

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Juli 2006 (27.07.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/077211 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60T 8/17 (2006.01) **G01C 9/06** (2006.01)

B60T 8/172 (2006.01) **B60T 8/32** (2006.01)

G01P 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/050248

(22) Internationales Anmeldedatum:

17. Januar 2006 (17.01.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2005 003 158.7 21. Januar 2005 (21.01.2005) DE

10 2006 002 399.4 17. Januar 2006 (17.01.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**

[DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt Am Main
(DE).

(72) Erfinder; und

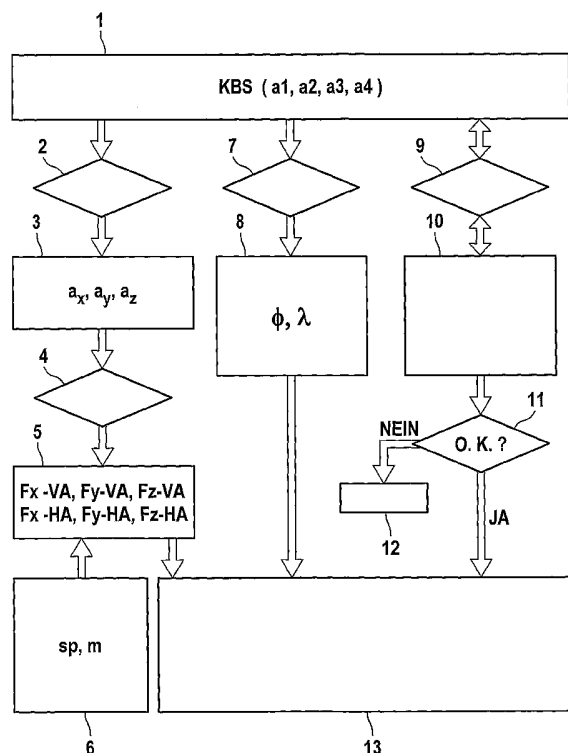
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STEINMEIER, Frank** [DE/DE]; Delkenheimer Strasse 14b, 65719 Hofheim (DE). **SCHOLER, Joachim** [DE/DE]; Pflugspfad 5, 65931 Frankfurt Am Main (DE). **HENNEMANN, Karl-Heinz** [DE/DE]; Hanauer Weg 23, 61352 Bad Homburg (DE). **SIMON, Otmar** [DE/DE]; Am Kirschenwald 3, 35415 Pohlheim/holzheim (DE). **IHRIG, Hans Georg** [DE/DE]; Möllerstrasse 38, 64289 Darmstadt (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt Am Main (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REGULATING THE BRAKING FORCE AND/OR DRIVING FORCE OF A TWO-WHEELED VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REGELUNG DER BREMS- UND/ODER DER ANTRIEBSKRÄFTE EINES EINSPURIGEN FAHRZEUGS



NEIN = NO
JA = YES

(57) Abstract: Disclosed is a method for regulating the braking force and/or driving force of a two-wheeled vehicle such as a motorcycle. According to said method, the rotating behavior of the vehicle wheels is determined by measuring the rotational speed while inclined positions of the vehicle are determined by measuring accelerations, and said rotating behavior and inclined positions are used for determining the controlled variables for a regulating intervention when the cruising stability is jeopardized. The inventive method is characterized in that the acceleration components that affect the vehicle are determined according to the amount and the direction thereof by measuring the acceleration at several predefined points of the vehicle and in several predefined directions, and said data is evaluated in order to determine the forces and force components that are applied to the contact surface of the vehicle tires in the x, y, and z direction, x representing the longitudinal direction, z representing the vertical axis, and y representing the axis that runs perpendicular to x and z, and recognize the angular position of the vehicle (angle of tilt λ , pitch angle ϕ) and/or the travel situation (e.g. lifting of a wheel, riding over a hump, etc.). A device for carrying out the disclosed method comprises a combined acceleration sensor (KBS) that is composed of four sensor elements which are disposed in a specific alignment along the longitudinal axis and the transversal axis of the vehicle.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, 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

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Bei einem Verfahren zur Regelung der Brems- und/oder Antriebskräfte eines einspurigen Fahrzeugs, wie eines Motorrades, werden durch Drehzahlmessung das Drehverhalten der Fahrzeugräder und durch Beschleunigungsmessungen am Fahrzeug Schräglagen des Fahrzeugs ermittelt und zur Bestimmung der Regelgrößen für einen Regelungseingriff bei gefährdeter Fahrstabilität herangezogen. Das Besondere des Verfahrens besteht nun darin, dass durch Beschleunigungsmessungen an mehreren vorgegebenen Stellen des Fahrzeugs und in mehreren vorgegebenen Richtungen die am Fahrzeug auftretende Beschleunigungskomponenten nach Grösse und Richtung ermittelt werden und dass diese Informationen zur Bestimmung der an den Aufstandsflächen der Fahrzeugreifen auftretenden Kräfte und Kraftkomponenten in x-, y- und z-Richtung (x = Längsrichtung, z = Hochachse, y = Achse senkrecht zu x und z) sowie zur Erkennung der Winkellage des Fahrzeugs (Schräglagenwinkel λ , Nickwinkel ϕ) und/oder der Fahrsituation (z.B. Abheben eines Rades, Kuppenfahrt etc.) ausgewertet werden. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens enthält einen Kombinationsbeschleunigungssensor (KBS), der aus vier Sensorelementen besteht, die in bestimmter Ausrichtung an der Längsachse und an der Querachse des Fahrzeugs angeordnet sind.

