mechanischen Rückfallebene eines solchen Bremssystems ein Aufstauen der Bremsflüssigkeit zwischen einem Trennventil und den Einlassventilen der Radmodulationseinheit bewirken, wodurch sich der Nutzeffekt des Ringkolbenprinzips reduziert.

10

Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wirkt in vorteilhafter Weise dieser Funktionsbeeinträchtigung durch Erhöhung des Ausflusswiderstands zu einem Hydraulikfluid- (d.h. Bremsflüssigkeits-) Reservoir und/oder Dämpfung des Druckabbaus im Ringvolumenpfad nach Überschreitung des Öffnungsdrucks eines Rückschlagventils entgegen.

15

Bei dem beschriebenen Ansatz mit Ringkolben wird bei begrenztem, geringem Druck im Ringkolbenraum und erstem Bremskreis zusätzliches Bremsflüssigkeitsvolumen in diesen ersten Bremskreis verschoben. Diese Zusatzmenge erhöht den bei Vollbremsungen in der mechanischen Rückfallebene erzielbaren Bremsdruck im ersten Bremskreis und damit die maximal mögliche Fahrzeugverzögerung.

20

Weiterhin kompensiert dieser Effekt eventuell im ersten Bremskreis enthaltene Luftblasen, was zu einem höheren maximalen Bremsdruck in der Rückfallebene führt und damit einen verkürzten Anhalteweg des Fahrzeugs ermöglicht. Das Zusatzvolumen verbessert auch das Anbremsverhalten aus drucklosem Bremsenzustand durch schnellere Überwindung des Totvolumens im ersten Bremskreis.

25

Durch eine Drosselwirkung der Einlassventile der Radmodulationseinheit fließt bei schneller Bremspedalbetätigung in der mechanischen Rückfallebene die Bremsflüssigkeit nicht ungehindert in die Radbremsen ab, sondern staut sich zwischen dem Trennventil und den Einlassventilen auf. Dies führt zu einem schnellen Druckanstieg in diesem Zwischenbereich.

30

35

Dies hat einen maximalen Zufluss von Bremsflüssigkeit aus dem Ringvolumenpfad in den ersten Bremskreis zur Folge, solange der Ringkolbendruck den Zwischenraumdruck um die Schaltschwelle des Rückschlagventils im hydraulischen Parallel-Pfad überschreitet und ein Druckbegrenzungsventil sich nicht öffnet. Der durch die Einlassventile bewirkte schnelle Druckanstieg zwischen dem Trennventil und der Radmodulationseinheit verkürzt die zeitliche Dauer dieses Idealzustands.

Dieses Zeitfenster maximalen Nutzens lässt sich vergrößern, indem das Abfließen der Bremsflüssigkeit aus dem Ringkolben zurück in das Reservoir verzögert wird.

Ein Grundgedanke einer Ausführungsform der Erfindung besteht nun in der Erhöhung des Abströmwiderstands zum Reservoir durch eine Drossel. Durch entsprechende Bemessung der Drossel lässt sich die Aufteilung des Abflusses aus dem Ringvolumen zwischen dem Rückschlagventil und dem Druckbegrenzungsventil zu Gunsten des Rückschlagventilpfads erhöhen, wobei der Nutzeffekt vergrößert wird. Die Drossel kann entweder mit dem Druckbegrenzungsventil in Reihe geschaltet werden oder das Rückschlagventil ersetzen.

Das vorausgehend beschriebene Wirkprinzip zur Steuerung des Einspeise- und Rückströmvolumenstroms ist auch auf andere Ausführungsformen von Bremssystemen anwendbar, bei denen der Raddruckaufbau in der mechanischen Rückfallebene durch Umschalten zwischen verschiedenen großen hydraulischen Wirkflächen optimiert wird. Dies sind jeweils Bremssysteme, bei denen über Bremspedalbetätigung der Zufluss von zusätzlicher Bremsflüssigkeit durch mechanisch voreingestellte Differenzdrücke (z.B. Rückschlagventile) zwischen Druckkammer und Bremskreisdruk sowie zwischen Druckkammer und Bremsflüssigkeitsreservoir gesteuert wird. Der vorgeschlagene Einbau von Drosseln "glättet" das Übergangsverhalten beim Zu- und Wegschalten der zusätzlichen hydraulischen Wirkflächen und optimiert durch Abstimmung auf die Strömungswiderstände in dem bzw. den beaufschlagten Bremskreisen (z.B. durch Magnetventile) die Wirkdauer des zusätzlichen Volumenstroms in die Radbremszylinder und maximiert somit den erreichbaren Radbremsdruck.

Vorzugsweise ist Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer über das erste Rückschlagventil und die Drossel in das Hydraulikreservoir transferierbar, wobei die Drossel eine Erhöhung des Abströmwiderstands hinsichtlich des durch die Drossel strömenden Hydraulikfluides in Richtung auf das Hydraulikfluidreservoir bewirkt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des Bremssystems ist der Hauptbremszylinder mit wenigstens einer als Ringvolumen ausgebildeten Vorbefüllungsringkammer als der Zusatzkammer ausgebildet. Somit kann zur Realisierung des Bremssystems eine in den Hauptbremszylinder integrierte Zusatzkammer genutzt werden. Ebenso kann der Stangenkolben als Stufenkolben ausgebildet sein, welcher mit einem vom Fahrer des Fahrzeugs betätigbaren Bremseingabeelement koppelbar ist und mit der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche die Zusatzkammer des Hauptbremszylinders begrenzt.

Vorzugsweise ist in der Fluidleitung ein zweites Rückschlagventil angeordnet, welches fluidisch in Richtung auf den ersten Bremskreis hin offenbar ist. In diesem Fall ist ein Bremsflüssigkeitstransfer aus der Zusatzkammer in den ersten Bremskreis mittels des zweiten Rückschlagventils steuerbar.

Außerdem kann das Bremssystem zusätzlich eine Parallel-Fluidleitung umfassen, welche an einem Ende fluidisch mit dem zweiten Bremskreis gekoppelt ist und an einem anderen Ende fluidisch mit der Zusatzkammer gekoppelt ist, wobei in der Parallel-Fluidleitung ein drittes Rückschlagventil angeordnet ist, welches fluidisch in Richtung auf den zweiten Bremskreis hin offenbar ist. Damit ist auch ein Bremsflüssigkeitstransfer aus der Zusatzkammer in den zweiten Bremskreis mittels des dritten Rückschlagventils steuerbar.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Bremssystem einen Aktor, welcher ausgebildet ist, separat vom Hauptbremszylinder einen Hydraulikfluid-Druck zu erzeugen, und welcher über Fluidleitungen, in denen jeweils ein Schaltventil angeordnet ist, fluidisch mit dem ersten Bremskreis und dem zweiten Bremskreis gekoppelt ist, und welcher an das Hydraulikfluidreservoir angebunden ist. Z.B. ist der Aktor elektro-hydraulisch betreibbar.

Ebenso kann das Bremssystem einen Pedalgefühl-Simulator umfassen, welcher über einen gesamten vom Fahrer betätigbaren Bremspedalweg oder Abschnitten davon betreibbar ist. Dies gewährleistet ein angenehmes Pedalgefühl für den Fahrer.

Eine weitere Ausführungsform ersetzt die Druckbegrenzung in der Vorbefüllungsringkammer mittels Rückschlagventil durch eine Speicherkammer. Überschüssige, nicht zum Bremsdruckaufbau benötigte Bremsflüssigkeit wird bei dieser Ausführungsform nicht in das Hydraulikfluidreservoir zurückgespeist, sondern in einer Speicherkammer zwischengespeichert. Durch Einstellung einer Vorspannkraft und Wahl der

Federsteifigkeit werden Ansprechdruck der Speicherkammer und Maximaldruck in der Vorbefüllungsringkammer vorgegeben. Analog zur Variante mit Druckbegrenzung durch ein Rückschlagventil kann auch in dieser Ausführungsform der Abströmwiderstand in die Speicherkammer und damit die zeitliche Dauer des Nutzeffekts optimiert werden.

5

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Zusatzkammer über ein elektrisch-schaltbares Ventil mit dem Hydraulikfluidreservoir verbunden. Über ein Öffnen des elektrisch-schaltbaren Ventils kann somit der Atmosphärendruck in der Zusatzkammer eingestellt werden. Dies bewirkt, dass einem Einbremsen des Fahrers in die Zusatzkammer keine Gegenkraft mehr entgegenwirkt.

10

Vorzugsweise ist die Speicherkammer an eine Leitung angebunden, welche das elektrisch-schaltbare Ventil mit der Zusatzkammer verbindet. Somit ist die Speicherkammer auch ohne eine eigene Anbindung an das Hydraulikfluidreservoir leicht entleerbar.

15

Bevorzugter Weise ist die Zusatzkammer über eine Drossel mit der Speicherkammer verbunden. Wie unten genauer ausgeführt wird, trägt die Drossel in diesem Fall zu einer signifikanten Steigerung eines in mindestens einen Radbremszylinder bei einem bestimmten Bremsbetätigungsweg/Pedalweg aufgebauten Bremsdruck bei. Speziell ist in diesem Fall Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer über die Drossel in die Speicherkammer transferierbar, wobei die Drossel eine Erhöhung des Abströmwiderstands hinsichtlich des durch die Drossel strömenden Hydraulikfluides in Richtung auf die Speicherkammer bewirkt.

20

25

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsformen in Verbindung mit den Figuren erläutert, wobei:

30

Figur 1a und 1b einen schematischen Hydraulikschaltplan einer ersten Ausführungsform des Bremssystems und ein Koordinatensystem zum Erläutern von dessen Funktionsweise zeigen;

35

Figur 2 einen schematischen Hydraulikschaltplan einer zweiten Ausführungsform des Bremssystems zeigt;

- Figur 3a und 3b einen schematischen Hydraulikschaltplan einer dritten Ausführungsform des Bremssystems und ein Koordinatensystem zum Erläutern von dessen Funktionsweise zeigen;
- 5
Figur 4 eine Detailansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Hauptbremszylinders einschließlich einiger wesentlicher Komponenten zeigt;
- 10
Figur 5 eine Detailansicht einer weiteren beispielhaften Ausführungsform eines Hauptbremszylinders einschließlich einiger wesentlicher Komponenten zeigt;
- 15
Figur 6 eine Detailansicht einer weiteren beispielhaften Ausführungsform eines Hauptbremszylinders einschließlich einiger wesentlicher Komponenten zeigt;
- 20
Figur 7 eine Detailansicht einer weiteren beispielhaften Ausführungsform eines Hauptbremszylinders einschließlich einiger wesentlicher Komponenten zeigt; und
- 25
Figuren 8a bis 8c weitere schematisch in Querschnittsansicht dargestellte beispielhafte Ausführungsformen lediglich eines Teils des Hauptbremszylinders hinsichtlich der Kombination von hydraulisch wirksamen Flächen am Kolben bzw. an mehreren Kolben zeigen.

