



(10) **DE 10 2014 203 388 A1** 2015.08.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 203 388.8**

(22) Anmeldetag: **25.02.2014**

(43) Offenlegungstag: **27.08.2015**

(51) Int Cl.: **B60G 21/10** (2006.01)

**B60G 21/055** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046  
Friedrichshafen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 11 2010 005 300 T5**  
**US 5 060 959 A**

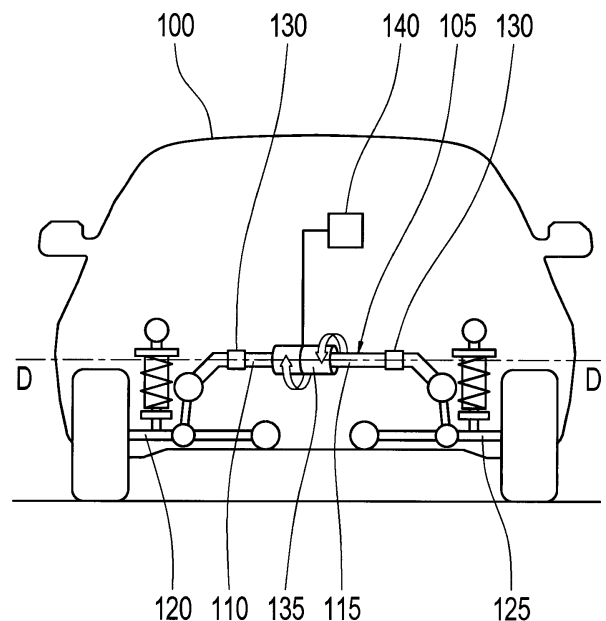
(72) Erfinder:  
**Fuessl, Andreas, 88079 Kressbronn, DE; Frei,  
Roman, 88045 Friedrichshafen, DE; Engel,  
Joachim, 88677 Markdorf, DE; Amann, Notker,  
Dr., 88045 Friedrichshafen, DE; Er, Mesut,  
88045 Friedrichshafen, DE; Mair, Ulrich, 88046  
Friedrichshafen, DE**

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

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

(54) Bezeichnung: **Stabilisator zur Wankstabilisierung eines Fahrzeugs und Verfahren zum Betreiben eines solchen Stabilisators**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Stabilisator (105) zur Wankstabilisierung eines Fahrzeugs (100). Der Stabilisator (105) umfasst ein erstes Stabilisatorelement (110) und ein zweites Stabilisatorelement (115), wobei das erste Stabilisatorelement (110) mit einem ersten Radaufhängungselement (120) des Fahrzeugs (100) gekoppelt oder koppelbar ist und das zweite Stabilisatorelement (115) mit einem zweiten Radaufhängungselement (125) des Fahrzeugs (100) gekoppelt oder koppelbar ist. Des Weiteren ist der Stabilisator (105) mit einem Elektromotor (135) vorgesehen, der ausgebildet ist, um zum Entkoppeln des ersten Radaufhängungselements (120) von dem zweiten Radaufhängungselement (125) das erste Stabilisatorelement (110) gegen das zweite Stabilisatorelement (115) unter Verwendung eines Regelungssignals zu verdrehen. Hierbei repräsentiert das Regelungssignal ein basierend auf einer feldorientierten Regelung ermitteltes Signal.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Stabilisator zur Wankstabilisierung eines Fahrzeugs, auf ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Stabilisators, auf ein entsprechendes Steuergerät sowie auf ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

**[0002]** Mittels einer aktiven Wankstabilisierung eines Fahrzeugs kann der Zielkonflikt zwischen einer hohen Wanksteifigkeit bei Kurvenfahrt und einer Entkopplung der Räder bei einseitiger und wechselseitiger Anregung gelöst werden, was einen Komfort- und Sicherheitsgewinn für einen Fahrzeuglenker bedeutet. Hierbei können passive Stabilisatoren durch aktive Stabilisatoren ersetzt sein. Die aktive Wankstabilisierung umfasst beispielsweise zwei Stabilisatorhälften und ein aktives Element, das ausgebildet ist, um die zwei Stabilisatorhälften aktiv gegeneinander zu verdrehen.

**[0003]** Das aktive Element kann entweder als Hydraulikmotor oder als Elektromotor-Getriebeeinheit realisiert sein. Ein derzeit in Serie befindliches aktives Wankstabilisierungssystem, auch Active Roll System (ARS) genannt, ist beispielsweise mit einem Hydraulikmotor ausgestattet.

**[0004]** Durch die Substitution eines solchen hydraulischen Systems durch einen Elektromotor können sich Vorteile hinsichtlich einer Stelldynamik, eines Verbrauchs und einer Montage im Fahrzeug ergeben.

**[0005]** Vor diesem Hintergrund schafft die vorliegende Erfindung einen verbesserten Stabilisator zur Wankstabilisierung eines Fahrzeugs, ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Stabilisators, ein entsprechendes Steuergerät sowie schließlich ein entsprechendes Computerprogrammprodukt gemäß den Hauptansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

**[0006]** Der vorliegende Ansatz schafft einen Stabilisator zur Wankstabilisierung eines Fahrzeugs, wobei der Stabilisator folgende Merkmale aufweist: ein erstes Stabilisatorelement und ein zweites Stabilisatorelement, wobei das erste Stabilisatorelement mit einem ersten Radaufhängungselement des Fahrzeugs gekoppelt oder koppelbar ist und das zweite Stabilisatorelement mit einem zweiten Radaufhängungselement des Fahrzeugs gekoppelt oder koppelbar ist; und  
zumindest einen Elektromotor, der ausgebildet ist, um zum Entkoppeln des ersten Radaufhängungselements von dem zweiten Radaufhängungselement das erste Stabilisatorelement gegen das zweite Stabilisatorelement unter Verwendung eines Regelungs-

signals zu verdrehen, wobei das Regelungssignal ein unter Verwendung eines Algorithmus einer feldorientierten Regelung ermitteltes Signal repräsentiert.

