



PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation⁶ : B60T 8/00</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/08028 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. März 1997 (06.03.97)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/01026 (22) Internationales Anmeldedatum: 12. Juni 1996 (12.06.96) (30) Prioritätsdaten: 195 30 735.6 22. August 1995 (22.08.95) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAISCH, Wolfgang [DE/DE]; Elbinger Weg 4, D-71701 Schwieberdingen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A VEHICLE BRAKE SYSTEM

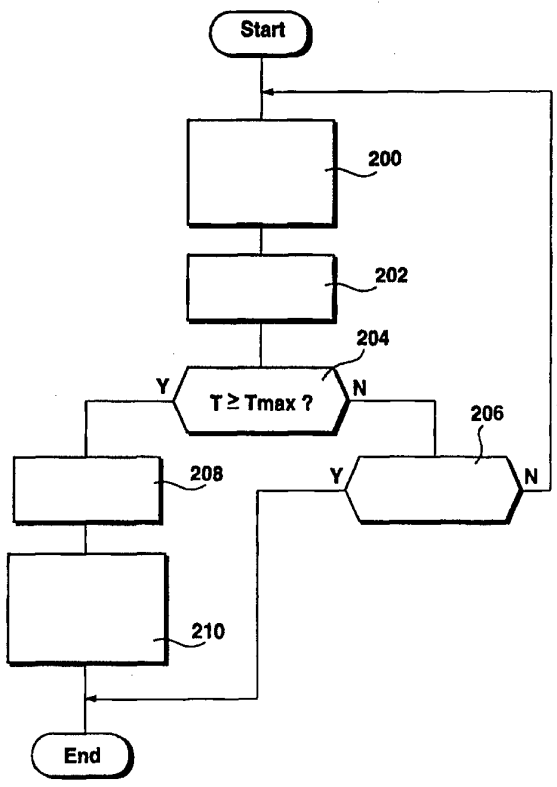
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER BREMSANLAGE EINES FAHRZEUGS

(57) Abstract

Proposed are a method and a device for controlling a vehicle brake system, in particular a system using electromotive brake application, the individual brakes being operated under the control of a control circuit which produces the same frictional contact at each wheel. The contact forces between the vehicle wheels and the road surface are determined indirectly from the brake forces measured for each individual wheel.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, insbesondere in Verbindung mit Bremsen elektromotorischer Zuspaltung, vorgeschlagen, wobei die einzelnen Radbremsen im Rahmen eines Regelkreises betätigt werden, der gleichen Kraftschluß an den Rädern herstellt. Aus den erfaßten Bremskräften an den einzelnen Radbremsen werden die Radaufstandskräfte des Fahrzeugs indirekt ermittelt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

5

10

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage
eines Fahrzeugs

15

Stand der Technik

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

25

30

Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Vorrichtung ist aus der WO-A1 83/03230 bekannt. Die dort beschriebene Bremskraftregelanlage umfaßt eine Regelung des Schlupfes an jedem Rad des Fahrzeugs während eines Bremsvorgangs auf einen vorgegebenen Wert. Ein Regler steuert den Druck in einer pneumatischen oder hydraulischen Bremsanlage an den einzelnen Radbremsen derart, daß der Schlupf an allen Rädern den jeweils vorgegebenen Wert einnimmt. Die Schlupfregelung trägt zur gleichmäßigen Abnutzung von Reifen und Bremsen bei.

35

Eine entsprechende Wirkung wird durch eine Regelung auf gleichen Bremsenverschleiß an allen Rädern erreicht. In diesem Zusammenhang ist für eine druckgeregelter Bremsanlage aus der DE 33 13 078 C2 bekannt, über Verschleißsensoren der Bremsenverschleiß zu erfassen und den Bremsdruck an

denjenigen Radbremsen zu reduzieren oder zurückzuhalten, an denen ein stärkerer Verschleiß auftritt.

5 Wünschenswert im Zusammenhang mit Bremsanlagensteuerungen ist die Kenntnis der jeweiligen Radaufstandskräfte (Radlasten). Bei Kenntnis der Radaufstandskräfte kann die Steuerung der Bremsanlage, insbesondere Regelfunktionen wie ein Antiblockierschutzregler, ein Fahrdynamikregler, ein Antriebsschlupfregler oder ein Fahrwerksregler, an die
10 aktuelle Fahrzeugbeladung angepaßt werden.