Ausführungsformen der Erfindung

- 30
Figur 1a und 1b zeigen einen schematischen Hydraulikschaltplan einer ersten Ausführungsform des Bremssystems und ein Koordinatensystem zum Erläutern von dessen Funktionsweise.

35
Das in Figur 1a schematisch dargestellte Bremssystem ist in einer Vielzahl von Fahrzeugtypen, wie z.B. Hybridfahrzeugen und Elektrofahrzeugen, einsetzbar. Das Bremssystem hat einen Hauptbremszylinder 10 mit einer ersten Kammer 12, einem Stangenkolben 14, einer zweiten Kammer 16 und einem Schwimmkolben 18. Der Stangenkolben

14 begrenzt mit einer ersten hydraulisch wirksamen Fläche 14a die erste Kammer 12. Darunter kann verstanden werden, dass ein mit Bremsflüssigkeit aktuell befüllbares Volumen der ersten Kammer 12 über ein Verstellen des Stangenkolbens 14 in eine Einbremsrichtung reduzierbar ist, während ein Kontakt zwischen der Bremsflüssigkeit in der ersten Kammer 12 und der ersten hydraulisch wirksamen Fläche 14a vorliegt. Außerdem ist der Stangenkolben 14 mit einer zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b ausgebildet oder koppelbar/gekoppelt, wobei die zweite hydraulisch wirksame Fläche 14b eine Zusatzkammer 20 des Hauptbremszylinders 10 oder eines weiteren Bremszylinders begrenzt. Somit ist auch ein mit Bremsflüssigkeit aktuell befüllbares Volumen der Zusatzkammer 20 (des Hauptbremszylinders 10 oder des weiteren Bremszylinders) mittels einer Verschiebung der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b in eine Einbremsrichtung (bei Vorliegen eines Kontakts zwischen der Bremsflüssigkeit in der Zusatzkammer 20 und der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b) reduzierbar.

In der Ausführungsform der Figur 1a ist die Zusatzkammer 20 eine Untereinheit des Hauptbremszylinders 10. Insbesondere ist der Hauptbremszylinder 10 mit wenigstens einer als Ringvolumen ausgebildeten Vorbefüllungsringkammer 20 als der Zusatzkammer 20 ausgebildet. Dies ist jedoch nur beispielhaft zu interpretieren.

Außerdem ist der Stangenkolben 14 als Stufenkolben 14 so ausgebildet, dass der Stangenkolben 14 mit der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b die Zusatzkammer 20 des Hauptbremszylinders 10 begrenzt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die zweite hydraulisch wirksame Fläche 14b, welche die Zusatzkammer 20 des Hauptbremszylinders 10 oder des weiteren Bremszylinders begrenzt, auch an einem (zusätzlich zu dem Stangenkolben 14 und dem Schwimmkolben 18) an dem Hauptbremszylinder 10 oder dem weiteren Bremszylinder eingesetzten Kolben ausgebildet sein kann. Unter der Kopplung der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b an den Stangenkolben 14 ist in diesem Fall vorzugsweise eine mechanische Anbindung/Verbindung zwischen dem Stangenkolben 14 und dem mit der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b ausgebildeten weiteren Kolben zu verstehen. Der Stangenkolben 14 ist in beiden Fällen mit einem von einem Fahrer betätigbaren Bremseingabeelement 22 (wie z.B. einem Bremspedal 22) koppelbar/verbindbar. Somit kann auch die zweite hydraulisch wirksame Fläche 14b mittels einer auf das Bremseingabeelement 22 ausgeübten Fahrerbremskraft in die Einbremsrichtung verstellt werden, was zu einer Reduzierung des Volumens der Zusatzkammer 20 führt. Der Fahrer kann damit mittels der Fahrerbremskraft auch in der Zusatzkammer 20 einen Druckaufbau bewirken.

Das Bremssystem umfasst auch ein Hydraulikfluidreservoir 24, welches fluidisch mit zumindest dem Hauptbremszylinder 10 gekoppelt ist. Darunter kann verstanden werden, dass die Kammern 12 und 16 und/oder die Zusatzkammer 20 des Hauptbremszylinders 10 oder des weiteren Bremszylinders über mindestens eine Bohrung (z.B. mindestens eine Schnüffelbohrung) mit dem Hydraulikfluidreservoir 24 verbunden sind. Ebenso hat das Bremssystem wenigstens einen mit der ersten Kammer 12 fluidisch gekoppelten ersten Bremskreis und einen mit der zweiten Kammer 16 fluidisch gekoppelten zweiten Bremskreis, welche jeweils mit Bremsmoment-erzeugenden Radbremszylindern 26 ausgestattet/fluidisch gekoppelt sind. Die Radbremszylinder 26 sind so an den Rädern des mit dem Bremssystem ausgestatteten Fahrzeugs anordbar, dass Drehbewegungen der Räder mittels der Radbremszylinder 26 verlangsambare/abbremsbar sind.

Figur 1a zeigt auch eine Fluidleitung 28, welche an einem Ende an dem ersten Bremskreis angebunden ist und an einem anderen Ende (direkt oder indirekt) mit der Zusatzkammer 20 verbunden ist. Vorzugsweise ist in der Fluidleitung 28 ein erstes Rückschlagventil 30 angeordnet, welches derart ausgelegt/ausgerichtet ist, dass über das in seinem offenen Zustand vorliegende erste Rückschlagventil 30 Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer 20 in den ersten Bremskreis transferierbar ist. Auf diese Weise ist ein Druckaufbau in dem mindestens einen Radbremszylinder 26 des ersten Bremskreises verstärkbar. Optionaler Weise umfasst das Bremssystem zusätzlich eine Parallel-Fluidleitung 32, welche an einem Ende an dem zweiten Bremskreis angebunden ist, während ein anderes Ende (direkt oder indirekt) mit der Zusatzkammer 20 verbunden ist. Auch in der Parallel-Fluidleitung 32 kann ein zweites Rückschlagventil 34 angeordnet sein, welches fluidisch in Richtung auf den zweiten Bremskreis hin offenbar ist.

Bei dem Bremssystem der Figur 1a ist die Zusatzkammer 20 an einer Speicherkammer 36 angebunden. Bei einem in der Zusatzkammer 20 mittels der Fahrerbremskraft bewirkten Druckaufbau kann deshalb Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer 20 in die Speicherkammer 36 gedrückt werden. Insbesondere „überflüssige“ Bremsflüssigkeit, welche nicht aus der Zusatzkammer 20 über die mindestens eine Fluidleitung 28 und 32 in den mindestens einen angebundenen Bremskreis transferiert wird, kann auf diese Weise „zwischengespeichert“ werden. Der in der Ringkammer 20 auftretende Maximaldruck bestimmt sich aus der Charakteristik der Feder 38 (Vorspannkraft zuzüglich Produkt aus Federsteifigkeit und Weg des Speicherkolbens), der Ansprechdruck der Speicherkammer 36 ergibt sich aus der Federvorspannkraft. Ein Speicherkammervolumen der Speicherkammer

36 kann größer oder gleich einem Volumen der Zusatzkammer 20 sein, so dass das gesamte Bremsflüssigkeitsvolumen der Zusatzkammer 20 in die Speicherkammer 36 transferierbar ist.

- 5 Vorteilhafterweise ist die Zusatzkammer 20 zusätzlich über ein Ventil 40 (Magnetventil) mit dem Hydraulikfluidreservoir 24 verbunden. Die Zusatzkammer 20 kann somit über ein Öffnen des (elektrisch schaltbaren) Ventils 40 mit dem Hydraulikfluidreservoir 24 kurzgeschlossen werden, so dass in der Zusatzkammer der Atmosphärendruck des Hydraulikfluidreservoirs 24 vorliegt. Bedarfsgerecht kann somit die Zusatzkammer 20 für eine Verstärkung des Bremsdruckaufbaus in dem mindestens einen an die mindestens eine Fluidleitung 28 und 32 angebundenen Bremskreis genutzt oder durch ein Kurzschließen mit dem Hydraulikfluidreservoir 24 „abgeschaltet“ werden. In einer Standardbremssituation, insbesondere bei einer Verfügbarkeit eines (nicht dargestellten) Bremskraftverstärkers des Bremssystems, kann über das Kurzschließen der Zusatzkammer 20 mit dem Hydraulikfluidreservoir 24 (durch Öffnen des Ventils 40) sichergestellt werden, dass der Fahrer lediglich mit der vergleichsweise kleinen ersten hydraulisch wirksamen Fläche 14a den gewünschten Bremsdruckaufbau auslöst und dabei ein angenehmes Bremsbetätigungsgefühl (Pedalgefühl) hat. Für eine schnelle Bremsung (wie z.B. eine Notbremsung) oder für eine ohne den Bremskraftverstärker auszuführende Bremsung kann jedoch über ein Schließen des Ventils 40 die Zusatzkammer 20 zum Steigern des Bremsdruckaufbaus eingesetzt werden. Das Bremssystem weist deshalb eine gute „mechanische Rückfallebene“ auf. Der Zeitpunkt des Schließens des Ventils 40 kann zusätzlich leicht verzögert werden, um auf diese Weise die Druckaufbaudynamik zu verbessern.
- 25 Nach einem Schließen des Ventils 40 wird ein Bremsflüssigkeitstransfer aus der Zusatzkammer 20 in den mindestens einen an die mindestens eine Fluidleitung 28 und 32 angebundenen Bremskreis mittels eines jeweiligen Schließdrucks des mindestens einen Rückschlagventils 30 und 34 gesteuert. Der jeweilige Schließdruck des mindestens einen Rückschlagventils 30 und 34 definiert somit (nach dem Schließen des Ventils 40) eine minimale Druckdifferenz zwischen einem Druck in der Zusatzkammer 20 und einem Druck in dem mindestens einen (über die mindestens eine Fluidleitung 28 und 32) angebundenen Bremskreis, ab welcher der Bremsflüssigkeitstransfer auftritt. Eine Federcharakteristik der Speicherkammerfeder 38 definiert einen maximal in der Zusatzkammer 20 erreichbaren maximalen Druck. (Der maximale Druck korreliert in der Regel zu einer Summe aus einer Federvorspannung und einem Produkt aus einer Federsteifigkeit und einem Weg eines Speicherkammerkolbens 42 der Speicherkammer 36.) Übersteigt der Druck in der Zu-

satzkammer 20 die mittels des mindestens einen Rückschlagventils 30 und 34 vorgegebene minimale Druckdifferenz, so strömt Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer 20 in den mindestens einen angebundenen Bremskreis. Der Bremsflüssigkeitstransfer hält an, bis entweder durch Ansteigen der Drücke in dem mindestens einen angebundenen Bremskreis die minimale Druckdifferenz unterschritten ist oder bis der Öffnungsdruck der Speicherkammer 36 überschritten wird. Ab dem Übersteigen des maximalen Drucks wird Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer 20 (auch) in die Speicherkammer 36 transferiert.