**[0007]** Unter einem Fahrzeug kann ein zweispuriges Kraftfahrzeug wie etwa ein Pkw oder ein Lkw verstanden werden. Unter einem Stabilisatorelement kann beispielsweise ein Teil eines zweigeteilten Drehstabs verstanden werden. Das erste Radaufhängungselement kann über den Drehstab mit dem zweiten Radaufhängungselement verbunden sein. Bei dem ersten und dem zweiten Radaufhängungselement kann es sich beispielsweise je um einen Lenker, insbesondere Querlenker, oder ein Federbein des Fahrzeugs handeln. Zwischen dem ersten und dem zweiten Stabilisatorelement kann ein Elektromotor angeordnet sein. Der Elektromotor kann ausgebildet sein, um das erste und das zweite Stabilisatorelement um eine gemeinsame Drehachse, die im Wesentlichen einer Querachse des Fahrzeugs entsprechen kann, in je eine andere Richtung zu verdrehen. Hierbei kann der Elektromotor basierend auf einer feldorientierten Regelung angesteuert werden. Unter einem Algorithmus einer feldorientierten Regelung, auch Vektorregelung genannt, kann ein Algorithmus zur Ausführung eines Regelungskonzepts verstanden werden, bei dem sinusförmige oder annähernd sinusförmige Wechselgrößen wie beispielsweise Wechselspannungen und Wechselströme in Leiterschleifen innerhalb des Elektromotors in einem um einen Phasenwinkel innerhalb einer Periode bereinigten Momentanwert geregelt werden. Hierzu können die erfassten Wechselgrößen je in ein mit einer Frequenz der Wechselgrößen rotierendes Koordinatensystem im Elektromotor übertragen werden, sodass sich aus den Wechselgrößen Gleichgrößen ergeben, auf die beispielsweise Verfahren der Regelungstechnik angewandt werden können.

**[0008]** Der vorliegende Ansatz beruht auf der Erkenntnis, dass ein Stabilisator für ein Fahrzeug einen zweiteiligen Drehstab umfassen kann, dessen Teile mittels eines Elektromotors in eine rotatorische Relativbewegung zueinander versetzt werden können. Durch ein derartiges gegensinniges Verdrehen der beiden Drehstabeile kann eine etwa durch eine einseitige Radhubbewegung des Fahrzeugs in den Drehstab eingeleitete Torsionskraft kompensiert werden, sodass eine Übertragung der Radhubbewegung von der einen Fahrzeugseite auf die andere Fahrzeugseite und somit ein Wanken des Fahrzeugs verhindert wird.

**[0009]** Vorteilhafterweise kann der Elektromotor hierbei ausgebildet sein, um basierend auf einer feldorientierten Regelung oder ein unter Verwendung eines Algorithmus einer feldorientierten Regelung angesteuert zu werden. Dadurch kann erreicht werden, dass der Elektromotor auch noch bei hohen Drehzahlen ein ausreichend hohes Drehmoment aufweist, um

schnellen Radhubbewegungen bei hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten zu folgen. Vorzugsweise ist dem Elektromotor ein Getriebe, insbesondere ein Planeten-Getriebe, zugeordnet. Bevorzugt sind Elektromotor-Getriebe in einer kompakten Baueinheit untergebracht.

**[0010]** Ferner schafft der vorliegende Ansatz ein Fahrzeug mit zumindest einem Stabilisator gemäß einer hier beschriebenen Ausführungsform. Ein mit einem derartigen Stabilisator ausgestattetes Fahrzeug bietet den Vorteil einer hohen Fahrsicherheit sowie eines hohen Fahrkomforts.

**[0011]** Ein Verfahren zum Betreiben eines Stabilisators gemäß einer hier beschriebenen Ausführungsform umfasst folgende Schritte:

Einlesen eines Hubbewegungssignals, wobei das Hubbewegungssignal eine Hubbewegung des ersten Radaufhängungselements und/oder des zweiten Radaufhängungselements repräsentiert; und Bereitstellen des Regelungssignals unter Verwendung eines Algorithmus einer feldorientierten Regelung und unter Verwendung des Hubbewegungssignals, um zum Entkoppeln des ersten Radaufhängungselements von dem zweiten Radaufhängungselement ein Verdrehen des ersten Stabilisatorelements gegen das zweite Stabilisatorelement mittels des Elektromotors zu bewirken.

**[0012]** Gemäß einer Ausführungsform des vorliegenden Ansatzes kann im Schritt des Bereitstellens ferner eine d/q-Transformation durchgeführt werden, um das Regelungssignal zu ermitteln. Mittels einer d/q-Transformation können dreiphasige Größen, etwa die Achsen U, V, W bei einer Drehstrommaschine, in ein zweiachsiges Koordinatensystem mit den Achsen d und q überführt werden. Hierbei rotiert das Koordinatensystem mit den aufeinander rechtwinklig stehenden Achsen d und q zusammen mit einem Rotor der Drehstrommaschine. Somit kann bei konstanter Drehzahl des Rotors ein Drehfeld in Form zweier zeitlich konstanter Größen d und q mathematisch beschrieben werden und eine Drehzahl- und Positioniergenauigkeit der Elektromotoransteuerung verbessert werden.

**[0013]** Im Schritt des Einlesens kann ferner ein Rotorwinkelsignal eingelesen werden. Hierbei kann das Rotorwinkelsignal einen Winkel eines Rotors des Elektromotors repräsentieren. Schließlich kann im Schritt des Bereitstellens die d/q-Transformation unter Verwendung des Rotorwinkelsignals durchgeführt werden. Mittels des Rotorwinkelsignals kann eine genaue Lage des Rotors ermittelt werden, um sicherzustellen, dass das d/q-Koordinatensystem mit korrekter Winkelgeschwindigkeit und Phasenlage mit dem Rotor mitrotiert. Beispielsweise kann das Rotorwinkelsignal mittels an dem Elektromotor angebrachter Sensoren wie etwa Hall- oder optischer Sensoren er-

fasst werden. Alternativ kann das Rotorwinkelsignal auch sensorlos durch Rückkopplungen wie die Auswertung einer elektromotorischen Kraft an einer Statorwicklung gewonnen werden.

**[0014]** Eine weitere Ausführungsform des vorliegenden Ansatzes sieht vor, dass im Schritt des Bereitstellens das Regelungssignal ferner unter Verwendung eines Drehmoments und/oder einer elektrischen Flussdichte des Elektromotors ermittelt wird. Alternativ oder zusätzlich kann das Regelungssignal unter Verwendung eines Zusammenhangs zwischen dem Drehmoment und der elektrischen Flussdichte ermittelt werden. Beispielsweise können das Drehmoment und die elektrische Flussdichte mittels der Achsen d und q der d/q-Transformation abgebildet sein und mittels eines PI-Reglers modelliert sein.

