



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Bremsdrücke, und insbesondere eine elektrisch ansteuerbare Druckquelle (63), sowie für jede Radbremse einen radindividuellen Ausgangsdruckanschluss (20, 21, 22, 23) umfasst, wobei der Bremskraftverstärker (101) elektrisch ansteuerbar ausgeführt und eine zweite elektrohydraulische Bremsensteuervorrichtung (70) vorgesehen ist, welche eine zweite Druckregelventilanordnung (72, 6, 8), insbesondere zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke, umfasst, und welche in Reihe zwischen die erste Bremsensteuervorrichtung (60) und die Radbremsen (50, 51, 52, 53) geschaltet ist.

Bremsanlage für Fahrzeuge

Die Erfindung betrifft eine Bremsanlage für Fahrzeuge gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

5

Bei Kraftfahrzeugen sind elektrohydraulische Bremssysteme weit verbreitet. Es sind Bremsanlagen bekannt, z.B. aus der DE 10 2010 062 387 A1, welche einen Hauptbremszylinder, einen dem Hauptbremszylinder vorgeschalteten Vakuumbremskraftverstärker und eine elektrohydraulische ABS/ESP-Bremsensteuervorrichtung umfassen, wobei die Bremsensteuervorrichtung Druckregelventile und eine elektrisch ansteuerbare Pumpe zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke umfasst. Die vier Radbremsen sind an die radindividuellen Ausgangsdruckanschlüsse der Bremsensteuervorrichtung angeschlossen. Mittels der Pumpe ist ein aktiver, fremdangesteuerter Aufbau von Bremsdruck möglich, wodurch Bremsdruckregelfunktionen wie Antriebsschlupfregelung (ASR) und Fahrstabilitätsregelung (ESP) ermöglicht werden.

20 Es ist zu erwarten, dass zukünftig auch Fahrzeugbremssysteme zum Einsatz kommen werden, welche für automatisch fahrende Fahrzeuge geeignet sind. Diese Bremssysteme müssen grundsätzlich fremdansteuerbare Systeme sein. Dies bedeutet, dass eine Bremsanforderung über elektronische oder elektrische Steuerungssignale angefordert und vom System ohne Zutun des Fahrers umgesetzt werden kann. Hierbei muss aus Sicherheitsgründen eine ausreichend hohe Verfügbarkeit des Bremssystems bzw. der fremdansteuerbaren Bremsfunktion gewährleistet sein.

30 Bei der Bremsanlagen der DE 10 2010 062 387 A1 ist im Falle eines Ausfalls der Bremsensteuervorrichtung ein fremdangesteuerter (fahrerunabhängiger) Aufbau von Bremsdruck wie auch eine radindividuelle Bremsdruckregelung (z.B. Antiblockierregelung (ABS)) nicht mehr möglich. Eine solche Bremsanlage ist daher für

hochautomatisiert oder autonom fahrende Kraftfahrzeuge weniger geeignet.

Für das hochautomatische bzw. hochautomatisierte Fahren (HAF) ist ein Abschalten der Bremsanlage nach einem beliebigen Erstfehler nicht möglich. Es soll bei Ausfall eines, dem autonomen Fahren zugeordneten elektronischen Steuergerätes zumindest für einen vorgegebenen Zeitraum (z.B. einige Sekunden) eine funktionelle autonome Bremsfunktion wie auch Lenkfunktion noch dargestellt werden können, da nicht davon ausgegangen werden darf, dass der Fahrer unmittelbar nach einem Ausfall des Steuergerätes die Führung des Fahrzeugs übernehmen kann, sondern erst zur Wiederaufnahme der Fahraufgabe aufgefordert werden und sich auf diese einstellen muss.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Bremsanlage für Fahrzeuge bereitzustellen, mit der die Sicherheitsanforderungen des hochautomatisierten Fahrens oder des autonomen Fahrens erfüllt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bremsanlage gemäß Anspruch 1 gelöst.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass der Bremskraftverstärker elektrisch ansteuerbar ausgeführt wird und eine zusätzliche (zweite) elektrohydraulische Bremsensteuervorrichtung vorgesehen ist, welche eine zweite Druckregelventilanordnung umfasst und in Reihe zwischen die erste Bremsensteuervorrichtung und die Radbremsen geschaltet ist.

Die Erfindung bietet den Vorteil, dass bei einem beliebigen Einfachfehler der Bremsanlage ein sicheres Abbremsen des Fahrzeuges in beliebigen Fahrsituationen, d.h. insbesondere mit

radindividuellen Radbremsdrücken, weiterhin möglich ist, ohne dass die Unterstützung des Fahrers dafür notwendig wäre.

Die Erfindung bietet weiterhin den Vorteil, dass eine Bremsanlage
5 bereitgestellt wird, die eine redundante radindividuelle Bremsregelfunktion, insbesondere eine ESP-Funktion (Fahrstabilitätsfunktion, ESP: Electronic Stability Program), gewährleistet.

10 Die erfindungsgemäße Bremsanlage bietet weiterhin den Vorteil, dass sie optional in einem Fahrzeug bzw. in einer an sich bekannten Bremsanlage ergänzt werden kann, um ein hochautomatisiertes Fahren oder autonomes Fahren zu ermöglichen.

15 Bevorzugt ist der Bremskraftverstärker ein Unterdruckbremskraftverstärker (Vakuumbremskraftverstärker).

Die elektrisch ansteuerbare Druckquelle der ersten elektrohydraulischen Bremsensteuervorrichtung ist bevorzugt als eine
20 Hydraulikpumpe ausgebildet. Besonders bevorzugt wird die Hydraulikpumpe durch eine zweikreisige, von einem Elektromotor angetriebene Rückförderpumpe gebildet.

Eine Druckregelventilanordnung umfasst bevorzugt je Radbremse
25 mindestens ein elektrisch betätigbares Ventil, um radindividuelle Bremsdrücke an den radindividuellen Ausgangsdruckanschlüssen einstellen zu können.

