

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Februar 2009 (19.02.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/022014 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 8/1755 (2006.01) *B60T 8/172* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/060771
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. August 2008 (15.08.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 038 850.2 16. August 2007 (16.08.2007) DE
10 2008 038 642.1 12. August 2008 (12.08.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG** [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt (DE).

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GROITZSCH, Stephan** [DE/DE]; Rosenbrunnenstrasse 26/1, 69469 Weinheim (DE). **ENDERS, Christian** [DE/DE]; Glückstrasse 20, 65182 Bad Soden (DE). **STÖLZL, Stephan** [DE/DE]; Lärchenweg 4, 69469 Weinheim (DE). **STEINMEIER, Frank** [DE/DE]; Delkenheimer Strasse 14b, 65719 Hofheim (DE). **FISCHER, Daniel** [DE/DE]; Amselweg 6, 65824 Schwalbach (DE). **SCHREINER, Otmar** [DE/DE]; Zöllnerstrasse 8b, 64347 Griesheim (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR STABILIZING A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: SYSTEM UND VERFAHREN ZUM STABILISIEREN EINES KRAFTFAHRZEUGS

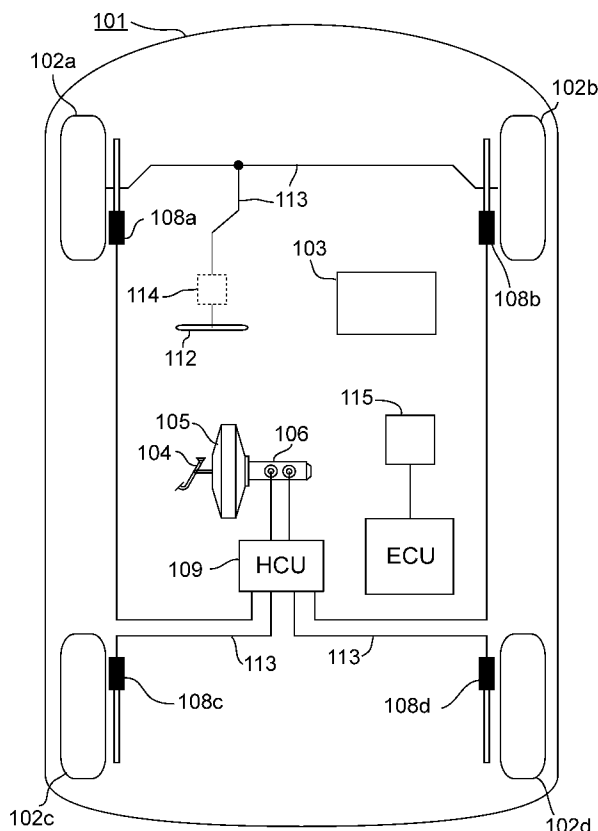


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a system for stabilizing a motor vehicle (101), comprising - at least one speed sensor (111) for detecting a longitudinal speed and a transversal speed of the motor vehicle (101); - a calculation unit, designed for calculating a side slip angle of the motor vehicle (101) from the detected longitudinal speed of the vehicle and the detected transversal speed of the vehicle; - an evaluation unit coupled with the calculation unit, designed for comparing the side slip angle with a predetermined threshold value in order to detect an oversteering situation, when the side slip angle exceeds the threshold value; - a control unit coupled to the evaluation unit and an actuator (109) influencing the driving behavior of the motor vehicle (101), wherein the control unit is designed for controlling the actuator (109) in an oversteering situation. The invention further relates to a system, which is suitable for carrying out said method.

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird ein System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs (101), umfassend - wenigstens einen Geschwindigkeitssensor (115) zum Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (101); - eine Berechnungseinheit, die dazu ausgebildet ist, aus der erfassten Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und der erfassten Fahrzeugquergeschwindigkeit einen Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs (101) zu berechnen; - eine mit der Berechnungseinheit gekoppelte Bewertungseinheit, die dazu ausgebildet ist, den Schwimmwinkel mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu vergleichen, und eine Übersteuersituation festzustellen, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet; - eine mit der Bewertungseinheit gekoppelte Ansteuereinheit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/022014 A1



CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

und einen das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs (101) beeinflussenden Aktuator (109), wobei die Ansteuereinheit dazu ausgebildet ist, den Aktuator (109) in einer Übersteuersituation anzusteuern. Ferner wird ein Verfahren vorgeschlagen, zu dessen Durchführung das System geeignet ist.

5

System und Verfahren zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs

10

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs, zu dessen Durchführung das System geeignet ist.

15

Hintergrund der Erfindung

Fahrdynamikregelsysteme, wie das bekannte ESP-System, das beispielsweise in der DE 195 15 051 A1 beschrieben wird, dienen dazu, ein Kraftfahrzeug in kritischen Fahrsituationen zu stabilisieren.

20

Derartige Systeme basieren üblicherweise auf einer Gierratenregelung. Dabei wird die aktuelle Gierrate des Fahrzeugs mittels eines Gierratensensors erfasst und mit einer Sollgierrate verglichen. Die Sollgierrate wird anhand eines Fahrzeugmodells unter Heranziehung der Fahrzeuggeschwindigkeit und des von dem Fahrer an den lenkbaren Rädern des Fahrzeugs eingestellten Radeinschlagswinkels ermittelt. Fahrzeuggeschwindigkeit und Radeinschlagswinkel werden mit entsprechenden Sensoren erfasst. Überschreitet die Differenz zwischen der Sollgierrate und der gemessenen Gierrate betragsmäßig einen Schwellenwert, wird ein instabiler Fahrzustand festgestellt, und das Fahrzeug wird durch Eingriffe in das Fahrverhalten stabilisiert.

25

30

Die stabilisierenden Eingriffe in das Fahrverhalten umfassen Bremseneingriffe an einzelnen Rädern des Fahrzeugs. Bei Fahrzeugen mit hydraulischen Bremsanlagen wird zur Durchführung der Bremseneingriffe eine in die Bremsanlage integrierte Hydraulikeinheit eingesetzt, die einen radindividuellen Bremsdruckaufbau ermöglicht. Je nachdem, ob ein übersteuerndes oder untersteuerndes Fahrzeugverhalten festgestellt worden ist, erfolgt der Bremseneingriff an einem Vorderrad oder einem Hinterrad, wenn es sich um ein vierrädriges Fahrzeug mit zwei Achsen handelt.

Die beschriebene Fahrdynamikregelung ist aufgrund der benötigten Sensorik relativ aufwändig. Ferner ist der Aufwand für die Anpassung von Reglerparametern, wie beispielsweise des Gierratenschwellenwerts und die Ermittlung des Fahrzeugmodells einzelner Fahrzeuge bzw. Fahrzeugtypen mit einem relativ hohen Aufwand verbunden.

15

Zusammenfassung der Erfindung

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfachere Fahrdynamikregelung bereitzustellen, mit der ein Fahrzeug in kritischen Fahrsituationen, insbesondere in Übersteuersituationen, stabilisiert werden kann.

20

Die Aufgabe wird durch ein System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Ausführungsformen des Systems und des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

25

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen. Das System umfasst

- wenigstens einen Geschwindigkeitssensor zum Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs;

30

- eine Berechnungseinheit, die dazu ausgebildet ist, aus der erfassten Längsgeschwindigkeit und der erfassten Quergeschwindigkeit einen Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs zu berechnen;
- eine mit der Berechnungseinheit gekoppelte Bewertungseinheit, die dazu ausgebildet ist, den Schwimmwinkel mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu vergleichen, und eine Übersteuersituation festzustellen, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet;
- eine mit der Bewertungseinheit gekoppelte Ansteuereinheit und einen das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs beeinflussenden Aktuator, wobei die Ansteuereinheit dazu ausgebildet ist, den Aktuator in einer Übersteuersituation anzusteuern.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren vorgeschlagen, das folgende Schritte umfasst:

- Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs mittels wenigstens eines Geschwindigkeitssensors;
- Berechnen eines Schwimmwinkels des Kraftfahrzeugs aus der erfassten Längsgeschwindigkeit und der erfassten Quergeschwindigkeit;
- Beobachten des Schwimmwinkels und Feststellen einer Übersteuersituation, wenn der Schwimmwinkel einen Schwellenwert überschreitet;
- wenn eine Übersteuersituation festgestellt worden ist, Ansteuern eines Aktuators, um das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs zu beeinflussen.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs anstelle der Gierrate als Regelgröße herangezogen wird. Damit wird kein Gierratensensor mehr benötigt. Stattdessen wird die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs erfasst, wozu ein einfacher gestalteter, preisgünstigerer Sensor verwendet werden kann. Zudem wurde festgestellt, dass eine Anpassung des Schwimmwinkelschwellenwerts mit weniger Aufwand durchgeführt werden kann, als die Anpassung der Parameter einer Gierratenregelung nebst Fahrzeugmodell.