Im oben genannten Stand der Technik sind zur Erfassung der Radaufstandskräfte Sensoren vorgesehen, die einen erheblichen Mehraufwand bedeuten.

15 Es ist Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen zur Ermittlung der Radaufstandskräfte anzugeben, mit denen auf den Einsatz zusätzlicher Sensorik verzichtet werden kann.

20 Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

Vorteile der Erfindung

25 Es wird eine kostengünstige Ermittlung der Radaufstandskräfte bzw. der relativen Radlasten bereitgestellt. Diese Werte werden bei der Steuerung der Bremsanlage in vorteilhafter Weise verwendet.

30 Ferner wird in vorteilhafter Weise eine gleichmäßige Verteilung der Bremskräfte auf alle Räder, mit größtmöglicher Abbremsung bei guter Richtungsstabilität und gleichmäßigem Reifen- und Bremsenverschleiß erreicht.

35 Besonders vorteilhaft ist, daß die ermittelten Daten bei elektromotorisch betätigten Bremsen herangezogen werden, um

eventuelle Veränderungen der Bremsen im Laufe des Fahrzeugbetriebs zu erkennen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt Figur 1 ein Blockschaltbild zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise, während in Figur 2 die Bremsensteuerung gezeigt ist. Die Figuren 3 und 4 zeigen Flußdiagramme, anhand derer Realisierungen als Rechnerprogramme zur Bestimmung der relativen Radaufstandskräfte sowie zur Erkennung von Veränderungen einer elektromotorischen Bremse skizziert sind.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt eine elektronische Steuereinheit 10, welche über Ausgangsleitungen 12, 14, 16 und 18 die Radbremsen eines zweiachsigen Fahrzeugs betätigt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird ein elektromotorischer Bremsensteller eingesetzt, der in Figur 1 am Beispiel einer Radbremse skizziert ist.

Die jeweilige Ausgangsleitung führt - über eine nicht dargestellte Endstufe - auf einen Elektromotor 20, der über eine mechanische Verbindung 22 mit den Bremsenzangen 24 des Rades 26 verbunden ist. Ferner ist im Bereich des Bremsenstellers 28 eine Meßeinrichtung 30 zur Erfassung der ausgeübten Bremskraft vorgesehen. Von der Meßeinrichtung 30 führt eine Leitung 32 zur Steuereinheit 10 zurück. Entsprechend werden von den anderen Radbremsen die Leitungen

34, 36 und 38 der Steuereinheit 10 zugeführt. Zur Erfassung der Bremskraft dienen im bevorzugten Ausführungsbeispiel Dehnungsmeßstreifen, welche die vom Elektromotor auf die Bremszangen ausgeübte Kraft erfassen. Alternativ oder
5 ergänzend wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der durch den Motor fließende Strom bzw. die an den Motor ausgegebene Schrittzahl zur Ermittlung der Bremskraft herangezogen.

10 Der Steuereinheit 10 wird ferner eine Eingangsleitung 40 von einer Meßeinrichtung für die Bremspedalbetätigung zugeführt. Ferner werden der Steuereinheit 10 Leitungen 44 bis 46 von Meßeinrichtungen 48 bis 50 zur Erfassung der Radgeschwindigkeiten der Räder zugeführt.

15 In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel werden der Steuereinheit 10 ferner Eingangsleitungen 52 zugeführt, welche von Meßeinrichtungen 54 ausgehen, die den zur nachfolgend beschriebenen Regelung verwendeten Istwert
20 (Schlupf, Verschleiß) an den einzelnen Rädern des Fahrzeugs erfassen.