Verfahren und Vorrichtung zur Regelung der Brems- und/oder der Antriebskräfte eines einspurigen Fahrzeugs

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung der Brems- und/oder Antriebskräfte eines einspurigen Fahrzeugs, insbesondere eines Motorrades. Bei diesem Verfahren werden durch Raddrehzahlmessung das Drehverhalten der Fahrzeugräder und durch Beschleunigungsmessungen am Fahrzeug Schräglagen des Fahrzeugs ermittelt und zur Bestimmung der Regelgrößen für einen Regelungseingriff herangezogen. Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens gehören ebenfalls zu der Erfindung.

Ein Verfahren dieser Art ist bereits aus der deutschen Patentschrift DE 42 44 112 C2 bekannt. Es handelt sich dabei im Prinzip um ein Standard-Blockierschutzregelungssystem (ABS), bei dem die Informationen zum Erkennen von Blockiertendenzen sowie zur Regelung und Begrenzung des Bremsschlupfes in bekannter Weise mit Hilfe von Raddrehzahlsensoren gewonnen werden. Zusätzlich sind zwei am Fahrzeug ortsfest angeordnete Beschleunigungssensoren vorhanden, aus deren Ausgangssignalen sich ein Schräglagewinkel des einspurigen Fahrzeugs, nämlich des Motorrades, errechnen lässt. Die Schräglage in der Kurve

- 2 -

hat bekanntlich bei Motorrädern einen großen Einfluss auf die Fahrstabilität des Fahrzeugs und sollte daher bei der Regelung beachtet werden. Der Erhalt einer hinreichenden Seitenführungskraft während einer Kurvenfahrt ist bei Motorrädern aus verständlichen Gründen unbedingt erforderlich; bei einem mehrspurigen Fahrzeug (Vierradfahrzeug) ist die Seitenführungskraft der Räder in Grenzsituationen weniger kritisch.

Für eine Antriebsschlupfregelung (ASR oder TCS) gilt im Prinzip das Gleiche.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 102 32 362 A1 ist es bekannt, zur Stabilisierung der Kurvenfahrt eines einspurigen Fahrzeugs, das mit einem geregelten Bremsensystem (ABS) ausgerüstet ist, einen oder zwei Querbeschleunigungssensoren und gegebenenfalls einen zusätzlichen Gierratensensor am Fahrzeug vorzusehen. Die Querbeschleunigungssensoren dienen zum Erkennen einer Kurvenfahrt. Die Ausgangssignale dieser Querbeschleunigungssensoren werden dann zu einer entsprechenden Reduzierung des Bremsmomentes in der Kurve herangezogen.

Die Bemessung der Bremskraft zur Stabilisierung der Kurvenfahrt eines einspurigen Fahrzeugs ist natürlich nicht allein abhängig von der aktuellen Querbeschleunigung des Fahrzeugs, zumal ein zu hohes Bremsmoment in der Kurve ebenso wenig in Kauf genommen werden darf, wie eine zu hohe Reduzierung des Bremsmomentes, die zu einem unnötig langen Bremsweg führen würde.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem sich der Bremsdruck oder

- 3 -

das Bremsmoment ermitteln und einstellen lässt, das in den verschiedenen Situationen - Kurvenfahrt, Geradeausfahrt, hoher oder geringer Reibbeiwert, Fahren über Kuppen etc. - zu einer (annähernd) optimalen Abbremsung bei gleichzeitigem Erhalt der Fahrstabilität führt.

Es hat sich herausgestellt, dass diese Aufgabe mit dem in Anspruch 1 beschriebenen Verfahren gelöst werden kann, dessen Besonderheit darin besteht, dass durch Beschleunigungsmessungen an mehreren vorgegebenen Stellen des Fahrzeugs und in mehreren vorgegebenen Richtungen die am Fahrzeug auftretenden Beschleunigungskomponenten nach Größe und Richtung ermittelt werden und dass diese Informationen zur Bestimmung der an den Aufstandsflächen der Fahrzeugräder bzw. -reifen auftretenden Kräfte und Kraftkomponenten in x-, y- und z-Richtung (x = Längsrichtung, z = Hochachse, y = Achse senkrecht zu x und zu z) sowie zur Erkennung der Winkellage des Fahrzeugs (Schräglagenwinkel, Nickwinkel) und/oder der Fahrsituation (z.B. Abheben eines Rades, Kuppenfahrt etc.) ausgewertet werden.

Auf diese Weise werden die für die Fahrstabilität relevanten Einflussgrößen direkt erfasst.

Nach einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung werden auf Basis eines mathematischen Fahrzeugmodells für einspurige Fahrzeuge die an den Aufstandsflächen der Fahrzeugräder bzw. -reifen auftretenden Kräfte und Kraftkomponenten in x-, y- und z-Richtung aus den am Fahrzeug gemessenen Beschleunigungskomponenten ermittelt.