**[0015]** Ferner kann im Schritt des Bereitstellens das Regelungssignal basierend auf einem Beobachtersystem ermittelt werden. Unter einem Beobachtersystem kann ein mathematisches System verstanden werden, das ausgebildet ist, um aus bekannten Ein- und Ausgangsgrößen eines beobachteten Referenzsystems nicht messbare Größen (beispielsweise als virtuelle Regelungsgrößen) zu rekonstruieren. Ein solches Beobachtersystem kann als innerer Regelkreis fungieren, um Abweichungen zwischen einem idealen Modell und einem realen Zustand des Elektromotors zu korrigieren. Beispielsweise kann es sich bei dem Beobachtersystem um einen Luenberger-Beobachter (nach der Theorie von David Luenberger, beruhend auf einer Parallelschaltung des Beobachters zum Regelstreckenmodell) handeln. Somit kann eine hohe Genauigkeit bei der Erfassung eines Drehwinkels oder einer Geschwindigkeit des Rotors erreicht werden.

**[0016]** Schließlich schafft der vorliegende Ansatz ein Steuergerät, das ausgebildet ist, um alle Schritte eines Verfahrens gemäß einer der hier beschriebenen Ausführungsformen durchzuführen.

**[0017]** Unter einem Steuergerät kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das Signale verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Das Steuergerät kann eine Schnittstelle aufweisen, die hard- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen beispielsweise Teil eines sogenannten System-ASICs sein, der verschiedenste Funktionen des Steuergeräts beinhaltet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Schnittstellen eigene, integrierte Schaltkreise sind oder zumindest teilweise aus diskreten Bauelementen bestehen. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

**[0018]** Von Vorteil ist auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplattenspeicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Durchführung des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, wenn das Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

**[0019]** Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

**[0020]** Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einem Stabilisator gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**[0021]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einem herkömmlichen Stabilisator bei einer Kurvenfahrt;

**[0022]** Fig. 3 eine schematische Darstellung eines herkömmlichen Stabilisators zur hydraulischen Wankstabilisierung;

**[0023]** Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Hydraulikmotors zur Verwendung in einem herkömmlichen Stabilisator zur hydraulischen Wankstabilisierung;

**[0024]** Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Stabilisators gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**[0025]** Fig. 6 ein Diagramm zur Darstellung einer Kennlinie eines Elektromotors mit Brushless-DC-Ansteuerung;

**[0026]** Fig. 7 ein Diagramm zur Darstellung einer Kennlinie eines Elektromotors mit FOR-Ansteuerung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

**[0027]** Fig. 8 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Stabilisators gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

**[0028]** Fig. 9 ein Blockschaltbild eines Steuergeräts zum Durchführen eines Verfahrens zum Betreiben eines Stabilisators gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0029]** In der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

**[0030]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs **100** mit einem Stabilisator **105** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Stabilisator **105** ist als zweigeteilter Drehstab mit einem ersten Stabilisatorelement **110** und einem zweiten Stabilisatorelement **115** realisiert. Hierbei ist ein Ende des ersten Stabilisatorelements **110** mit einem ersten Radaufhängungselement **120** des Fahrzeugs **100** verbunden und ein Ende des zweiten Stabilisatorelements **115** mit einem zweiten Radaufhängungselement **125** des Fahrzeugs **100** verbunden. Beispielsweise sind die Enden der Stabilisatorelemente **110**, **115** hierbei als gelenkig gelagerte Pendelstützen ausgeführt. Bei den Radaufhängungselementen **120**, **125** handelt es sich beispielsweise um gegenüberliegende Querlenker des Fahrzeugs **100**. Die Stabilisatorelemente **110**, **115** sind je mittels eines Aufbauagers **130** um eine gemeinsame Drehachse D-D drehbar an einem Fahrgestell des Fahrzeugs **100** befestigt. Die Drehachse D-D entspricht hierbei beispielhaft einer Querachse des Fahrzeugs **100**.

**[0031]** Je ein einer Fahrzeugmitte des Fahrzeugs **100** zugewandtes Ende der Stabilisatorelemente **110**, **115** ist mit einem gemeinsamen Elektromotor **135** als Aktuator mechanisch gekoppelt. Der Elektromotor **135** ist ausgebildet, um unter Verwendung eines Regelungssignals die Stabilisatorelemente **110**, **115** in je eine andere Richtung um die Drehachse D-D zu verdrehen. Hierbei repräsentiert das Regelungssignal ein basierend auf einer feldorientierten Regelung ermitteltes Signal. Durch das gegensinnige Verdrehen der Stabilisatorelemente **110**, **115** werden die Radaufhängungselemente **120**, **125** quasi mechanisch voneinander entkoppelt.

**[0032]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das Fahrzeug **100** mit einer Vorrichtung **140** ausgestattet, die an den Elektromotor **135** angeschlossen ist und ausgebildet ist, um das Regelungssignal bereitzustellen.

**[0033]** Der Komfort eines Fahrzeugs kann unter anderem von einem sogenannten Kopierverhalten abhängig sein. Kopieren bedeutet, dass eine Radhubbewegung der einen Fahrzeugseite durch eine Kopplung der beiden Räder mittels eines Stabilisators auf ein Rad der anderen Fahrzeugseite übertragen wird. Dadurch kann das Fahrzeug zum Wanken angeregt werden, was zu Komforteinbußen führen kann.

**[0034]** Um ein solches Wanken zu vermeiden, kann sowohl ein hydraulisches als auch ein elektromechanisches Wankstabilisatorsystem ausgebildet sein, um beide Radseiten gänzlich voneinander zu entkoppeln.

**[0035]** Die beiden Stabilisatorhälften **110**, **115** des elektromechanischen Systems sind beispielsweise

über ein Planeten-Getriebe und den Elektromotor **135** miteinander gekoppelt. Wird nun ein Rad einseitig durch einen vertikalen Hub angeregt, etwa beim Überfahren einer Bodenunebenheit, so sollte der Elektromotor **135** der Radbewegung möglichst schnell folgen, um beide Räder voneinander zu entkoppeln. Herkömmliche aktive Systeme weisen dazu beispielsweise einen möglichst weich ausgelegten Stabilisator auf.

