



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 045 385 A1** 2007.03.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 045 385.6**

(22) Anmeldetag: **23.09.2005**

(43) Offenlegungstag: **29.03.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B60W 30/02** (2006.01)

B60W 10/12 (2006.01)

B60W 10/22 (2006.01)

B60G 21/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE**

(72) Erfinder:

Smakman, Hendrikus, Dr., 80636 München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 49 005 A1

DE 36 37 820 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Fahrdynamik-Regelsystem für ein zweispuriges, mehrachsiges Kraftfahrzeug mit einer regelbaren Differentialsperre**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrdynamik-Regelsystem für ein zweispuriges, mehrachsiges Kraftfahrzeug mit einer regelbaren Differentialsperre zur Veränderung der Aufteilung des Antriebsmomentes auf die beiden angetriebenen Räder einer Achse sowie mit einem System zur Veränderung der Radaufstandskräfte. Bei Auftreten von Antriebs-Schlupf an den angetriebenen Rädern wird dieser mittels geeigneter Ansteuerung der Differentialsperre reduziert und danach eine Abweichung zwischen der Ist-Gierrate und der Soll-Gierrate des Fahrzeugs durch geeignete Veränderung der Radaufstandskräfte reduziert, vorzugsweise minimiert. Zur Veränderung der einzelnen Radaufstandskräfte können/kann ein System mit Fußpunktverschiebung der Tragfeder(n) oder an beiden Achsen geteilte Querstabilisatoren mit gegeneinander tordierbaren Stabilisatorhälften vorgesehen sein. Eine Gierraten-Regelung durch Bremsengriff oder Veränderung des Antriebsmomentes wird erst dann durchgeführt, nachdem das Potential der Gierraten-Regelung durch geeignete Veränderung der Radaufstandskräfte ausgeschöpft ist.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrdynamik-Regelsystem für ein zweispuriges, mehrachsiges Kraftfahrzeug mit einer regelbaren Differentialsperre zur Veränderung der Aufteilung des Antriebsmomentes auf die beiden angetriebenen Räder einer Achse, sowie mit einem System zur Veränderung der Radaufstandskräfte.

Stand der Technik

[0002] Grundsätzlich bestehen vielfältige Möglichkeiten, auf die Fahrdynamik eines zweispurigen Kraftfahrzeugs Einfluss zu nehmen bzw. diese insbesondere in instabilen Fahrzuständen möglichst sicher und stabil zu gestalten. Insbesondere soll hierbei die Abweichung zwischen der tatsächlichen Ist-Gierrate und der sich aus dem Lenkwunsch des Fahrers und der Fzg.-Längsgeschwindigkeit ergebenden Soll-Gierrate minimal sein. Ein entsprechender Regelvorgang zur Minimierung der Gierraten-Abweichung soll dabei in einer für den Fahrer bzw. die Fahrzeug-Insassen komfortablen Weise erfolgen, d.h. die allgemein verwendete Methode durch gezielten asymmetrischen Bremseneingriff oder Herabsetzung des vom Kfz-Antriebsaggregat abgegebenen Antriebsmoments (wie beim bekannten ESP) ist dabei weniger wünschenswert, wenngleich äußerst effizient.

Aufgabenstellung

[0003] Hiermit soll nun ein Fahrdynamik-Regelsystem für ein Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufgezeigt werden, das eine komfortablere Stabilisierung ohne spürbare Veränderung der Fzg.-Längsdynamik ermöglicht, zumindest soweit, als die hiermit vorgeschlagenen Maßnahmen für eine erfolgreiche Fzg.-Stabilisierung ausreichend sind (=Aufgabe der vorliegenden Erfindung).

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe dadurch gekennzeichnet, dass bei Auftreten von Antriebs-Schlupf an den angetriebenen Rädern dieser mittels geeigneter Ansteuerung der Differentialsperre reduziert wird und dass danach eine Abweichung zwischen der Ist-Gierrate und der Soll-Gierrate des Fahrzeugs durch geeignete Veränderung der Radaufstandskräfte insbesondere an den angetriebenen Rädern reduziert wird. Vorzugsweise kann oder können dabei der Antriebschlupf und/oder die Gierraten-Abweichung nicht nur reduziert, sondern soweit als möglich minimiert werden.