Darüber hinaus ist es bei der vorgeschlagenen Fahrdynamikregelung nicht notwendig, den Radeinschlagswinkel zu erfassen, wodurch der entsprechende Sensor entfallen kann. Hierdurch wird eine weitere Vereinfachung erreicht und aufgrund der geringeren Anzahl an Komponenten die Fehleranfälligkeit reduziert. Zudem ist das System kostengünstiger.

In einer Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens ist ein optischer Geschwindigkeitssensor zum Erfassen der Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit vorgesehen, der dazu ausgebildet ist, Licht, das an einer Fahrbahnoberfläche reflektiert wird, auf der sich das Kraftfahrzeug im Betrieb bewegt, zu erfassen und auszuwerten, um die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu bestimmen.

Der Vorteil eines optischen Sensors besteht insbesondere darin, dass keine mechanischen Komponenten benötigt werden, die in spezieller Weise gelagert und justiert werden müssen, um eine genaue Messung zu ermöglichen. Die Herstellung des Sensors ist damit grundsätzlich einfacher und kostengünstiger als bei einem mechanischen Sensor.

Der optische Geschwindigkeitssensor kann beispielsweise Bilder der Fahrbahnoberfläche erfassen und die Längs- und/oder Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs aus einer Verschiebung von Strukturen innerhalb von nacheinander aufgenommenen Bildern ermitteln.

Gleichfalls kann es sich etwa um einen Sensor mit einer Lichtquelle handeln, die einen kohärenten Messlichtstrahl, insbesondere einen Laserstrahl, in Richtung der Fahrbahnoberfläche aussendet, welcher von der Fahrbahnoberfläche reflektiert wird, und mit dem Licht in der Lichtquelle interferiert. Die Interferenz kann mittels eines Interferenzdetektors detektiert werden, und anhand einer mittels des Interferenzdetektors erfassten Messgröße kann bei geeigneter Ausrichtung des Messlichtstrahls die Quergeschwindigkeit oder die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs ermittelt werden. Die Verwendung von zwei Mess-

lichtstrahlen erlaubt eine Erfassung der Fahrzeugquergeschwindigkeit und der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit.

Insbesondere kann der Ort der Interferenz die Lichtquelle sein, deren Betriebs-
5 zustand aufgrund der Interferenz verändert wird, was auch als Self-Mixing-Effekt bezeichnet wird. Die Veränderungen des Betriebszustands können mit dem Interferenzdetektor erfasst werden.

In einer weiteren Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens umfasst der
10 Geschwindigkeitssensor ein Positionsbestimmungssystem, und die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit wird anhand einer Verfolgung einer Position des Kraftfahrzeugs mittels des Positionsbestimmungssystems ermittelt.

15 Ein derartiger Geschwindigkeitssensor hat ebenfalls den Vorteil, dass keine besondere Lagerung oder Justierung von mechanischen Bauteilen erforderlich ist, um genaue Messungen durchführen zu können.

Eine Weiterbildung des Systems und des Verfahrens beinhaltet, dass der Aktu-
20 ator dazu ausgebildet ist, aufgrund der Ansteuerung durch die Ansteuereinheit in einer Übersteuersituation ein Vorderrad des Fahrzeugs mit einer Bremskraft zu beaufschlagen. Hierdurch kann eine wirksame Stabilisierung des Fahrzeugs in einer instabilen Fahrsituation erreicht werden.

25 Eine Ausführungsform des Systems und des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Fahrzeugquergeschwindigkeit und die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit die einzigen erfassbaren fahrdynamischen Größen sind.

Insbesondere wird in dieser Ausführungsform nicht die Gierrate des Fahrzeugs
30 oder der Radeinschlag der lenkbaren Räder erfasst. Auch auf die Erfassung weiterer fahrdynamischer Größen, wie beispielsweise die Querbeschleunigung, wird verzichtet. Hierdurch wird nur eine geringe Anzahl von Sensoren benötigt,

so dass die vorgeschlagene Fahrdynamikregelung besonders einfach und kostengünstig ist.

- Unter einer fahrdynamischen Größe wird dabei eine Größe verstanden, die den
- 5 Fahrzustand des Fahrzeugs charakterisiert, insbesondere eine Fahrzustandsgröße. Reine Betriebsdaten des Kraftfahrzeugs, wie beispielsweise ein Bremsdruck, der in einer hydraulischen Bremsanlage des Kraftfahrzeugs eingestellt ist, werden nicht als fahrdynamische Größen in diesem Sinne angesehen.
- 10 Um den Einsatzbereich der Fahrdynamikregelung zu erweitern, ist in einer Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens ein Lenkwinkelsensor zum Erfassen eines an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs eingestellten Radeinschlagswinkels vorgesehen sowie eine Bewertungseinheit, die dazu ausgebildet ist, anhand des Radeinschlagswinkels und eines einfachen Fahrzeugmodells eine
- 15 Untersteuersituation festzustellen. In dieser Ausgestaltung können neben den Instabilitäten, die aufgrund eines Übersteuerns entstehen, auch Instabilitäten aufgrund eines Untersteuerns erkannt werden.

- Eine verbundene Ausführungsform des Systems und des Verfahrens zeichnet
- 20 sich dadurch aus, dass die Bewertungseinheit dazu ausgebildet ist, eine Untersteuersituation festzustellen, wenn der Radeinschlagwinkel größer ist als der theoretisch mögliche Radeinschlagwinkel ($f(v)$).

- Um das Fahrzeug in Untersteuersituationen stabilisieren zu können, beinhaltet
- 25 eine Weiterbildung des Systems und des Verfahrens, dass die Ansteuereinheit dazu ausgebildet ist, in einer Untersteuersituation derart auf einen Antriebsmotor des Kraftfahrzeugs einzuwirken, dass eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung des Kraftfahrzeugs verringert wird.

- 30 Bei dem Fahrzeug kann es sich insbesondere um ein vierrädriges Kraftfahrzeug handeln. In Übersteuersituationen wird ein solches Fahrzeug zweckmäßigerweise dadurch stabilisiert, dass ein Vorderrad – vorzugsweise das kurvenäuße-

re Vorderrad – abgebremst wird. In einer Untersteuersituation kann ein derartiges Fahrzeug stabilisiert werden, indem ein Hinterrad – insbesondere das kurveninnere Hinterrad – abgebremst wird. Daher sieht eine Ausgestaltung des Systems und des Verfahrens vor, dass der Aktuator dazu ausgebildet ist, aufgrund einer Ansteuerung durch die Ansteuereinheit in einer Untersteuersituation ein Hinterrad des Kraftfahrzeugs mit einer Bremskraft zu beaufschlagen.

Wie zuvor erwähnt, kann das Fahrzeug in einer Untersteuersituation auch durch eine Reduzierung des von dem Antriebsmotor bereitgestellten Antriebsmoments stabilisiert werden. Daher sind Bremseneingriffe an den Hinterrädern selbst dann nicht zwingend erforderlich, wenn die Fahrdynamikregelung sich auf Untersteuersituationen erstreckt. Sofern die Fahrdynamikregelung auf Übersteuersituationen beschränkt bleibt, sind Bremseneingriffe an den Hinterrädern gleichfalls nicht erforderlich.

Daher beinhaltet eine Weiterbildung des Systems und des Verfahrens, dass der Aktuator derart ausgestaltet ist, dass er ausschließlich die Vorderräder des Kraftfahrzeugs mit einer Bremskraft beaufschlagen kann.

Vorteilhaft kann der Aktuator hierdurch einfacher und kostengünstiger ausgestaltet werden, als ein Aktuator, mit dem eine Bremskraft auch an den Hinterrädern aufgebaut werden kann.

Die zuvor genannten und weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung werden auch anhand der Ausführungsbeispiele deutlich, die nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben werden.

Kurze Beschreibung der Figuren

30

Von den Figuren zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs, das ein System zur Durchführung einer Fahrdynamikregelung umfasst,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Untergruppe einer Hydraulikeinheit des Kraftfahrzeugs,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Lasereinheit zur Erfassung der Fahrzeuglängs- und/oder Quergeschwindigkeit,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Blockdiagramms der Steuereinheit des Fahrdynamikregelsystems in einer ersten Ausgestaltung, und
- Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Blockdiagramms der Steuereinheit des Fahrdynamikregelsystems in einer zweiten Ausgestaltung.

Ausführliche Darstellung von Ausführungsbeispielen

In Figur 1 ist in schematischer Darstellung ein vierrädriges Kraftfahrzeug 101 mit zwei Vorderrädern 102a, 102b und zwei Hinterrädern 102c, 102d dargestellt.

Die Vorderräder 102a, 102 sind lenkbar, und der Radeinschlagswinkel kann von dem Fahrer mittels einer Lenkhandnabe 112 eingestellt werden, die über einen Lenkstrang 113 mit den Vorderrädern 102a, 102b verbunden ist.