**[0036]** Hierbei wird ein Grad der Weichheit des Stabilisators beispielsweise durch den Stabilisator selbst oder durch ein zusätzliches Bauteil wie etwa einem Gummielement in einem Stabilisatorrücken oder einem Anlenkungshebel des Stabilisators eingestellt.

**[0037]** Die dynamischen Anteile der Radhubbewegung können von einem derart weich ausgelegten Stabilisator absorbiert werden, sodass diese Bewegungsanteile nicht bis zum Elektromotor gelangen.

**[0038]** Bei Kurvenfahrt hingegen kann ein solcher Stabilisator bewirken, dass die von einem Verstellsystem eingeleitete Bewegung verzögert an das Rad weitergegeben wird.

**[0039]** Ein sehr steifer Stabilisator kann bewirken, dass die Verstellbewegung direkt an das Rad weitergegeben wird und eine somit entstehende Wankbewegung bei Kurvenfahrt des Fahrzeugs bereits im Ansatz eliminiert wird.

**[0040]** Eine Verwendung eines weichen Stabilisators oder entsprechender beispielsweise aus Gummi gefertigter Elemente im Stabilisatorrücken und/oder in einem Stabilisatorschenkel oder eine spezielle Ausgestaltung des Stabilisators kann mit einem hohen Zusatzaufwand verbunden sein, insbesondere hinsichtlich einer Montage und einer Dauerhaltbarkeit. Ferner können beispielsweise zusätzliche, der Verbindung dienende Schnittstellen zwischen einem Zusatzelement und dem Stabilisator erforderlich sein. Um die Dauerhaltbarkeit des Stabilisators sicherzustellen, sollte der Stabilisator eine Mindesthärte aufweisen, d. h., ein bestimmter Durchmesser des Stabilisators sollte nicht unterschritten werden.

**[0041]** Um diese Problematik zu umgehen, weist eine elektrische Wankstabilisierung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung einen Elektromotor **135** mit einer feldorientierten Ansteuerung auf. Somit kann über einen hohen Drehzahlbereich ein ausreichendes Beschleunigungsmoment zur Verfügung gestellt werden.

**[0042]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs **100** mit einem herkömmlichen Stabilisator **200** bei einer Kurvenfahrt. Im Gegensatz zu Fig. 1 ist das in Fig. 2 dargestellte Fahrzeug **100** mit einem als einteiligen Drehstab realisierten Stabilisa-

tor **200** ohne Elektromotor ausgestattet. Die Karosserie des Fahrzeugs **100** neigt sich aufgrund der während der Kurvenfahrt wirkenden Fliehkraft in Richtung einer Kurvenaußenseite, sodass ein kurvenäußeres Rad **205** des Fahrzeugs **100** einfedert.

**[0043]** Durch das Einfedern des kurvenäußeren Rades **205** wird der Stabilisator **200** in eine Drehbewegung versetzt, die bewirkt, dass ein dem kurvenäußeren Rad **205** gegenüberliegend angeordnetes kurveninneres Rad **210** des Fahrzeugs **100** entlastet oder sogar angehoben wird. Dadurch kann ein Neigungswinkel des Fahrzeugs **100** beim Durchfahren der Kurve reduziert werden. Umgekehrt wird das kurveninnere Rad **210** durch eine entgegengesetzte Drehbewegung des Stabilisators **200** abgesenkt, sofern das kurvenäußere Rad **205** wieder ausfedert.

**[0044]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines herkömmlichen Stabilisators **300** zur hydraulischen Wankstabilisierung. In Fig. 3 ist eine Draufsicht auf den Stabilisator **300** gezeigt. Ähnlich wie der in Fig. 1 gezeigte Stabilisator **100** ist der in Fig. 3 gezeigte Stabilisator **300** als zweigeteilter Drehstab mit zwei Stabilisatorelementen **110**, **115** ausgeführt. Im Unterschied zu Fig. 1 weist der Stabilisator **300** statt eines Elektromotors einen Hydraulikmotor **305** zum Verdrehen der beiden Stabilisatorelemente **110**, **115** auf. Die Stabilisatorelemente **110**, **115** sind je in einem von der Fahrzeugmitte abgewandten Endbereich zu einem Hebel **310** in etwa Fahrzeuglängsrichtung umgebogen, der auch als Stabschenkel bezeichnet werden kann. Die Hebel **310** sind ausgebildet, um je mit den in Fig. 3 nicht dargestellten Rad-aufhängungselementen verbunden zu werden. Ein sich entlang der Drehachse D-D erstreckender Teilabschnitt des Stabilisators **300** kann auch als Stabilisatorrücken bezeichnet werden. Der Stabilisatorrücken ist mittels der Aufbau lager **130** drehbar um die Drehachse D-D gelagert.

**[0045]** Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Hydraulikmotors **305** zur Verwendung in einem herkömmlichen Stabilisator zur hydraulischen Wankstabilisierung. Der Hydraulikmotor **305** umfasst einen Stator **400** und einen Rotor **405**. Der Rotor **405** ist in dem Stator **400** um die Drehachse D-D drehbar angeordnet. Der Stator **400** ist beispielhaft mit zwei Statorflügeln **410** ausgebildet. Der Rotor **405** ist beispielhaft mit zwei Rotorflügeln **415** ausgebildet. In die Statorflügel **410** und die Rotorflügel **415** ist je ein Dichtungselement **420** integriert. Ein Hohlraum zwischen je einem Statorflügel **410** und je einem Rotorflügel **415** fungiert hierbei als Arbeitskammer **420**. Der Rotor **405** ist ausgebildet, um mit den in Fig. 4 nicht dargestellten Stabilisatorelementen mechanisch gekoppelt zu werden.

**[0046]** Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Stabilisators **105** gemäß einem Ausführungsbei-

spiel der vorliegenden Erfindung. In **Fig. 5** ist eine Draufsicht auf den Stabilisator **105** gezeigt. Der Stabilisator **105** ist ähnlich dem in **Fig. 3** dargestellten Stabilisator **300** aufgebaut. Im Unterschied zu **Fig. 1** ist dem in **Fig. 5** dargestellten Elektromotor **135** ein Planeten-Getriebe **500** vorgeschaltet. Das Getriebe **500** ist beispielsweise ausgebildet, um eine Drehbewegung eines Rotors des Elektromotors **135** in zwei einander entgegengesetzte Drehbewegungen der Stabilisatorelemente **110**, **115** um die Drehachse D-D zu übersetzen.

**[0047]** **Fig. 6** zeigt ein Diagramm zur Darstellung einer Kennlinie **600** eines Elektromotors mit Brushless-DC-Ansteuerung (BLDC; „bürstenloser Gleichstrom“). Hierbei bildet eine Ordinate des Diagramms ein Drehmoment des Elektromotors in Newtonmeter und eine Abszisse des Diagramms eine Drehzahl des Elektromotors in Umdrehungen pro Minute ab. Aus dem in **Fig. 6** gezeigten Diagramm ist ersichtlich, dass ein Drehmoment des Elektromotors mit zunehmender Drehzahl zunächst konstant ist. Ab einem ersten Leistungseckpunkt, der einer Drehzahl  $n_1$  entspricht, fällt das Drehmoment jedoch mit zunehmender Motordrehzahl linear ab. Ab einem zweiten Leistungseckpunkt, der einer Drehzahl  $n_2$  entspricht, ist das Drehmoment schließlich gleich null. Dies bedeutet, dass das System ab einer bestimmten Drehzahl kein Beschleunigungsvermögen mehr aufweist, um einer Radbewegung des Fahrzeugs folgen zu können. Somit verhärtet das System und die beiden Räder des Fahrzeugs werden nicht mehr voneinander entkoppelt.

**[0048]** **Fig. 7** zeigt ein Diagramm zur Darstellung einer Kennlinie **700** eines Elektromotors mit FOR-Ansteuerung (FOR = feldorientierte Regelung) gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem Elektromotor handelt es sich beispielsweise um den in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten Elektromotor **135**. Erfolgt die Ansteuerung des Elektromotors durch eine feldorientierte Regelung, so ist aus der entsprechenden Kennlinie **700** ersichtlich, dass der Elektromotor im Vergleich zu der in **Fig. 6** gezeigten Brushless-DC-Ansteuerung auch noch bei einer höheren Drehzahl  $n_3$  ein Motormoment aufweist. Dadurch können einseitige Radhubbewegungen des Fahrzeugs ausgeglichen werden.

**[0049]** Im Unterschied zu **Fig. 6** fällt die Kennlinie **700** mit zunehmender Drehzahl ab dem ersten Leistungseckpunkt nicht linear, sondern annähernd linear bzw. kurvenförmig ab, sodass der Elektromotor ab einem dritten Leistungseckpunkt, der der Drehzahl  $n_3$  entspricht, noch ein ausreichend hohes Drehmoment aufweist.

**[0050]** Herkömmliche Wankstabilisierungssysteme weisen oftmals eine Brushless-DC-Ansteuerung auf. Die Ansteuerung eines ERC-Systems (electro-me-

chanical roll control; „elektromechanische Wankstabilisierung“) über eine feldorientierte Regelung bietet im Vergleich zur Brushless-DC-Ansteuerung die Möglichkeit, auch höhere Radanregungspegel, wie sie etwa bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten auftreten, auszugleichen und somit den Fahrkomfort zu steigern.

**[0051]** **Fig. 8** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens **800** zum Betreiben eines Stabilisators gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren **800** umfasst einen Schritt **805** des Einlesens eines Hubbewegungssignals, wobei das Hubbewegungssignal eine Hubbewegung des ersten Radaufhängungselements und/oder des zweiten Radaufhängungselements repräsentiert. Ferner umfasst das Verfahren **800** einen Schritt **810** des Bereitstellens des Regelungssignals basierend auf einer feldorientierten Regelung und unter Verwendung des Hubbewegungssignals, um zum Entkoppeln des ersten Radaufhängungselements von dem zweiten Radaufhängungselement das erste Stabilisatorelement gegen das zweite Stabilisatorelement mittels des Elektromotors zu verdrehen.

**[0052]** **Fig. 9** zeigt ein Blockschaltbild eines Steuergeräts **900** zum Durchführen eines Verfahrens zum Betreiben eines Stabilisators gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem Steuergerät **900** handelt es sich beispielsweise um die in **Fig. 1** gezeigte Vorrichtung **140**. Das Steuergerät **900** umfasst eine Einleseeinheit **905**, die ausgebildet ist, um ein Hubbewegungssignal einzulesen, wobei das Hubbewegungssignal eine Hubbewegung des ersten Radaufhängungselements und/oder des zweiten Radaufhängungselements repräsentiert. Mit der Einleseeinheit **905** ist eine Bereitstellungseinheit **910** verbunden, die ausgebildet ist, um das Regelungssignal basierend auf einer feldorientierten Regelung und unter Verwendung des Hubbewegungssignals bereitzustellen, um zum Entkoppeln des ersten Radaufhängungselements von dem zweiten Radaufhängungselement das erste Stabilisatorelement gegen das zweite Stabilisatorelement mittels des Elektromotors zu verdrehen.

**[0053]** Die beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele sind nur beispielhaft gewählt. Unterschiedliche Ausführungsbeispiele können vollständig oder in Bezug auf einzelne Merkmale miteinander kombiniert werden. Auch kann ein Ausführungsbeispiel durch Merkmale eines weiteren Ausführungsbeispiels ergänzt werden.