Weiterhin hat es sich als besonders günstig erwiesen, die Beschleunigungskomponenten mit Hilfe von einzelnen Sensorelemen-

- 4 -

ten zu messen, die paarweise an der Längsachse des Fahrzeugs und an der Querachse des Fahrzeugs in einem vorgegebenen Winkel zueinander und/oder zu einer Achse des Fahrzeugs derart angeordnet werden, dass durch Korrelation und Auswertung der Sensorsignale eine Information über die Beschleunigung des Fahrzeugs in x-, y- und z-Richtung gewonnen wird.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die in dem beigefügten Anspruch 7 beschrieben ist, enthält Raddrehzahlsensoren, ein Beschleunigungsmesssystem mit mehreren am Fahrzeug ortsfest angeordneten Beschleunigungssensoren, ein elektronisch ansteuerbares Radbremssystem sowie ein Fahrzeugrechnersystem zur Auswertung der Sensorsignale und zur Erzeugung oder Beeinflussung der Bremsenansteuersignale. Das Beschleunigungsmesssystem weist mehrere Beschleunigungssensorelemente auf, die in einem vorgegebenen Winkel zueinander und/oder zur Hochachse des Fahrzeugs derart angeordnet sind, dass mit Hilfe der Gesamtheit der Beschleunigungssensorelemente eine Information über die Beschleunigung des Fahrzeugs in x-, y- und z-Richtung des Fahrzeugs zur Verfügung steht. Diese Information wird erfindungsgemäß in dem Fahrzeugrechnersystem zur Bestimmung der an den Aufstandsflächen der Fahrzeugräder oder -reifen auftretenden Kräfte und Kraftkomponenten in x-, y- und z-Richtung sowie zur Bestimmung der Winkellage des Fahrzeugs, insbesondere des Schräglaufwinkels und des Nickwinkels, und anderer fahrdynamischer Größen ausgewertet.

In den beigefügten Unteransprüchen sind noch andere vorteilhafte Ausführungsbeispiele des Verfahrens und der Vorrichtung nach der Erfindung genannt.

- 5 -

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von Einzelheiten und der Erläuterung der Wirkungsweise anhand von Ausführungsbeispielen der Erfindung hervor.

Die beigegeführten Figuren dienen zur Veranschaulichung der Wirkungsweise der Erfindung. Es zeigen in symbolischer Darstellungsweise

Fig. 1 eine Seitenansicht eines einspurigen Fahrzeugs sowie die Anordnung und Ausrichtung der Sensorelemente,

Fig. 2 in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1 eine Heckansicht des Fahrzeugs nach Fig. 1, und

Fig. 3 ein Flussdiagramm eines beispielgemäßen Verfahrens.

Die Anforderungen bei einspurigen Fahrzeugen hinsichtlich Fahrstabilität sind grundsätzlich weitaus höher als die Anforderungen bei einem PKW. So können z.B. schlupfende Räder bei Kurvenfahrt zu einem Wegrutschen und somit zum Sturz führen. Bei hohem Radschlupf ist bekanntlich die Seitenführungskraft eines Rades sehr gering. Bremsmomente in der Kurve sorgen aufgrund des zur Kurvenmitte verschobenen Radaufstandspunktes für ein zusätzliches Lenkmoment, welches zu einem Abweichen vom Fahrerwunschkurs führt. Dazu kommt, dass starke Druckmodulationen wechselnde Lenkmomente erzeugen, die zu Instabilitäten führen.

Bei einspurigen Fahrzeugen können trotz ABS oder ASR (TCS) z.B. die im folgenden aufgezählten Fahrsituationen unter ungünstigen Bedingungen zu einem Sturz führen:

- 6 -

- gebremste Schräglage
- beschleunigte Schräglage
- Bremsen in Kompressionen
- Bremsen über Kuppen
- Beschleunigen über Kuppen
- Bremsen mit abhebendem Hinterrad
- Beschleunigen mit abhebendem Vorderrad

Abhilfe schafft das erfindungsgemäße Verfahren. Durch Auswertung der mit Hilfe des zusätzlichen Beschleunigungsmesssystems gewonnen Informationen und der daraus abgeleiteten Rad- oder Reifenaufstandskräfte wird es möglich, den Bremsdruck- oder Bremskraftverlauf durch entsprechende Auslegung des Bremskraftregelungssystems (ABS, ASR) auch für diese Fahrzustände zu optimieren.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen aus den typischen Elementen eines Standard-ABS-Systems für ein einspuriges Fahrzeug:

- zwei Raddrehzahlsensoren
- Druck-, Kräfte- oder Wegsensoren zur Erfassung des Fahrerbremswunsches unter Verwendung von Systemen mit Fuß- und/oder Handbremshebel oder von Integralbremsen
- individuell oder kombiniert ansteuerbare Radbremsen
- Hydraulikeinheit zur Ansteuerung der Radbremsen (HCU); alternativ kann ein elektrisches oder elektrohydraulisches Bremsenbetätigungssystem eingesetzt werden
- Fahrzeugrechnersystem (ECU)

- 7 -

Erfindungsgemäß werden zusätzlich

- ein Kombinationsbeschleunigungssensor (KBS) und
- eine erweiterte Auswertelogik zur Ermittlung und Auswertung der Radaufstandskräfte

eingesetzt.

Die Erfindung beruht also auf der Erkenntnis, dass

- (a) eine entscheidende Verbesserung der Regelung erreicht werden kann, wenn die Kräfte in x-, y- und z-Richtung an den Aufstandsflächen der Räder oder Reifen bekannt sind, und dass
- (b) nur mittels Raddrehzahlsensorik die genaue Auswertung der Kräfte nicht möglich ist, weshalb eine Zusatzsensorik verwendet werden muss.

Ferner wird gefordert, dass

- (c) eine Zusatzsensorik für einspurige Fahrzeuge aufgrund der begrenzten Einbauräume geringe Abmessungen haben muss, und dass
- (d) für die Zusatzsensorik ein vergleichsweise geringer Herstellungsaufwand ausreichen sollte.

Unter Berücksichtigung der genannten Punkte ist ein wesentliches Merkmal der Erfindung die „intelligente“ Kombination von vier Beschleunigungssensorelementen zu einem Kombinationsbeschleunigungssensor (KBS genannt). Dies ist die

- 8 -

Basis für ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung von Messwerten oder Daten, die für eine optimale Bremskraft- und/oder Antriebskraftregelung erforderlich sind.