Das Fahrzeug 101 wird durch einen Antriebsmotor 103 angetrieben, bei dem es sich beispielsweise um einen Verbrennungsmotor, einen Elektromotor oder einen Hybridmotor handeln kann. Der Antriebsmotor 103 erzeugt ein Motordrehmoment, das über einen in der Figur 1 nicht dargestellten Antriebsstrang an zwei oder vier Fahrzeugrädern 102a, 102b, 102c, 102d übertragen wird, um diese Räder 102a, 102b, 102c, 102d anzutreiben.

Um das Fahrzeug 101 abzubremsen, ist eine Bremsanlage vorgesehen, die in der Darstellung als eine hydraulische Bremsanlage ausgestaltet ist. Die Bremsanlage umfasst eine Betätigungseinrichtung 113, die über einen Bremskraftverstärker 105 mit einem Hauptbremszylinder 106 verbunden und vorzugsweise als Bremspedal ausgebildet ist. Der Hauptbremszylinder 106 ist strömungsmäßig mit einem Vorratsbehälter 107 für Hydraulikflüssigkeit verbunden und vorzugsweise als so genannter Tandemhauptzylinder ausgeführt, bei dem jeweils eine von zwei gekoppelten Druckkammern zur Druckversorgung eines Bremskreises vorgesehen ist, der zwei der vier Radbremsen 108a, 108b, 108c, 108d umfasst. Die Radbremsen 108a, 108b, 108c, 108d sind jeweils einem Rad 102a, 102b, 102c, 102d zugeordnet. Die Bremskreise weisen beispielsweise eine X-Aufteilung auf, bei der eine Druckkammer des Hauptzylinders 106 die vordere rechte Radbremse 108b und die hintere linke Radbremse 108c versorgt und die andere Druckkammer die vordere linke Radbremse 108a und die hintere rechte Radbremse 108b.

Mittels der Betätigungseinrichtung 104 kann über den Bremskraftverstärker 105 in einer in dem Hauptbremszylinder 106 befindlichen Hydraulikflüssigkeit ein Bremsdruck aufgebaut werden, der über Druckleitungen an die Radbremsen 102a, 102b, 102c, 102d übertragen werden kann. Aufgrund der Druckbeaufschlagung und einer Radbremse 108a, 108b, 108c, 108d wird das zugehörige Rad 102a, 102b, 102c, 102d mit einem Bremsmoment beaufschlagt und dadurch abgebremst.

Mit den Radbremsen 108a, 108b, 108c, 108d ist der Hauptbremszylinder 106 über eine Hydraulikeinheit 109 verbunden. Die Hydraulikeinheit 109 dient als Aktuator zur Beeinflussung des Fahrverhaltens des Fahrzeugs 101 und wird durch eine Steuereinheit (ECU) 110 angesteuert. Mithilfe der Steuereinheit 110 wird eine Fahrdynamikregelung und vorzugsweise auch eine Bremsschlupfregelung (ABS: Antiblockiersystem) ausgeführt. Die vorgesehene Fahrdynamikregelung wird im Folgenden näher erläutert. Die Bremsschlupfregelung ist in

einer dem Fachmann an sich bekannten Art ausgeführt und wird daher nicht näher beschrieben.

Vorzugsweise handelt es sich bei der Steuereinheit 110 um ein Steuergerät mit
5 einem Mikroprozessor zur Ausführung von Programmen, deren Programmcode in der Steuereinheit 110 gespeichert werden kann. Die Fahrdynamikregelung und die Bremsschlupfregelung umfassen in dieser Ausgestaltung des Steuergeräts eine Software, die auf dem Mikroprozessor des Steuergeräts ausgeführt wird. Die vorgesehenen Algorithmen werden dabei schleifenweise abgearbeitet,
10 wobei eine Schleife in jedem Taktschritt (Loop) einmal durchlaufen wird, um gegebenenfalls ein Ausgangssignal zu erzeugen.

In einer Ausgestaltung unterteilt sich die Hydraulikeinheit 109 in zwei Untergruppen, die in gleicher Weise aufgebaut sind und jeweils zwei Radbremsen
15 108a, 108b, 108c, 108d zugeordnet sind. Beispielsweise kann es sich bei den Radbremsen 108a, 108b, 108c, 108d, die einer Untergruppe zugeordnet sind, um die Radbremsen 108a, 108b, 108c, 108d eines Bremskreises handeln.

In Figur 2 ist die Hydraulikeinheit mit einer der Untergruppen, welche beispielhaft der vorderen rechten Radbremse 108b und der hinteren linken Radbremse
20 108c zugeordnet ist, in einem schematischen Schaltbild dargestellt. Die Radbremsen 108b, 108c sind innerhalb der Untergruppe über ein stromlos offenes Trennventil 201 mit dem Hauptbremszylinder 106 verbunden. Zusätzlich ist den Radbremsen 108b, 108c jeweils ein Einlassventil 202b, 202c zugeordnet, das
25 ebenfalls stromlos geöffnet ist. Bei einem ausschließlich durch den Fahrer gesteuerten Bremsvorgang wird ein in dem Hauptbremszylinder 106 aufgebauter Bremsdruck, der auch als Vordruck bezeichnet wird, direkt zu den Radbremsen 108b, 108c übertragen.

30 Die Hydraulikeinheit 109 umfasst weiterhin eine Hydraulikpumpe 203, die durch einen Motor 204 angetrieben wird, der auch zum Antreiben der Hydraulikpumpe der nicht dargestellten Untergruppe der Hydraulikeinheit 109 vorgesehen sein

kann. Mittels der Hydraulikpumpe 203 können die Radbremsen 108b, 108c fahrerunabhängig mit einem Bremsdruck beaufschlagt werden. Zum Druckaufbau wird das Trennventil 201 geschlossen und das stromlos geschlossene Umschaltventil 205 geöffnet, so dass zwischen dem Hauptbremszylinder 106 und der Saugseite der Hydraulikpumpe 203 eine Verbindung entsteht, und der Hauptbremszylinder 106 von der Druckseite der Hydraulikpumpe 203 entkoppelt wird. Die Hydraulikpumpe 203 ist damit in der Lage, Hydraulikflüssigkeit aus dem Hauptbremszylinder 106 bzw. dem Vorratsbehälter 107 in die Radbremsen 108a, 108b zu fördern und damit den Bremsdruck in den Radbremsen 108a, 108b zu erhöhen. Dies dient bei der vorgesehenen Fahrdynamikregelung dazu, jeweils ein Rad 102a, 102b, 102c, 102d mit einer Bremskraft zu beaufschlagen, um das Fahrzeug zu stabilisieren.

Um den Bremsdruck in den Radbremsen 108b, 108c gegen einen bestehenden Vordruck verringern zu können, ist jeder Radbremse 108b, 108c ein stromlos geschlossenes Auslassventil 206b, 206c zugeordnet. Wird das Auslassventil 206b, 206c geöffnet, kann Hydraulikflüssigkeit aus der entsprechenden Radbremse 108a, 108b in einen Niederdruckspeicher 207 entweichen. Mittels der Hydraulikpumpe 203 kann die Hydraulikflüssigkeit aus dem Niederdruckspeicher 207 in den Hauptbremszylinder 106 zurückgefördert werden, wozu das Umschaltventil 205 sowie die Einlassventile 202b, 202c geschlossen werden und das Trennventil 201 geöffnet wird. Eine Verringerung des Bremsdrucks in einer Radbremse 108a, 108b, 108c, 108d erfolgt insbesondere im Rahmen der gegebenenfalls vorgesehenen Bremsschlupfregelung, wenn das zugehörige Rad 102a, 102b, 102c, 102d während eines Bremsvorgangs blockiert oder zu blockieren droht.

Darüber hinaus kann ein in den Radbremsen 108b, 108c vorhandener Bremsdruck konstant gehalten werden, indem sowohl das der Radbremse 108b, 108c zugeordnete Einlassventil 202b, 202c als auch das zugehörige Auslassventil 206b, 206c geschlossen werden. Die Aufrechterhaltung des Bremsdrucks in einer Radbremse 108a, 108b, 108c, 108d wird bei der vorgesehenen Fahrdy-

namikregelung und bei der gegebenenfalls vorgesehenen Bremsschlupfregelung eingesetzt, um einen Bremsdruck über eine bestimmte Zeit – d.h. über einen oder mehrere Taktschritte der Steuereinheit 110 – aufrecht zu erhalten.

- 5 Der von dem Fahrer eingestellte Vordruck wird mittels eines Drucksensors 208 erfasst, der vorzugsweise nur in einer der beiden Untergruppen der Hydraulikeinheit 109 enthalten ist.

- 10 In der zuvor dargestellten Ausgestaltung ermöglicht es die Hydraulikeinheit 109, den Bremsdruck in allen Radbremsen 108a, 108b, 108c, 108d mittels der Hydraulikpumpe 203 gegenüber der Fahrervorgabe zu erhöhen und zu verringern. Eine derartige Hydraulikeinheit 109 ist dem Fachmann an sich aus herkömmlichen Fahrdynamikregelsystemen bekannt.