Vorzugsweise ist die Speicherkammer 36 (über einen Leitungsabschnitt 44) an eine Leitung 46 angebunden, welche das Ventil 40 mit der Zusatzkammer 20 verbindet. (Die mindestens eine Fluidleitung 28 und 32 kann in die Leitung 46 münden.) Nach Beendigung des Bremsvorgangs kann die in der Speicherkammer 36 „zwischengespeicherte“ Bremsflüssigkeit in diesem Fall über den Leitungsabschnitt 44 in die Zusatzkammer 20 transferiert werden. Eine zusätzliche Anbindung der Speicherkammer 36 an das Hydraulikfluidreservoir 24, beispielsweise über eine externe Rückleitung zum Hydraulikfluidreservoir 24, ist somit nicht notwendig. Ein Hydraulikaggregat/Hydraulikblock des Bremssystems weist somit einen vergleichsweise geringen Bohrungsaufwand auf und ist deshalb kostengünstig herstellbar.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Zusatzkammer 20 über eine Drossel 50 mit der Speicherkammer 36 verbunden ist. Die Drossel 50 kann beispielsweise in den Leitungsabschnitt 44 eingesetzt sein. Vor allem bei einem Lufteinschluss im Bremssystem kann die Drosselwirkung der Drossel 50 zur Bremsdruckerhöhung in den Radbremszylindern 26 vorteilhaft beitragen, wie anhand des Koordinatensystems der Figur 1b dargestellt ist.

Das Koordinatensystems der Figur 1b gibt als Abszisse einen Bremsbetätigungsweg s (Pedalweg) an, um welchen das Bremsbetätigungselement 22 (Bremspedal 22) mittels der Fahrerbremskraft aus seiner kraftlosen Ausgangsstellung verstellt wird. Die Ordinate des Koordinatensystems der Figur 1b gibt den entsprechenden Bremsdruck p (in bar) in einem Radbremszylinder 26 an, wobei der Radbremszylinder 26 an einen Bremskreis mit Lufteinschluss angebunden ist.

Die Graphen g_{11} und g_{12} geben Druckwerte an, welche an dem mit der Speicherkammer 36 und der Drossel 50 ausgestatteten Bremssystem der Figur 1a ermittelt werden. Die Druckwerte des Graphen g_{11} werden gemessen, sofern die Drossel 50 einen vergleichsweise großen Drosselquerschnitt aufweist. Höhere Druckwerte weist der Graph g_{12}

auf, wobei beim Ermitteln der Druckwerte des Graphen g12 die Drossel 50 einen vergleichsweise kleinen Drosselquerschnitt hat. Sofern auf eine Ausstattung des Bremssystems mit der Drossel 50 verzichtet wird, werden aufgrund der Anbindung der Speicherkammer 36 an die Zusatzkammer 20 noch die Druckwerte des Graphen g13 ermittelt. Die Druckwerte des Graphen g13 sind zwar kleiner als die Druckwerte der Graphen g11 und g12, liegen aber noch über vergleichbaren Werten aus dem Stand der Technik ohne Zusatzkammer 20 und Speicherkammer 36. Somit ist bereits die Ausstattung des Bremssystems lediglich mit der Speicherkammer 36 gegenüber dem Stand der Technik vorteilhaft.

Das Bremssystem der Figur 1a hat auch einen Aktor 52, welcher ausgebildet ist, separat vom Hauptbremszylinder 10 einen Hydraulikfluid-Druck zu erzeugen. Der Aktor 52 ist vorzugsweise elektro-hydraulisch betreibbar. Beispielsweise ist der Aktor 52 ein Plunger 52 mit einem Elektromotor M. Der Elektromotor M ist in diesem Fall derart ansteuerbar, dass er über einen Vorwärts- bzw. Rückwärtstrieb einen Kolben 54 des Plungers 52 in einem Plungergehäuse 52a hin und her verlagern kann, wodurch ein zumindest in dem Plungergehäuse 52a herrschender Druck steigerbar oder reduzierbar ist. Vorzugsweise ist der Aktor/Plunger 52 über Fluidleitungen 56a und 56b, in denen jeweils ein Schaltventil 58a und 58b angeordnet ist, fluidisch mit dem ersten Bremskreis und dem zweiten Bremskreis verbunden. Über die weiteren Leitungsabschnitte 60 und 48 kann der Aktor/Plunger 52 auch an das Hydraulikfluidreservoir 24 angebunden sein. Außerdem können der erste Bremskreis und der zweite Bremskreis über je ein Trennventil 62a und 62b an dem Hauptbremszylinder 10 angebunden sein. Nach einem Schließen des jeweiligen Trennventils 62a und/oder 62b und einem Öffnen des jeweiligen Schaltventils 58a und/oder 58b kann somit der in dem ersten Bremskreis und/oder dem zweiten Bremskreis herrschende Bremsdruck mittels des Aktors/Plungers 52 unabhängig von einer Betätigung des Bremsbetätigungselements 22/einem Innendruck in dem Hauptbremszylinder 10 eingestellt werden. Die Ausstattung des Bremssystems der Figur 1a mit dem Aktor/Plunger 52 ist jedoch nur beispielhaft zu interpretieren.

Außerdem kann das Bremssystem auch ein ESP-System 64 aufweisen, mittels welchem der in den Radbremszylindern 26 vorliegende Druck zusätzlich variierbar ist, beispielsweise zum Ausführen einer ESP-Funktion. (Das ESP-System 64 umfasst z.B. die Ein- und Auslassventile.) An verschiedenen Stellen des Bremssystems kann auch ein Drucksensor 66 angeordnet sein.

Optionaler Weise kann das Bremssystem auch einen Pedalgefühl-Simulator 68 umfassen, welcher über einen gesamten vom Fahrer betätigbaren Bremspedalweg oder Abschnitten davon betreibbar ist. Der Pedalgefühl-Simulator 68 kann aus einem (weiteren) Druckspeicher 70, einem Schaltventil 72 und einer parallel zu dem Schaltventil 72 verlaufenden
5 By-Pass-Fluidleitung 74 mit einem Rückschlagventil 76 aufgebaut sein. Über eine Leitung 78 kann der Pedalgefühl-Simulator 68 an dem ersten Bremskreis angebunden sein. Außerdem kann der Pedalgefühl-Simulator 68 über eine Leitung 80, welche beispielsweise in der Leitung 48 mündet, an das Hydraulikfluidreservoir 24 angebunden sein.

10 Figur 2 zeigt einen schematischen Hydraulikschaltplan einer zweiten Ausführungsform des Bremssystems.

Bei dem Bremssystem der Figur 2 sind alternativ zu der Speicherkammer 36 ein drittes Rückschlagventil 100 und eine Drossel 102, welche in einer weiteren Fluidleitung 104
15 angeordnet sind, an der Zusatzkammer 20 angebunden. Die Zusatzkammer 20 ist über das dritte Rückschlagventil 100 und die Drossel 102 an dem Hydraulikreservoir 24 so angebunden, dass Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer 20 über das dritte Rückschlagventil 100 und die Drossel 102 in das Hydraulikreservoir 24 transferierbar ist, wobei die Drossel 102 eine Erhöhung des Abströmwiderstands hinsichtlich des durch die Drossel 102 strömenden Hydraulikfluides in Richtung zu dem Hydraulikreservoir 24 bewirkt. Auch mittels
20 des Rückschlagventils 100 und der Drossel 102 kann ein in der Zusatzkammer 20 maximal einstellbarer Druck festgelegt werden. Somit ist dafür gesorgt, dass eine für die zusätzliche Fluidversorgung des Bremskreises geeignete Druckdifferenz zwischen Ringkolbenraum 20 und dem über Rückschlagventil 30 angebundenen Bremskreis möglichst lange erhalten
25 bleibt. Eine positive Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Zusatzkammer/Vorbefüllungsringkammer 20 und dem Druck in einen angebundenen Bremskreis wird somit so lange wie möglich aufrecht erhalten, da sonst die (nicht dargestellten) Radbremszylinder 26 nicht entsprechend mit Hydraulikfluid versorgt werden würden.

30 Außerdem ist bei dem Bremssystem der Figur 2 noch ein Ventil 79 parallel zu dem Pedalgefühl-Simulator 79 in das Hydraulikaggregat 11 eingesetzt.

Figur 3a und 3b zeigen einen schematischen Hydraulikschaltplan einer dritten Ausführungsform des Bremssystems und ein Koordinatensystem zum Erläutern von dessen
35 Funktionsweise.

Figur 3a zeigt einen Hydraulikschaltplan einer dritten Ausführungsform des Bremssystems, wobei diese weitere Ausführungsform sich im Wesentlichen durch die Parallel-Fluidleitung 32 mit dem darin angeordneten Rückschlagventil 34 von der zuvor ausgeführten unterscheidet. Das Rückschlagventil 34 ist fluidisch in Richtung auf den zweiten Bremskreis hin
5 öffnenbar, so dass der zweite Bremskreis bei Betätigung des Hauptbremszylinders 10 wie oben beschrieben zusätzlich mit Hydraulikfluid versorgbar ist.

Die Grundidee dieser in Figur 3a dargestellten Ausführungsform besteht darin, die oben beschriebenen Nutzeffekte durch Duplizierung der Fluidleitung 28 auch auf den zweiten
10 Bremskreis zu erweitern, wodurch das Fahrzeugbremsverhalten in einer mechanischen Rückfallebene weiter verbessert wird.

Der oben erwähnte Ansatz mit einem ein Ringvolumen bildenden Stufenkolben 14 verschiebt bei (begrenztem, geringem) Druck im Zusatzvolumen 20 zusätzliches Bremsflüssigkeitsvolumen in den ersten Bremskreis und in den zweiten Bremskreis. Diese Zusatzmenge erhöht den (bei Vollbremsungen) in der mechanischen Rückfallebene erzielbaren Bremsdruck in beiden Bremskreisen und damit die maximal mögliche Fahrzeugverzögerung.
15

Das Koordinatensystem der Figur 3b hat als Abszisse den Bremsbetätigungsweg s (Pedalweg) (in mm). Die Ordinate des Koordinatensystems der Figur 3b gibt den entsprechenden Bremsdruck p (in bar) in einem Radbremszylinder 26 an.
20

Ein Graph g31 zeigt die bei einem bestimmten Bremsbetätigungsweg s in einem Radbremszylinder 26 des ersten Bremskreises der Figur 3a herrschenden Bremsdrücke p , sofern keine Luft/kein Lufteinschluss im ersten Bremskreis vorliegt. Mittels des Graphen g32 sind Bremsdrücke p angegeben, welche in der selben Situation (Bremskreis ohne Luft/ohne Lufteinschluss), aber bei einem Verzicht auf eine Nutzung der Drossel 102 erreicht werden. Hierbei ist zu erkennen, dass für den Fall ohne Luft/ohne Lufteinschluss die
25 maximal erreichbaren Drücke (mit und ohne Drossel 102) sich um eine signifikante erste Druckdifferenz Δp_1 von etwa 9 bar unterscheiden.
30

Außerdem zeigt ein Graph g33 die in einem Radbremszylinder 26 des ersten Bremskreises der Figur 3a selbst bei einem Lufteinschluss in dem ersten Bremskreis (etwa 3 cm³ Luft)
35 noch erreichbaren Bremsdrücke p . In der selben Situation (etwa 3 cm³ Luft im Bremskreis) sind bei Verzicht auf die Drossel 102 nur die mittels eines Graphen g34 wiedergegebenen

Bremsdrücke p realisierbar. Für den (realistischen) Fall mit etwa 3 cm^3 Luft im ersten Bremskreis unterscheiden sich die maximal erreichbaren Drücke (mit und ohne Drossel 102) um eine signifikante zweite Druckdifferenz Δp_2 von etwa 10 bar. Der positive "Drosselseffekt" ist für eine Raddruckerhöhung in der mechanischen Rückfallebene somit signifikant. (Es handelt sich hierbei um Verläufe, die mit einer beispielhaften Bremssystem- und Drosselgeometrie simuliert werden.)

Mit Bezug auf die Figuren 4 bis 8 (d.h. 8a, 8b, 8c) sei kurz auf mögliche Ausführungsformen des jeweils in schematischer Querschnittsansicht dargestellten Hauptbremszylinders 10 und dessen jeweilige Arbeitsweise eingegangen. Die Figuren 4 bis 7 zeigen jeweils in detaillierter Ansicht einen Teil des Bremssystems aus Figur 2, nämlich den Teil, welcher den Hauptbremszylinder 10 in Verbindung mit dem Aktor 52 und dem Pedalgefühl-Simulator 68 zeigt. Figuren 8a bis 8c zeigen lediglich weitere mögliche Gestaltungsformen des Hauptbremszylinders hinsichtlich der Kombination von hydraulisch wirksamen Flächen an einem Kolben (Figuren 8a und 8c), bzw. an mehreren Kolben (Figur 8b).

Figur 4 zeigt eine Querschnittsansicht des Hauptbremszylinders 10 (einen so genannten "Parallel Plunger") sowie den Stangenkolben 14 mit den hydraulisch wirksamen und koppelbaren Flächen 14a und 14b, die Zusatzkammer/Vorbefüllungsringkammer 20, die Kammern/Druckkammern 12 und 16, den Schwimmkolben 18, welcher die Kammern 12 und 16 voneinander trennt, und das Hydraulikfluidreservoir 24.

In der Darstellung in Figur 4 ist oberhalb des Hauptbremszylinders 10 neben dem Hydraulikfluidreservoir 24 ein Druckbegrenzungsventil 110 sowie ein so genanntes "Fast-Fill-Disable"-Ventil 112 dargestellt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Ventile 110 und 112 zusätzlich zu der Druckkammer 36 und/oder zusätzlich zu den Komponenten 100 und 102 im Bremssystem verbaut sein können.

Der Aktor 52 weist ein Gehäuse 52a auf, in dem sich der mit dem Antrieb (hier: Elektromotor M) gekoppelte Kolben 54 und ein Schwimmkolben 54a befinden. Aufgrund der Anordnung der Kolben 54 und 54a werden mit Hydraulikfluid befüllbare Druckkammer 114a und 114b gebildet.

Das Hydraulikfluidreservoir 24 ist über Schnüffelbohrungen 116a, 116b und 116c fluidisch jeweils mit den Kammern/Hauptbremszylinderdruckkammern 12 und 16 und mit der Zusatzkammer 20 gekoppelt.

Bei einer Fehlfunktion des Bremssystems hat der Fahrer die Möglichkeit, durch Ausüben einer durch einen Pfeil 118 angedeuteten Kraft, d.h. Treten auf das (hier nicht dargestellte) Bremspedal 22, den Stangenkolben 14 zu verschieben, um Druck in den Kammern 12 und 16 aufzubauen, der schließlich direkt über die Fluidleitungen an die (hier nicht dargestellte) Radbremszylinder 26 zur Erzeugung von Bremsmomenten an den Rädern übertragen wird. Dies ist möglich, da ein sich in der Zusatzkammer 20 durch die zweite hydraulisch wirksame Fläche 14b aufbauender Druck, welcher ein wirksames Bremsen sehr erschweren würde und gegen den der Fahrer eine entsprechend große Kraft aufbringen müsste, durch (Durchlass-) Schalten des Ventils 112 abgebaut wird, so dass der Fahrer schließlich mit der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b "bremst". Insofern sind die hydraulisch wirksamen Flächen 14a und 14b funktionsmäßig miteinander gekoppelt.

Figur 5 zeigt eine der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform ähnliche Anordnung, mit dem Unterschied, dass die Fluidleitung 28 über Schnüffelbohrungen 120a und 120b fluidisch mit dem Gehäuse 52a des Aktors 52 gekoppelt ist, wobei die Schnüffelbohrungen 120a und 120 jeweils als Rückschlagventile wirken, analog zu dem in Figur 4 gezeigten Rückschlagventil 30.

Eine weitere beispielhafte Ausführungsform zeigt Figur 6. Hierbei sind mit Bezug auf die Darstellung in Figur 5 als Unterschied statt der als Rückschlagventile wirkenden Schnüffelbohrungen 120a und 120b nur eine Schnüffelbohrung 120a im Gehäuse 52a des Aktors 52 dargestellt, sowie den jeweils mit dem ersten Bremskreis oder dem zweiten Bremskreis und der Zusatzkammer 20 fluidisch gekoppelten Rückschlagventilen 30 und 34.

Figur 7 (so genannter "Serial Plunger") zeigt eine beispielhafte Ausführungsform, bei der das Rückschlagventil 28 und ein parallel dazu geschaltetes Trennventil 122 fluidisch zwischen der Zusatzkammer und dem ersten Bremskreis gekoppelt sind. Weiterhin ist der Hauptbremszylinder 10 derart ausgebildet, dass in einem Ende des Hauptbremszylinders 10 eine Druckplatte 124 angeordnet ist, welche mit dem Bremspedal 22 gekoppelt ist und über Dichtungen 126a und 126b im Hauptbremszylindergehäuse geführt wird. Dabei ist zu beachten, dass die Druckplatte 124 mechanisch von dem Stufenkolben 14 entkoppelt ist. Zwischen Druckplatte 124 und Stufenkolben 14 ist ein zusätzlicher Druckraum 128 ausgebildet, welcher fluidisch mit dem Pedalgefühl-Simulator 68 (Pedalwegsimulator) gekoppelt ist, wobei zwei in Reihe geschaltete Ventile 130a und 130b fluidisch sowohl mit dem Aktor 52 als auch mit dem Druckspeicher 70 gekoppelt sind. Obwohl die Druckplatte 124

(bzw. das Bremspedal 22) mechanisch nicht mit dem Stufenkolben 14 gekoppelt ist, kann über den mit Druckraum 128 fluidisch gekoppelten Pedalgefühl-Simulator 68 (Pedalwegsimulator) ein entsprechendes Pedalgefühl für den Fahrer vermittelt werden. Die oben mit Bezug auf Figuren 4 bis 6 beschriebene Rückfallebenen-Funktion ist auch mit der in Figur 7

5 dargestellten Ausführungsform gewährleistet.

Figuren 8a bis 8c zeigen im Sinne einer Übersicht über weitere mögliche Kolbenformen mit hydraulisch wirksamen Flächen 14a und 14b lediglich einen Teil des Hauptbremszylinders 10 bzw. wenigstens zweier bezüglich einer mittels dem Bremspedal bzw. Bremseingabe-

10 element 22 durch den Fahrer ausgeübten Kraft 118 gekoppelter Kolben 14 und 140 (Figur 8b), wobei jeweils auch die oben erwähnten Schnüffelbohrungen 116a, 116b und 116c (Figur 8b) und Kolbendichtungen 142 dargestellt sind. (Die in Figur 8a dargestellte Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform, ist aber zum Zwecke eines eine Übersicht gebenden Vergleichs noch mal in Figur 8a mit

15 aufgeführt.)

Die in Figuren 8a bis 8c dargestellten weiteren Ausführungsformen sollen verdeutlichen, dass es mehrere unterschiedlich gestaltete Arten eines Hauptbremszylinders 10 mit den wenigstens zwei oder mehreren hydraulisch wirksamen und kraftgesteuerten Flächen 14a

20 und 14b gibt, wobei weitere Gestaltungsformen denkbar sind, d.h. nicht auf die hier gezeigten Ausführungsformen beschränkt sind.

Wie anhand der Figur 8b erkennbar ist, ist eine Integration der Zusatzkammer 20 in den Hauptbremszylinder 10 lediglich optional. Alternativ kann die Zusatzkammer 20 auch in

25 einem weiteren Bremszylinder 144 ausgebildet sein, wobei ein Kolben 140 des weiteren Bremszylinders 144 mit der daran ausgebildeten zweiten hydraulisch wirksamen Fläche 14b zumindest teilweise in die Zusatzkammer 20 hinein verstellbar ist.

Außerdem kann die zweite hydraulisch wirksame Fläche 14b an einem Stangenkolben 14

30 mit einem verjüngten Zwischenteil 146 ausgebildet sein. Somit ist eine Vielzahl verschiedener Hauptbremszylinder 10/Bremszylinder 144 zum Realisieren der oben beschriebenen Bremssysteme geeignet.

Es sei noch bemerkt, dass die oben beschriebenen Funktionen des Bremsgeräts für den so

35 genannten "i.O."-Betrieb (i.O. = in Ordnung, d.h. also ein Betrieb ohne Fehlfunktion) zu-

bzw. abschaltbar sind, und jeweils Hydraulikfluid in einen und/oder zwei (oder mehrere) Bremskreise des Fahrzeuges einspeisbar sind.

