



(10) **DE 10 2020 211 604 A1** 2021.04.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 211 604.0**
(22) Anmeldetag: **16.09.2020**
(43) Offenlegungstag: **01.04.2021**

(51) Int Cl.: **B60W 30/02 (2012.01)**
B60L 15/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2019-0119563 27.09.2019 KR

(71) Anmelder:
**HYUNDAI MOTOR COMPANY, Seoul, KR; KIA
MOTORS CORPORATION, Seoul, KR; Korea
University Of Technology And Education
Industry-University Cooperation Foundation,
Cheonan-si, Chungcheongnam-do, KR**

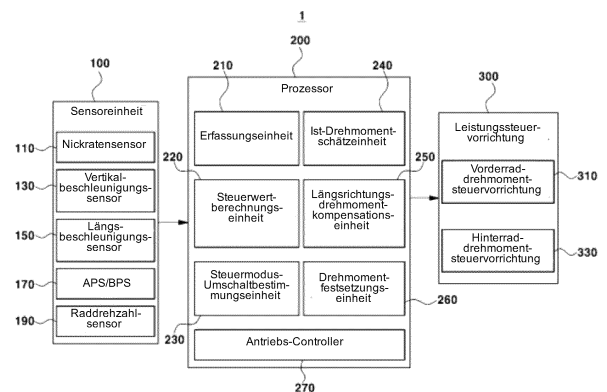
(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:
**Hyun, Dong Yoon, Seoul, KR; Lee, Joung Hee,
Hwaseong-si, Gyeonggi-do, KR; You, Seung Han,
Seoul, KR**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERBESSERUNG EINES FAHRKOMFORTS EINES FAHRZEUGS**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs weist auf: eine Erfassungseinheit, um zu erfassen, ob ein Hindernis in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, und um eine Verhaltensgröße des Fahrzeugs zu erfassen; eine Steuerwertberechnungseinheit, um auf Grundlage von durch die Erfassungseinheit erfassten Informationen Steuerwerte zur Steuerung des Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung und einer Nickrichtung zu berechnen; und einen Antriebs-Controller, um auf Grundlage der berechneten Vertikalrichtungssteuerwerte und Nickrichtungssteuerwerte Vorderräder und/oder Hinterräder des Fahrzeugs zu steuern. Insbesondere umfasst jeder des Vertikalrichtungssteuerwerts und des Nickrichtungssteuerwerts einen auf Antrieb und Bremsung des Fahrzeugs bezogenen Steuerwert.



Beschreibung**KURZDARSTELLUNG****TECHNISCHES GEBIET**

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung eines Fahrzeugs, um einen Fahrkomfort des Fahrzeugs zu verbessern.

HINTERGRUND

[0002] Die Angaben in diesem Abschnitt stellen lediglich Hintergrundinformationen bezüglich der vorliegenden Offenbarung bereit und stellen möglicherweise nicht den Stand der Technik dar.

[0003] Ein elektrischer Antriebsmotor, welche auf ein Elektrofahrzeug angewendet wird, ist eine Vorrichtung, welche eine Antriebskraft erzeugt, um Räder des Fahrzeugs zu drehen. Der elektrische Antriebsmotor ersetzt eine herkömmliche Brennkraftmaschine für ein Fahrzeug. Der elektrische Antriebsmotor weist den Vorteil auf, dass er ein erforderliches Drehmoment schneller und präziser als der Verbrennungsmotor des Brennkraftmaschinenfahrzeugs erzeugt. Außerdem kann der elektrische Antriebsmotor auf jedes Rad angewendet werden, wodurch Vorder- und Hinterräder des Elektrofahrzeugs unabhängig angetrieben oder gebremst werden können. Aus diesem Grund wurden Forschung und Entwicklung bezüglich Technologie zur Steuerung einer Karosserie des Fahrzeugs, wenn das Fahrzeug wendet, unter Verwendung einer hervorragenden Steuerbarkeit und unabhängigen Antriebskraft des elektrischen Antriebsmotors auf dem Gebiet der Elektrofahrzeuge aktiv betrieben.

[0004] Ein Fahrzeug aus dem Stand der Technik, welches gleichzeitig eine Bewegung in Nickrichtung und eine Bewegung in Vertikalrichtung steuert, welche miteinander korrelieren, wurde nicht berücksichtigt. Stattdessen wurde eine Steuerung lediglich der Bewegung in Nickrichtung oder der Bewegung in Vertikalrichtung erörtert. Da ein Fahrkomfort durch die maximalen Spitzen der zwei Bewegungen beeinflusst wird, ist es vorteilhaft, die maximalen Spitzen bezüglich Steuerung zu reduzieren. Herkömmlicherweise nimmt ein Insasse infolge einer Antriebs- und Bremssteuerung, welche ohne Berücksichtigung der maximalen Spitzen der zwei Bewegungen erfolgt, eine Differenz wahr, wenn ein Fahrzeug ein Hindernis durchläuft.