- 15 In einer weiteren Ausgestaltung ist die Hydraulikeinheit 109 derart vereinfacht, dass der Bremsdruck in allen Radbremsen 108a, 108b, 108c, 108d gegenüber der Fahrervorgabe zwar verringert werden kann, dass eine Erhöhung des Bremsdrucks gegenüber der Fahrervorgabe jedoch lediglich in den Radbremsen 108a, 108b der Vorderräder 102a, 102b möglich ist.

20

Hierzu umfasst die Hydraulikeinheit 109 eine den vorderen Radbremsen 108a, 108b zugeordnete Untergruppe, die in der zuvor beschriebenen Weise ausgestaltet ist. Diese Untergruppe dient dazu, die Vorderräder 102a, 102b im Rahmen der vorgesehenen Fahrdynamikregelung mit Bremskraft zu beaufschlagen.

- 25 Ferner wird die Untergruppe bei der gegebenenfalls vorgesehenen Bremsschlupfregelung zur Reduzierung der Bremskraft an den Vorderrädern 102a, 102b eingesetzt.

- 30 In den Radbremsen 108c, 108d der Hinterräder 102c, 102d kann der Bremsdruck lediglich gegenüber der Fahrervorgabe mittels einer weiteren Untergruppe der Hydraulikeinheit 109 verringert werden, um eine Bremsschlupfregelung zu ermöglichen. Diese Untergruppe unterscheidet sich von der zuvor beschrie-

benen Untergruppe dadurch, dass kein Trennventil 201 und kein Umschaltventil 205 vorgesehen ist. Insbesondere ist das Trennventil 201 aus der Druckleitung entfernt und der das Umschaltventil enthaltene Zweig der Hydraulik entfällt. Hierdurch kann die Hydraulikeinheit 109 gegenüber der herkömmlichen Hydraulikeinheit einer Fahrdynamikregelung vereinfacht werden.

Falls keine Bremsschlupfregelung vorgesehen ist, kann auf die zweite Unter-
einheit der Hydraulikeinheit 109 auch verzichtet und eine direkte Verbindung
zwischen dem Hauptbremszylinder 106 und den Radbremsen 108c, 108d der
Hinterräder 102c, 102d vorgesehen werden.

Eingangsgrößen für die vorgesehene Fahrdynamikregelung sind in einer Aus-
gestaltung lediglich die Längsgeschwindigkeit und die Quergeschwindigkeit des
Fahrzeugs. Insbesondere werden hierunter die Längs- und Quergeschwindig-
keit des Fahrzeugschwerpunkts verstanden.

Die Quergeschwindigkeit wird mithilfe eines Geschwindigkeitssensors 111 er-
fasst. Der Geschwindigkeitssensor 111 kann auch dazu verwendet werden, die
Fahrzeu glängsgeschwindigkeit zu erfassen. Alternativ kann die Fahrzeu glängs-
geschwindigkeit in einer dem Fachmann an sich bekannten Weise aus den Sig-
nalen von Raddrehzahlsensoren ermittelt werden, die an den Rädern 102a,
102b, 102c, 102d des Fahrzeugs 101 angeordnet sind.

Der Geschwindigkeitssensor 111 kann grundsätzlich in beliebiger Art ausgestal-
tet sein.

In einer beispielhaften Ausgestaltung handelt es sich um den optischen Ge-
schwindigkeitssensor zur Erfassung der Längs- und/oder Quergeschwindigkeit
des Fahrzeugs 101, der in der DE 10 2004 060 677 A1 beschrieben ist. Der
Sensor umfasst eine Kamera, die am Unterboden des Fahrzeugs 101 montiert
ist und Bilder der Fahrbahnoberfläche, auf der sich das Fahrzeug 101 bewegt,
erfasst. Der Sensor ermittelt Verschiebungen in Strukturen innerhalb nachein-

ander aufgenommener Bilder der Fahrbahnoberfläche und bestimmt aus den Verschiebungen die Längs- und/oder Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs 101. Der Sensor kann damit dazu verwendet werden, nur die Quergeschwindigkeit oder zusätzlich auch die Längsgeschwindigkeit zu erfassen.

5

In einer weiteren Ausgestaltung umfasst der Geschwindigkeitssensor 111 eine oder zwei Lasereinheiten, von denen in Figur 3 eine Lasereinheit 301 dargestellt ist. Jede Lasereinheit 301 ist am Unterboden des Fahrzeugs 101 montiert und sendet einen Messlichtstrahl 302 unter einem Winkel zum Unterboden des Fahrzeugs 101 in Richtung der Fahrbahnoberfläche 303 aus. Durch ein optisches Element 304 – vorzugsweise eine Anordnung optischer Linsen – wird der Messlichtstrahl 302 gebündelt und auf einen Punkt der Fahrbahn 303 oder auf einen Punkt in der Nähe der Fahrbahnoberfläche 303 fokussiert. Der Messlichtstrahl 302 einer Lasereinheit 301 wird durch kohärentes Licht gebildet und beispielsweise in einem Halbleiterlaser erzeugt, der in einer Ausgestaltung als Vertical Cavity Surface Emitting Laser (VCSEL) ausgestaltet sein kann. Das Licht liegt vorzugsweise in einem unsichtbaren, insbesondere im infraroten Spektralbereich, so dass der Messlichtstrahl 302 nicht sichtbar ist und Verkehrsteilnehmer nicht irritiert werden. Alternativ kann jedoch auch Licht in einem anderen Spektralbereich verwendet werden.

Jede Lasereinheit 301 umfasst einen Resonator 305 der Länge L , welcher durch einen vorderen teildurchlässigen Spiegel 306 und einen hinteren teildurchlässigen Spiegel 307 begrenzt wird. Der Messlichtstrahl 302 wird durch Licht gebildet, das durch den vorderen Spiegel 306 aus dem Resonator 305 in Richtung der Fahrbahnoberfläche 303 austritt. Die Länge der Strecke, die der Messlichtstrahl 302 zwischen dem Resonator 305 bzw. dem vorderen Spiegel 306 und der Fahrbahnoberfläche 303 zurücklegt, wird hier mit L_0 bezeichnet. An der Fahrbahnoberfläche 303 wird der Messlichtstrahl 302 gestreut. Ein Teil des gestreuten Lichts wird als Streulichtstrahl 308 in entgegengesetzte Richtungen zu dem Messlichtstrahl 302 reflektiert. Durch die optische Einrichtung

304 gelangt der Streulichtstrahl 308 in den Resonator 305 und interferiert dort mit dem im Resonator 305 verstärkten Licht.

Bewegen sich der Resonator 305 und die Fahrbahnoberfläche 303 aufgrund
 5 einer Bewegung des Fahrzeugs 101 relativ zueinander mit einer Geschwindigkeitskomponente v_L in Richtung des Messlichtstrahls 103, dann erfährt der Streulichtstrahl 308 eine Doppler-Verschiebung. Hierbei handelt es sich um eine Veränderung der Frequenz des Lichts beziehungsweise der Wellenlänge in Abhängigkeit von der genannten Geschwindigkeitskomponente v_L . Aufgrund
 10 der Rückkopplung des Streulichtstrahls 308 in den Resonator 305 tritt innerhalb des Resonators 305 ein so genannter Self-Mixing-Effekt auf. Das heißt, es kommt zu einer Modulation der Laserverstärkung, deren Frequenz von der Doppler-Verschiebung des Streulichtstrahls 308 abhängt und damit auch von der beschriebenen Geschwindigkeitskomponente.

15

Die zeitliche Veränderung Δg der Laserverstärkung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitskomponente v_L der Relativbewegung zwischen dem Resonator 305 und der Fahrbahnoberfläche 303 in Richtung des Messlichtstrahls 302 wird durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$20 \quad \Delta g = -\frac{\kappa}{L} \cdot \cos(4 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot v_L \cdot t / c + 4 \cdot \pi \cdot L_0 \cdot f_0 / c) \quad (1)$$

Hierin bezeichnet κ einen laserspezifischen Kopplungskoeffizienten, der einen Wert zwischen Null und Eins besitzt, f_0 die Frequenz des von der Lasereinheit 108i emittierten Lichts, c die Lichtgeschwindigkeit und t die Zeit. Gleichung (1) ergibt sich beispielsweise aus der Theorie des Self-Mixing-Effekts in M.H. Koe-
 25 link et al., "Laser Doppler velocimeter based on the self-mixing effect in a fibre-coupled semiconductor laser: theory", Applied Optics, Vol. 31, 1992, Seiten 3401–3408.