**[0054]** Ferner können erfindungsgemäße Verfahrensschritte wiederholt sowie in einer anderen als in der beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

**[0055]** Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine „und/oder“ Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal

und einem zweiten Merkmal, so kann dies so gelesen werden, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

#### Bezugszeichenliste

<b>100</b>	Fahrzeug
<b>105</b>	Stabilisator
<b>110</b>	erstes Stabilisatorelement
<b>115</b>	zweites Stabilisatorelement
<b>120</b>	erstes Radaufhängungselement
<b>125</b>	zweites Radaufhängungselement
<b>130</b>	Aufbaulager
<b>135</b>	Elektromotor
<b>140</b>	Vorrichtung zum Bereitstellen eines Regelungssignals
<b>200</b>	herkömmlicher Stabilisator
<b>300</b>	Stabilisator zur hydraulischen Wankstabilisierung
<b>305</b>	Hydraulikmotor
<b>310</b>	Hebel
<b>400</b>	Stator
<b>405</b>	Rotor
<b>410</b>	Statorflügel
<b>415</b>	Rotorflügel
<b>420</b>	Arbeitskammer
<b>500</b>	Getriebe
<b>600</b>	Kennlinie eines Elektromotors mit Brushless-DC-Ansteuerung
<b>700</b>	Kennlinie eines Elektromotors mit FOR-Ansteuerung
<b>800</b>	Verfahren zum Betreiben eines Stabilisators
<b>805</b>	Einlesen eines Hubbewegungssignals
<b>810</b>	Bereitstellen eines Regelungssignals
<b>900</b>	Steuergerät
<b>905</b>	Einleseinheit
<b>910</b>	Bereitstellungseinheit

#### Patentansprüche

1. Stabilisator (**105**) zur Wankstabilisierung eines Fahrzeugs (**100**), wobei der Stabilisator (**105**) folgende Merkmale aufweist:  
ein erstes Stabilisatorelement (**110**) und ein zweites Stabilisatorelement (**115**), wobei das erste Stabilisatorelement (**110**) mit einem ersten Radaufhängungselement (**120**) des Fahrzeugs (**100**) gekoppelt oder koppelbar ist und das zweite Stabilisatorelement (**115**) mit einem zweiten Radaufhängungselement (**125**) des Fahrzeugs (**100**) gekoppelt oder koppelbar ist; und  
zumindest einen Elektromotor (**135**), der ausgebildet ist, um zum Entkoppeln des ersten Radaufhängungselements (**120**) von dem zweiten Radaufhängungselement (**125**) das erste Stabilisatorelement (**110**) gegen das zweite Stabilisatorelement (**115**) unter Ver-

wendung eines Regelungssignals zu verdrehen, wobei das Regelungssignal ein unter Verwendung eines Algorithmus einer feldorientierten Regelung ermitteltes Signal repräsentiert.

2. Fahrzeug (**100**) mit zumindest einem Stabilisator (**105**) gemäß Anspruch 1.

3. Verfahren (**800**) zum Betreiben eines Stabilisators (**105**) gemäß Anspruch 1, wobei das Verfahren (**800**) folgende Schritte umfasst:  
Einlesen (**805**) eines Hubbewegungssignals, wobei das Hubbewegungssignal eine Hubbewegung des ersten Radaufhängungselements (**120**) und/oder des zweiten Radaufhängungselements (**125**) repräsentiert; und  
Bereitstellen (**810**) des Regelungssignals unter Verwendung eines Algorithmus einer feldorientierten Regelung und unter Verwendung des Hubbewegungssignals, um zum Entkoppeln des ersten Radaufhängungselements (**120**) von dem zweiten Radaufhängungselement (**125**) ein Verdrehen des ersten Stabilisatorelements (**110**) gegen das zweite Stabilisatorelement (**115**) mittels des Elektromotors (**135**) zu bewirken.

4. Verfahren (**800**) gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt (**810**) des Bereitstellens ferner eine d/q-Transformation durchgeführt wird, um das Regelungssignal zu ermitteln.

5. Verfahren (**800**) gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt (**805**) des Einlesens ferner ein Rotorwinkelsignal eingelesen wird, wobei das Rotorwinkelsignal einen Winkel eines Rotors des Elektromotors (**135**) repräsentiert, wobei im Schritt (**810**) des Bereitstellens die d/q-Transformation unter Verwendung des Rotorwinkelsignals durchgeführt wird.

6. Verfahren (**800**) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt (**810**) des Bereitstellens das Regelungssignal ferner unter Verwendung eines Drehmoments und/oder einer elektrischen Flussdichte des Elektromotors (**135**) und/oder unter Verwendung eines Zusammenhangs zwischen dem Drehmoment und der elektrischen Flussdichte ermittelt wird.

7. Verfahren (**800**) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt (**810**) des Bereitstellens das Regelungssignal ferner basierend auf einem Beobachtersystem ermittelt wird.

8. Steuergerät (**900**), das ausgebildet ist, um alle Schritte eines Verfahrens (**800**) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7 durchzuführen und/oder anzusteuern.

9. Computerprogramm, das dazu eingerichtet ist, alle Schritte eines Verfahrens (**800**) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7 durchzuführen.

10. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm nach Anspruch 9.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

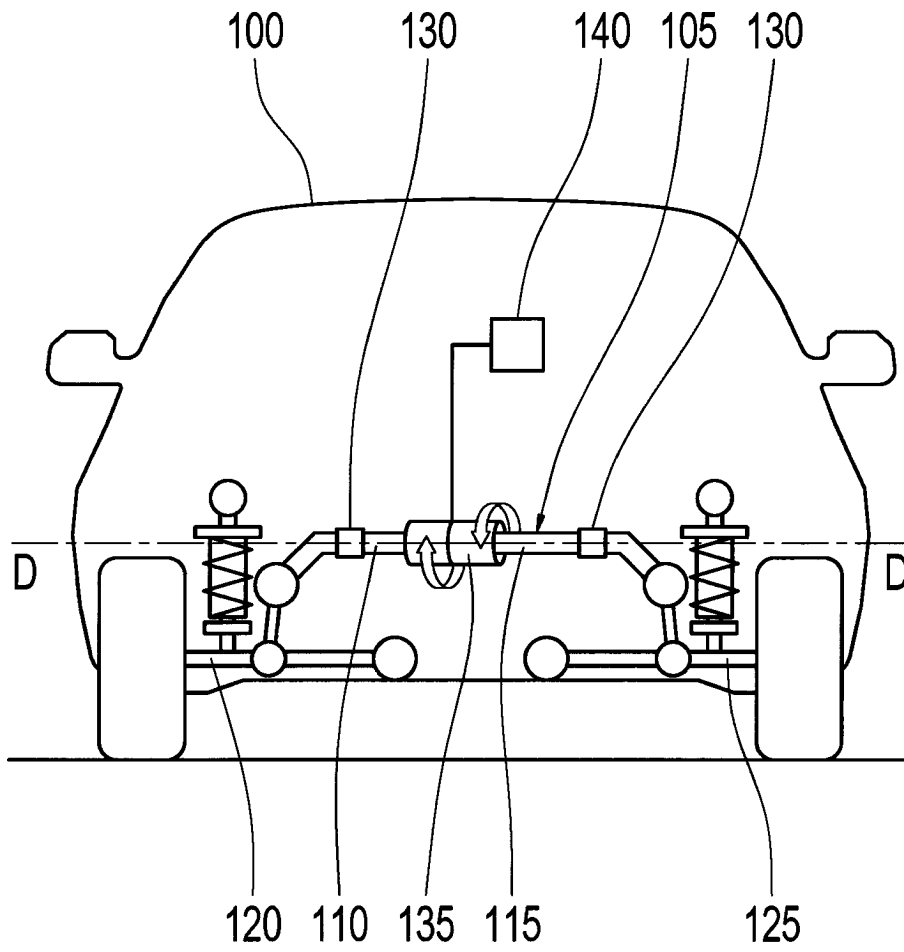


Fig. 1

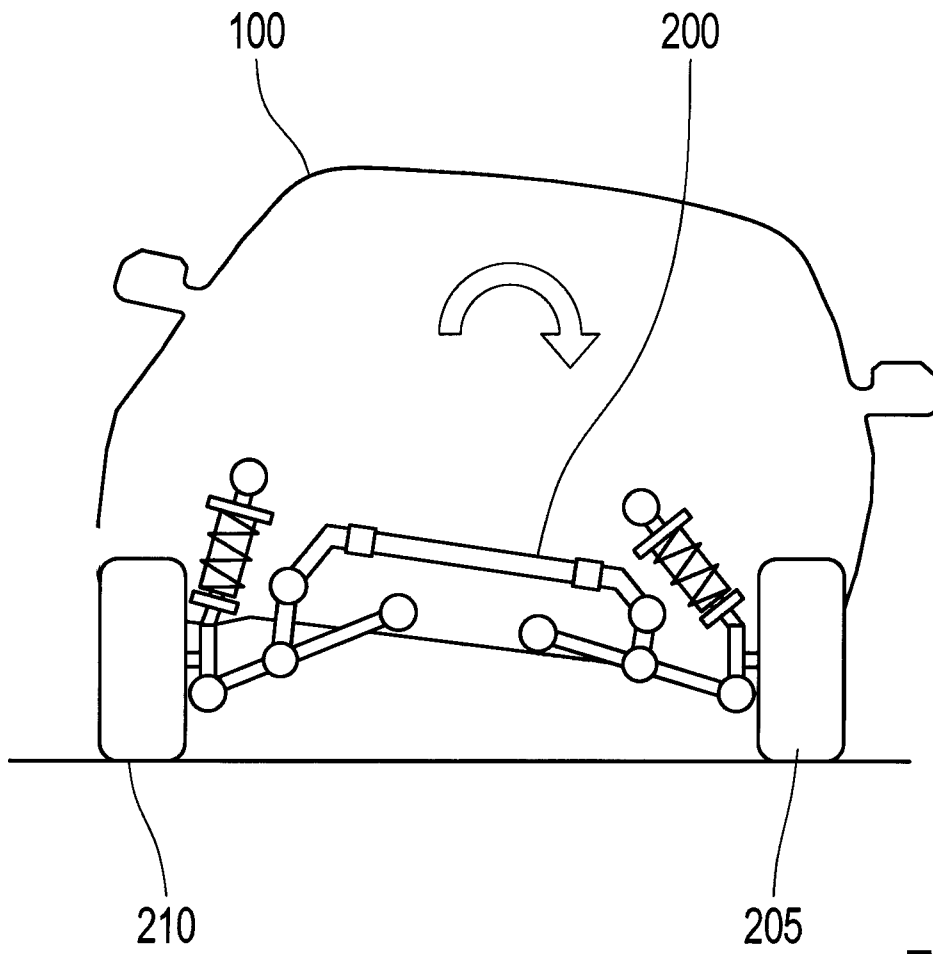


Fig. 2

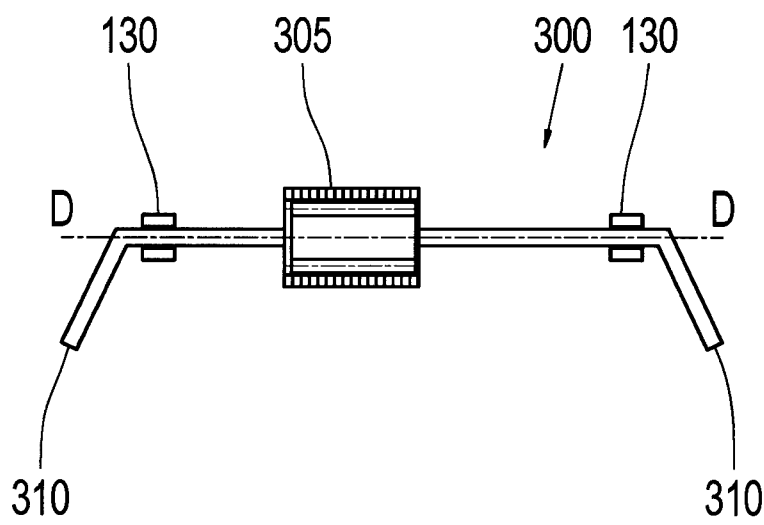


Fig. 3

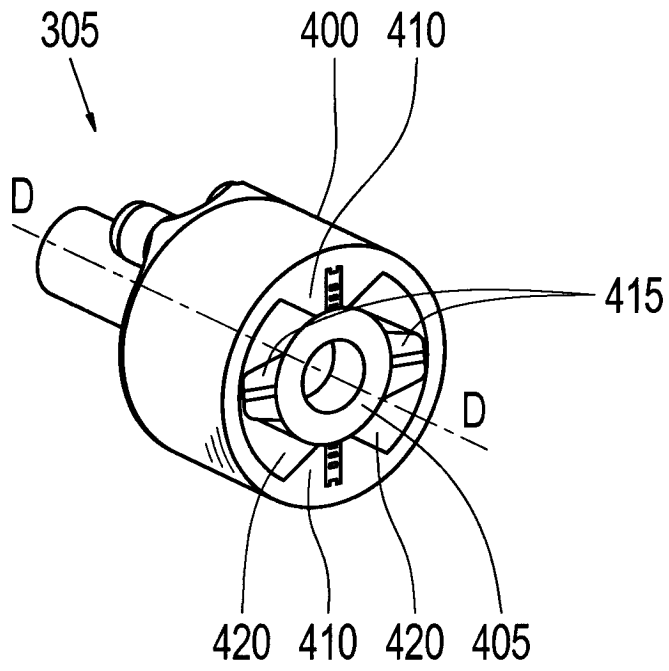


Fig. 4

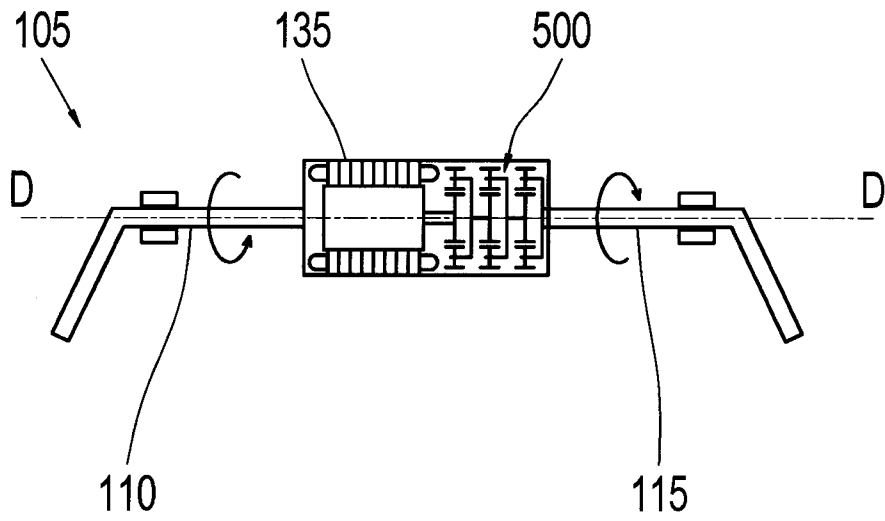


Fig. 5

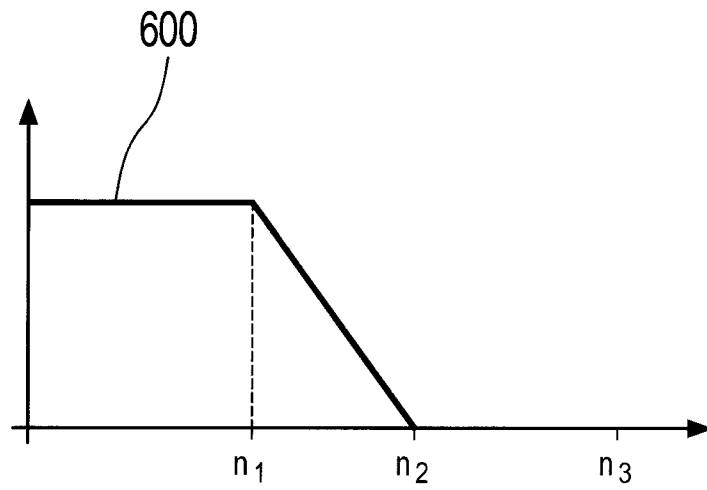


Fig. 6

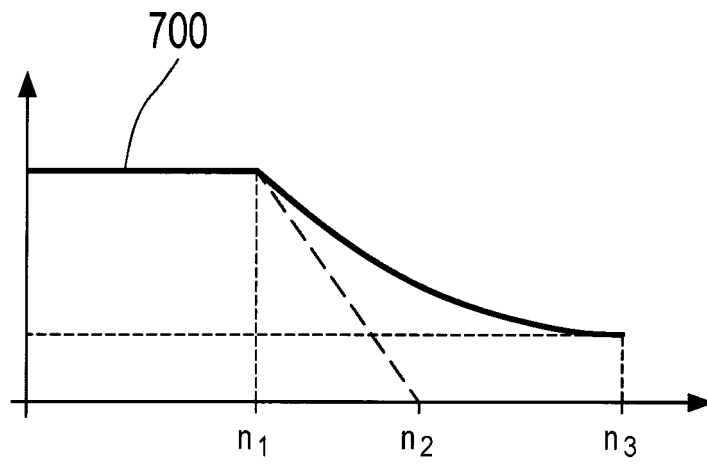


Fig. 7

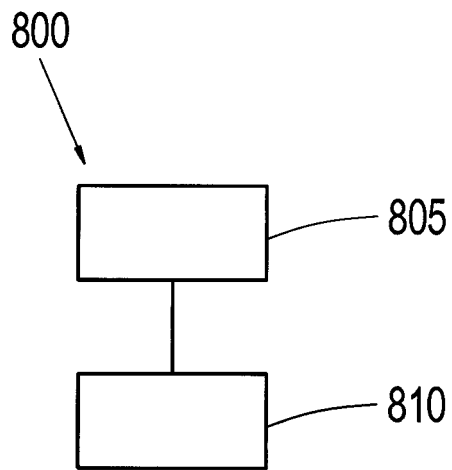


Fig. 8

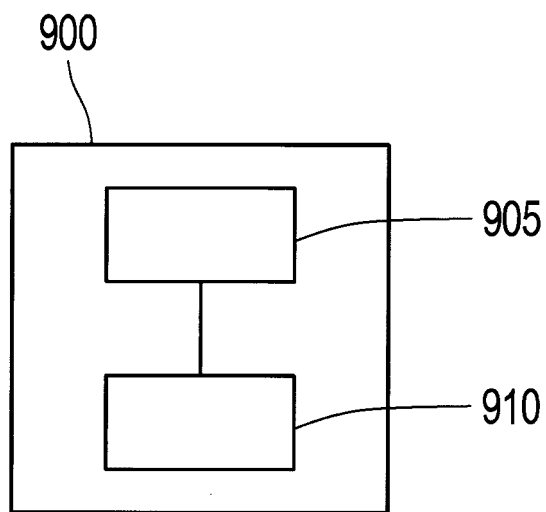


Fig. 9