[0005] Grundsätzlich bekannt sind sowohl eine Schlupfregelung als auch eine Fahrdynamikregelung durch aktive Radlastverteilung, ferner sowohl eine Fahrdynamikregelung als auch eine Schlupfregelung durch Veränderung Antriebskraftverteilung zwischen

der linken und der rechten Fzg-Seite (bzw. zwischen den entsprechenden Rädern, vorzugsweise mittels eines grundsätzlich bekannten regelbaren Differentialsperren-Systems), jedoch werden bislang diese einzelnen Ansätze jeweils für sich behandelt und können daher in Kombination zu Störungen untereinander führen. Auch müssen bislang bei der Auslegung der Einzelsysteme Kompromisse gemacht werden, wohingegen individuelle Stärken, die erst im Systemverbund hervortreten können, nicht ausgeschöpft werden können, so dass die Leistung des Systemverbundes nicht mehr oder sogar weniger als die Summe der Einzelleistungen ist. So kann beispielsweise das Giermoment über Reifenlängskräfte, das von einem Differentialsperren-System erzeugt wird, in gesperrtem Zustand nicht beeinflusst werden, sondern hängt von den äußeren Gegebenheiten, wie Radschlupf, Reibwert, Radlast, etc. ab.

[0006] Hiermit wird nun vorgeschlagen, die Rad-Aufstandskraft insbesondere an den angetriebenen Rädern (also bei einem Fahrzeug mit Heckantrieb an der Hinterachse) und ferner die Antriebsmomente an den angetriebenen Rädern (bspw. an den beiden Hinterrädern) in Kombination so zu verteilen, dass eine Schlupfregelung (durch die Antriebsmoment-Verteilung) für optimale Traktion bei gleichzeitiger, unabhängiger Aufprägung eines Giermomentes durch unterschiedliche Reifenlängskräfte möglich ist, um somit auch die Gierrate regeln zu können. Die gezielte Verteilung der Reifen-Längskräfte zwischen linker und rechter Fzg.-Seite erfolgt dabei durch gezielte Einstellung des Verhältnisses der jeweiligen Radaufstandskräfte. Auf diese Weise kann der bislang vorliegende Zielkonflikt zwischen optimaler Querdyamikregelung und optimaler Längsdynamikregelung aufgelöst werden.

[0007] Während – wie bereits erwähnt – als System zur gezielten Verteilung des Antriebsmoments zwischen dem rechten und linken Fzg.-Antriebsrad eine geregelte Differentialsperre eingesetzt werden soll, kann zur Veränderung der einzelnen Radaufstandskräfte ein System mit Fußpunktverschiebung der zwischen den Rädern und dem Fzg.-Aufbau vorgesehenen Tragfeder(n) vorgesehen sein oder es können vorzugsweise an beiden Achsen des Fahrzeugs geteilte Querstabilisatoren mit gegeneinander tordierbaren Stabilisatorhälften vorgesehen sein.

[0008] Betrachtet werde im folgenden eine Fahrsituation, bei welcher der Fahrzustand vom Sollverhalten abweicht und das heckgetriebene Fahrzeug gleichzeitig beschleunigt wird, wobei zunächst der Fall des Untersteuerns (=Ist-Gierrate ist kleiner als die Soll-Gierrate) erläutert wird. Bei Auftreten von Radschlupf an den angetriebenen Hinterrädern wird dann zunächst die regelbare Differentialsperre soweit geschlossen, dass der Radschlupf minimiert wird, wobei dann also Antriebs-Moment von einem Rad auf

das andere Rad der angetriebenen Achse übertragen wird. Daraufhin werden die Radlasten an den angetriebenen Rädern derart eingestellt, dass das angetriebene äußere Rad belastet wird, so dass an diesem Rad eine höhere Längskraft und folglich bezüglich des Gesamtfahrzeugs ein eindrehendes Moment generiert wird. Auf diese Weise kann das Ist-Giermoment dem Soll-Giermoment des Fahrzeugs angeglichen werden.

[0009] Im übrigen findet bei einer solchen Verlagerung von Radlast zum angetriebenen hinteren kurvenäußeren Rad selbsttätig eine Radlast-Verlagerung zum vorderen kurven-inneren Rad statt oder anders ausgedrückt wird hierdurch die Gewichtung der Wankmomentverteilung nach hinten verschoben. Dadurch ergibt sich auch ein neutraleres Eigenlenkverhalten, was gleichsinnig zu dem aus den unterschiedlichen Längskräften gewonnenen Giermoment wirkt. Ist am regelbaren Sperrdifferential zur Schlupf-Reduzierung die maximale Sperrwirkung von 100% erforderlich, so ergibt sich die gleiche Drehzahl für das linke und rechte Rad und übermäßiger Schlupf wird auch so vermieden, jedoch hängt dann die Verteilung der Längskräfte noch vom Schlupf und von der Aufstandskraft ab. Der radindividuelle Schlupf ist in diesem Fall u.a. abhängig vom Kurvenradius und kann bei vollständig gesperrtem Differential nicht beeinflusst werden. Jedoch können dann, wenn wie vorgeschlagen zusätzlich die Radlasten verändert werden, die Längskräfte an den angetriebenen Rädern und somit das Giermoment immer noch in Grenzen beeinflusst werden.