Die periodische Modulation der Laserverstärkung führt zu einer entsprechenden
 30 periodischen Modulation der Intensität des von dem Resonator 305 emittierten Lichts. Aus der Frequenz, mit der sich die gemessene Intensität periodisch ver-

ändert, kann die Geschwindigkeitskomponente v_L ermittelt werden. Zur Messung der Intensität des von dem Resonator 305 emittierten Lichts ist die Fotodiode 309 vorgesehen, die Licht erfasst, das durch den hinteren Spiegel 307 aus dem Resonator 305 austritt. Üblicherweise wird eine solche Diode 309 zur Konstanthaltung bzw. Regelung der Intensität des Laserlichts verwendet und ist daher in der Regel bereits Bestandteil der Ausstattung von kommerziell erhältlichen Laserdioden. In der vorliegenden Anwendung wird die Fotodiode 309 herangezogen, um aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Intensität die Frequenz der Intensitätsänderungen ermittelt und anhand dieser Frequenz die Geschwindigkeitskomponente v_L bestimmt.

Mittels einer geeignet ausgerichteten Lasereinheit 301 kann die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs 101 erfasst werden. Die Lasereinheit 301 kann beispielsweise lotrecht unterhalb des Fahrzeugschwerpunkts am Fahrzeugunterboden montiert werden, und der Messlichtstrahl 302 kann entlang der Fahrzeugquerrichtung ausgerichtet werden. Anhand des Winkels, unter dem der Messlichtstrahl 302 auf die Fahrbahnoberfläche 303 gerichtet ist, kann aus der mittels der Lasereinheit 301 gemessenen Geschwindigkeitskomponente v_L die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs 101 bestimmt werden. Der Winkel ergibt sich aus der Einbaulage der Lasereinheit 301 und kann als Parameter im Fahrzeug gespeichert werden. Die Beeinflussung der Geschwindigkeitsmessung durch Veränderungen der Geometrie aufgrund von Wank- und Nickbewegungen des Fahrzeugs 101 können in der Regel vernachlässigt werden.

Eine weitere Lasereinheit 301, die vorzugsweise ebenfalls lotrecht unterhalb des Fahrzeugschwerpunkts angebracht ist und deren Messlichtstrahl 302 entlang der Fahrzeuglängsrichtung ausgerichtet ist, kann dazu verwendet werden, die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu erfassen.

In einer weiteren Ausführungsform kann der Geschwindigkeitssensor 111 ein Positionsbestimmungssystem umfassen. Vorzugsweise handelt es sich dabei um ein satellitengestütztes System, das beispielsweise auf dem Global Positio-

ning System (GPS) oder dem System GALILEO basiert. Quer- und/oder Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs 101 können dabei durch eine Verfolgung der Position des Fahrzeugs 101 mittels des Positionsbestimmungssystems ermittelt werden.

5

Die in der Steuereinheit enthaltenen Komponenten des vorgesehenen Fahrdynamikregelsystems sind in Figur 4 in einem schematischen Blockschaltbild veranschaulicht.

- 10 Die Eingangssignale, d.h. die erfasste Längsgeschwindigkeit v und Quergeschwindigkeit v_y , werden der Berechnungseinheit 401 zugeführt. Diese bestimmt aus den Eingangssignalen den Schwimmwinkel β des Fahrzeugs 101. Hierbei handelt es sich um den Winkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs 101. In der Berechnungseinrichtung
- 15 401 wird der Schwimmwinkel β vorzugsweise gemäß der Beziehung

$$\beta = \arctan \frac{v_y}{v} \quad (2)$$

bestimmt. Der berechnete Wert wird dann der Bewertungseinheit 402 übergeben. Vorzugsweise wird in jedem Taktschritt der Steuereinheit 110 ein Wert für den Schwimmwinkel β berechnet.

20

- In der Bewertungseinrichtung 402 wird das Vorzeichen des Schwimmwinkels β ermittelt, welches die Richtung einer von dem Fahrzeug 101 durchfahrenen Kurve angibt. Ferner wird der Betrag des Schwimmwinkels β mit einem Schwellenwert verglichen. Der Schwellenwert charakterisiert die Grenze zwischen stabilen und instabilen Fahrzuständen. Er wird beispielsweise anhand
- 25 von Fahrversuchen für einen bestimmten Fahrzeugtyp ermittelt und ist als Parameter in der Steuereinheit 110 gespeichert. Ein stabiler Fahrzustand wird festgestellt, wenn der Betrag des Schwimmwinkels β kleiner als der Schwellenwert ist. In diesem Fall wird kein Eingriff in das Fahrverhalten des Fahrzeugs
- 30 101 vorgenommen. Ein instabiler Fahrzustand – insbesondere ein übersteuernder Fahrzustand – wird festgestellt, wenn der Betrag des Schwimmwinkels β

größer als der Schwellenwert ist. In diesem Fall wird die Differenz zwischen dem Schwimmwinkel β und dem Schwellenwert sowie das Vorzeichen des Schwimmwinkels an die Ansteuereinheit 403 übergeben.

- 5 Die Ansteuereinheit 403 ermittelt im Fall eines übersteuernden Fahrverhaltens des Fahrzeugs eine Stellanforderung, welche an die Hydraulikeinheit 203 übermittelt und von der Hydraulikeinheit 203 umgesetzt wird. Gemäß der Stellanforderung wird das kurvenäußere Vorderrad 102a, 102 des Fahrzeugs 101 abgebremst, um das Fahrzeug 101 zu stabilisieren. Vorzugsweise wird die Stellanforderung nach Maßgabe der Differenz zwischen dem Schwimmwinkel und dem Schwellenwert ermittelt, vorzugsweise als PID Regler ausgeführt. Das kurvenäußere Rad wird anhand der Kurvenrichtung bestimmt, die aus dem Vorzeichen des Schwimmwinkels ermittelt werden kann.
- 10
- 15 Eine weitere Ausgestaltung des Fahrdynamikregelsystems unterscheidet sich von der vorher beschriebenen Ausführungsform dadurch, dass eine weitere Bewertungseinheit 501 vorgesehen ist, die dazu ausgestaltet ist, instabile Fahrsituationen zu erkennen, die auf ein Untersteuern des Fahrzeugs 101 zurückzuführen sind. Die in dieser Ausgestaltung in der Steuereinheit 110 enthaltenen
- 20 Komponenten des Fahrdynamikregelsystems sind in Figur 5 in einem schematischen Blockdiagramm dargestellt.

Ein Eingangssignal neben der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit v und der Fahrzeugquergeschwindigkeit v_y ist der Radeinschlagswinkel δ der Vorderräder 102a, 102b des Fahrzeugs 101. Dieser kann beispielsweise in einer dem Fachmann an sich bekannten Weise mittels eines Lenkwinkelsensors 114 erfasst werden. Der Lenkwinkelsensor 114 kann innerhalb eines Lenkstrangs angeordnet sein, welcher die Vorderräder 102a, 102b mit der von dem Fahrer bedienten Lenkhandhabe verbindet.

30

Der Radeinschlagswinkel δ sowie der in der Berechnungseinrichtung aus der Längsgeschwindigkeit v und der Quergeschwindigkeit v_y ermittelte Schwimm-

winkel β werden der Berechnungseinheit 501 zugeführt. Diese ermittelt anhand der Längsgeschwindigkeit v einen maximal möglichen theoretischen Radeinschlagswinkels $\delta_{\text{theor.}}$. Liegt der des Radeinschlagswinkels δ über dem theoretischen Radeinschlagswinkels $\delta_{\text{theor.}}$ und liegt der ermittelte Schwimmwinkel β unterhalb eines Schwellwertes, dann wird eine instabile Untersteuersituation festgestellt.

Im Falle, in dem eine Instabilität des Fahrzeugs 101 aufgrund eines Untersteuerns in der Bewertungseinheit 501 festgestellt worden ist, erzeugt die Ansteuer-
einheit 403 Stellanforderungen zur Beeinflussung des Fahrverhaltens. Gegen-
über der zuvor anhand von Figur 4 beschriebenen Ausgestaltung der Steuer-
einheit 110 ist die Ansteuereinheit in der vorliegenden Ausführungsform derart
modifiziert, dass sie derartige Stellanforderungen erzeugen kann.

In einer Ausgestaltung beeinflusst die Ansteuereinheit 403 den Antriebsmotor
103 bzw. ein Motorsteuergerät in einer Untersteuersituation derart, dass das
von dem Motor bereitgestellte Antriebsmoment reduziert wird, um das Fahrzeug
101 zu stabilisieren. Somit kann auch dann eine Stabilisierung des Fahrzeugs
101 in Untersteuersituationen vorgenommen werden, wenn das Fahrzeugs 101
lediglich über eine vereinfachte Hydraulikeinheit 109 verfügt, die einen Brems-
druckaufbau nur in den Radbremsen 108a, 108b der Vorderräder 102a, 102b
ermöglicht.