Ansprüche

1. Bremssystem für ein Fahrzeug, umfassend:

- 5
- einen Hauptbremszylinder (10) mit einer ersten Kammer (12), einem Stangenkolben (14), welcher mit wenigstens einer ersten hydraulisch wirksamen Fläche (14a) die erste Kammer (12) begrenzt, einer zweiten Kammer (16) und einem Schwimmkolben (18), wobei der Stangenkolben (14) mit einer zweiten hydraulisch wirksamen Fläche (14b) ausgebildet oder koppelbar ist, wobei die
10 zweite hydraulisch wirksame Fläche (14b) eine Zusatzkammer (20) des Hauptbremszylinders (30) oder eines weiteren Bremszylinders (144) begrenzt;
 - ein Hydraulikfluidreservoir (24), welches fluidisch mit zumindest dem Hauptbremszylinder (10) gekoppelt ist;
15
 - wenigstens einen mit der ersten Kammer (12) fluidisch gekoppelten ersten Bremskreis und einen mit der zweiten Kammer (16) fluidisch gekoppelten zweiten Bremskreis, welche jeweils mit Bremsmoment-erzeugenden Radbremszylindern (26) fluidisch gekoppelt sind, ; und
20
 - eine Fluidleitung (28), welche an einem Ende fluidisch zumindest mit dem ersten Bremskreis gekoppelt ist und an einem anderen Ende fluidisch mit der Zusatzkammer (20) gekoppelt ist;
25
- dadurch gekennzeichnet, dass
- die Zusatzkammer (20) an einer Speicherkammer (36) angebunden ist und/oder über ein erstes Rückschlagventil (100) und eine Drossel (102), welche
30 in einer weiteren Fluidleitung (104) angeordnet sind, an dem Hydraulikreservoir (24) angebunden ist.
2. Bremssystem nach Anspruch 1, wobei Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer (20) über das erste Rückschlagventil (100) und die Drossel (102) in das Hydraulikreservoir (24) transferierbar ist, und wobei die Drossel (102) eine Erhöhung des
35

Abströmwiderstands hinsichtlich des durch die Drossel (102) strömenden Hydraulikfluides in Richtung auf das Hydraulikfluidreservoir (24) bewirkt.

- 5 3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Hauptbremszylinder (10) mit wenigstens einer als Ringvolumen ausgebildeten Vorbefüllungsringkammer (20) als der Zusatzkammer (20) ausgebildet ist.
- 10 4. Bremssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der Fluidleitung (28) ein zweites Rückschlagventil (30) angeordnet ist, welches fluidisch in Richtung auf den ersten Bremskreis hin offenbar ist.
- 15 5. Bremssystem nach Anspruch 4, wobei das Bremssystem zusätzlich eine Parallel-Fluidleitung (32) umfasst, welche an einem Ende fluidisch mit dem zweiten Bremskreis gekoppelt ist und an einem anderen Ende fluidisch mit der Zusatzkammer (20) gekoppelt ist, wobei in der Parallel-Fluidleitung (32) ein drittes Rückschlagventil (34) angeordnet ist, welches fluidisch in Richtung auf den zweiten Bremskreis hin offenbar ist.
- 20 6. Bremssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Stangenkolben (14) als Stufenkolben (14) ausgebildet ist, welcher mit einem vom Fahrer des Fahrzeugs betätigbaren Bremseingabeelement (22) koppelbar ist und mit der zweiten hydraulisch wirksamen Fläche (14b) die Zusatzkammer (20) des Hauptbremszylinders (10) begrenzt.
- 25 7. Bremssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiterhin umfassend einen Aktor (52), welcher ausgebildet ist, separat vom Hauptbremszylinder (10) einen Hydraulikfluid-Druck zu erzeugen, und welcher über Fluidleitungen (56a und 56b), in denen jeweils ein Schaltventil (58a und 58b) angeordnet ist, fluidisch mit dem ersten Bremskreis und dem zweiten Bremskreis gekoppelt ist, und welcher an das Hydraulikfluidreservoir (24) angebunden ist.
- 30 8. Bremssystem nach Anspruch 7, wobei der Aktor (52) elektro-hydraulisch betreibbar ist.

9. Bremssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiterhin umfassend einen Pedalgefühl-Simulator (68), welcher über einen gesamten vom Fahrer betätigbaren Bremspedalweg oder Abschnitten davon betreibbar ist.
- 5 10. Bremssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zusatzkammer (20) über ein elektrisch-schaltbares Ventil (40) mit dem Hydraulikfluidreservoir (24) verbunden ist.
- 10 11. Bremssystem nach Anspruch 10, wobei die Speicherkammer (36) an eine Leitung (46) angebunden ist, welche das elektrisch-schaltbare Ventil (40) mit der Zusatzkammer (20) verbindet.
12. Bremssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zusatzkammer (20) über eine Drossel (50) mit der Speicherkammer (36) verbunden ist.
- 15 13. Bremssystem nach Anspruch 12, wobei Bremsflüssigkeit aus der Zusatzkammer (20) über die Drossel (50) in die Speicherkammer (36) transferierbar ist, und wobei die Drossel (50) eine Erhöhung des Abströmwiderstands hinsichtlich des durch die Drossel (50) strömenden Hydraulikfluides in Richtung auf die Speicherkammer (36) bewirkt.
- 20