Der Kombinationsbeschleunigungssensor KBS besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Erfindung aus vier einzelnen Beschleunigungssensorelementen, die in einem bestimmten Winkel zueinander und zu den Fahrzeugachsen angeordnet werden. Wie die Figuren 1 und 2 veranschaulichen, liegen zwei Sensorelemente (Fig. 1) auf der Längsachse und zwei Sensorelemente (Fig. 2) auf der Querachse des Fahrzeugs. Diese Anordnung ermöglicht es, die Kräfte und Winkel eines einspurigen Fahrzeugs präzise zu ermitteln und diese auf Basis eines mathematischen Fahrzeugmodells eindeutig in x-, y-, und z-Kräfte an den Radaufstandsflächen zu zerlegen.

In den Figuren 1 und 2 ist außerdem der Schwerpunkt s_p des Fahrzeugs angedeutet. Mit VA ist das Vorderrad, mit HA das Hinterrad des Fahrzeugs bezeichnet. KBS ist der Kombinationsbeschleunigungssensor, mit schräg nach oben gerichteten Pfeilen sind die Messrichtungen der einzelnen Sensorelemente dargestellt und es werden die Beschleunigungskomponenten a_1 , a_2 und a_3 , a_4 in den angegebenen Messrichtungen gemessen. Der Winkel zur Hochachse h beträgt im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel jeweils 45° . Die Fahrbahn ist in den Figuren 1 und 2 durch eine breitere waagrechte Linie markiert.

Die Aufstandsfläche der durch einen breiten schwarzen Ring dargestellten Fahrzeugräder oder -reifen VA und HA auf der Fahrbahn ist unter anderem von dem Schräglagenwinkel des Fahrzeugs beim Befahren einer Kurve abhängig. In Fig. 2 ist eine Geradeausfahrt zugrunde gelegt.

- 9 -

Die Funktionsweise des Verfahrens und der Vorrichtung nach der Erfindung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Der Kombinationsbeschleunigungssensor KBS bietet die Möglichkeit, die Kräfte an den Radaufstandsflächen in x-, y- und z-Richtung über trigonometrische Funktionen zu ermitteln.

Dazu bedient er sich der Signale (a_1 , a_2 , a_3 , a_4) von vier Beschleunigungssensoren oder Beschleunigungssensorelementen, die in einer speziellen Anordnung zueinander liegen.

Die beiden auf der Längsachse (in einer Ebene parallel zur Längs- und Hochachse des Fahrzeugs, d.h. in einer x-z-Ebene) liegenden Sensorelemente (siehe Fig. 1) sind in einem Winkel α_1 , α_2 (im Ausführungsbeispiel etwa jeweils 45°) zur Hochachse h (z-Achse) des Fahrzeugs angeordnet. Sie messen die Beschleunigungen a_1 , a_2 in den durch die Pfeile angezeigten Richtungen und geben so die Beschleunigungskomponenten in x- und in z-Richtung bezogen auf ein fahrzeugfestes Koordinatensystem wieder.

Aus den Winkelbeziehungen können die folgenden Beschleunigungskomponenten und fahrdynamischen Größen ermittelt werden:

- a) die Längsbeschleunigung a_x in x-Richtung
- b) die Normalbeschleunigung a_z in z-Richtung
- c) der Nickwinkel ϕ des Fahrzeugs

Für die Normalbeschleunigung in einem fahrzeugfesten Koordinatensystem gilt beispielsweise die Beziehung:

- 10 -

$$a_z = (a_1 \cdot \sin(\alpha_1) + a_2 \cdot \cos(\alpha_2)) / 2$$

Für ein erdgebundenes Koordinatensystem lautet die Beziehung:

$$a_z = (a_1 \cdot \sin(\alpha_1 - \phi) + a_2 \cdot \cos(\alpha_2 + \phi)) / 2$$

Die beiden auf der Querachse (in einer Ebene senkrecht zur Längsachse des Fahrzeugs, d.h. in einer y-z-Ebene) liegenden Sensorelemente (siehe Fig. 2) sind in einem Winkel α_3 , α_4 (im Ausführungsbeispiel ebenfalls jeweils etwa 45°) zur Hochachse des Fahrzeugs angeordnet. Sie messen die Beschleunigungen a_3 , a_4 in den durch die Pfeile angezeigten Richtungen und geben die Beschleunigungskomponenten in y- und in z-Richtung bezogen auf ein fahrzeugfestes Koordinatensystem wieder.

Aus den Winkelbeziehungen können

- a) die Querbeschleunigung a_y in y-Richtung
- b) die Normalbeschleunigung a_z in z-Richtung
- c) der Schräglagenwinkel λ des Fahrzeugs

abgeleitet werden.

Es stehen nun folgende Signale für die weitere Berechnung zur Verfügung, die in einem fahrzeugfesten Koordinatensystem angegeben werden:

- die Längsbeschleunigung a_x in x-Richtung
- die Querbeschleunigung a_y in y-Richtung
- die Normalbeschleunigung a_z in z-Richtung (zweimal vorliegend zur Plausibilisierung der Signale)

Außerdem sind

- der Nickwinkel ϕ des Fahrzeugs und
- der Schräglagenwinkel λ des Fahrzeugs

- 11 -

bekannt.

Aus den Beschleunigungen, die auf den Kombinationsbeschleunigungssensor KBS einwirken, können nun die Kräfte auf die Fahrzeugräder oder -reifen nach Größe und Richtung berechnet werden. Dazu werden die Fahrzeugdaten, z.B. Position des Schwerpunktes s_p und Gesamtmasse m , als Parameter und mehrere mathematische Gleichungen benötigt. Man betrachtet die gesamte Kräftebilanz des Fahrzeugs und bildet die Summe der Momente um die Reifenaufstandsflächen. Da im Reifenaufstand keine Momente angreifen können, sind die Gleichungen nach den Kräften am Reifenaufstandspunkt aufzulösen.