Die aus wenigstens einem Mikrocomputer bestehende Steuereinheit 10 weist die folgenden Funktionsblöcke
25 (Programmblöcke) auf. Ein erster Funktionsblock 56 dient zur Steuerung der Radbremsen. Ihm werden vorzugsweise die Eingangsleitung 40, gegebenenfalls die Eingangsleitungen 52 sowie in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel die
30 Eingangsleitungen 44 bis 46 zugeführt. Ein zweiter Funktionsblock 58 symbolisiert auf die Bremsanlage eingreifende Funktionen wie Antiblockierschutzregelung (ABS), Antriebsschlupfregelung (ASR), Fahrdynamikregelung (FDR), etc.. Diesem Funktionsblock werden die
35 Eingangsleitungen 44 bis 46 sowie nicht dargestellte, für die Funktionen wesentlichen Eingangsgrößen zugeführt. Über

eine Leitung 60 sind die Funktionsblöcke 58 und 56 verbunden.

5 Die Ausgangsleitungen 12 bis 18 gehen vom Funktionsblock 56 aus. Ein dritter Funktionsblock 62 dient zur Ermittlung der relativen Radaufstandskräfte sowie gegebenenfalls zur Überwachung der einzelnen Radbremsen. Ihm werden die Eingangsleitungen 32 bis 38 zugeführt. Über eine Ausgangsleitung 64 ist der Funktionsblock 62 sowohl mit dem
10 Funktionsblock 56 als auch mit dem Funktionsblock 58 verbunden.

Die Steuerung der Bremsen erfolgt im Rahmen des Funktionsblocks 56 als Regelung einer Zustandsgröße auf
15 einen vom Fahrer vorgegebenen Sollwert. Eine derartige Zustandsgröße ist der Radschlupf oder die Radgeschwindigkeit, in einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel eine Größe für den Bremsenverschleiß.

20 Der Fahrer gibt durch Betätigen des Bremspedals, was durch die Erfassung des Pedalwegs und/oder der ausgeübten Pedalkraft ermittelt wird, einen Sollwert für den Regelkreis vor. Dieser regelt die einzelnen Radbremsen individuell durch Vergleich des Sollwertes mit dem an den jeweiligen
25 Radbremsen gemessenen Istwerten durch Betätigen der elektromotorischen Spannung der Radbremsen ein. Sonderfunktionen wie ABS, ASR und/oder FDR greifen ebenfalls radindividuell auf die jeweilige Radbremse ein. Dabei wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Veränderung des vom
30 Fahrer vorgegebenen radindividuellen Sollwertes vorgenommen. Aus den ermittelten Bremskräften an den Radbremsen werden im Funktionsblock 62 die relativen Radaufstandskräfte ermittelt. Durch Plausibilitätsprüfung der ermittelten Werte einzeln und zueinander wird auf Unstimmigkeiten im Bereich
35 einzelner Radbremsen geschlossen. Die entsprechenden Informationen (Radaufstandskräfte bzw. Unstimmigkeiten)

werden sowohl dem Funktionsblock 58 als auch dem Funktionsblock 56 zur Verfügung gestellt, welcher bei der Berechnung der einzustellenden Werte für die Radbremsen die Radlasten berücksichtigt bzw. bei Unstimmigkeiten Notlaufmaßnahmen ergreift.

Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild der oben beschriebenen Regelung. Aus dem über die Leitung 40 zugeführten Fahrerwunsch wird im Rahmen einer Tabelle oder Kennlinie 100 der vom Fahrer vorgegebene Sollwert SOLLF bestimmt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgt eine Regelung auf vorgegebene Radschlupfsollwerte. Dies bedeutet, daß die Kennlinie bzw. Tabelle 100 das Betätigungsausmaß des Bremspedals (Weg- und/oder Kraftsignal) in einen Radschlupfsollwert umsetzt. Der vom Fahrer vorgegebene Sollwert wird in einem Sollwertbildner 102 in Schlupfsollwerte für die einzelnen Radbremsen verteilt. Dabei werden die über die Leitungen 60 und 64 zugeführten Informationen bezüglich Unstimmigkeiten, relativen Radlasten und Zusatzfunktionen berücksichtigt. Beispielsweise wird bei einem Eingriff des Fahrdynamikreglers der Sollwert an den ausgewählten Radbremsen im Sinne der Fahrdynamikregelung verändert. Der radindividuelle Sollwert wird über die Leitungen 104, 106, 108 bzw. 110 abgegeben. Am Beispiel einer Radbremse ist gezeigt, daß die Leitung 108 auf einem Differenzierer 112 geführt wird, in dem der vorgegebene Sollwert mit dem über eine Leitung 114 zugeführten Istwert für den Radschlupf verglichen wird. Dieser Istwert kann durch entsprechende Meßeinrichtungen erfaßt oder auf der Basis der Radgeschwindigkeiten und der Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet werden. Die Differenz zwischen Soll- und Istwert wird über die Leitung 116 auf den Regler 118 geführt, dessen Ausgangsleitung 120 zum Bremsensteller 28 führt. Der Regler 118 bestimmt im Rahmen einer vorgegebenen Regelstrategie (z. B. PID) ein Ausgangssignal, welches zu einer Annäherung des Istwertes an