1 / 10

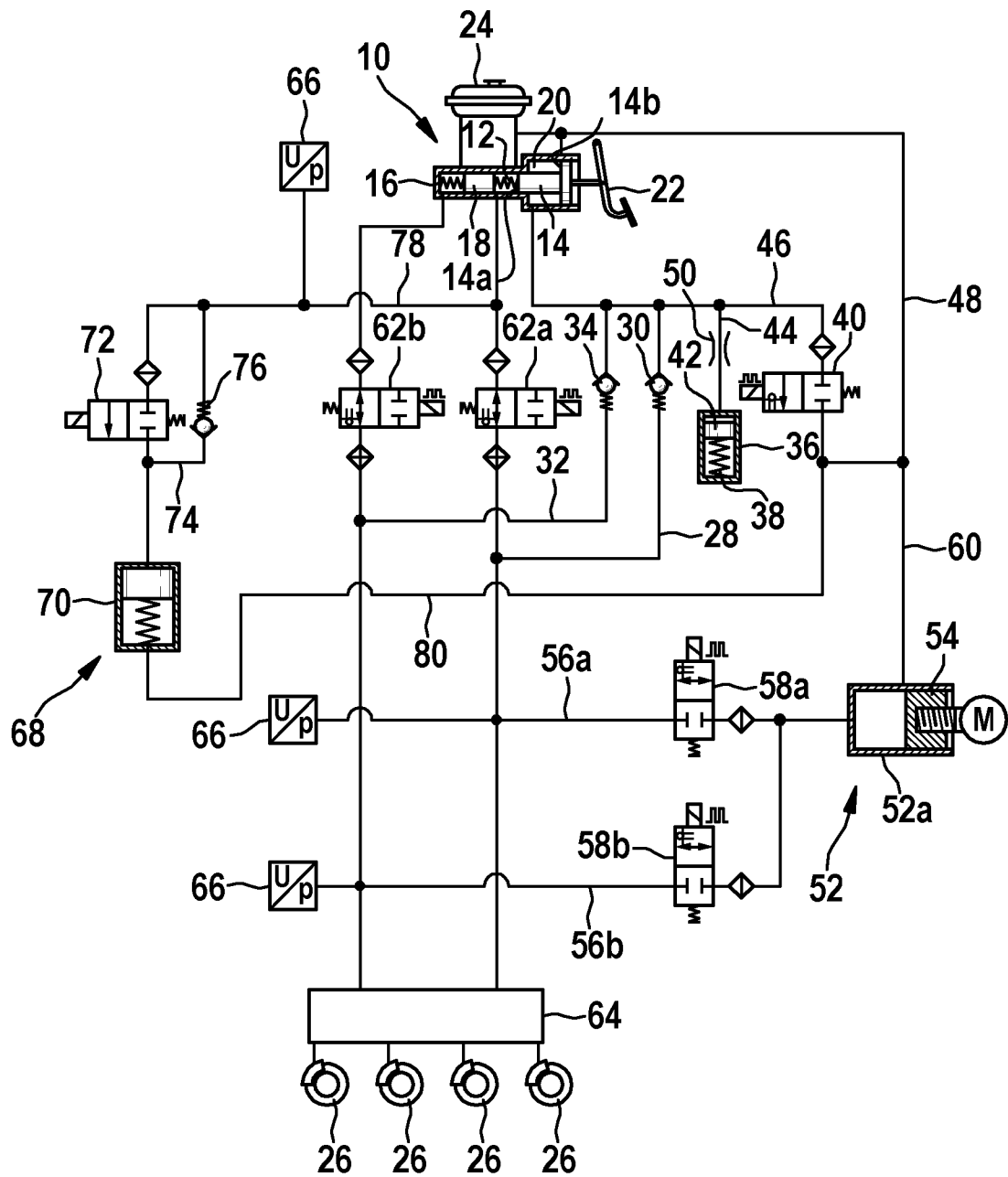


Fig. 1a

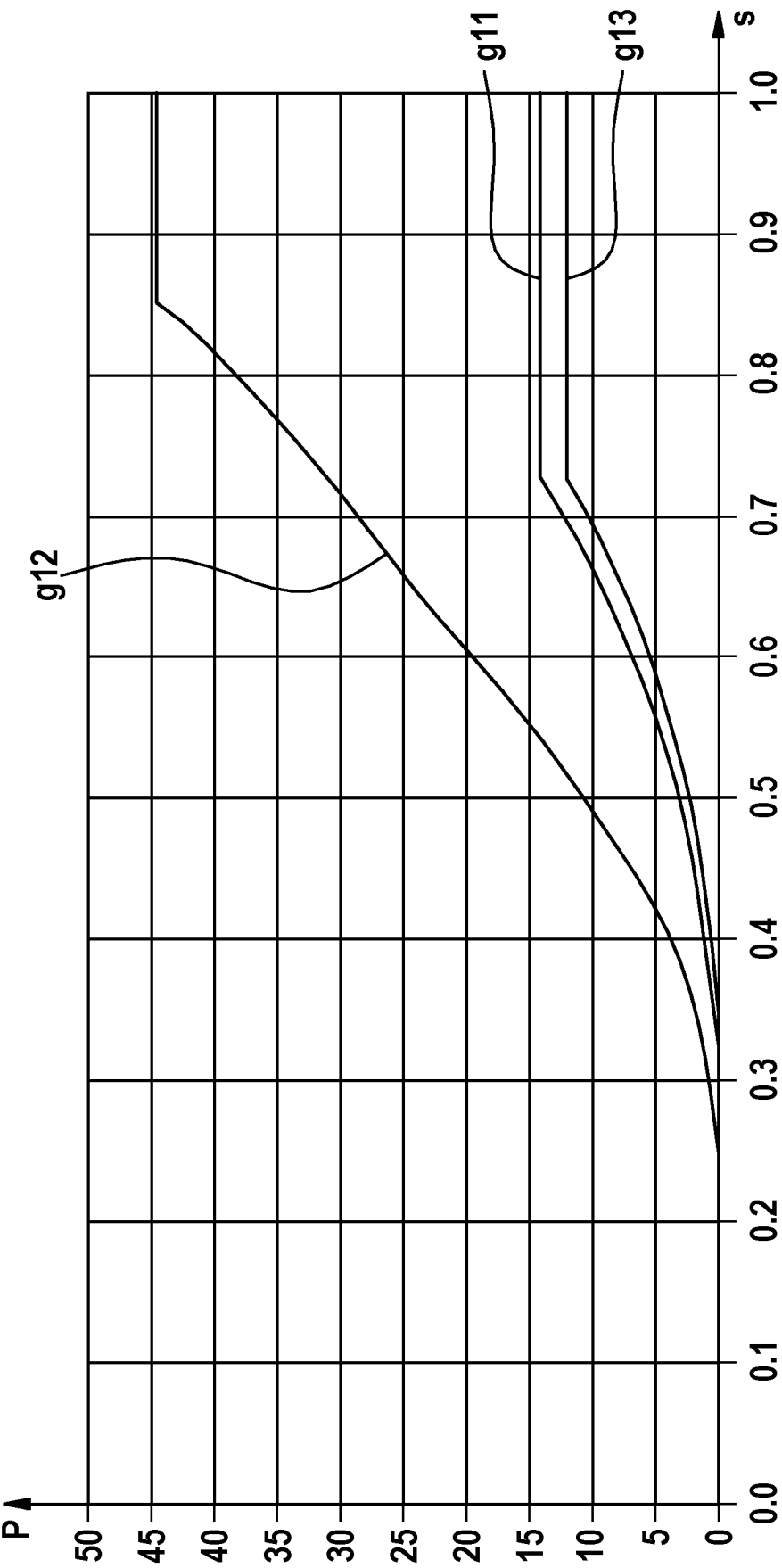


Fig. 1b

3 / 10

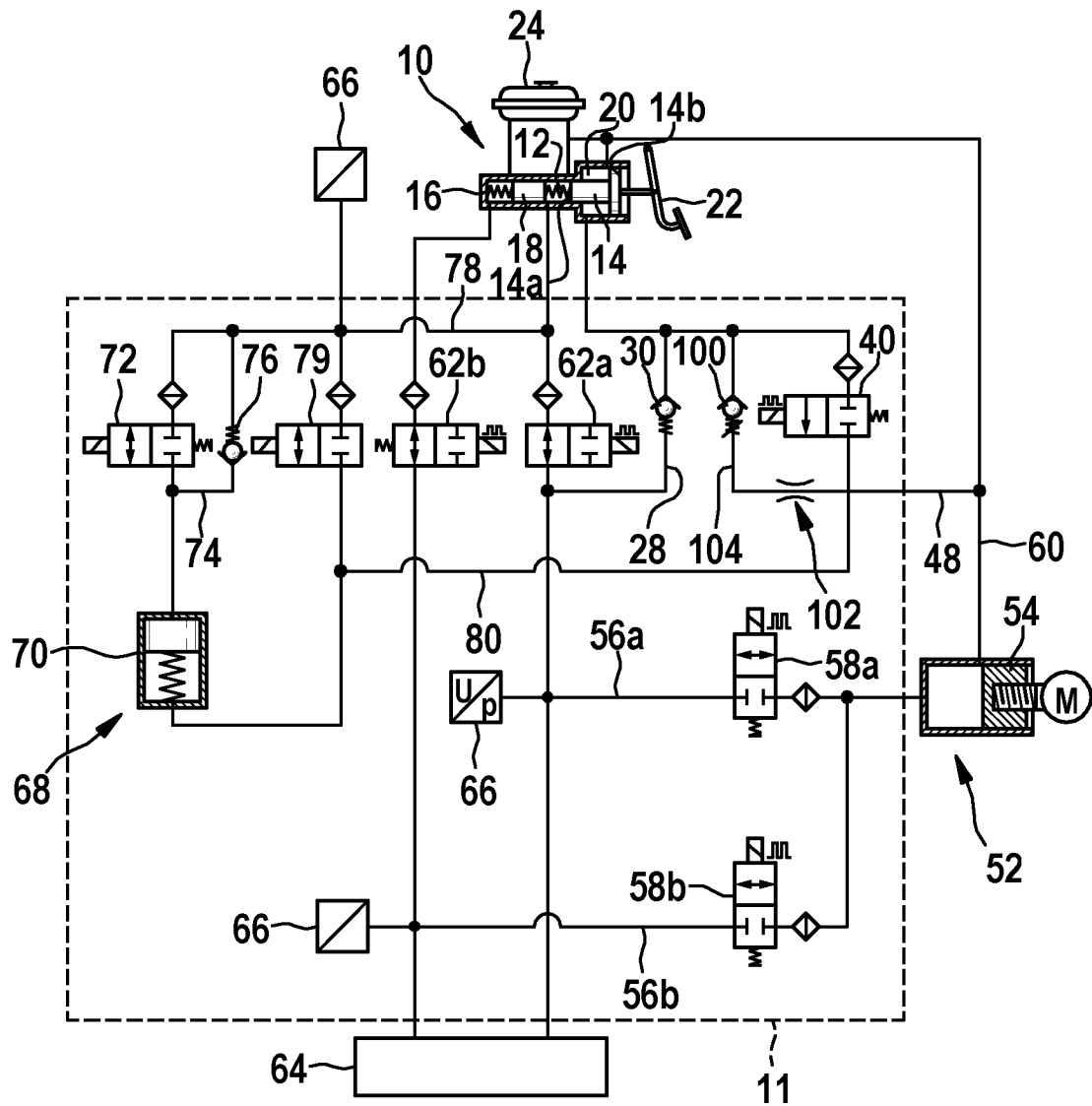


Fig. 2

4 / 10

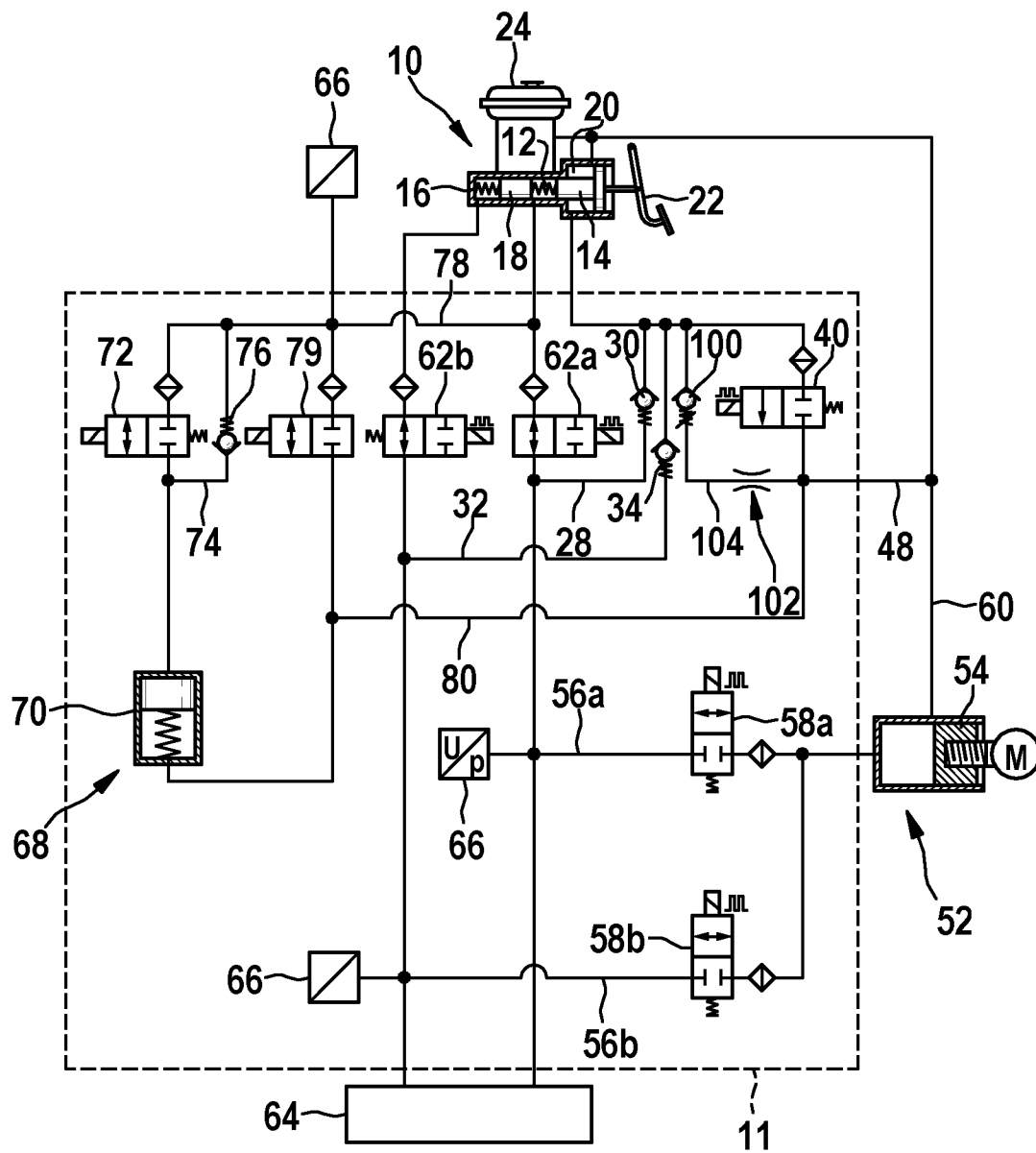


Fig. 3a

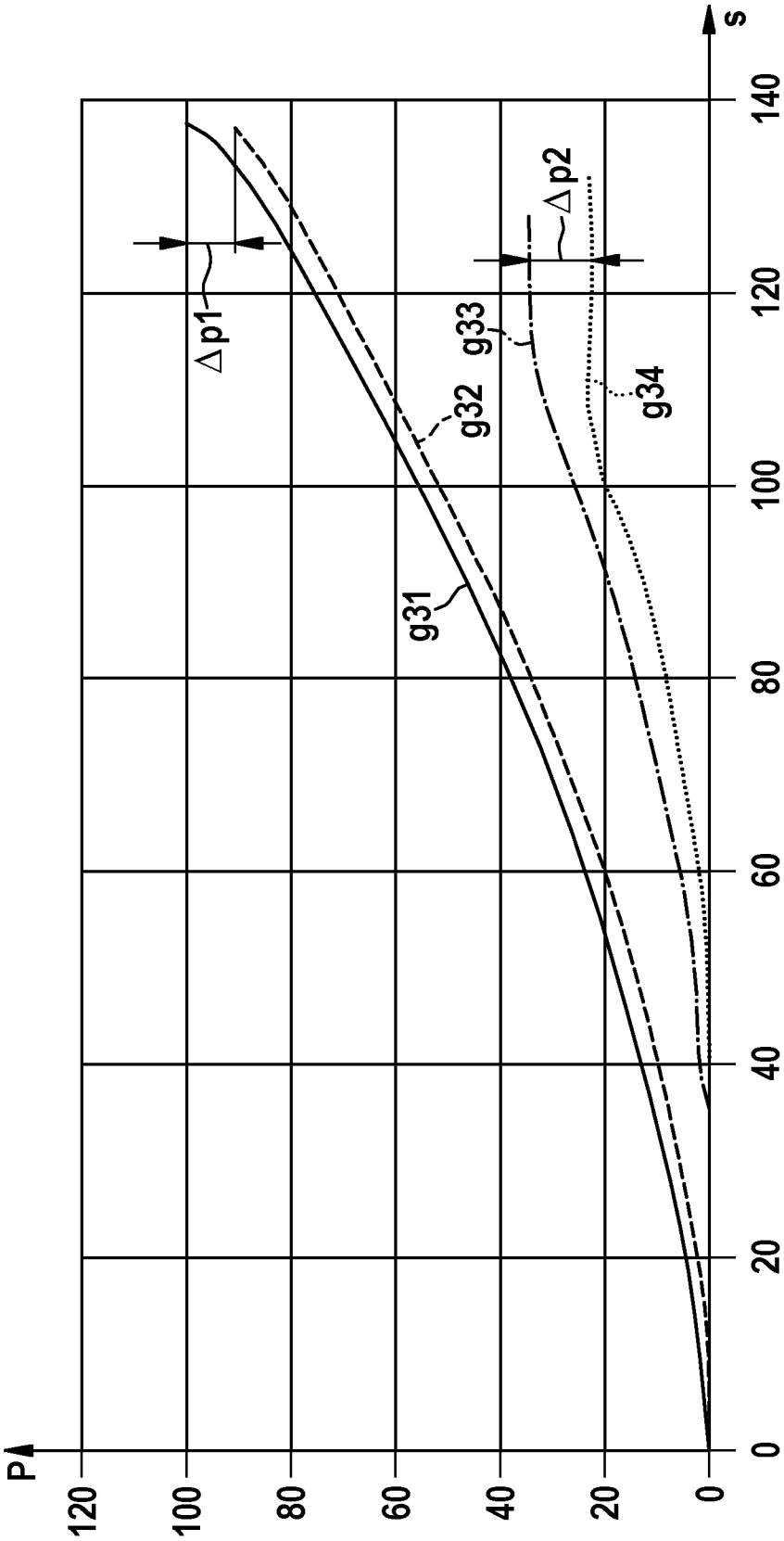