Man erhält:

An der Vorderachse

- die Längskraft $F_x\text{-VA}$
- die Querkraft $F_y\text{-VA}$
- die Normalkraft $F_z\text{-VA}$

An der Hinterachse

- die Längskraft $F_x\text{-HA}$
- die Querkraft $F_y\text{-HA}$
- die Normalkraft $F_z\text{-HA}$

Außerdem lassen sich ermitteln:

- der Nickwinkel ϕ des Fahrzeugs
- der Schräglagenwinkel λ des Fahrzeugs

Mittels der Beziehungen aus dem Kammschen Kreis können nun die Brems- bzw. Beschleunigungskräfte optimiert werden.

- 12 -

Die vorgenannten, mit Hilfe des erfindungsgemäßen Kombinationsbeschleunigungssensors KBS gewonnenen Informationen werden in vielfältiger Weise in den Regelalgorithmus des Regelungssystems (ABS, ASR etc.) einbezogen, wodurch schließlich eine - im Vergleich zu den herkömmlichen Regelungssystemen ohne KBS - wesentlich bessere, genauere, der jeweiligen Fahrsituation angepasste Regelung erreicht werden kann. Unter anderem werden z.B. die Regelungseingriffsschwellen des ABS, der in der jeweiligen Situation maximal zulässige Bremsdruck an dem Vorderrad VA und an dem Hinterrad HA und weitere Regelgrößen in Abhängigkeit von den tatsächlich auftretenden Reifenaufstandskräften festgelegt, wobei zusätzlich noch die Schräglage des Fahrzeugs und andere fahrdynamische Einflussgrößen (Fahrt über Kuppen, abhebendes Rad etc.) in die Berechnungen einbezogen werden können.

In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wurden spezielle Bremsdruckgrenzwerte individuell für das Vorderrad VA und das Hinterrad HA des Fahrzeug für folgende Situationen definiert:

- gebremste Schräglage,
- Bremsen mit abhebendem Hinterrad,
- Bremsen über Kuppen.

Nach einem anderen Ausführungsbeispiel gelten spezielle Bremsdruckgrenzwerte für das zulässige Antriebsmoment bei

- beschleunigter Schräglage,
- beim Beschleunigen mit abhebendem Vorderrad,
- beim Beschleunigen über Kuppen.

- 13 -

Weitere Beispiele von Eingriffen in die ABS-Regelung in Abhängigkeit von den erfindungsgemäß gewonnenen Informationen sind:

- Setzen eines maximalen Gradienten für den Anstieg des Bremsdrucks bei einer gebremsten Schräglage,
- Anpassung der Radgeschwindigkeiten an die erkannte Schräglage,
- Erhöhung der maximal zulässigen Verzögerung beim Bremsen in Kompressionen,
- Optimierung der Bremskraftverteilung auf das Vorder- und Hinterrad in Abhängigkeit von dem Bremsvorgang, und
- Optimierung der Schwell- und Grenzwerte durch Kombination der vorgenannten Maßnahmen in Abhängigkeit von den erfindungsgemäß gewonnenen Erkenntnissen über die Besonderheiten der jeweiligen Fahrsituation.

In Fig. 3 ist schematisch ein Flussdiagramm eines beispielgemäßen Verfahrens dargestellt. Block 1 stellt den Kombinationsbeschleunigungssensor KBS dar, welcher aus vier einzelnen Beschleunigungssensorelementen besteht, die in bekannter Einbaulage im Fahrzeug angebracht sind, d.h. die Lage und Position der Sensorelemente im fahrzeugfesten Koordinatensystem sind bekannt. Die Sensorelemente messen die Beschleunigungen a_1 , a_2 , a_3 , a_4 in bekannten Richtungen.

Zum einen werden mittels eines Rechenalgorithmus 2 aus den von den Beschleunigungssensorelementen gemessenen Daten die Beschleunigungen a_x , a_y , a_z (Block 3), die auf das Fahrzeug in x-, y- und z-Richtung wirken, bestimmt. Durch einen weiteren Rechenalgorithmus 4 werden daraus die Kräfte an den Radaufstandsflächen $F_x\text{-VA}$, $F_y\text{-VA}$, $F_z\text{-VA}$, $F_x\text{-HA}$, $F_y\text{-HA}$, $F_z\text{-HA}$

- 14 -

(Block 5) berechnet. Dabei gehen auch die Schwerpunktslage s_p und die Gesamtmasse m ein (Block 6), welche geschätzt und/oder durch weitere Sensorik, wie z.B. Sitzerkennungssensor und/oder Einfederweg im Stand, bestimmt werden können.

Zum anderen werden mittels eines Rechenalgorithmus 7 aus der gegenseitigen Überlagerung/Ergänzung der Messdaten der Sensoren der Nickwinkel ϕ und der Schräglagenwinkel λ (Rollwinkel) berechnet (Block 8).

Da das System durch die vier Sensoren überbestimmt ist, können mittels eines Rechenalgorithmus 9 die Messdaten der vier Sensorelemente für Redundanzen, Sensorabgleiche und/oder Failsafekonzepte verwendet werden (Block 10). Treten hierbei Unstimmigkeiten auf, so kann eine Warnung an den Fahrer ausgegeben werden, die den Fahrer auf ein mögliches Problem aufmerksam macht, z.B. kann eine Warnlampe 12 angesteuert werden.