den Sollwert führt. Die an der Bremse ausgeübte Bremskraft stellt sich dann entsprechend dem Ausgangssignal des Reglers ein.

5 Die in Figur 2 dargestellte Regelung regelt die Bremskräfte an den Rädern so, daß an allen Rädern der gleiche, vom Fahrer vorgegebene Schlupf entsteht. In einer vereinfachten Ausführungsform werden die Räder einer Achse mit gleicher Bremskraft beaufschlagt, da davon ausgegangen werden kann,
10 daß die Radaufstandskräfte an einer Achse gleich sind.

Bei gleichem Schlupf an allen Rädern stellen sich zumindest nach einer gewissen Bremszeit bei gleichem Kraftschlußbeiwert Bremskräfte ein, die proportional zu den Radaufstandskräften an den jeweiligen Rädern sind. Durch
15 Erfassung der Bremsbetätigungskraft werden unter Berücksichtigung der Auslegung der Bremse einschließlich dem Reibkoeffizienten der Bremsbeläge die relativen Aufstandskräfte, d. h. die Verhältnisse der Radkräfte untereinander, abgeschätzt. Dies erfolgt durch statistische
20 Mittelung, da der Kraftschlußbeiwert zwischen Reifen und Fahrbahn schwankt.

Besonders vorteilhaft ist, die Aufstandskräfte nach
25 Fahrtbeginn zu ermitteln, weil sich dann der Beladungszustand des Fahrzeugs nicht mehr ändert.

Die Kenntnis der relativen Radaufstandskräfte dienen zur Abschätzung der Schwerpunktslage des Fahrzeugs. Dies ist
30 besonders wichtig für frontgetriebene Fahrzeuge mit hoher Zuladefähigkeit im Heck.

Neben der dargestellten Regelung der Bremsenkräfte bzw. Bremsenmomente auf vorgegebenen Schlupf bzw. auf vorgegebene
35 Radgeschwindigkeit wird in einem anderen vorteilhaften Beispiel auf gleichen Bremsenverschleiß an allen Rädern

geregelt. Auch hier stellen sich Bremskräfte ein, die proportional zu den relativen Radaufstandskräften sind.

Wesentlich ist also, daß die Bestimmung der Radaufstandskräfte während einer Regelphase erfolgen, in der die sich einstellenden Bremskräfte proportional zu den relativen Radaufstandskräften sind. Dies ist der Fall, wenn an allen Radbremsen der gleiche Kraftschlußbeiwert bzw. der gleiche Verschleiß auftritt. Eine Regelung auf gleichen Schlupf, Drehzahl, Radgeschwindigkeit oder Verschleiß gewährleistet diese Betriebssituation. In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel sind diese Regelung nur in vorgegebenen Betriebszuständen zur Ermittlung der Radaufstandskraft aktiv, während ansonsten andere Regelungen (z.B. Verzögerungsregelung, Druckregelung, Bremskraftregelung, etc.) aktiv sind. Ist die Ermittlung des Kraftschlußbeiwerts möglich, kann eine solche Betriebssituation (gleicher Kraftschlußbeiwert an allen Rädern) erkannt und die Radaufstandskräfte ermittelt werden.

In Figur 3 ist anhand eines Flußdiagramms die Realisierung der Bestimmung der relativen Radaufstandskräfte als Rechnerprogramm dargestellt.