Fig. 3b

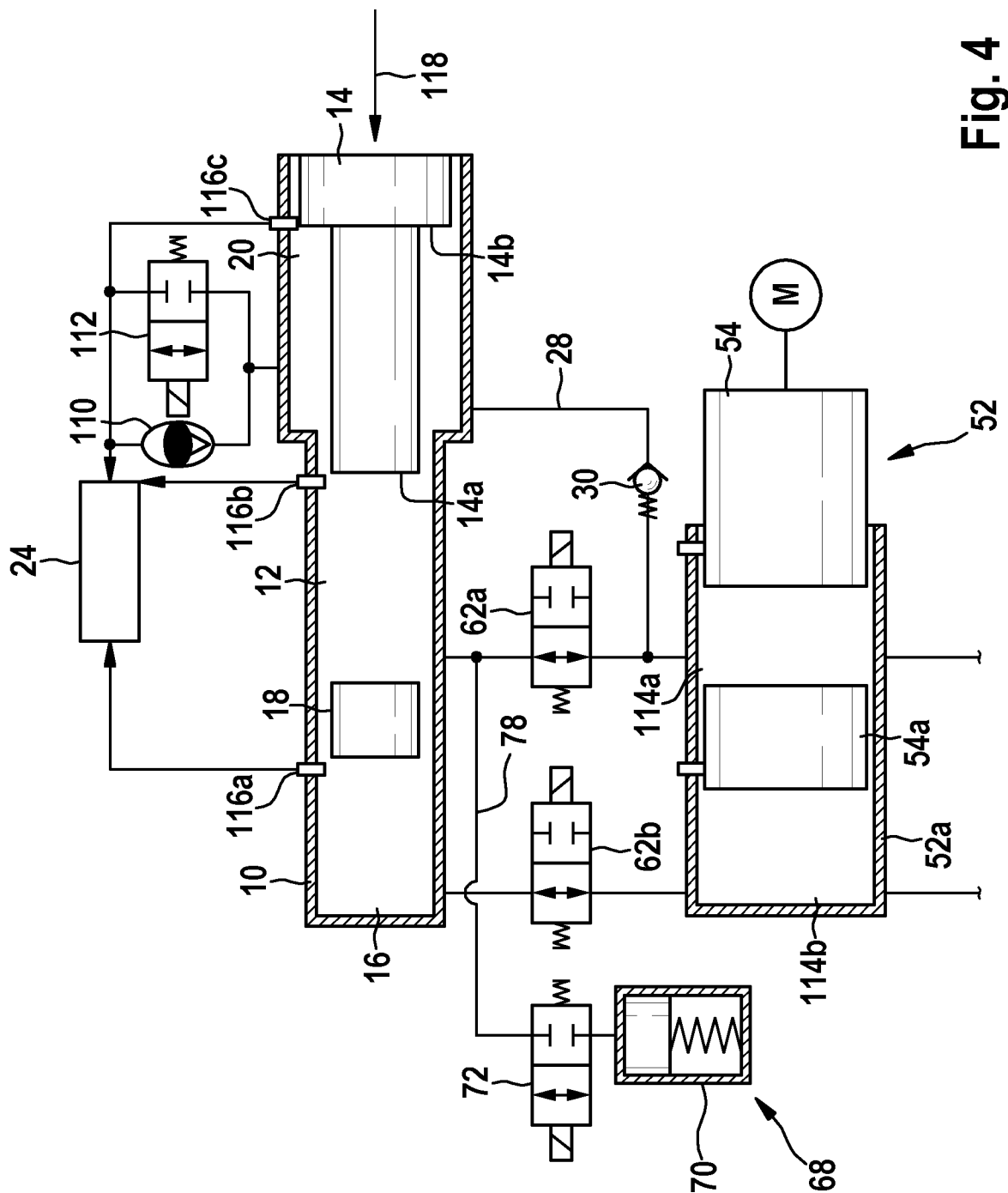


Fig. 4

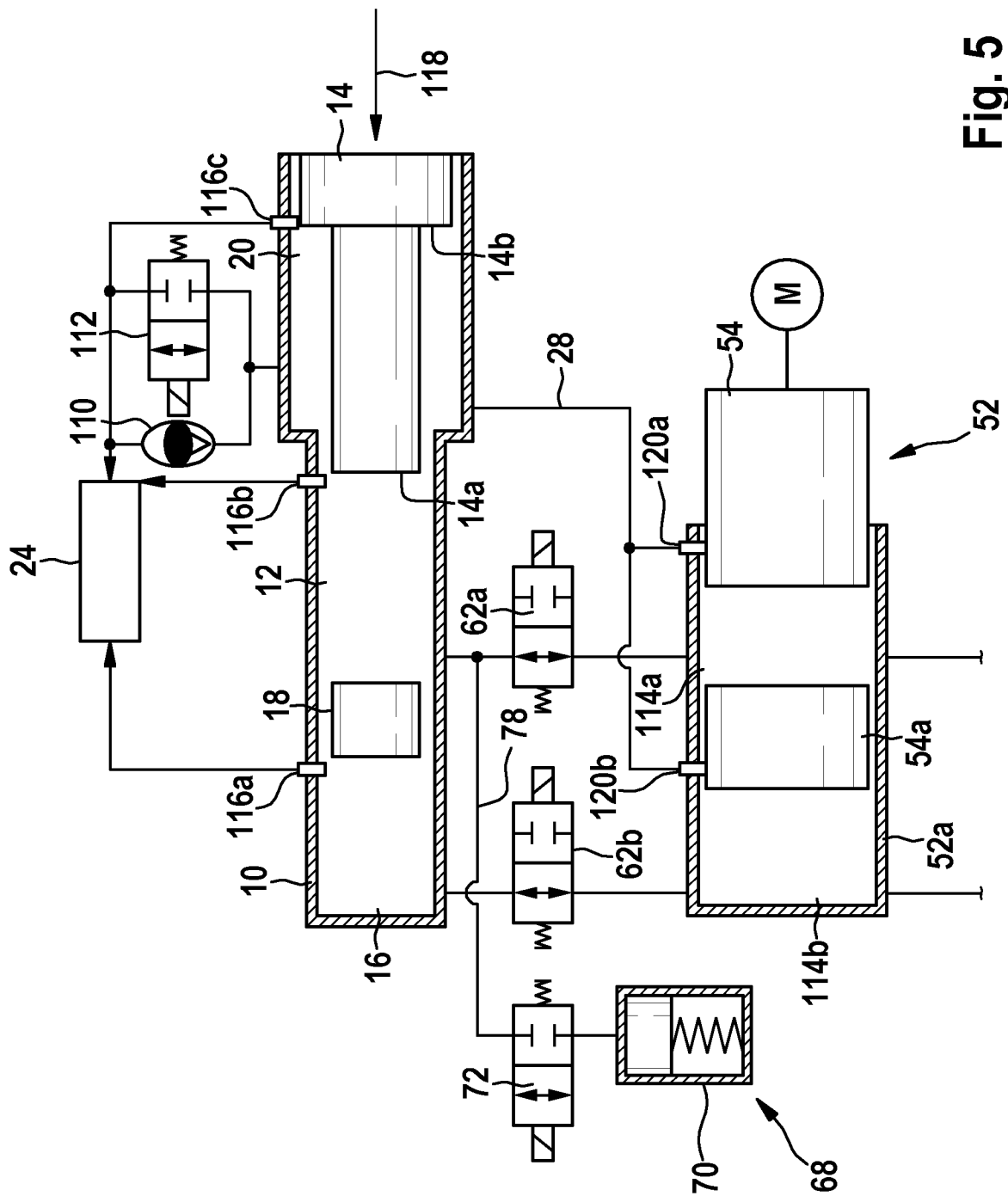


Fig. 5

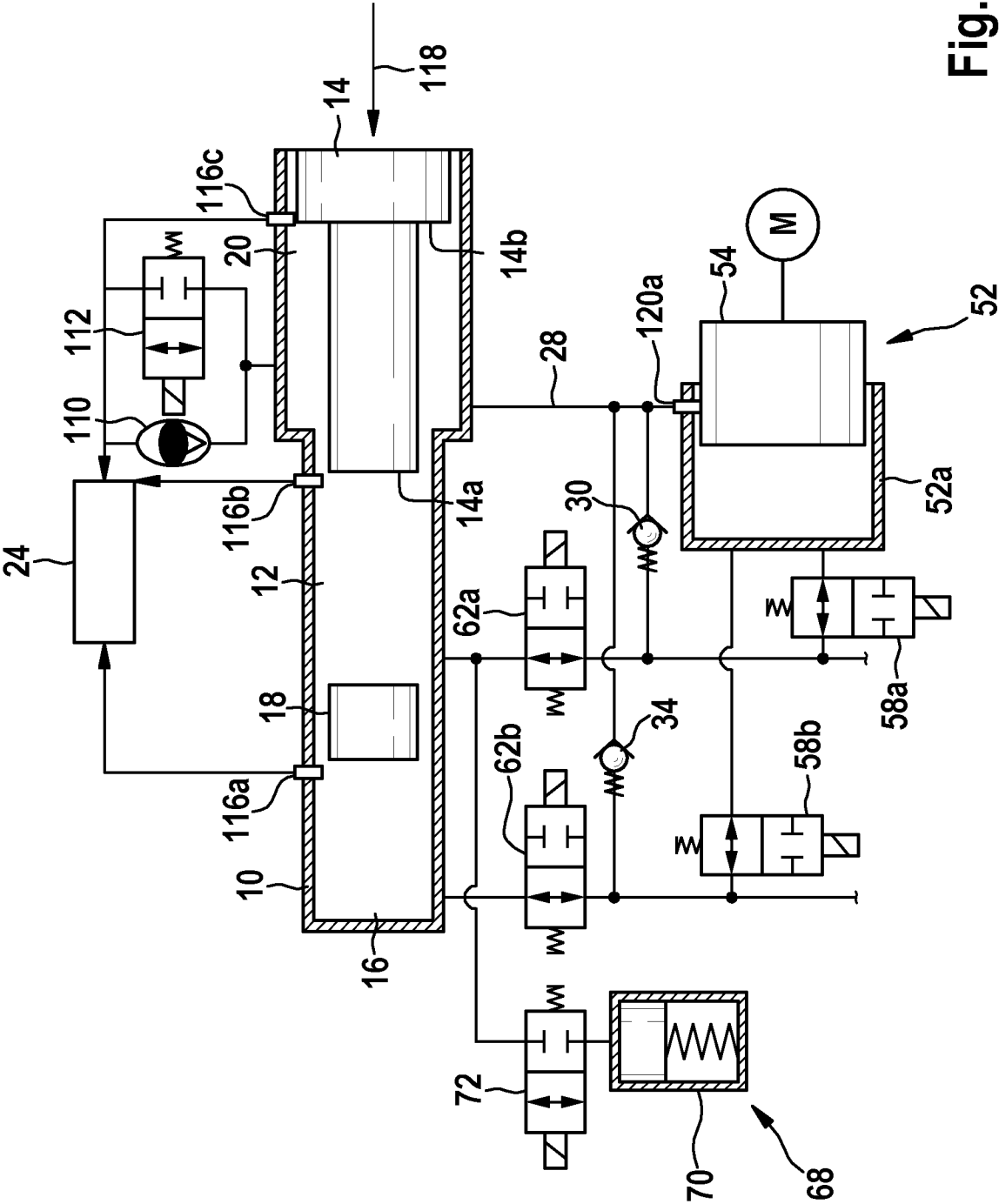
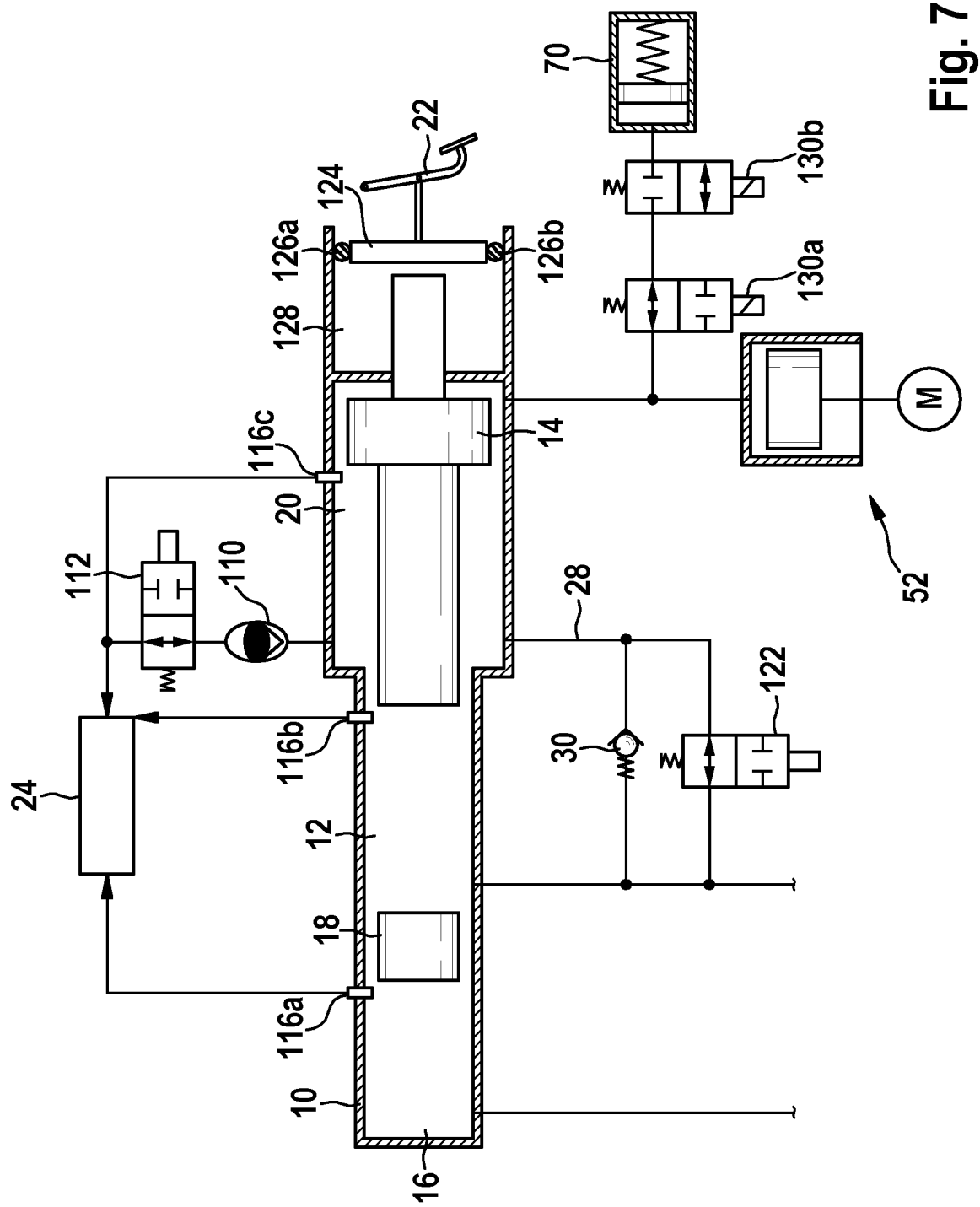


Fig. 6



10 / 10

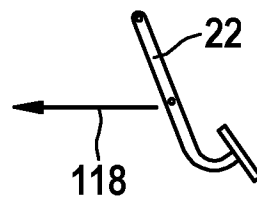