Die Informationen und Daten aus den Blöcken 5, 8 und 10 werden dazu verwendet, durch an die Fahrsituation angepasste Beeinflussung von Bremsdruck und/oder Antriebsmoment eine Erhöhung der Fahrsicherheit zu erzielen (Block 13). Die Modulation von Bremsdruck und/oder Antriebsmoment kann z.B. durch das vorhandene ABS-System vorgenommen werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Regelung der Brems- und/oder Antriebskräfte eines einspurigen Fahrzeugs, insbesondere eines Motorrades, bei dem durch Raddrehzahlmessung das Drehverhalten der Fahrzeugräder und durch Beschleunigungsmessungen am Fahrzeug Schräglagen des Fahrzeugs ermittelt und zur Bestimmung der Regelgrößen für einen Regelungseingriff herangezogen werden, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch Beschleunigungsmessungen an mehreren vorgegebenen Stellen des Fahrzeugs und in mehreren vorgegebenen Richtungen die am Fahrzeug auftretenden Beschleunigungskomponenten nach Größe und Richtung ermittelt werden und dass diese Informationen zur Bestimmung der an den Aufstandsflächen der Fahrzeugräder bzw. -reifen auftretenden Kräfte und Kraftkomponenten in x-, y- und z-Richtung (x = Längsrichtung, z = Hochachse, y = Achse senkrecht zu x und zu z) sowie zur Erkennung der Winkellage des Fahrzeugs, insbesondere des Schräglagenwinkels (λ) und des Nickwinkels (ϕ), und/oder der Fahrsituation ausgewertet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die an den Aufstandsflächen der Fahrzeugräder bzw. -reifen auftretenden Kräfte und Kraftkomponenten in x-, y- und z-Richtung auf Basis eines mathematischen Fahrzeugmodells für einspurige Fahrzeuge aus den am Fahrzeug gemessenen Beschleunigungskomponenten (a_1 , a_2 , a_3 , a_4) ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Beschleunigungskomponenten (a_1 , a_2 , a_3 , a_4) mit Hilfe von einzelnen Sensorelementen gemessen werden, die

- 16 -

jeweils paarweise an der Längsachse des Fahrzeugs und an der Querachse des Fahrzeugs in einem vorgegebenen Winkel zueinander und/oder zu einer Achse des Fahrzeugs derart angeordnet werden, dass durch Korrelation und Auswertung der Sensorsignale eine Information über die Beschleunigung des Fahrzeugs in x-, y- und z-Richtung (x = Längsrichtung des Fahrzeugs, z = Hochachse des Fahrzeugs, y = Achse senkrecht zu x und zu z) gewonnen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Messrichtungen der beiden Sensorelemente eines Sensorpaares jeweils in einem Winkel von etwa 45° zur Hochachse des Fahrzeugs angeordnet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch Auswerten der Messwerte (a1, a2) der beiden an der Längsachse des Fahrzeugs angeordneten Sensorelemente die Beschleunigungskomponenten in x- und z-Richtung des Fahrzeugs ermittelt werden.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch Auswerten der Messwerte (a3, a4) der beiden an der Querachse des Fahrzeugs angeordneten Sensorelemente die Beschleunigungskomponenten in y- und z-Richtung des Fahrzeugs ermittelt werden.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, mit Raddrehzahlsensoren zur Ermittlung des Drehverhaltens der Fahrzeugräder, mit einem am Fahrzeug ortsfest angeordneten, mehrere Beschleunigungssensoren enthaltenden Beschleunigungsmesssystem, mit einem elektronisch ansteuerbaren Radbremssystem

- 17 -

sowie mit einem Fahrzeugrechnersystem (ECU) zur Auswertung der Sensorsignale und zur Erzeugung oder Beeinflussung der Bremsenansteuersignale, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Beschleunigungsmesssystem mehrere Beschleunigungssensorelemente aufweist, die in einem vorgegebenen Winkel zueinander und/oder zur Hochachse des Fahrzeugs derart angeordnet sind, dass mit Hilfe der Beschleunigungssensorelemente insgesamt eine Information über die Beschleunigung des Fahrzeugs in x-, y- und z-Richtung (x = Längsrichtung des Fahrzeugs, z = Hochachse des Fahrzeugs, y = Achse senkrecht zu x und z) zur Verfügung steht, die in dem Fahrzeugrechnersystem (ECU) zur Bestimmung der an den Aufstandsflächen der Fahrzeugräder oder -reifen auftretenden Kräfte und Kraftkomponenten in x-, y- und z-Richtung sowie zur Bestimmung der Winkellage des Fahrzeugs, insbesondere des Schräglagenwinkels (λ) und des Nickwinkels (ϕ), und anderer fahrdynamischer Größen auswertbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Beschleunigungsmesssystem in Form eines Kombinationsbeschleunigungssensors (KBS) ausgebildet ist, der vier Sensorelemente umfasst, von denen zwei Sensorelemente an der Längsachse und zwei Sensorelemente an der Querachse des Fahrzeugs angeordnet sind, wobei jeweils die beiden Sensorelemente an der Längs- und an der Querachse in einem bestimmten Winkel zueinander und zur Hochachse des Fahrzeugs, vorzugsweise in einem Winkel von etwa 45° zur Hochachse (z-Achse), angeordnet sind.