Bevorzugt umfasst die zweite Bremsensteuervorrichtung keine
30 elektrisch ansteuerbare Druckquelle, da im Falle eines Ausfalls der elektrisch ansteuerbaren Druckquelle der ersten Bremsensteuervorrichtung ein fremdangesteuerter Druckaufbau mittels elektrischer Ansteuerung des Bremskraftverstärker möglich ist.

Der elektrisch ansteuerbare Bremskraftverstärker wird bevorzugt einen durch einen Hubmagneten betätigbarer aktiven Vakuumbremskraftverstärker (Booster) gebildet. Solche Vakuumbremskraftverstärker sind an sich bekannt.

5
Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bremsanlage ist die zweite Bremsensteuervorrichtung zur Ansteuerung des elektrisch betätigbaren Bremskraftverstärkers ausgeführt. Besonders bevorzugt sind Mittel vorgesehen, welche
10 eine Ansteuerung des Bremskraftverstärkers durch die zweite Bremsensteuervorrichtung ermöglichen. Ganz besonders bevorzugt ist die elektronische Steuer- und Regeleinheit der zweiten Bremsensteuervorrichtung über elektrische Leitungen mit dem Bremskraftverstärker verbunden, um diesen ansteuern zu können.
15 Vorteilhafterweise sind ein Vakuumsensor und der Hubmagnet des Vakuumbremskraftverstärkers mit der zweiten Bremsensteuervorrichtung verbunden.

Bevorzugt weist die erste Bremsensteuervorrichtung zumindest
20 einen Eingangsdruckanschluss auf, an welchen der Hauptbremszylinder angeschlossen ist.

Die zweite Bremsensteuervorrichtung umfasst bevorzugt für jede Radbremse einen radindividuellen Eingangsdruckanschluss.

25
Bevorzugt ist jeder Ausgangsdruckanschluss der ersten Bremsensteuervorrichtung an einen Eingangsdruckanschluss der zweiten Bremsensteuervorrichtung angeschlossen, so dass, insbesondere bei einem Ausfall der zweiten Bremsensteuervorrichtung,
30 die radindividuellen Radbremsdrücke der ersten Bremsensteuervorrichtung durch die zweite Bremsensteuervorrichtung zu den Radbremsen weitergeleitet werden können.

Die zweite Bremsensteuervorrichtung umfasst bevorzugt für jede Radbremse einen radindividuellen Ausgangsdruckanschluss, welcher mit, insbesondere genau, einer Radbremse verbunden ist. Die Ausgangsdruckleitungen der zweiten Bremsensteuervorrichtung sind besonders bevorzugt direkt mit den Radbremsen verbunden.

Zur Einstellung oder Regelung der radindividuellen Radbremsdrücke mittels der zweiten Bremsensteuervorrichtung umfasst diese bevorzugt für jede Radbremse ein elektrisch betätigbares Einlassventil, ein elektrisch betätigbares Auslassventil und einen Niederdruckspeicher. Besonders bevorzugt ist das Einlassventil analog ansteuerbar oder analogisiert ausgeführt.

Zur Druckregelung ist bevorzugt ein Drucksensor zur Bestimmung des Druckes an einem Ausgangsdruckanschluss je Radbremskreis in der zweiten Bremsensteuervorrichtung vorgesehen.

Bevorzugt ist die erste Bremsensteuervorrichtung einteilig als ein Bremsensteuergerät mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit und einer hydraulischen Steuer- und Regeleinheit ausgeführt.

Ebenso ist die zweite Bremsensteuervorrichtung bevorzugt einteilig als ein Bremsensteuergerät mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit und einer hydraulischen Steuer- und Regeleinheit ausgeführt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bremsanlage sind für jedes der mit einer Radbremse versehenen Räder zumindest zwei Einrichtungen zur Erfassung einer Raddrehzahl vorgesehen, wobei jeweils das Signal einer der Einrichtungen der ersten Bremsensteuervorrichtung und das Signal der andere Einrichtung der zweiten Bremsensteuervorrichtung zugeführt wird.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bremsanlage ist für jedes der mit einer Radbremse versehenen Räder zumindest eine redundant ausgeführte Einrichtung zur Erfassung einer Raddrehzahl vorgesehen, wobei
5 jeweils ein Signal der Einrichtung der ersten Bremsensteuervorrichtung und das andere Signal der zweiten Bremsensteuervorrichtung zugeführt wird.

Bei beiden Ausführungsformen stehen so jedem der Bremsen-
10 steuervorrichtungen die Raddrehzahlinformationen aller Räder unabhängig voneinander zur Bremsdruckregelung zur Verfügung.

Zur redundanten Ausführung von Fahrdynamikregelfunktionen sind bevorzugt zumindest zwei Gierratensensoren oder zwei Sensor-
15 cluster mit je zumindest einem Gierratensensor vorgesehen, wobei der eine Gierratensensor / Sensorcluster der ersten Bremsensteuervorrichtung und der andere Gierratensensor / Sensorcluster der zweiten Bremsensteuervorrichtung zugeordnet ist.

20 Alternativ ist es bevorzugt, dass ein doppelt ausgeführter Gierratensensor oder Sensorcluster vorgesehen ist, dessen beiden unabhängigen Signale der ersten und der zweiten Bremsensteuervorrichtung bereitgestellt werden.

25 Bevorzugt übernimmt bei Ausfall der ersten Bremsensteuervorrichtung die zweite Bremsensteuervorrichtung, (möglichst ohne Verzögerung) die Bremsfunktionen. Besonders bevorzugt übernimmt die zweite Bremsensteuervorrichtung die Druckaufbaufunktion mittels des elektrisch betätigbaren Bremskraftverstärkers oder
30 die Fahrdynamikregelfunktion / Stabilitätsregelfunktion mittels des elektrisch betätigbaren Bremskraftverstärkers und der zweiten Druckregelventilanordnung.

Neben einfachen Bremsfunktionen führt die Bremsanlage bevorzugt Fahrdynamikregelfunktionen (elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP), Electronic Stability Control (ESC)) und/oder sonstige Bremsaktivierungen (wie Active Cruise Control (ACC)) redundant
5 fremdangesteuert durch.

Bevorzugt umfasst die Bremsanlage zumindest zwei Bremsen-
steuervorrichtung, eine erste Bremsensteuervorrichtung, welche
besonders bevorzugt gleich oder ähnlich einer konventionellen
10 oder an sich bekannten ABS/ESP-Bremsensteuervorrichtung ist, und
eine zweite Bremsensteuervorrichtung, welche in einer hyd-
raulischen Reihenschaltung der ersten Bremsensteuervorrichtung
nachgeschaltet ist und zur Ansteuerung des elektrisch
betätigbaren Bremskraftverstärkers ausgeführt ist.

15

Bevorzugt sind die Bremsensteuervorrichtungen so ausgelegt, dass
im Normalbetrieb (kein Ausfall einer Bremsensteuervorrichtung)
sich eine Bremsensteuervorrichtung (vorteilhafterweise die
zweite Bremsensteuervorrichtung) in einem passiven Modus (z.B.
20 nur Selbstüberwachung und Test) befindet und die andere
Bremsensteuervorrichtung (vorteilhafterweise die erste Brem-
sensteuervorrichtung) die übliche Regelfunktionen ausführt.

Bevorzugt umfasst die zweite Bremsensteuervorrichtung eine
25 Druckregelventilanordnung und keine Druckquelle, und es sind
Mittel zur Ansteuerung des elektrisch ansteuerbaren Bremskraft-
verstärkers mittels der elektronischen Steuer- und Regeleinheit
der zweiten Bremsensteuervorrichtung vorgesehen.

30 Die hydraulische und elektrische Verschaltung der Bremsanlage
ist bevorzugt derart ausgeführt, dass die erste Bremsensteu-
ervorrichtung unabhängig von der zweiten Bremsensteuervor-
richtung diverse oder alle Bremsregelfunktionen durchführen kann
und dass auch die zweite Bremsensteuervorrichtung mittels

Ansteuerung des Bremskraftverstärkers und der zweiten Druckregelventilanordnung diverse oder sogar alle Bremsregelfunktionen, und besonders bevorzugt auch die Bremsung von einzelnen oder mehreren Rädern zu Spurhalte- oder Lenkbeeinflussungen, durchführen kann.

Bevorzugt werden die erste Bremsensteuervorrichtung und die zweite Bremsensteuervorrichtung aus mehr als einer elektrischen Energiequelle versorgt. Besonders bevorzugt haben die erste Bremsensteuervorrichtung und die zweite Bremsensteuervorrichtung zumindest eine im Wesentlichen unabhängige elektrische Energieversorgung, insbesondere Spannungsversorgung.

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

Es zeigen schematisch:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage, und

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer zweiten Bremsensteuervorrichtung.

25

Fig. 1 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage. Die beispielesgemäße Bremsanlage umfasst ein Bremspedal 100, einen Hauptbremszylinder (Tandemhauptbremszylinder) 102 mit zugeordnetem Druckmittelvorratsbehälter 103, einen dem Hauptbremszylinder vorgeschalteten, elektrisch ansteuerbaren (aktiven) Vakuumbremskraftverstärker 101, eine erste elektrohydraulische Bremsensteuervorrichtung 60, eine zweite elektrohydraulische Bremsensteuervorrichtung 70 und vier hydraulische Radbremsen 50, 51, 52, 53.

Die beiden Druckräume des Tandemhauptbremszylinders 102 sind über Bremskreisleitungen 25, 26 mit den zwei Eingangsdruckanschlüssen der Bremsensteuervorrichtung 60 verbunden. Die erste Bremsensteuervorrichtung 60 besitzt radindividuelle Ausgangsdruckanschlüsse 20, 21, 22, 23 und die zweite Bremsensteuervorrichtung 70 besitzt radindividuelle Eingangsdruckanschlüsse 30, 31, 32, 33. Jeder Ausgangsdruckanschlüsse 20, 21, 22, 23 ist mit genau einem der Eingangsdruckanschlüsse 30, 31, 32, 33 über eine Bremsleitung BL1, BL2, BL3, BL4 verbunden. Die zweite Bremsensteuervorrichtung 70 besitzt radindividuelle Ausgangsdruckanschlüsse 40, 41, 42, 43, welche über Bremsleitungen BL1', BL2', BL3', BL4' an je eine der Radbremsen 50, 51, 52, 53 angeschlossen sind. Die zweite elektrohydraulische Bremsensteuervorrichtung 70 ist somit hydraulisch in Reihe zwischen die erste Bremsensteuervorrichtung 60 und die Radbremsen 50, 51, 52, 53 geschaltet.

Bremsensteuervorrichtung 60 ist beispielsweise einteilig als ein Bremsensteuergerät (HECU) mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (ECU) und einer hydraulischen Steuer- und Regeleinheit (HCU) ausgeführt.

Die hydraulische Einheit der Bremsensteuervorrichtung 60 umfasst beispielsweise vier Radbremskreise mit den zugeordneten vier Ausgangsdruckanschlüssen 20, 21, 22, 23, die in zwei Bremskreisen angeordnet sind, und eine Druckregelventilanordnung 62 zum Einstellen radindividueller Radbremsdrücke. Vorteilhafterweise ist in der hydraulischen Einheit eine elektrisch ansteuerbare Druckquelle 63, z.B. eine zweikreisige Pumpe, vorgesehen, um z.B. Druckmittel rückfördern oder Bremsdruck aktiv aufbauen zu können.

Vorteilhafterweise ist die Bremsensteuervorrichtung 60 als eine an sich bekannt ABS/ESP-Bremsregeleinheit ausgeführt, die eine

Druckregelventilanordnung 62 mit zwölf Ventilen zur Regelung der Radbremsdrücke, einen Niederdruckspeicher je Bremskreis und eine zweikreisige Rückförderpumpe umfasst. Z.B. umfasst die hydraulischen Steuer- und Regeleinheit ein Einlass- und ein Auslassventil je Radbremse sowie ein Trenn- und ein Umschaltventil und einen Niederdruckspeicher je Bremskreis.

Bremsensteuervorrichtung 70 ist beispielsweise einteilig als ein Bremsensteuergerät (HECU) mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (ECU) und einer hydraulischen Steuer- und Regeleinheit (HCU) ausgeführt.

Der aktive Vakuumbremskraftverstärker 101 umfasst einen Vakuumsensor und einen Elektromagnet (Hubmagnet) für die Boosterregelung, welche schematisch durch das Bezugszeichen 80 angedeutet sind. Die elektronische Steuer- und Regeleinheit der Bremsensteuervorrichtung 70 ist zur Ansteuerung des Vakuumbremskraftverstärkers 101 ausgeführt, und daher über entsprechende Leitungen 81 mit diesem, insbesondere mit dem Vakuumsensor und dem Elektromagnet, verbunden.

Die hydraulische Einheit der Bremsensteuervorrichtung 70 umfasst beispielsweise vier Radbremskreise mit den zugeordneten vier Eingangsdruckanschlüssen 30, 31, 32, 33 und Ausgangsdruckanschlüssen 40, 41, 42, 43 sowie eine Druckregelventilanordnung 72 zum Einstellen radindividueller Radbremsdrücke. Da die Bremsensteuervorrichtung 70 zur Ansteuerung des elektrisch ansteuerbaren Vakuumbremskraftverstärker 101 zum Aufbau eines Bremsdruckes geeignet ist, umfasst die Bremsensteuervorrichtung 70 vorteilhafterweise keine elektrisch ansteuerbare Druckquelle.

Dem Rad jeder Radbremse 50, 51, 52, 53 sind beispielsweise zwei Raddrehzahlsensoren zugeordnet, d.h. Raddrehzahlsensoren WSS1

und WSS1' für das Rad der Radbremse 50, Raddrehzahlsensoren WSS2 und WSS2' für das Rad der Radbremse 51, Raddrehzahlsensoren WSS3 und WSS3' für das Rad der Radbremse 52, Raddrehzahlsensoren WSS4 und WSS4' für das Rad der Radbremse 53. Jeweils das Signal des
5 einen Raddrehzahlsensors WSS1, WSS2, WSS3, WSS4 wird der ersten Bremsensteuervorrichtung 60 über eine Signalleitung 90, 91, 92, 93 zugeführt, das Signal des anderen Raddrehzahlsensors WSS1', WSS2', WSS3', WSS4' wird über eine Signalleitung 94, 95, 96, 97 der zweiten Bremsensteuervorrichtung 70 zugeführt.

10

Die zusätzlichen zweiten Raddrehzahlsensoren WSS1', WSS2', WSS3', WSS4', welche der zweiten Bremsensteuervorrichtung 70 zugeführt werden, sind für eine Schlupfregelung vorteilhaft, wenn keine anderen Ersatzinformationen zur Verfügung stehen oder
15 ausreichend sind.

Anstelle von zumindest zwei Einrichtungen je Radbremse zur Erfassung der Raddrehzahl kann auch eine redundant ausgeführte Einrichtung zur Erfassung der Raddrehzahl (redundanter Raddrehzahlsensor) vorgesehen sein, welche zwei voneinander un-
20 abhängige Raddrehzahlssignale liefert.

Die Bremsanlage erlaubt durch die elektrische Ansteuerbarkeit des Vakuumbremskraftverstärkers 101 durch die zweite Bremsensteuervorrichtung 70 und die Druckregelventilanordnung 72 der
25 zweiten Bremsensteuervorrichtung 70 eine redundante Fremdansteuerung sowie redundante radindividuelle Bremsregelung der Bremsanlage.

Beispielsweise wird eine an sich bekannte Bremsanlage mit Hauptbremszylinder 102 und (erster) elektrohydraulischer Bremsensteuervorrichtung 60 durch eine zusätzliche (zweite) elektrohydraulische Bremsensteuervorrichtung 70 mit elektro-
30 nischer Steuer- und Regeleinheit (ECU) und hydraulischer Steuer-

und Regeleinheit (HCU) erweitert, wobei die Bremsensteuervorrichtung 70 eine funktionale Einheit aus elektrischer Ansteuerung eines aktiven Vakuumbremskraftverstärkers (in der ECU der Bremsensteuervorrichtung 70) und der ersten Bremsensteuervorrichtung 60 nachgeschalteter Druckregelventilanordnung 72 (in der HCU der Bremsensteuervorrichtung 70) mit zugehöriger elektrischer Ansteuerung (in der ECU der Bremsensteuervorrichtung 70) darstellt.

10 In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel einer zweiten elektrohydraulischen Bremsensteuervorrichtung 70 dargestellt. Die Bremsensteuervorrichtung 70 ist einteilig ausgeführt, d.h. als ein Bremsensteuerggerät, welches eine elektronische Steuer- und Regeleinheit (ECU) und eine hydraulische Steuer- und Regel-

15 einheit (HCU) umfasst.

Beispielsgemäß ist die Bremsensteuervorrichtung 70 für vier Radbremsen 50, 51, 52, 53 dargestellt, eine Erweiterung auf mehr Radbremsen ist einfach möglich. Beispielsgemäß ist die Radbremse

20 50 dem rechten Vorderrad (FR), die Radbremse 51 dem linken Vorderrad (FL), die Radbremse 52 dem rechten Hinterrad (RR) und die Radbremse 53 dem linken Hinterrad (RL) zugeordnet. Andere Bremskreisaufteilungen sind möglich.

25 An die vier, radindividuellen Eingangsdruckanschlüsse 30, 31, 32, 33 der Bremsensteuervorrichtung 70 ist je eine Bremsleitung BL1, BL2, BL3, BL4 angeschlossen, welche je von einem der radindividuellen Ausgangsdruckanschlüsse 20, 21, 22, 23 der nicht dargestellten ersten Bremsensteuervorrichtung 60 kommt. An

30 die vier, radindividuellen Ausgangsdruckanschlüsse 40, 41, 42, 43 der Bremsensteuervorrichtung 70 ist je eine Bremsleitung BL1', BL2', BL3', BL4' angeschlossen, welche zu einer der Radbremsen 50, 51, 52, 53 führt.

Bremsensteuervorrichtung 70 umfasst beispielsweise vier (für jede Radbremse einen Druckregelkreis) identische, vollständig getrennte Druckregelkreise mit jeweils einem elektrisch betätigbaren, vorteilhafterweise stromlos offenen, Einlassventil 8, einem elektrisch betätigbaren, vorteilhafterweise stromlos geschlossenen, Auslassventil 6 und einem Niederdruckspeicher 7.

Je Druckregelkreis ist in der Verbindung zwischen jeweiligem Eingangs- und Ausgangsdruckanschluss eine Parallelschaltung von Einlassventil 8 einerseits und Hintereinanderschaltung von in Richtung des Eingangsanschlusses öffnendem Rückschlagventil 9 und Auslassventil 6 andererseits angeordnet.

Beispielgemäß ist dem Einlassventil 8 ein weiteres (nicht näher bezeichnetes), in Richtung des Eingangsanschlusses öffnendes Rückschlagventil parallel geschaltet.

Beispielgemäß sind die Einlassventil 8 analogisiert oder anlog ansteuerbar ausgeführt, um im Falle einer Bremsdruckregelung mittels der Bremsensteuervorrichtung 70 eine möglichst genaue Radbremsdruckregelung zu ermöglichen.

Zum Bremsdruckabbau während einer Antiblockierregelung ist jede Radbremse über das Auslassventil 6 mit dem zugeordneten Niederdruckspeicher 7 verbindbar. Das Volumen, das durch die Auslassventile 6 abgelassen wird, wird in den vorgesehenen Niederdruckspeichern 7 gespeichert. Nach Ende der Bremsregelung können die Niederdruckspeichern 7 sich über die Rückschlagventile 9 wieder selbsttätig entleeren.

Bremsensteuervorrichtung 70 umfasst keine Pumpe.

Weiterhin ist beispielsweise ein Drucksensor 5 je Radbremskreis

vorgesehen, um den vom Vakuumbremskraftverstärker eingeregelter Druck zu messen.

Optional kann die Bremsensteuervorrichtung 70 mit weniger
5 Drucksensoren ausgestattet sein, wenn auf eine radindividuelle Druckregelllung verzichtet werden kann oder eine Druckschätzung ausreicht.

Um in der erfindungsgemäßen Bremsanlage Stabilitätsregel-
10 funktionen redundant durchführen zu können, sind vorteilhafterweise auch die für die Regelfunktion notwendigen Sensorsignale, insbesondere das Gierratensignal, redundant verfügbar. So sind in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 beispielsweise zumindest zwei Gierratensensoren 15, 16 bzw. zwei
15 Sensorcluster mit zumindest einem Gierratensensor vorgesehen, wobei der eine Gierratensensor / Sensorcluster 15 mit der elektronischen Steuer- und Regeleinheit der ersten Bremsensteuervorrichtung 60 und der andere Gierratensensor / Sensorcluster 16 mit der elektronischen Steuer- und Regeleinheit der
20 zweiten Bremsensteuervorrichtung 70 verbunden ist.

Alternativ kann ein doppelt ausgeführter Gierratensensor oder Sensorcluster vorgesehen sein, der zwei unabhängige Signale bereitstellt. Das eine Signal wird der ersten Bremsensteuer-
25 vorrichtung und das andere Signal der zweiten Bremsensteuervorrichtung zugeführt.

In einer ersten Betriebsart der Bremsanlage zur Fahrdynamikregelung (erster remote control Modus), z.B. in einem fehlerfreien Zustand der Bremsanlage, wird mittels der elektrisch
30 betätigbaren Druckquelle 63 (z.B. mittels des Motor-Pumpen-Aggregats) der ersten Bremsensteuervorrichtung 60 ein Bremsdruck aktiv aufgebaut und mittels der Druckregellventilanordnung 62 der ersten Bremsensteuervorrichtung 60

radindividuelle Radbremsdrücke eingestellt. Druckquelle 63 und Druckregelventilanordnung 62 der ersten Bremsensteuervorrichtung 60 werden von der elektronischen Steuer- und Regeleinheit der ersten Bremsensteuervorrichtung 60 angesteuert. Die
5 zweite Bremsensteuervorrichtung 70 leitet die radindividuellen Bremsdrücke lediglich weiter/durch, z.B. über stromlos offene Einlassventile 8.

In einer zweiten Betriebsart der Bremsanlage zur Fahrdynamikregelung (zweiter remote control Modus), z.B. bei einem Fehler
10 in der ersten Bremsensteuervorrichtung 60, wird mittels der elektronischen Steuer- und Regeleinheit der zweiten Bremsensteuervorrichtung 70 der Bremskraftverstärker zum aktiven Aufbau eines Bremsdrucks in dem Hauptbremszylinder angesteuert. Die
15 erste Bremsensteuervorrichtung 60 leitet die radindividuellen Bremsdrücke lediglich weiter/durch, z.B. über stromlos offene Einlassventile. Die Einstellung radindividueller Radbremsdrücke wird mittels der Druckregelventilanordnung 72 der zweiten
Bremsensteuervorrichtung 70 durchgeführt, welche ebenso durch
20 die zweite elektronische Steuer- und Regeleinheit der zweiten Bremsensteuervorrichtung 70 angesteuert wird.

Die Bremsanlage umfasst weiterhin vorteilhafterweise eine dritte elektronische Steuer- und Regeleinheit oder ist mit einer dritten
25 elektronischen Steuer- und Regeleinheit verbunden (nicht dargestellt). Diese dient z.B. zur Steuerung weiteren Fahrzeugfunktionen, insbesondere der Funktionen zum hochautomatisierten oder autonomen Fahren (HAF). Die dritte Steuer- und Regeleinheit gibt beispielsweise eine Bremsanforderung, im Sinne
30 einer remote control Vorgabe, an die Bremsanlage vor, welche an die Bremsensteuervorrichtungen 60, 70 weitergeleitet wird. Hierzu sind die Bremsensteuervorrichtung 60 über eine erste Datenverbindung, z.B. einen ersten Datenbus, und die Bremsensteuervorrichtung 70 über eine zweite Datenverbindung, z.B.

einen zweiten Datenbus, mit der dritten Steuer- und Regeleinheit verbunden. Die dritte Steuer- und Regeleinheit ist z.B. ein Fahrzeug-Controller oder ein HAF-Controller.

- 5 Durch die Erfindung wird eine redundante Bremsanlage bereitgestellt, welche nach einem beliebigen Fehler einer Komponente weiterhin fremdansteuerbar ist. Weiterhin kann die Bremsanlage, wenn von Fahrzeugseite die Anforderung gegeben wird, auch die Stabilitätsregelfunktionen (ESP) ausführen.

Patentansprüche:

1. Bremsanlage für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, mit
einem Hauptbremszylinder (102), insbesondere Tandem-
5 hauptbremszylinder, einem dem Hauptbremszylinder vor-
geschalteten Bremskraftverstärker (101), insbesondere
zumindest vier, hydraulisch betätigbaren Radbremsen (50, 51,
52, 53) und einer ersten elektrohydraulischen Bremsen-
steuervorrichtung (60), welche eine erste Druckregelventil-
10 anordnung (62) zum Einstellen radindividueller Bremsdrücke,
und insbesondere eine elektrisch ansteuerbare Druckquelle
(63), sowie für jede Radbremse einen radindividuellen
Ausgangsdruckanschluss (20, 21, 22, 23) umfasst, dadurch
gekennzeichnet, dass der Bremskraftverstärker (101)
15 elektrisch ansteuerbar ausgeführt und eine zweite elekt-
rohydraulische Bremsensteuervorrichtung (70) vorgesehen
ist, welche eine zweite Druckregelventilanordnung (72, 6,
8), insbesondere zum Einstellen radindividueller Brems-
drücke, umfasst, und welche in Reihe zwischen die erste
20 Bremsensteuervorrichtung (60) und die Radbremsen (50, 51,
52, 53) geschaltet ist.
2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass
die zweite Bremsensteuervorrichtung (70) keine, insbe-
25 sondere elektrisch ansteuerbare, Druckquelle umfasst.
3. Bremsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**,
dass der elektrisch ansteuerbare Bremskraftverstärker ein
durch einen Hubmagneten (80) betätigbarer aktiver Vakuum-
30 bremskraftverstärker ist.
4. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass die zweite Bremsensteuervorrichtung
(70) zur Ansteuerung des elektrisch betätigbaren Brems-

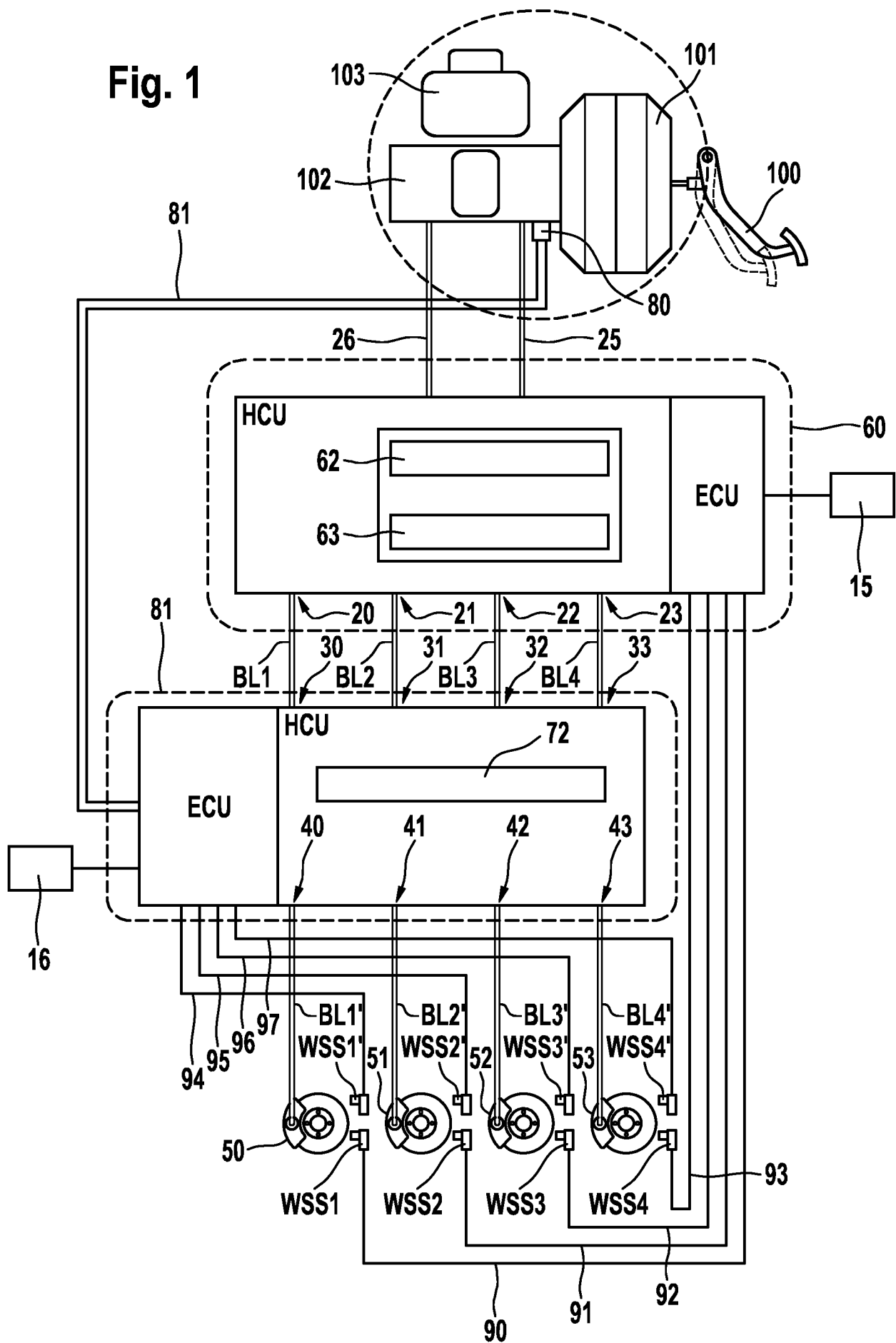
kraftverstärkers ausgeführt ist, insbesondere dass Mittel (81) zur Ansteuerung des Bremskraftverstärkers durch die zweite Bremsensteuervorrichtung (70) vorgesehen sind.