Nach Start des Programmteils, der beispielsweise bei Betätigen des Fahrpedals (Schließen des Bremspedalschalters) eingeleitet wird, wird im ersten Schritt 200 die an den Rädern des Fahrzeugs gemessenen Bremskräfte B_i eingelesen. Daraufhin wird im Schritt 202 jeweils eine Mittelwertbildung der erfaßten Radbremskräfte durchgeführt. Im darauffolgenden Abfrageschritt 204 wird überprüft, ob ein mitlaufender Zähler seinen Maximalwert erreicht bzw. überschritten hat. Ist dies nicht der Fall, wird im Schritt 206 überprüft, ob der Bremsvorgang beendet wurde. Ist der Bremsvorgang zwischenzeitlich beendet, wird der Programmteil beendet und beim nächsten Bremsvorgang erneut gestartet. Ist der

Bremsvorgang nicht beendet, wird mit Schritt 200 der Programmteil wiederholt.

5 Wurde im Schritt 204 erkannt, daß der Zähler seinen
Maximalwert erreicht bzw. überschritten hat, so kann davon
ausgegangen werden, daß für die Erfassung der ermittelten
Bremskräfte genügend Zeit verstrichen ist und an allen
Rädern gleicher Kraftschlußbeiwert vorliegt. Entsprechend
wird die Bestimmung der relativen Radaufstandskräfte
10 eingeleitet. Zunächst wird im Schritt 208 der Quotient
zwischen jeweils zwei Radbremskräften B_i/B_j gebildet. Dabei
werden vorzugsweise die Bremskräfte verschiedener Achsen
gegenüberliegender Fahrzeugseiten herangezogen. Dies
bedeutet, daß ein Quotient aus der Bremskraft am linken
15 Vorderrad und dem rechten Hinterrad und ein Quotient aus dem
rechten Vorderrad und dem linken Hinterrad gebildet wird. In
anderen vorteilhaften Ausführungsbeispielen können die
Bremskräfte der gleichen Fahrzeugseite herangezogen werden.
Nach Bildung der Quotienten werden im Schritt 210 die
20 relativen Aufstandskräfte N_i/N_j ermittelt. Diese ergeben
sich unter Berücksichtigung der Bremsenauslegung, des
Reibwertes der Bremsbeläge sowie der Reibradien
(zusammengefaßt in der Konstante K) proportional zu den
relativen Bremskräften. Im Schritt 210 werden die relative
25 Radaufstandskraft zwischen Vorder- und Hinterachse des
zweiachsigen Fahrzeuges bestimmt. Nach Bestimmung der
relativen Radaufstandskräfte wird der Programmteil beendet.

30 Eine Abschätzung der absoluten Radaufstandskraft kann aus
den relativen Kräften im Rahmen gewisser Toleranzen bei
Kenntnis der aktuellen Fahrzeugmasse erfolgen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform wird das Ergebnis bei
der Berechnung der relativen Aufstandskräfte dadurch
35 überprüft, daß die beiden auf der Basis unterschiedlicher
Bremskraftwerte ermittelten Aufstandskräfte miteinander

verglichen werden. Bei Abweichungen innerhalb einer Toleranz wird von einer korrekten Messung ausgegangen, während das Ergebnis bei einer Abweichung außerhalb der Toleranz verworfen wird.

5

Die ermittelten Werte für die relativen Radaufstandskräfte werden in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel bei elektromotorisch betätigten Bremsen herangezogen, um Veränderungen in den Bremsen im Laufe des Fahrzeugbetriebs zu erkennen. Zu diesem Zweck wird laufend die Plausibilität der erfaßten Werte für die einzelnen Räder überprüft.

10

Ein Beispiel für diese Ausgestaltung ist im Flußdiagramm nach Figur 4 dargestellt. Nach Start des Programmteils im Anschluß an eine Bestimmung der relativen Radaufstandskräfte werden die ermittelten Werte im ersten Schritt 300 eingelesen. Daraufhin werden im Schritt 302 die ermittelten Werte mit physikalisch sinnvollen Maximal- bzw.

15

Minimalwerten verglichen. Über- bzw. unterschreiten die ermittelten Relativwerte die Grenzwerte, so wird gemäß Schritt 304 eine Veränderung an den Bremsen festgestellt. Entsprechend wird von einem möglichen Fehlerzustand im Bereich der dieser Berechnung zugrundeliegenden Bremsen ausgegangen. Nach Schritt 304 wird der Programmteil beendet.