Falls die Hydraulikeinheit 109 einen Bremsdruckaufbau in den Radbremsen
108c, 108d der Hinterräder 102c, 102d erlaubt, kann alternativ oder zusätzlich
zu dem Eingriff in die Motorsteuerung das kurveninnere Hinterrad 102c, 102d
mit einer Bremskraft beaufschlagt werden. Hierzu wird in der Ansteuereinheit
403 eine entsprechende Stellanforderung erzeugt, welche an die Hydraulikein-
heit 109 übermittelt wird. Das kurveninnere Hinterrad 108c, 108d wird anhand
der Richtung der durchfahrenen Kurve bestimmt, die aus dem Vorzeichen des
erfassten Radeinschlagswinkels δ ermittelt werden kann.

Obwohl die Erfindung in den Zeichnungen und der vorausgegangenen Darstellung im Detail beschrieben wurde, sind die Darstellungen illustrativ bzw. beispielhaft und nicht einschränkend zu verstehen; insbesondere ist die Erfindung nicht auf die erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt. Weitere Varianten
5 der Erfindung und ihre Ausführung ergeben sich für den Fachmann aus der vorangegangenen Offenbarung, den Figuren und den Patentansprüchen.

In den Patentansprüchen verwendete Begriffe wie "umfassen", "aufweisen", "beinhalten", "enthalten" und dergleichen schließen weitere Elemente oder
10 Schritte nicht aus. Die Verwendung des unbestimmten Artikels schließt eine Mehrzahl nicht aus. Eine einzelne Einrichtung kann die Funktionen mehrerer in den Patentansprüchen genannter Einheiten beziehungsweise Einrichtungen ausführen.

15 In den Patentansprüchen angegebene Bezugszeichen sind nicht als Beschränkungen der eingesetzten Mittel und Schritte anzusehen.

Patentansprüche

1. System zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs (101) , umfassend
 - wenigstens einen Geschwindigkeitssensor (111) zum Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (101);
 - eine Berechnungseinheit (401), die dazu ausgebildet ist, aus der erfassten Längsgeschwindigkeit und der erfassten Quergeschwindigkeit einen Schwimmwinkel des Kraftfahrzeugs (101) zu berechnen;
 - eine mit der Berechnungseinheit (401) gekoppelte Bewertungseinheit (402), die dazu ausgebildet ist, den Schwimmwinkel mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu vergleichen, und eine Übersteuersituation festzustellen, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet;
 - eine mit der Bewertungseinheit (402) gekoppelte Ansteuereinheit (403) und einen das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs (101) beeinflussenden Aktuator (109), wobei die Ansteuereinheit (403) dazu ausgebildet ist, den Aktuator (109) in einer Übersteuersituation anzusteuern.
2. System nach Anspruch 1, wobei ein optischer Geschwindigkeitssensor (111) zum Erfassen der Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit vorgesehen ist, der dazu ausgebildet ist, Licht, das an einer Fahrbahnoberfläche (303) reflektiert wird, auf der sich das Kraftfahrzeug (101) im Betrieb bewegt, zu erfassen und auszuwerten, um die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu bestimmen.
3. System nach Anspruch 1, wobei der Geschwindigkeitssensor (111) ein Positionsbestimmungssystem umfasst und wobei die Fahrzeugquergeschwindigkeit und/oder die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit anhand einer Verfolgung einer Position des Kraftfahrzeugs (101) mittels des Positionsbestimmungssystems ermittelt wird.
4. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Aktuator (109) dazu ausgebildet ist, aufgrund der Ansteuerung durch die Ansteuereinheit (403)

in einer Übersteuersituation ein Vorderrad (102a; 102b) des Kraftfahrzeugs (101) mit einer Bremskraft zu beaufschlagen.

5. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Fahrzeugquergeschwindigkeit und die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit die einzigen erfassbaren fahrdynamischen Größen sind.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiterhin umfassend einen Lenkwinkelsensor (114) zum Erfassen eines an lenkbaren Rädern (102a, 102b) des Kraftfahrzeugs (101) eingestellten Radeinschlagswinkels, und eine weitere Bewertungseinheit (501), die dazu ausgebildet ist, anhand des Schwimmwinkels und des Radeinschlagswinkels eine Untersteuersituation festzustellen.
7. System nach Anspruch 6, wobei die weitere Bewertungseinheit (501) dazu ausgebildet ist, eine Untersteuersituation festzustellen, wenn ein nach Maßgabe des Radeinschlagswinkels ermittelter Schwimmwinkel um einen vorgegebenen Betrag größer ist als der berechnete Schwimmwinkel.
8. System nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Ansteuereinheit (403) dazu ausgebildet ist, in einer Untersteuersituation derart auf einen Antriebsmotor (103) des Kraftfahrzeugs (101) einzuwirken, dass eine Geschwindigkeit und/oder eine Beschleunigung des Kraftfahrzeugs (101) verringert wird.
9. System nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der Aktuator (109) dazu ausgebildet ist, aufgrund einer Ansteuerung durch die Ansteuereinheit (403) in einer Untersteuersituation ein Hinterrad (102c; 102d) des Kraftfahrzeugs (101) mit einer Bremskraft zu beaufschlagen.
10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Aktuator (109) derart ausgestaltet ist, dass er ausschließlich die Vorderräder (102a, 102b) des Kraftfahrzeugs (101) mit einer Bremskraft beaufschlagen kann.

11. Verfahren zum Stabilisieren eines Kraftfahrzeugs (101), umfassend die folgenden Schritte:

- Erfassen einer Längsgeschwindigkeit und einer Quergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (101) mittels wenigstens eines Geschwindigkeitssensors (111);
- Berechnen eines Schwimmwinkels des Kraftfahrzeugs (101) aus der erfassten Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und der erfassten Fahrzeugquergeschwindigkeit;
- Vergleichen des Schwimmwinkels mit einem vorgegebenen Schwellenwert und Feststellen einer Übersteuersituation, wenn der Schwimmwinkel den Schwellenwert überschreitet,
- wenn eine Übersteuersituation festgestellt worden ist, Ansteuern eines Aktuators, um das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs (101) zu beeinflussen.