1 / 2

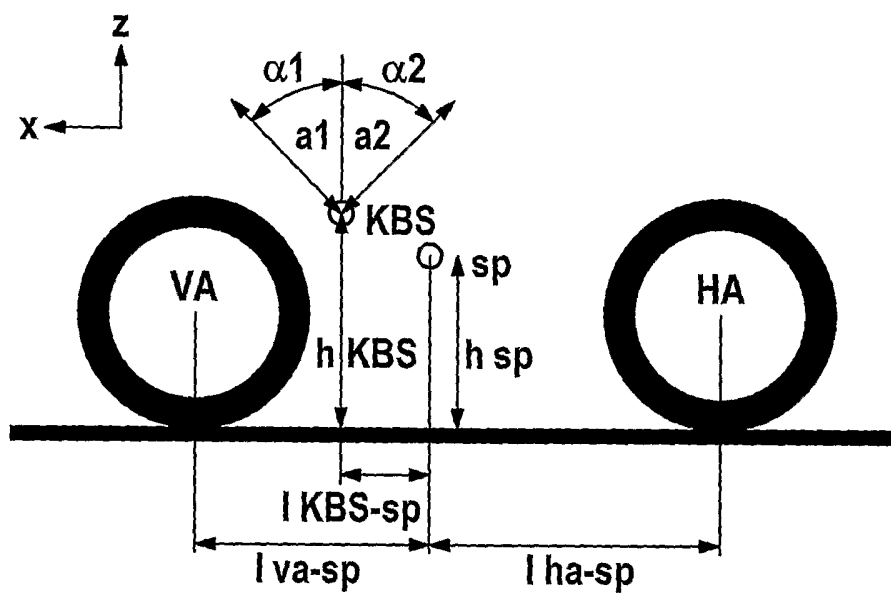


Fig. 1

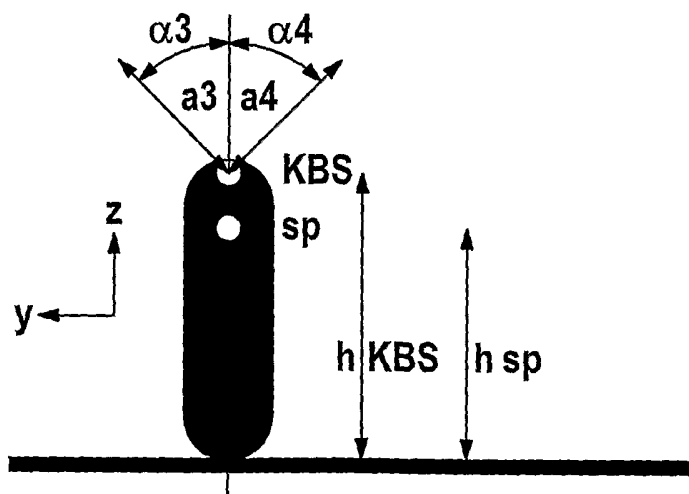


Fig. 2

2 / 2

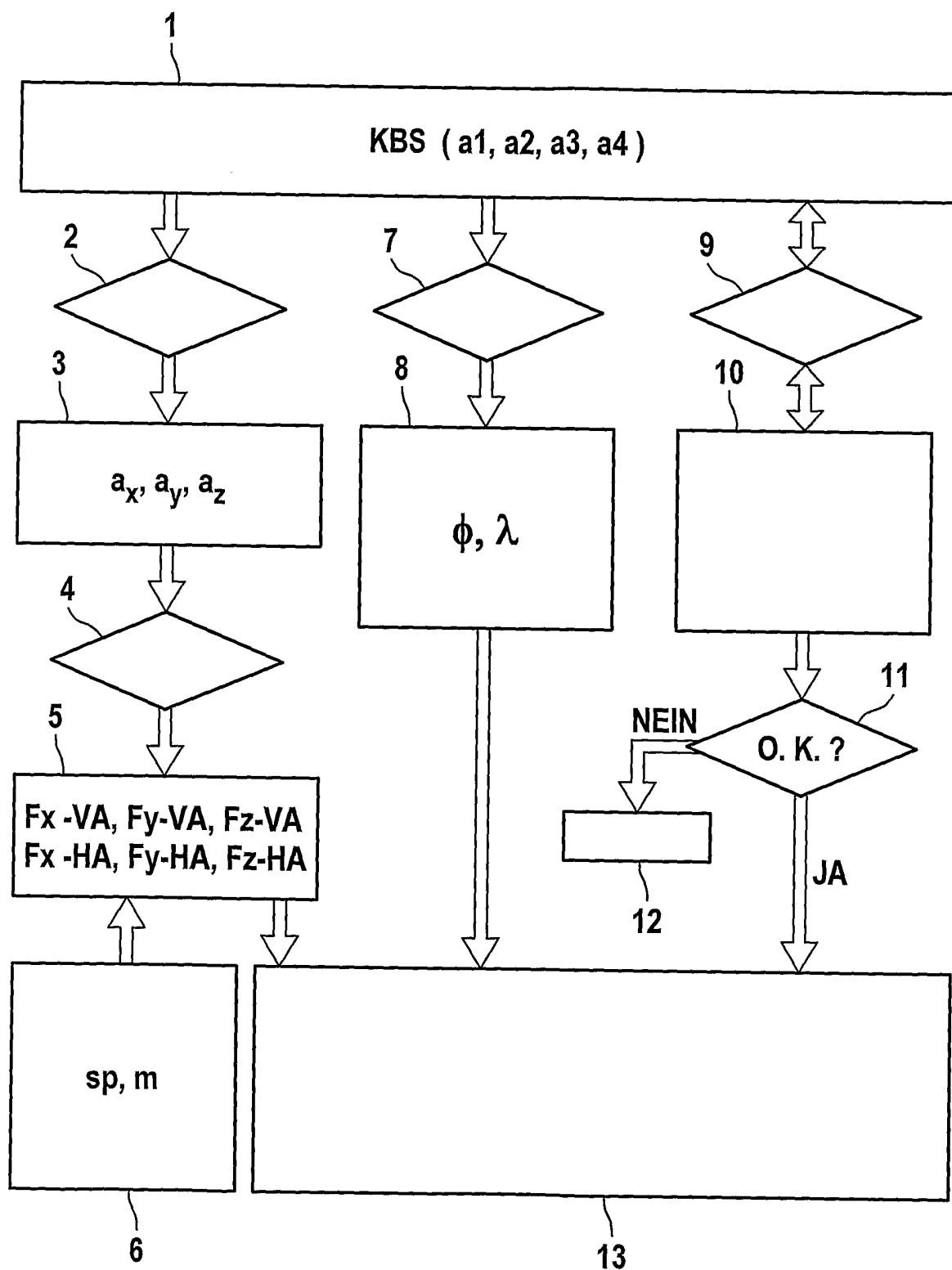


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/050248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T8/17 B60T8/172 G01P15/00 G01C9/06 B60T8/32

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 G01P G01C

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/01151 A (NIRA DYNAMICS AB; GUSTAFSSON, FREDRIK; DREVOE, MARCUS; FORSSELL, URBAN) 3 January 2002 (2002-01-03) page 1, line 9 - page 2, line 6 page 7, line 9 - page 10, line 2 page 14, line 3 - page 14, line 19 page 23, line 8 - page 25, line 11	1,2,7
Y		3-6,8
Y	DE 100 39 978 A1 (SCHUBACH, RUDOLF) 17 May 2001 (2001-05-17) column 2, line 7 - column 3, line 38; figures 2-6	3-6,8
	----- -/-	



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

27 March 2006

Date of mailing of the international search report

04/04/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/050248

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 42 44 112 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG, 80809 MUENCHEN; FAG KUGELFISCHER GEORG SC) 30 June 1994 (1994-06-30) cited in the application column 6, line 35 - column 8, line 59; figures 3,3a -----	1-8
A	WO 2004/056632 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; MAAS, JOACHIM) 8 July 2004 (2004-07-08) page 6, paragraph 1 - page 6, paragraph 4; figure 2 -----	1-8
A	US 4 989 922 A (PICKENHAHN ET AL) 5 February 1991 (1991-02-05) column 5, line 35 - column 8, line 11; figures 1-5 -----	1-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 December 2003 (2003-12-05) & JP 2003 337028 A (DENSO CORP), 28 November 2003 (2003-11-28) abstract -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/050248

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0201151	A	03-01-2002	AU EP	6653201 A 1305568 A1
				08-01-2002 02-05-2003
DE 10039978	A1	17-05-2001	NONE	
DE 4244112	A1	30-06-1994	EP JP JP US	0603612 A1 2584587 B2 7002077 A 5445443 A
				29-06-1994 26-02-1997 06-01-1995 29-08-1995
WO 2004056632	A	08-07-2004	EP	1575814 A2
				21-09-2005
US 4989922	A	05-02-1991	BR EP ES JP	8905908 A 0370469 A2 2072284 T3 2216355 A
				19-06-1990 30-05-1990 16-07-1995 29-08-1990