20

Liegen die erfaßten Werte für die relativen Radaufstandskräfte im Toleranzbereich, wird gemäß Schritt 306 der Betrag der Differenz der erfaßten relativen Werte auf einen vorgegebenen Toleranzbereich Δ verglichen. Ist der Betrag der Differenz größer als der Toleranzwert Δ , wird gemäß Schritt 308 von einer Unstimmigkeit ausgegangen und ein Fehler im Bereich der Bremsanlage angenommen.

25

30

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden auch die relativen Radaufstandskräfte anhand der Bremskräfte der Radbremsen einer Achse ermittelt. Diese Werte dienen dann im Rahmen des Schrittes 308 zur Lokalisierung des möglichen

35

Fehlers. Ergeben sich Abweichungen zwischen den relativen Radaufstandskräften beider Achsen, so können anhand der relativen Radaufstandskräfte einer Achse die möglicherweise fehlerbehafteten Radbremsen ermittelt und abgeschaltet werden.

5

Nach Schritt 308 bzw. bei einer "Nein-Antwort" im Schritt 306 wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt.

10

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs,
wobei die Radbremsen abhängig von einem Sollwert betätigt
werden, dadurch gekennzeichnet, daß die an den einzelnen
Radbremsen ausgeübten Bremskräfte bzw. -momente ermittelt
und bei gleichem Kraftschlußbeiwert an den Rädern auf der
10 Basis der ermittelten Bremskräfte bzw. -momente die
Radaufstandskräfte abgeschätzt werden.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die Bremsanlage eine Bremsanlage mit elektromotorischer
Zuspannung ist.
- 20 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigung der Radbremsen im
Rahmen einer Regelung erfolgt, der gleichen Kraftschluß an
den Rädern herstellt, wie eine Regelung auf gleichem
Bremsenverschleiß, gleichem Radschlupf oder gleichen
Radgeschwindigkeiten.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß aus der zumindest nach einer
gewissen Bremsstrecke sich ergebenden Proportionalität
zwischen ausgeübter Bremskraft bzw. ausgeübtem Bremsmoment
und den Radaufstandskräften die relativen Radaufstandskräfte
ermittelt werden.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß
als Proportionalitätskonstante die Reibwerte der Bremsbeläge
sowie deren Reibradien und die Bremsenauslegung herangezogen
werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Basis der Bremskräfte zweier Radbremsen, vorzugsweise verschiedener Achsen, die relativen Radaufstandskräfte ermittelt werden.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch Plausibilitätsüberprüfung der ermittelten Radaufstandskräfte Veränderungen an den Radbremsen erkannt werden.

10

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Ermittlung der Radaufstandskräfte Mittelwerte der erfaßten Bremskräfte herangezogen werden.

15

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Radaufstandskräfte für Funktionen wie Antiblockierschutzregler, Antriebsschlupfregler, Fahrdynamikregler oder Fahrwerksregler angewendet werden.

20

10. Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, mit einer elektronischen Steuereinheit, welche die einzelnen Radbremsen nach Maßgabe eines vom Fahrer vorgegebenen Sollwerts betätigt, dadurch gekennzeichnet, daß von der elektronischen Steuereinheit die an den einzelnen Rädern ausgeübten Bremskräfte bzw. -momente ermittelt und bei gleichen Kraftschlußbeiwerten an den Rädern auf der Basis dieser Bremskräfte bzw. -momente die Radaufstandskräfte ermittelt werden.

30

Fig. 1

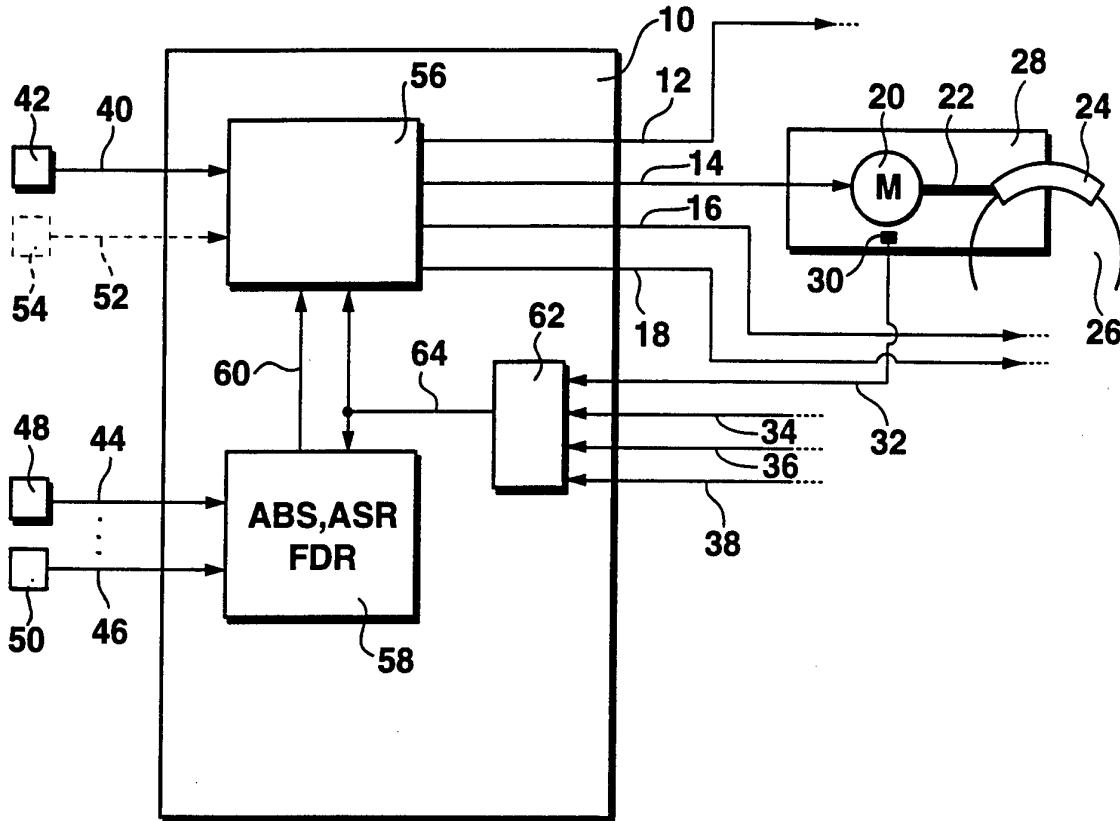


Fig. 2