1/4

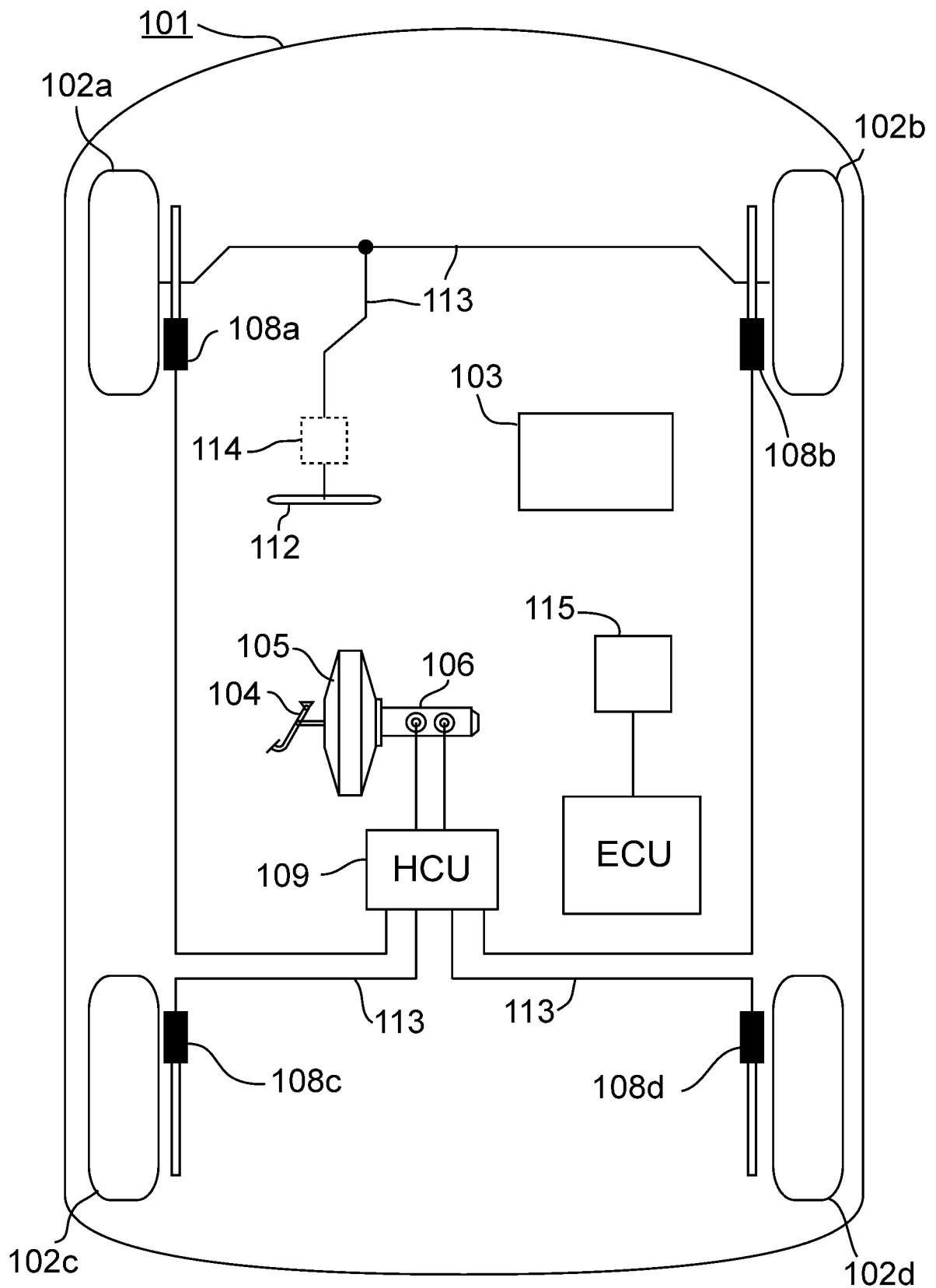


Fig. 1

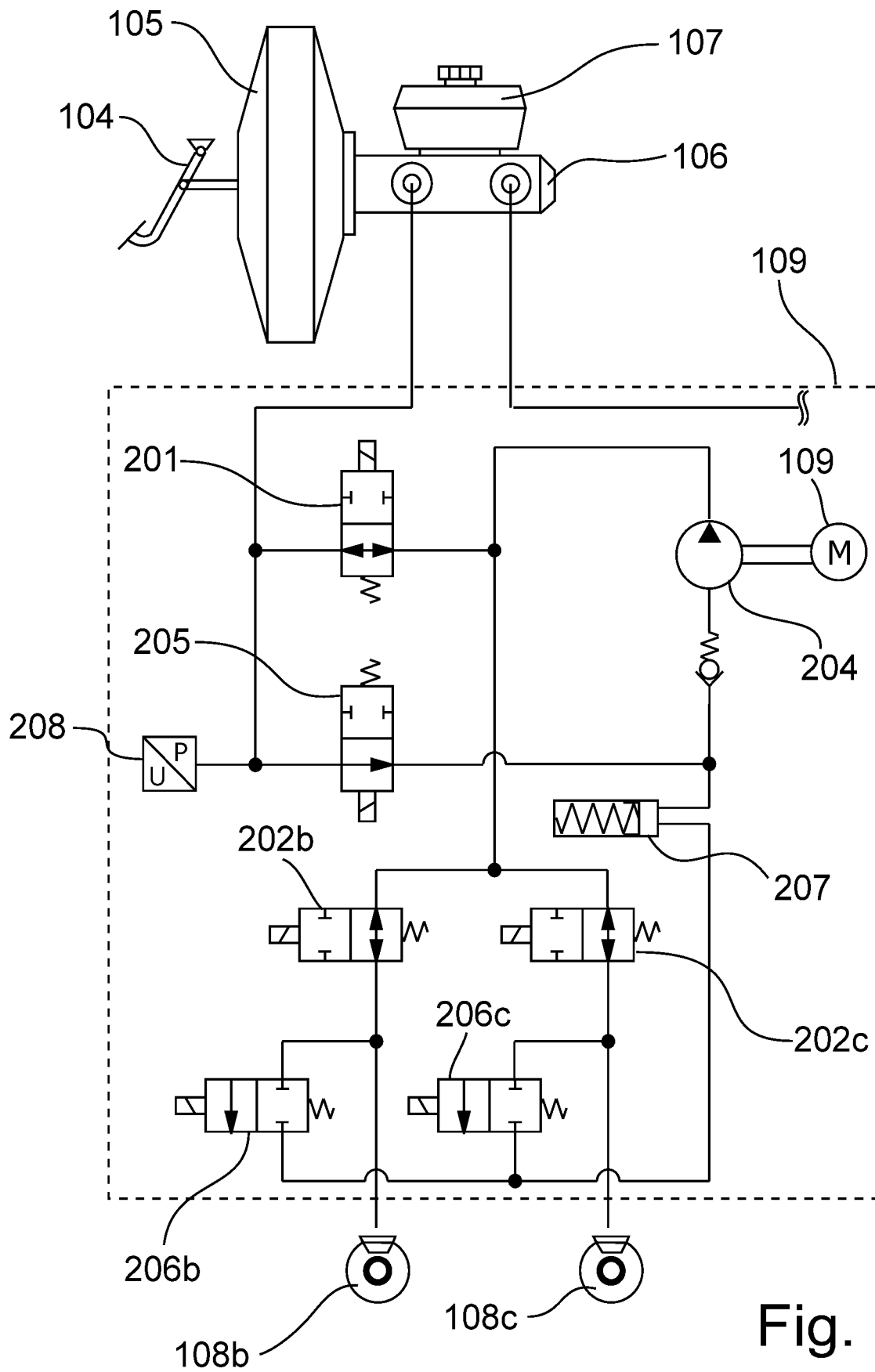


Fig. 2

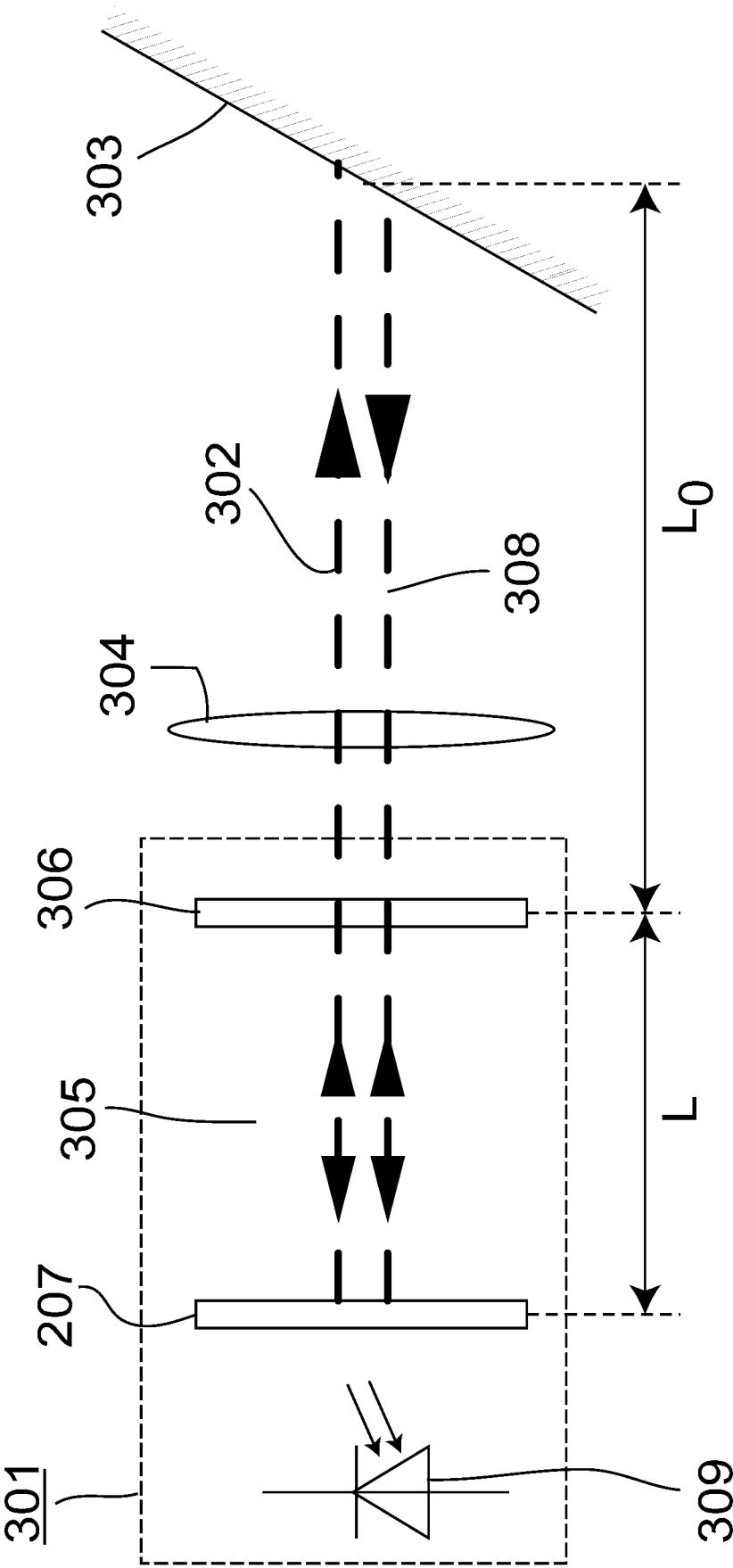


Fig. 3

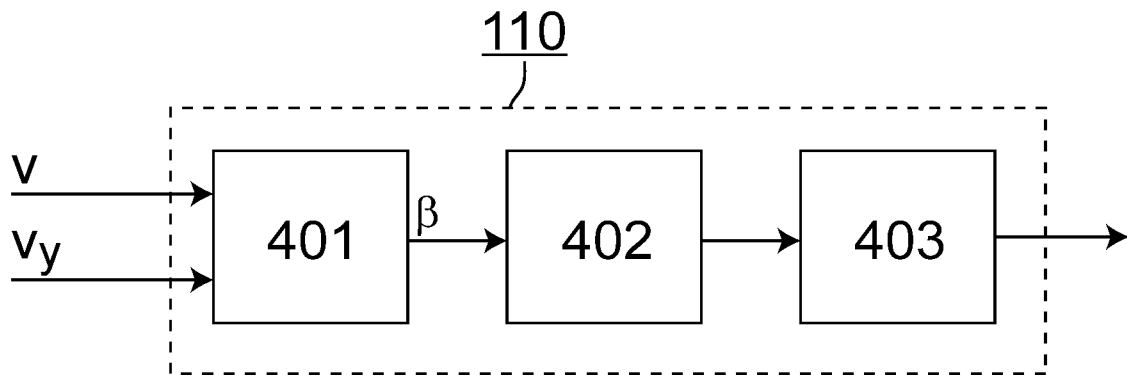


Fig. 4

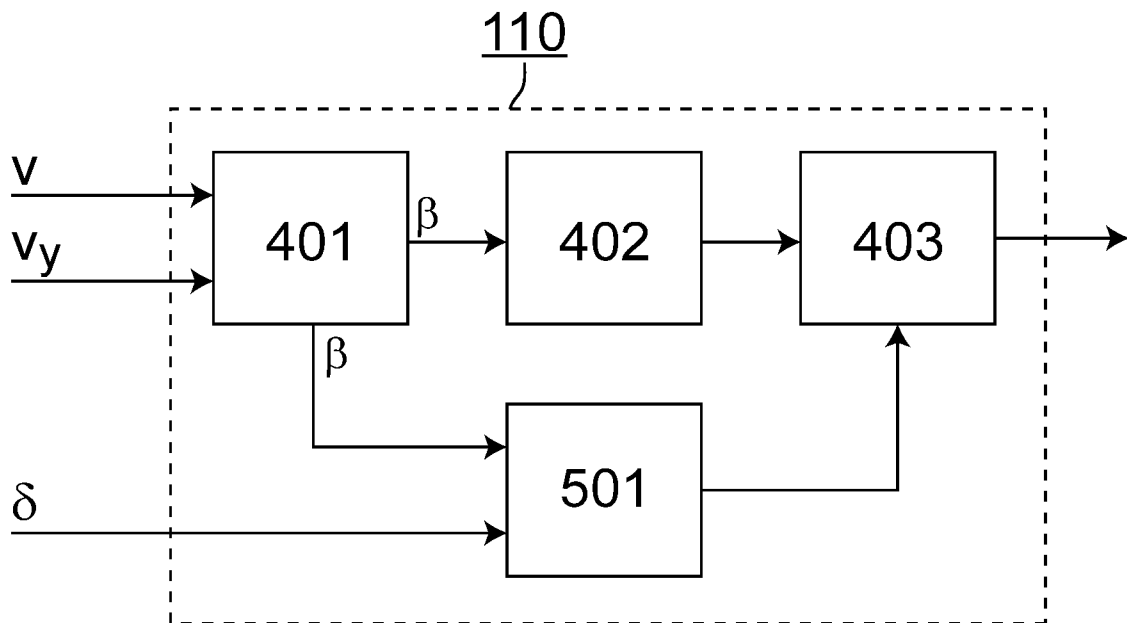


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/060771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60T8/1755 B60T8/172

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 33 575 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 14 March 1996 (1996-03-14) column 6, line 18 - column 8, line 54; figures 1,2	1,4,11
Y	-----	2,3,5-10
X	DE 102 47 994 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29 April 2004 (2004-04-29) page 3, paragraph 28 - page 6, paragraph 54; figures 3,4	1,3,11
Y	DE 103 50 920 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 May 2005 (2005-05-25) page 2, paragraph 5 - page 2, paragraph 6 ----- -/--	2,3,5

☒ 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 document 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

16 Dezember 2008

Date of mailing of the international search report

22/12/2008

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

Marx, Winfried

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/060771

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 716 948 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19 June 1996 (1996-06-19) page 7, line 20 - page 9, line 11; figure 14 -----	6-9
Y	DE 196 23 596 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 18 December 1997 (1997-12-18) cited in the application column 2, line 7 - column 3, line 28 -----	10
A	DE 196 23 595 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 18 December 1997 (1997-12-18) figure 2 -----	1,11
A	DE 10 2005 024875 B3 (SIEMENS AG [DE]) 12 October 2006 (2006-10-12) page 5, paragraph 44 - page 7, paragraph 59; figures 2,3 -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/060771

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19533575	A1	14-03-1996	JP 8080823 A	26-03-1996
			US 5717591 A	10-02-1998
DE 10247994	A1	29-04-2004	NONE	
DE 10350920	A1	25-05-2005	CN 1874919 A	06-12-2006
			WO 2005044650 A1	19-05-2005
			EP 1689624 A1	16-08-2006
			JP 2007509793 T	19-04-2007
			US 2006150717 A1	13-07-2006
EP 0716948	A	19-06-1996	DE 69504462 D1	08-10-1998
			DE 69504462 T2	25-03-1999
			JP 3060863 B2	10-07-2000
			JP 8164833 A	25-06-1996
			US 5641212 A	24-06-1997
DE 19623596	A1	18-12-1997	WO 9747501 A1	18-12-1997
DE 19623595	A1	18-12-1997	AU 3338697 A	07-01-1998
			WO 9747485 A1	18-12-1997
			EP 0904210 A1	31-03-1999
			JP 2000516703 T	12-12-2000
			JP 2008074392 A	03-04-2008
			US 6526334 B1	25-02-2003
DE 102005024875 B3		12-10-2006	CN 101218136 A	09-07-2008