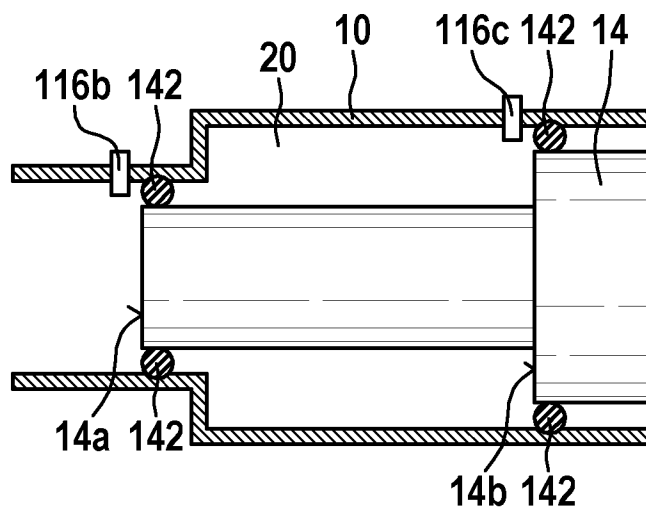


Fig. 8a

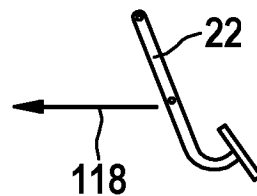
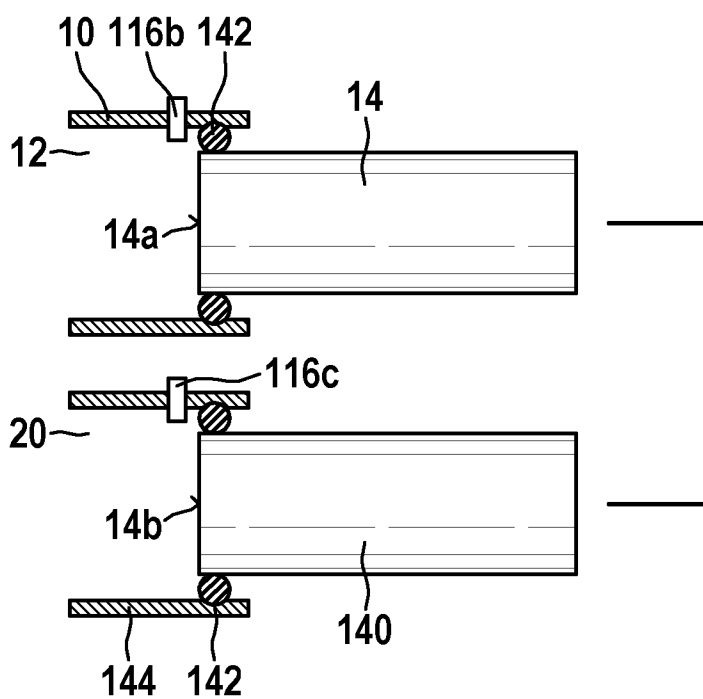


Fig. 8b

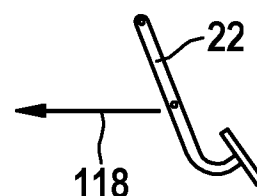
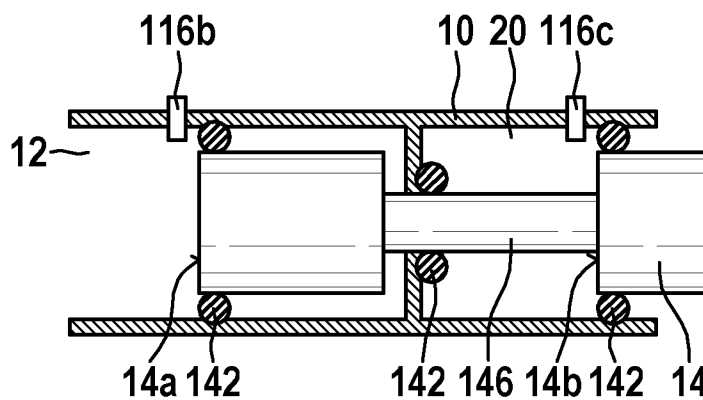


Fig. 8c