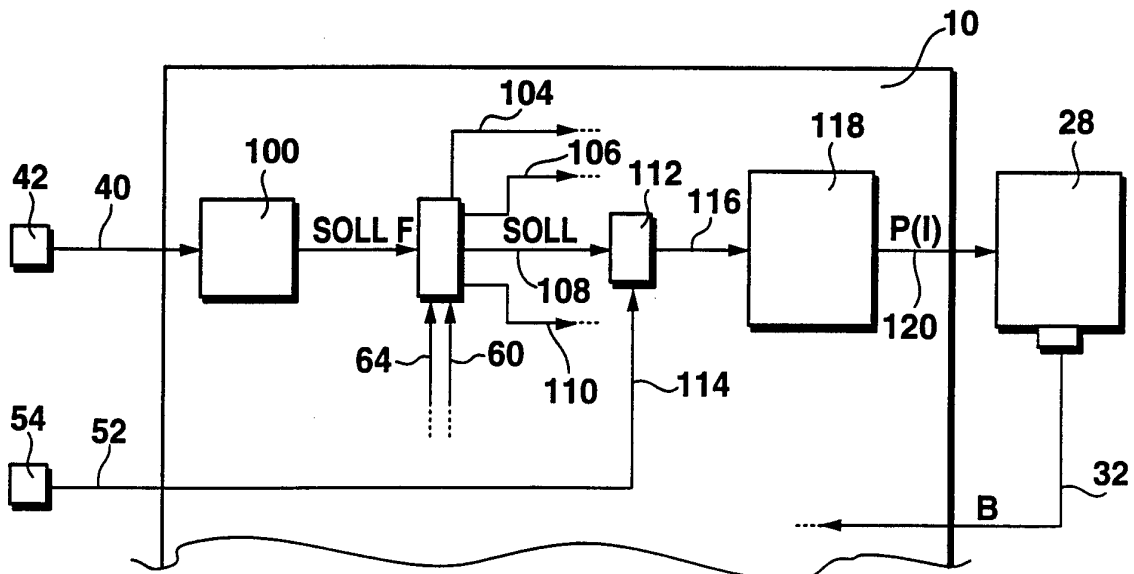


Fig. 3

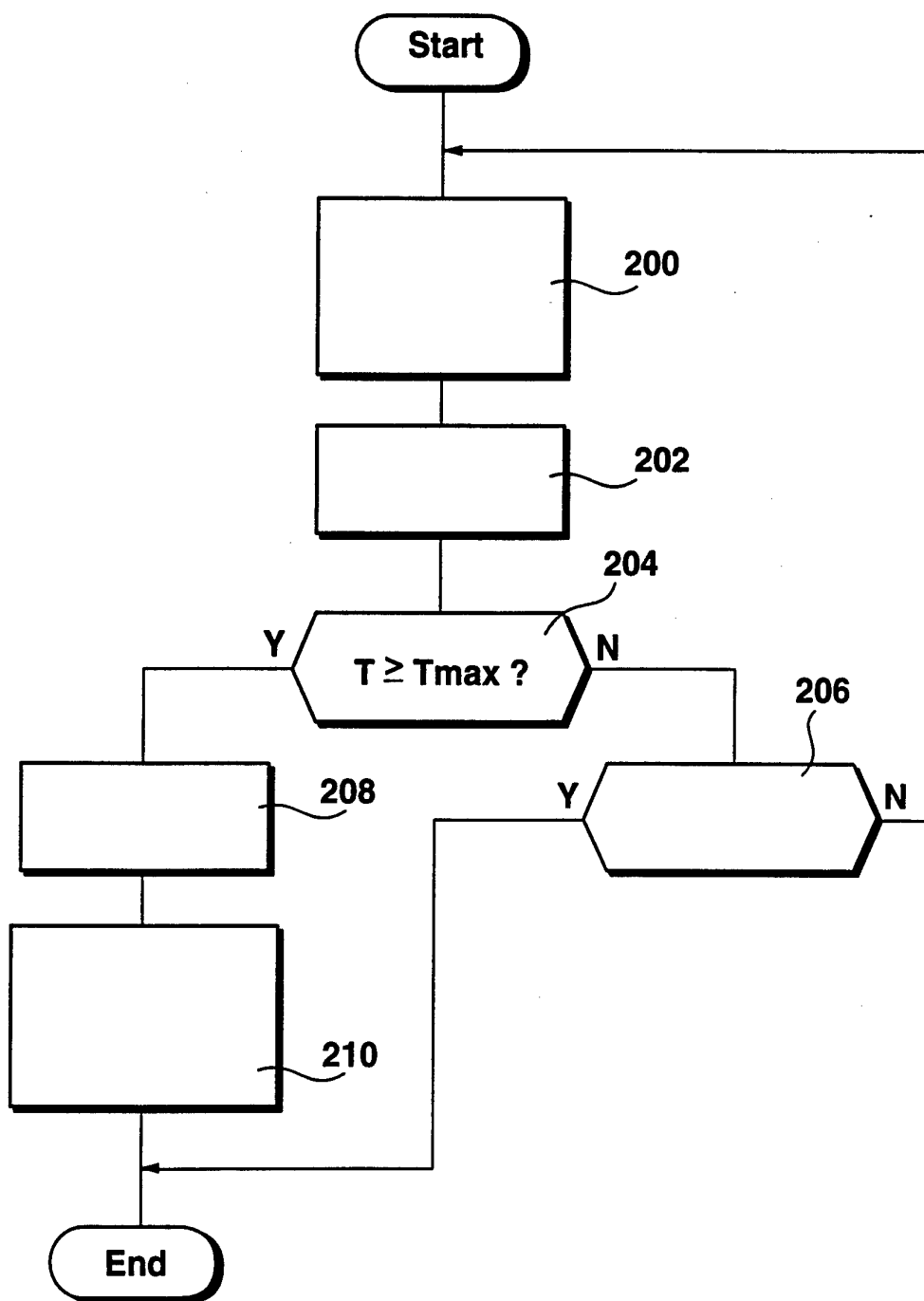


Fig. 4