			EP 1885586 A1	13-02-2008
			WO 2006128758 A1	07-12-2006
			KR 20080015115 A	18-02-2008
			US 2008201038 A1	21-08-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/060771

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T8/1755 B60T8/172

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60T

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 33 575 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 14. März 1996 (1996-03-14) Spalte 6, Zeile 18 - Spalte 8, Zeile 54; Abbildungen 1,2	1,4,11
Y	-----	2,3,5-10
X	DE 102 47 994 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29. April 2004 (2004-04-29) Seite 3, Absatz 28 - Seite 6, Absatz 54; Abbildungen 3,4	1,3,11
Y	DE 103 50 920 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Mai 2005 (2005-05-25) Seite 2, Absatz 5 - Seite 2, Absatz 6	2,3,5
	----- -/--	

☒ 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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Dezember 2008

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/12/2008

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

Marx, Winfried

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 716 948 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19. Juni 1996 (1996-06-19) Seite 7, Zeile 20 - Seite 9, Zeile 11; Abbildung 14 -----	6-9
Y	DE 196 23 596 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 18. Dezember 1997 (1997-12-18) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 28 -----	10
A	DE 196 23 595 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 18. Dezember 1997 (1997-12-18) Abbildung 2 -----	1,11
A	DE 10 2005 024875 B3 (SIEMENS AG [DE]) 12. Oktober 2006 (2006-10-12) Seite 5, Absatz 44 - Seite 7, Absatz 59; Abbildungen 2,3 -----	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/060771

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19533575	A1	14-03-1996	JP	8080823 A	26-03-1996
			US	5717591 A	10-02-1998
DE 10247994	A1	29-04-2004	KEINE		
DE 10350920	A1	25-05-2005	CN	1874919 A	06-12-2006
			WO	2005044650 A1	19-05-2005
			EP	1689624 A1	16-08-2006
			JP	2007509793 T	19-04-2007
			US	2006150717 A1	13-07-2006
EP 0716948	A	19-06-1996	DE	69504462 D1	08-10-1998
			DE	69504462 T2	25-03-1999
			JP	3060863 B2	10-07-2000
			JP	8164833 A	25-06-1996
			US	5641212 A	24-06-1997
DE 19623596	A1	18-12-1997	WO	9747501 A1	18-12-1997
DE 19623595	A1	18-12-1997	AU	3338697 A	07-01-1998
			WO	9747485 A1	18-12-1997
			EP	0904210 A1	31-03-1999
			JP	2000516703 T	12-12-2000
			JP	2008074392 A	03-04-2008
			US	6526334 B1	25-02-2003
DE 102005024875 B3		12-10-2006	CN	101218136 A	09-07-2008
			EP	1885586 A1	13-02-2008
			WO	2006128758 A1	07-12-2006
			KR	20080015115 A	18-02-2008
			US	2008201038 A1	21-08-2008