[0010] Tritt bei angetriebenen Hinterrädern unter Schlupf sog. Übersteuern auf, d.h. ist die tatsächliche Gierrate größer als die Soll-Gierrate, so werden erfindungsgemäß nach entsprechendem schlupfminimierendem Schließen der Differentialsperre die jeweiligen Radlasten so eingestellt, dass das angetriebene kurveninnere Rad stärker belastet wird, damit so eine höhere Längskraft an diesem Rad und folglich ein ausdrehendes Moment generiert wird, um die Ist-Gierrate zu reduzieren. Auch bei dieser Verlagerung von Radlast zum angetriebenen Rad hinten kurveninnen verlagert sich selbsttätig Radlast zum vorderen kurvenäußeren Rad oder anders ausgedrückt wird die Gewichtung der Wankmomentverteilung nach vorne verschoben. Dadurch ergibt sich ein untersteuerndes Eigenlenkverhalten, was ebenfalls gleichsinnig zum Giermoment aus den Längskräften wirkt Allgemein beschrieben erfolgt also zunächst eine Fahrzustandserkennung, d.h. eine Überprüfung dahingehend, ob Antriebsschlupf vorliegt und ob eine Gierraten-Abweichung vorliegt. Im Falle derartiger Abweichungen vom Sollverhalten wird zunächst die Differentialsperre soweit geschlossen, dass übermäßiger Schlupf vermieden und somit eine Übertragung des Antriebsmoments zwischen den angetriebenen Rädern und der Fahrbahn bestmöglich erfolgt, wo-

nach über die Radlastverteilung eine Gierratenregelung durchgeführt wird.

[0011] Hiermit ist die erzielbare Leistung des Gesamtverbundes höher als die Summe der Einzelsysteme, da eine Gierratenregelung auch bei größtmöglicher Traktion durchgeführt werden kann. Dadurch müssen bspw. ein das Fahrverhalten ebenfalls stabilisierender Eingriff in das Fzg.-Bremsystem oder eine Reduktion des vom Fzg.-Antriebsaggregat abgegebenen Antriebsmoments überhaupt nicht durchgeführt werden oder zumindest erst nennenswert später, nämlich wenn sich herausstellt, dass das Potential der Gierraten-Regelung durch die vorgeschlagene geeignete Veränderung der Radaufstandskräfte nicht ausreicht, wobei noch darauf hingewiesen sei, dass durchaus eine Vielzahl von Details abweichend von obigen Erläuterungen gestaltet sein kann, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Fahrdynamik-Regelsystem für ein zweispuriges, mehrachsiges Kraftfahrzeug mit einer regelbaren Differentialsperre zur Veränderung der Aufteilung des Antriebsmomentes auf die beiden angetriebenen Räder einer Achse, sowie mit einem System zur Veränderung der Radaufstandskräfte, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Auftreten von Antriebs-Schlupf an den angetriebenen Rädern dieser mittels geeigneter Ansteuerung der Differentialsperre reduziert wird und dass danach eine Abweichung zwischen der Ist-Gierrate und der Soll-Gierrate des Fahrzeugs durch geeignete Veränderung der Radaufstandskräfte insbesondere an den angetriebenen Rädern reduziert wird.

2. Fahrdynamik-Regelsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsschlupf und/oder die Gierraten-Abweichung minimiert wird/werden.

3. Fahrdynamik-Regelsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Veränderung der einzelnen Radaufstandskräfte ein System mit Fußpunktverschiebung der Tragfeder(n) oder an beiden Achsen geteilte Querstabilisatoren mit gegeneinander tordierbaren Stabilisatorhälften vorgesehen ist bzw. sind.

4. Fahrdynamik-Regelsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gierraten-Regelung durch Bremseingriff oder Veränderung des Antriebsmoments erst dann durchgeführt wird, nachdem das Potential der Gierraten-Regelung durch geeignete Veränderung der Radaufstandskräfte ausgeschöpft ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen