



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 19 663 A1** 2004.11.18

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 19 663.3**

(22) Anmeldetag: **02.05.2003**

(43) Offenlegungstag: **18.11.2004**

(51) Int Cl.7: **B60T 8/00**

**B60T 13/12, B60T 13/74**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

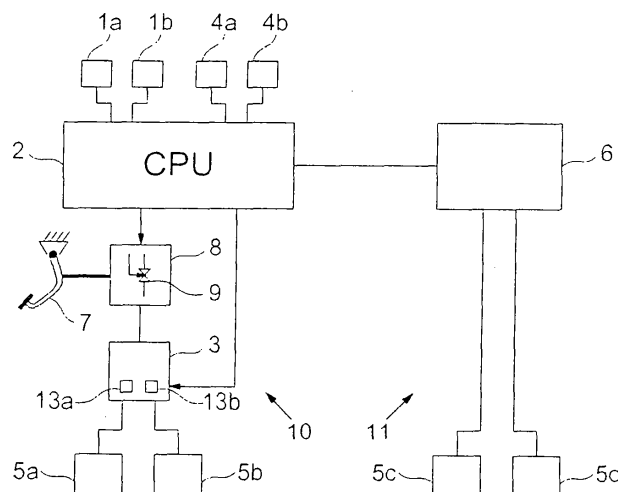
(72) Erfinder:

**Weiberle, Reinhard, 71665 Vaihingen, DE;  
Schumann, Frank, 74357 Bönningheim, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Einstellung der Pedalkennlinie eines Hybrid-Bremssystems bei veränderter Bremskraftverteilung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug, umfassend ein hydraulisches Betriebsbremsystem (10) und ein elektrisches Betriebsbremsystem (11) mit Radbremsen (5a-5d), die bei Betätigung eines Bremspedals (7) mit Bremsdruck beaufschlagt werden. Um das Bremsverhalten des Fahrzeugs bei einer Änderung der Bremskraftverteilung zwischen dem hydraulischen und dem elektrischen Betriebsbremsystem (10, 11) im wesentlichen unverändert zu halten, wird vorgeschlagen, eine Steuereinrichtung (2, 6) vorzusehen, die in der Lage ist, die Bremskraftverteilung zu variieren und das hydraulische Betriebsbremsystem (10) mit einem Bremsdruckmodulator auszustatten, der von der Steuereinrichtung (2, 6) angesteuert wird und in Abhängigkeit von der Ansteuerung durch die Steuereinrichtung (2, 6) eine variable Bremskraftverstärkung bewirken kann.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Einstellung der Pedalkennlinie eines Hybrid-Bremsystems gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein entsprechendes Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10.

**Stand der Technik**

**[0002]** Hybrid-Bremssysteme für Kraftfahrzeuge umfassen in der Regel ein hydraulisches Betriebsbremssystem und ein elektrisch betätigtes Betriebsbremssystem, wie beispielsweise eine elektrohydraulische Bremse (EHB) oder eine elektromechanische Bremse (EMB). Das hydraulische Betriebsbremssystem ist dabei üblicherweise der Vorderachse und das elektrisch betätigte Betriebsbremssystem der Hinterachse des Fahrzeugs zugeordnet.

**[0003]** Bei einer Betätigung des Bremspedals wird die vom Fahrer ausgeübte Bremskraft durch einen im hydraulischen Betriebsbremssystem angeordneten Bremskraftverstärker (Unterdruck-BKV) verstärkt und die Bremsen des hydraulischen Systems mit einem entsprechend verstärkten Bremsdruck beaufschlagt. Der Bremswunsch des Fahrers wird ferner von einem Sensor (Bremswertgeber) gemessen und der entsprechende Bremswert einem Steuergerät zugeführt, das die Bremsen des elektrischen Betriebsbremssystems unter Berücksichtigung der vorgegebenen Bremskraftverteilung ansteuert.

**[0004]** In bestimmten Fahrsituationen, wie z.B. bei schwerer Beladung des Fahrzeugs oder bei Bergauf- bzw. Bergabfahrt, kann es sinnvoll sein, die Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterachse zu verändern, um das Bremsverhalten an die jeweilige Situation optimal anzupassen. Es ist bekannt, die Bremskraftverteilung durch Erhöhen bzw. Reduzieren der Bremskraft im elektrisch betätigten Betriebsbremssystem zu ändern. Dies hat jedoch Auswirkung auf das Bremsverhalten des Fahrzeugs, da sich die Gesamtbremskraft ändert. Bei einer Erhöhung des Anteils des elektrisch betätigten Betriebsbremssystems an der Gesamtbremskraft von beispielsweise 30% auf 50% erhöht sich (bei gleicher Betätigung des Bremspedals) die Gesamtbremskraft. D.h., das Fahrzeug wird bei Ausübung der gleichen Pedalkraft bzw. Betätigung des Bremspedals um den gleichen Pedalweg unterschiedlich reagieren. Dadurch wird die Fahrsicherheit wesentlich beeinträchtigt, da sich der Fahrer ständig auf ein neues Bremsverhalten einstellen muss.

**Aufgabenstellung**

**[0005]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zu schaffen, mit dem das Bremsverhalten des Fahr-

zeugs, d.h. die Gesamtbremskraft in Abhängigkeit vom Pedalweg und/oder von der Pedalkraft im wesentlichen konstant gehalten werden kann.

**[0006]** Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 sowie im Patentanspruch 10 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

**[0007]** Der wesentliche Gedanke der Erfindung besteht darin, eine Steuereinrichtung vorzusehen, die in der Lage ist, sowohl die im hydraulischen als auch die im elektrischen Betriebsbremssystem ausgeübte Bremskraft individuell einzustellen und somit die Bremskraftverteilung durch Zugabe oder Reduzierung von Bremsdruck in beiden Systemen zu variieren. Die Bremskraft im elektrischen Bremssystem wird durch entsprechende Ansteuerung eines elektromechanischen Betätigungselements eingestellt. Zur Einstellung des Bremsdrucks im hydraulischen Betriebsbremssystem umfasst dieses einen steuerbaren Bremsdruckmodulator, der die am Bremspedal ausgeübte Bremskraft in Abhängigkeit von der Ansteuerung durch die Steuereinrichtung verstärkt. Der Bremswunsch des Fahrers wird von einem geeigneten Sensor aufgenommen und der Steuereinrichtung als Sollwert für das Gesamtbremsmoment zugeführt. Die Steuereinrichtung stellt dann die gewünschte Gesamtbremskraft, einerseits durch Ansteuerung des Bremsdruckmodulators, andererseits durch Ansteuerung des elektromechanischen Betätigungselements, unter Berücksichtigung der vorgegebenen Bremskraftverteilung ein. Der Bremsdruckmodulator hat den Vorteil, dass der an den hydraulischen Bremsen wirkende Bremsdruck weitgehend unabhängig von der vom Fahrer ausgeübten Pedalkraft variiert werden kann. Somit ist es möglich, das Verhältnis zwischen Pedalkraft und Gesamtbremskraft auch bei einer Änderung der Bremskraftverteilung im wesentlichen konstant zu halten.

**[0008]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung steuert die Steuereinrichtung den Bremsdruckmodulator derart an, dass das Verhältnis zwischen der Pedalkraft und dem Sollwert des Gesamtbremsmoments im wesentlichen konstant bleibt. D.h., eine gleich starke Betätigung des Bremspedals bewirkt immer ein gleich großes Gesamtbremsmoment, unabhängig von der Einstellung der Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterachse. Der Fahrer muss sich somit nicht umstellen.

**[0009]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist im hydraulischen Betriebsbremssystem eine Einrichtung vorgesehen, mit der die Pedalkennlinie, d.h. das Verhältnis zwischen dem Pedalweg und dem an den hydraulischen Bremsen wirksamen Bremsdruck, einstellbar ist. Dadurch wird es durch eine entsprechende Ansteuerung durch die Steuer-

einrichtung möglich, das Verhältnis zwischen Bremspedalstellung und dem an dem Gesamtbremssystem wirkenden Bremsmoment im wesentlichen konstant zu halten.

**[0010]** Mit Hilfe des Bremsdruckmodulators und der Einrichtung zur Variation der Pedalkennlinie ist es möglich, das Bremsverhalten in Bezug auf Pedalkraft und Pedalweg auch bei einer Änderung der Bremskraftverteilung im wesentlichen konstant zu halten.

**[0011]** Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Bremsdruckmodulator einen steuerbaren Bremskraftverstärker, wie z.B. einen Unterdruck-Bremskraftverstärker, dessen Verstärkung von der Steuereinrichtung einstellbar ist. Zur Einstellung unterschiedlicher Verstärkungen kann der Bremskraftverstärker beispielsweise ein steuerbares Ventil aufweisen, mit dem eine Arbeitskammer je nach Ansteuerung unterschiedlich stark belüftet werden kann.

**[0012]** Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Bremsdruckmodulator ein steuerbares Hydroaggregat, das in der Lage ist, in Abhängigkeit von der Ansteuerung durch die Steuereinrichtung den Bremsdruck zu erhöhen oder zu senken. Derartige Hydroaggregate sind z.B. aus ASR- oder ESP-Systemen bekannt. Die Hydroaggregate umfassen in der Regel steuerbare Hydraulikpumpen und Ventile, die nach einem vorgegebenen Algorithmus angesteuert werden können. Ein solches Hydroaggregat ist somit auch geeignet, als Bremsdruckmodulator gemäß der Erfindung zu dienen.

**[0013]** Die erfindungsgemäße Bremsanlage kann auch noch zusätzliche Bremssysteme, wie z.B. regenerative Bremssysteme, umfassen, die vorzugsweise ebenfalls derart angesteuert werden, dass das Verhältnis von Pedalkraft und/oder Pedalweg zu Gesamtbremsmoment auch bei einer Änderung der Bremskraftverteilung konstant bleibt.

#### Ausführungsbeispiel

**[0014]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

**[0015]** Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Hybrid-Bremssystems mit einem steuerbaren Bremsdruckmodulator gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

**[0016]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Hybrid-Bremssystems mit einem steuerbaren Bremsdruckmodulator gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

**[0017]** Fig. 3 ein Flussdiagramm zur Darstellung

der wesentlichen Verfahrensschritte bei einer Änderung der Bremskraftverteilung.

**[0018]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Hybrid-Bremssystems mit einem rein hydraulischen Betriebsbremssystem **10** und einem elektrisch betätigtem Betriebsbremssystem **11**, wie z.B. einem elektromechanischen Bremssystem (EMB). Das hydraulische Betriebsbremssystem **10** ist im vorliegenden Fall der Vorderachse mit Radbremsen **5a,5b** und das elektrische Betriebsbremssystem **11** der Hinterachse mit Radbremsen **5c,5d** zugeordnet.

**[0019]** Die hydraulischen Radbremsen **5a,5b** werden von einer ersten Steuereinheit **2**, und die elektromechanischen Radbremsen **5c,5d** von einer eigenen zweiten Steuereinheit **6** in Abhängigkeit vom Bremswunsch des Fahrers mit Bremsdruck beaufschlagt. Wahlweise kann auch nur eine universelle Steuereinrichtung vorgesehen sein.

**[0020]** Bei der dargestellten Konfiguration mit zwei Steuereinheiten **2,6** übernimmt die Steuereinheit **2** vorzugsweise alle das Gesamtbremssystem **10,11** betreffenden Funktionen, wie z.B. die Erfassung einer Bremsbetätigung (der Betriebsbremse oder der Feststellbremse), und bestimmt die Bremskraftverteilung sowie übergeordnete Bremsregelfunktionen (ABS, ESP). Die Steuereinheit **6** dient dagegen im wesentlichen nur zur Ansteuerung der elektromechanischen Bremsen **5c,5d** gemäß der von der Haupt-Steuereinheit **2** erhaltenen Signale.

**[0021]** Die Bremsanlage umfasst ferner einen im hydraulischen Betriebsbremssystem **10** angeordneten Bremsdruckmodulator **8**, der von der Steuereinheit **2** angesteuert wird. In Abhängigkeit von der Ansteuerung kann eine gewünschte Bremskraftverteilung eingestellt werden. In der Ausführungsform von Fig. 1 umfasst der Bremsdruckmodulator u.a. einen Unterdruck-Bremskraftverstärker **8**, der ein steuerbares Ventil **9** zur Belüftung einer Arbeitskammer umfasst. Das Ventil **9** kann von der Steuereinheit **2** angesteuert werden kann, um die Verstärkung des Bremskraftverstärkers **8** zu variieren.

**[0022]** Die Steuereinheit **2** ist in der Lage, die Bremskraftverteilung zwischen Vorderachse und Hinterachse in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Bedingung, insbesondere einer aktuellen Fahrsituation, zu variieren. Eine solche Bedingung kann beispielsweise die Fahrbahnneigung, die Beladung, ein Radschlupf etc. sein. Die Bremskraftverteilung wird vorzugsweise derart eingestellt, dass das Fahrzeug in Bezug auf die Fahrsituation ein optimales Bremsverhalten aufweist. So kann z.B. bei hoher Beladung die Bremskraft verstärkt auf die Hinterachse verlagert werden, sofern der Schwerpunkt des Fahrzeugs niedrig ist. Bei hohem Schwerpunkt muss dagegen mehr Bremskraft auf die Vorderachse verlagert wer-

den. Das Gewicht der Beladung kann beispielsweise über den Federweg des Fahrzeugs bestimmt werden. Die Position der Beladung und somit der Schwerpunkt des Fahrzeugs kann beispielsweise über den Wankwinkel bei Kurvenfahrt oder den Nickwinkel bei einem Bremsmanöver des Fahrzeugs mit entsprechenden Sensoren ermittelt werden.

**[0023]** Der Bremswunsch des Fahrers wird von Sensoren **1a,1b** bzw. **4a,4b** aufgenommen. Die Sensoren **1a,1b** dienen zur Erfassung einer Bremspedalbetätigung, und die Sensoren **4a,4b** zur Erfassung einer Betätigung der Feststellbremse. Die Sensoren **1a,1b,4a,4b** sind aus Sicherheitsgründen redundant ausgebildet. Bei den Sensoren **1a,1b** handelt es sich beispielsweise um Druck-, Winkel- oder Wegsensoren.

**[0024]** Das hydraulische Betriebsbremssystem **10** umfasst ferner eine Einrichtung **13a,13b** zum Einstellen der Pedalkennlinie, d.h. zum Einstellen eines Verhältnisses zwischen Pedalweg und dem an den hydraulischen Bremsen **5a,5b** wirkenden Bremsmoment. Dabei kann es sich beispielsweise um steuerbare Ventile handeln, mit denen ein Teil der Bremsflüssigkeit z.B. in einen Speicher abgeleitet werden kann. Wahlweise kann es sich auch um Auslassventile eines Hydroaggregats handeln, mit denen der Bremsdruck verringert werden kann.

**[0025]** Das Steuergerät **2** ist derart eingerichtet, dass es unabhängig von der Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterachse ein gleiches Verhältnis zwischen der vom Fahrer ausgeübten Bremskraft und/oder dem Pedalweg und dem an den Rädern **5a-5d** wirkenden Gesamtbremsmoment durch entsprechende Ansteuerung des Bremsdruckmodulators **8** bzw. der Einrichtung **13a,13b** zur Einstellung der Pedalkennlinie einstellt. D.h., auch bei einer Veränderung der Bremskraftverteilung kann das Bremsverhalten des Fahrzeugs in Bezug auf die Pedalkraft bzw. den Pedalweg gleich gehalten werden.

**[0026]** Der Bremskraftverstärker **8** ist vorzugsweise derart realisiert, dass eine Rad individuelle Einstellung des Rad-Bremsmoments möglich ist.

**[0027]** Fig. 2 zeigt eine Bremsanlage, die im wesentlichen identisch aufgebaut ist, wie die Bremsanlage von Fig. 1. Im Unterschied zu Fig. 1 ist der Bremsdruckmodulator hier als ein Hydroaggregat **3** realisiert, das von der Steuereinheit **2** ansteuerbar ist. Das Hydroaggregat **3** ist in der Lage, in Abhängigkeit von der Ansteuerung durch die Steuereinheit **2** den Bremsdruck an den hydraulischen Bremsen **5a,5b** zu variieren. Bei dem Hydroaggregat **3** kann es sich um Komponenten eines ABS- oder ESP-Systems handeln, die bereits im Fahrzeug vorhanden sind.

**[0028]** Zur Variation des Bremsdrucks umfasst das

Hydroaggregat **3** eine Hydraulikpumpe **14** und steuerbare Ventile, die vom Steuergerät **2** angesteuert werden. Dadurch kann unabhängig von der vom Fahrer erzeugten Bremskraft ein gewünschtes Bremsmoment an den hydraulischen Bremsen **5a,5b** eingestellt werden.

**[0029]** Das steuerbare Hydroaggregat **3** ist vorzugsweise derart realisiert, dass eine Rad individuelle Einstellung des Rad-Bremsmoments möglich ist.

**[0030]** Fig. 3 zeigt die wesentlichen Verfahrensschritte bei der Einstellung einer gewünschten Bremskraftverteilung. Dabei wird in Schritt **20** zunächst die Bremskraftverteilung K zwischen Vorderachse und Hinterachse in Abhängigkeit von einer aktuellen Fahrsituation festgelegt und in Schritt **21** überprüft, ob die aktuelle Bremskraftverteilung bereits der gewünschten Soll-Bremskraftverteilung entspricht. Falls nein (N) wird die Bremskraftverstärkung durch Ansteuerung des Bremskraftmodulators **3,8** variiert und gleichzeitig die am elektrisch betätigten Betriebsbremssystem **11** wirkende Bremskraft derart eingestellt, dass das Verhältnis zwischen Pedalkraft und Gesamtbremskraft im wesentlichen konstant bleibt (Schritt **22**).

**[0031]** In Schritt **23** wird schließlich das Verhältnis zwischen Pedalweg und Gesamtbremskraft derart eingestellt, dass es unabhängig vom Wert der Bremskraftverteilung im wesentlichen konstant ist. Dies wird iterativ solange durchgeführt, bis die Bremskraftverteilung der Soll-Bremskraftverteilung entspricht (Fall J in Schritt **22**). Damit ist das Verfahren beendet und kann in einer neuen Fahrsituation, in der eine andere Bremskraftverteilung optimaler ist, wiederholt werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>1a,1b</b>	Sensorik für Betriebsbremswunsch
<b>2</b>	Steuereinheit für das hydraulische Bremssystem
<b>3</b>	Hydroaggregat
<b>4a,4b</b>	Sensorik für Feststellbremswunsch
<b>5a,5b</b>	hydraulische Bremsen, vorzugsweise an den Vorderrädern
<b>5c,5d</b>	elektrische Radbremsen, vorzugsweise an den Hinterrädern
<b>6</b>	Steuereinheit für die EMB
<b>7</b>	Bremspedal

<b>8</b>	Steuerbarer Bremskraftverstärker
<b>9</b>	Steuerbares Ventil
<b>10</b>	Hydraulisches Betriebsbremssystem
<b>11</b>	Elektrisch betätigtes Betriebsbremssystem
<b>13a,13b</b>	Einrichtung zur Einstellung der Pedalkennlinie
<b>14</b>	Hydraulikpumpe
<b>20-23</b>	Verfahrensschritte

### Patentansprüche

1. Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug, umfassend ein hydraulisches Betriebsbremssystem (10) und ein elektrisches Betriebsbremssystem (11) mit Radbremsen (5a-5d), die bei Betätigung eines Bremspedals (7) mit Bremsdruck beaufschlagt werden, gekennzeichnet durch

- eine Steuereinrichtung (2,6), die in der Lage ist, die Bremskraftverteilung zwischen dem elektrischen (11) und dem hydraulischen Betriebsbremssystem (10) zu ändern, und
- einen im hydraulischen Betriebsbremssystem (10) angeordneten Bremsdruckmodulator (3,8) zum Verstärken des an den hydraulischen Bremsen (5a,5b) wirkenden Bremsdrucks,
- wobei die Steuereinrichtung (2,6) derart eingerichtet ist, dass sie zur Änderung der Bremskraftverteilung sowohl ein Betätigungselement im elektrischen Betriebsbremssystem (11) als auch den Bremsdruckmodulator (3,8) ansteuern kann.

2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (2,6) den Bremsdruckmodulator (3,8) derart ansteuert, dass das Verhältnis zwischen Pedalkraft und dem Gesamtbremsmoment bei einer Veränderung der Bremskraftverteilung im wesentlichen konstant bleibt.

3. Bremsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremsdruckmodulator (3,8) einen einstellbaren Unterdruck-Bremskraftverstärker (8) umfasst, dessen Verstärkung von der Steuereinrichtung (2,6) einstellbar ist.

4. Bremsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremskraftverstärker (8) ein steuerbares Ventil (9) zur Belüftung einer Arbeitskammer des Bremskraftverstärkers (8) umfasst, das von der Steuereinrichtung (2,6) ansteuerbar ist.

5. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremsdruckmodulator (3,8) ein Hydroaggregat (3) umfasst, das in der Lage ist, in Abhängigkeit von der Ansteuerung durch die Steuereinrichtung (2,6) den an den hydraulischen Bremsen (5a,5b) wirkenden Bremsdruck zu variieren.

6. Bremsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Hydroaggregat (3) eine steuerbare Hydraulikpumpe (14) umfasst, die von der Steuereinrichtung (2,6) ansteuerbar ist.

7. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine im hydraulischen Bremssystem (10) angeordnete Einrichtung (13a,13b) vorgesehen ist, mit der das Verhältnis zwischen dem Pedalweg des Bremspedals (7) und dem Bremsdruck an den hydraulischen Radbremsen einstellbar ist.

8. Bremsanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (2,6) die Einrichtung (13a,13b) zur Einstellung des Pedalwegs derart ansteuert, dass das Verhältnis zwischen Pedalweg und dem Gesamtbremsmoment bei einer Veränderung der Bremskraftverteilung im wesentlichen konstant bleibt.

9. Verfahren zum Betrieb einer Bremsanlage, umfassend ein hydraulisches Betriebsbremssystem (10) und ein elektrisches Betriebsbremssystem (11) mit Radbremsen (5a-5d), die bei Betätigung eines Bremspedals (7) mit Bremsdruck beaufschlagt werden, sowie eine Steuereinrichtung (2,6) und einen im hydraulischen Betriebsbremssystem (10) angeordneten Bremsdruckmodulator (3,8), dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (2,6) den Bremsdruckmodulator (3,8) und das elektrische Betriebsbremssystem (11) derart ansteuert, dass bei einer Änderung der Bremskraftverteilung zwischen dem hydraulischen (10) und dem elektrischen Betriebsbremssystem (11) das Verhältnis von Pedalkraft und/oder Pedalweg zu dem Fahrzeug-Gesamtbremsmoment im wesentlichen konstant bleibt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

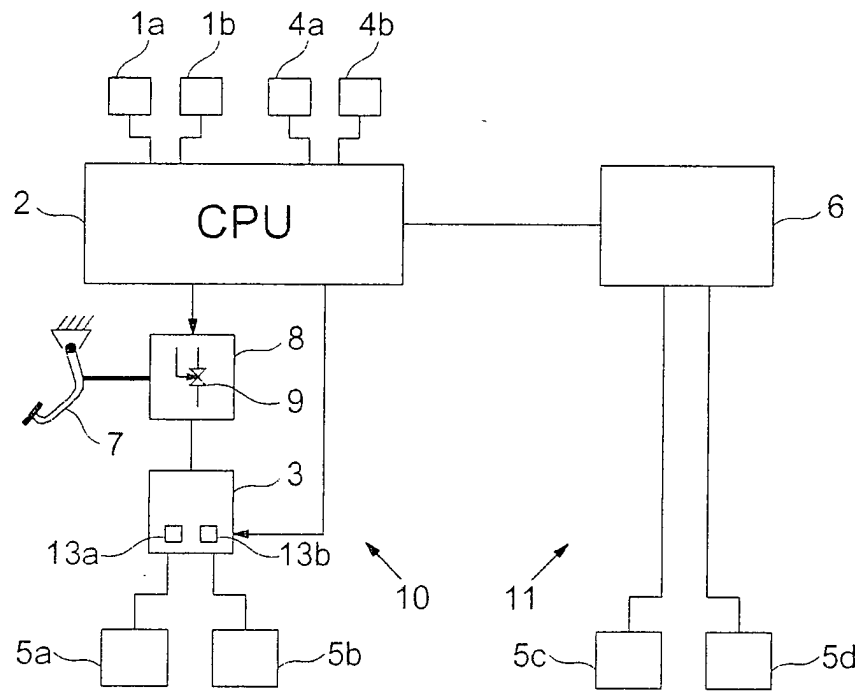


Fig. 1

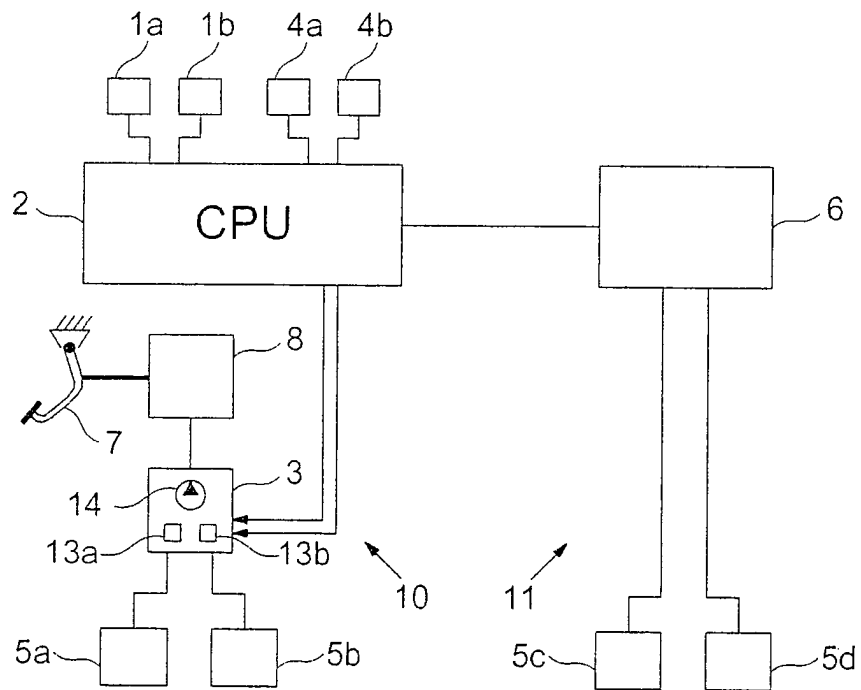


Fig. 2

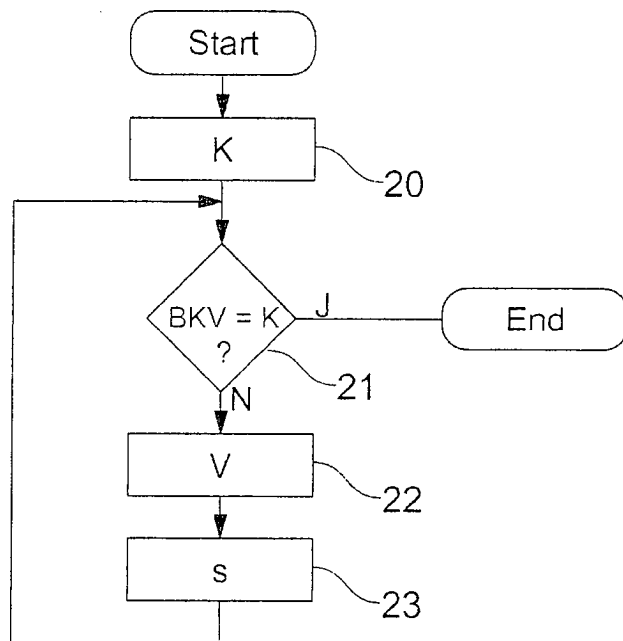


Fig. 3