JP 2003337028	A	28-11-2003	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/050248

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

B60T8/17

B60T8/172

G01P15/00

G01C9/06

B60T8/32

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B60T G01P G01C

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02/01151 A (NIRA DYNAMICS AB; GUSTAFSSON, FREDRIK; DREVOE, MARCUS; FORSSELL, URBAN) 3. Januar 2002 (2002-01-03) Seite 1, Zeile 9 - Seite 2, Zeile 6 Seite 7, Zeile 9 - Seite 10, Zeile 2 Seite 14, Zeile 3 - Seite 14, Zeile 19 Seite 23, Zeile 8 - Seite 25, Zeile 11	1,2,7
Y	-----	3-6,8
Y	DE 100 39 978 A1 (SCHUBACH, RUDOLF) 17. Mai 2001 (2001-05-17) Spalte 2, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 38; Abbildungen 2-6 ----- -/-	3-6,8



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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. März 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/04/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marx, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/050248

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 42 44 112 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG, 80809 MUENCHEN; FAG KUGELFISCHER GEORG SC) 30. Juni 1994 (1994-06-30) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 35 - Spalte 8, Zeile 59; Abbildungen 3,3a	1-8
A	WO 2004/056632 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; MAAS, JOACHIM) 8. Juli 2004 (2004-07-08) Seite 6, Absatz 1 - Seite 6, Absatz 4; Abbildung 2	1-8
A	US 4 989 922 A (PICKENHAHN ET AL) 5. Februar 1991 (1991-02-05) Spalte 5, Zeile 35 - Spalte 8, Zeile 11; Abbildungen 1-5	1-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2003 337028 A (DENSO CORP), 28. November 2003 (2003-11-28) Zusammenfassung	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/050248

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0201151 A	03-01-2002	AU 6653201 A EP 1305568 A1	08-01-2002 02-05-2003
DE 10039978 A1	17-05-2001	KEINE	
DE 4244112 A1	30-06-1994	EP 0603612 A1 JP 2584587 B2 JP 7002077 A US 5445443 A	29-06-1994 26-02-1997 06-01-1995 29-08-1995
WO 2004056632 A	08-07-2004	EP 1575814 A2	21-09-2005
US 4989922 A	05-02-1991	BR 8905908 A EP 0370469 A2 ES 2072284 T3 JP 2216355 A	19-06-1990 30-05-1990 16-07-1995 29-08-1990
JP 2003337028 A	28-11-2003	KEINE	