- 5 5. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erste Bremsensteuervorrichtung (60) zumindest einen Eingangsdruckanschluss (25, 26) aufweist, an welchen der Hauptbremszylinder (102) angeschlossen ist.
- 10 6. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zweite Bremsensteuervorrichtung (70) für jede Radbremse (50, 51, 52, 53) einen radindividuellen Eingangsdruckanschluss (30, 31, 32, 33) umfasst.
- 15 7. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass jeder Ausgangsdruckanschluss (20, 21, 22, 23) der ersten Bremsensteuervorrichtung (60) an einen Eingangsdruckanschluss (30, 31, 32, 33) der zweiten
- 20 Bremsensteuervorrichtung angeschlossen ist.
8. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zweite Bremsensteuervorrichtung (70) für jede Radbremse einen radindividuellen Ausgangsdruckanschluss (40, 41, 42, 43) umfasst, welcher mit,
- 25 insbesondere genau, einer Radbremse (50, 51, 52, 53) verbunden ist.
9. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zweite Bremsensteuervorrichtung (70) für jede Radbremse ein elektrisch betätigbares, insbesondere analog ansteuerbares oder analogisiert ausgeführtes, Einlassventil (8), ein elektrisch betätigbares
- 30

Auslassventil (6) und einen Niederdruckspeicher (7), und insbesondere einen Drucksensor (5), umfasst.

- 5 10. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erste Bremsensteuervorrichtung (60) einteilig als ein Bremsensteuergerät mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (ECU) und einer hydraulischen Steuer- und Regeleinheit (HCU) ausgeführt ist.
- 10 11. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass die zweite Bremsensteuervorrichtung (70) einteilig als ein Bremsensteuergerät mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (ECU) und einer hydraulischen Steuer- und Regeleinheit (HCU) ausgeführt ist.
- 15 12. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass für jedes der mit einer Radbremse (50, 51, 52, 53) versehenen Räder
- 20 • zumindest zwei Einrichtungen (WSS1, WSS1'; WSS2, WSS2'; WSS3, WSS3'; WSS4, WSS4') zur Erfassung einer Raddrehzahl vorgesehen sind, wobei jeweils das Signal einer der Einrichtungen (WSS1; WSS2; WSS3; WSS4) der ersten Bremsensteuervorrichtung (60) und das Signal der andere Einrichtung (WSS1'; WSS2'; WSS3'; WSS4') der zweiten Bremsensteuervorrichtung (70) zugeführt wird, oder
 - 25 • zumindest eine redundant ausgeführte Einrichtung zur Erfassung einer Raddrehzahl vorgesehen ist, wobei jeweils ein Signal der Einrichtung der ersten Bremsensteuervorrichtung (60) und das andere Signal der
 - 30 zweiten Bremsensteuervorrichtung (70) zugeführt wird.

Fig. 1



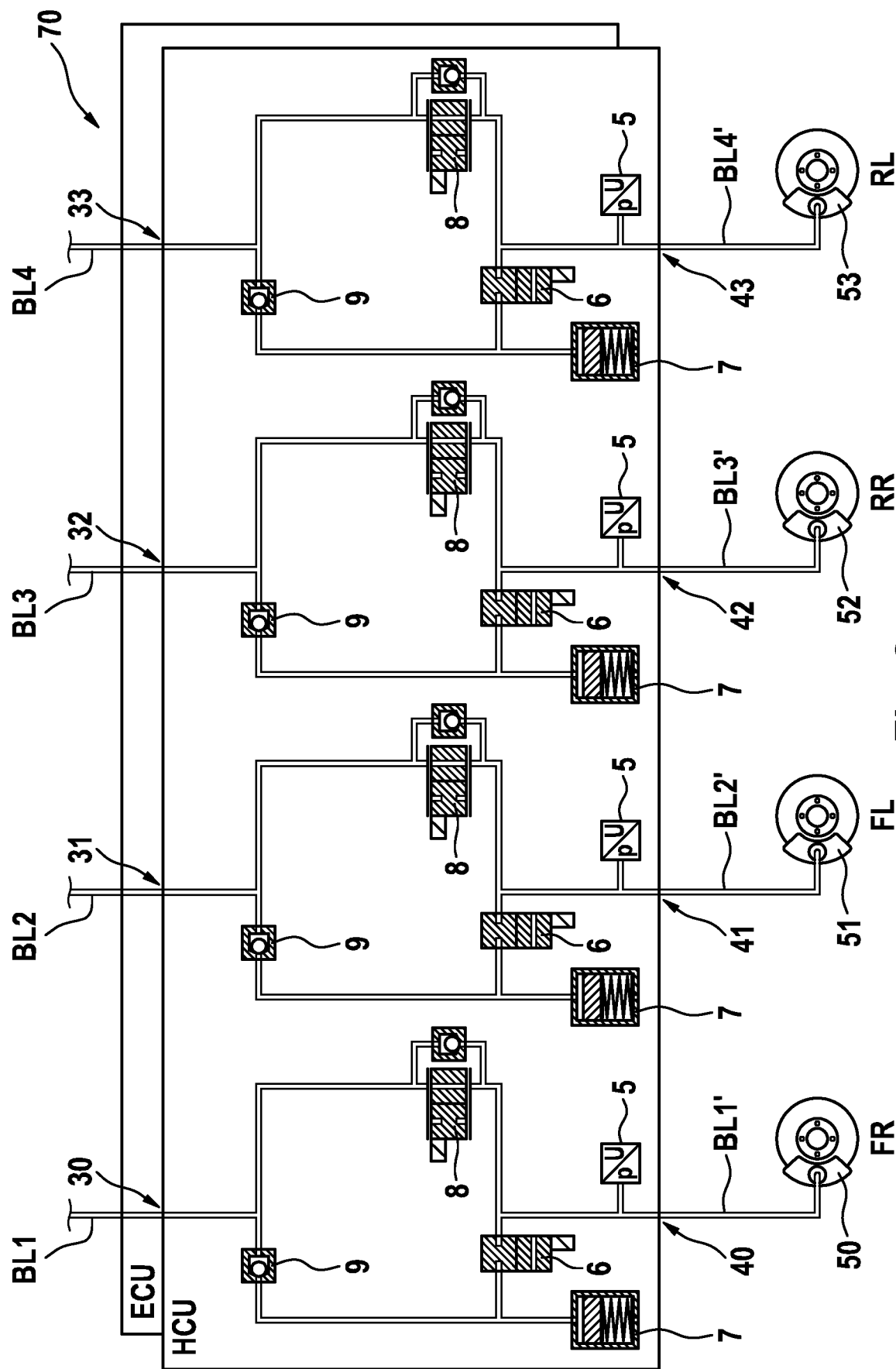


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/077872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/92 B60T7/12
ADD. B60T8/48

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)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 11 360 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 25 September 1997 (1997-09-25)	1-3,5-8
Y	column 4, line 19 - column 5, line 63;	4,11
A	figure 1	9
	column 12, line 10 - column 14, line 57	

Y	DE 198 43 221 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC [US] CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 15 July 1999 (1999-07-15)	4,11
	column 4, line 43 - column 5, line 39;	
	figure	

A	WO 2012/143312 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; BILLER HARALD [DE]; BESIER MARCO []) 26 October 2012 (2012-10-26)	1,5,7,8, 10-12
	page 17, last paragraph; figure	
	page 19, paragraph 2 - page 22, last paragraph	

	-/--	



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

20 February 2015

Date of mailing of the international search report

03/03/2015

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Meijs, Paul

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/077872

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2010 003237 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29 September 2011 (2011-09-29) paragraph [0027] - paragraph [0030]; claims 1,6; figure 2 -----	1,5,8-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/077872

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19611360 A1	25-09-1997	DE 19611360 A1	25-09-1997
		FR 2746357 A1	26-09-1997
		GB 2311345 A	24-09-1997
		IT RM970128 A1	22-09-1997
		JP 3055097 B2	19-06-2000
		JP H1035437 A	10-02-1998
		US 5984429 A	16-11-1999

DE 19843221 A1	15-07-1999	NONE	

WO 2012143312 A1	26-10-2012	DE 102012205861 A1	25-10-2012
		WO 2012143312 A1	26-10-2012

DE 102010003237 A1	29-09-2011	DE 102010003237 A1	29-09-2011
		US 2011233011 A1	29-09-2011
		US 2014035353 A1	06-02-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/077872

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T8/92 B60T7/12
ADD. B60T8/48

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte 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)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 196 11 360 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 25. September 1997 (1997-09-25)	1-3,5-8
Y	Spalte 4, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 63;	4,11
A	Abbildung 1	9
	Spalte 12, Zeile 10 - Spalte 14, Zeile 57	

Y	DE 198 43 221 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC [US] CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 15. Juli 1999 (1999-07-15)	4,11
	Spalte 4, Zeile 43 - Spalte 5, Zeile 39;	
	Abbildung	

A	WO 2012/143312 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; BILLER HARALD [DE]; BESI MARCO []) 26. Oktober 2012 (2012-10-26)	1,5,7,8, 10-12
	Seite 17, letzter Absatz; Abbildung	
	Seite 19, Absatz 2 - Seite 22, letzter Absatz	

	-/--	



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

20. Februar 2015

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/03/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meijs, Paul

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/077872

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 003237 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29. September 2011 (2011-09-29) Absatz [0027] - Absatz [0030]; Ansprüche 1,6; Abbildung 2 -----	1,5,8-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/077872

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19611360 A1	25-09-1997	DE 19611360 A1	25-09-1997
		FR 2746357 A1	26-09-1997
		GB 2311345 A	24-09-1997
		IT RM970128 A1	22-09-1997
		JP 3055097 B2	19-06-2000
		JP H1035437 A	10-02-1998
		US 5984429 A	16-11-1999

DE 19843221 A1	15-07-1999	KEINE	

WO 2012143312 A1	26-10-2012	DE 102012205861 A1	25-10-2012
		WO 2012143312 A1	26-10-2012

DE 102010003237 A1	29-09-2011	DE 102010003237 A1	29-09-2011
		US 2011233011 A1	29-09-2011
		US 2014035353 A1	06-02-2014