[0005] Die in diesem Hintergrundabschnitt offenbarten obenstehenden Informationen sind lediglich zum erleichterten Verständnis des Hintergrunds der Offenbarung bereitgestellt und können daher Informationen enthalten, welche nicht den Stand der Technik abbilden, welcher dem Fachmann bereits bekannt ist.

[0006] Die vorliegende Offenbarung stellt eine Vorrichtung und ein Verfahren bereit, welche imstande sind, ein Fahrzeug sowohl in einer Nickrichtung als auch in einer Vertikalrichtung zu steuern, um einen Fahrkomfort des Fahrzeugs zu verbessern.

[0007] Die vorliegende Offenbarung stellt zudem eine Vorrichtung und ein Verfahren bereit, welche imstande sind, ein Fahrzeug gemäß einem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung zu steuern und dann das Fahrzeug gemäß einem Modus zur Steuerung in Nickrichtung zu steuern, um ein Problem zu lösen, welches auftreten kann, wenn lediglich eine Steuerung in Nickrichtung erfolgt.

[0008] Die Aufgaben der vorliegenden Offenbarung sind nicht auf die oben beschriebenen beschränkt. Die Aufgaben der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden Beschreibung klar ersichtlich und könnten durch in den Ansprüchen definierte Mittel und eine Kombination davon implementiert werden.

[0009] In einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann eine Vorrichtung zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs aufweisen: eine Erfassungseinheit, welche eingerichtet ist, um zu erfassen, ob ein Hindernis in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, und die Verhaltensgröße des Fahrzeugs zu erfassen, eine Steuerwertberechnungseinheit, welche eingerichtet ist, um auf Grundlage von durch die Erfassungseinheit erfassten Informationen Steuerwerte zur Steuerung des Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung und einer Nickrichtung zu berechnen, und einen Antriebs-Controller, welcher eingerichtet ist, um auf Grundlage des Vertikalrichtungssteuerwerts und des Nickrichtungssteuerwerts, welche durch die Steuerwertberechnungseinheit berechnet werden, Vorderräder und/oder Hinterräder des Fahrzeugs zu steuern, wobei jeder des Vertikalrichtungssteuerwerts und des Nickrichtungssteuerwerts einen auf Antrieb und Bremsung des Fahrzeugs bezogenen Steuerwert umfasst.

[0010] In einer Form kann der Antriebs-Controller das Fahrzeug auf Grundlage eines Vertikalrichtungssteuermodus oder eines Nickrichtungssteuermodus steuern.

[0011] In einer anderen Form kann die Vorrichtung ferner eine Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit aufweisen, welche eingerichtet ist, um einen Zeitpunkt zu bestimmen, zu welchem ein Steuermodus von dem Vertikalrichtungssteuermodus des Fahrzeugs zu dem Nickrichtungssteuermodus des Fahrzeugs umgeschaltet wird, wobei die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit einen ersten Zeitpunkt bestimmen kann, zu welchem ein Absolutwert der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche

von der Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, und den ersten Zeitpunkt als Zeitpunkt bestimmen kann, zu welchem der Steuermodus von dem Vertikalrichtungssteuermodus zu dem Nickrichtungssteuermodus umgeschaltet wird.

[0012] In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, der Antriebs-Controller das Fahrzeug auf Grundlage des Vertikalrichtungssteuermodus steuern und kann dann das Fahrzeug auf Grundlage des Nickrichtungssteuermodus steuern.

[0013] In einem Beispiel kann der Vertikalrichtungssteuermodus umfassen: einen ersten Vertikalsteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder und einen zweiten Vertikalsteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und zum Antrieb der Hinterräder. In einer anderen Form kann der Nickrichtungssteuermodus umfassen: einen ersten Nicksteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und einen zweiten Nicksteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder.

[0014] In einigen Formen kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche von der durch die Erfassungseinheit erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, einen positiven Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit den Vertikalrichtungssteuerwert mit einem negativen Wert berechnen und der Antriebs-Controller kann das Fahrzeug gemäß dem ersten Vertikalsteuermodus antreiben.

[0015] In einigen Formen kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche von der durch die Erfassungseinheit erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, einen negativen Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit den Vertikalrichtungssteuerwert mit einem positiven Wert berechnen und der Antriebs-Controller kann das Fahrzeug gemäß dem zweiten Vertikalsteuermodus antreiben.

[0016] In einigen Formen kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Nickrichtung, welche von der durch die Erfassungseinheit erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, einen negativen Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit den Nickrichtungssteuerwert mit einem positiven Wert berechnen und der Antriebs-Controller kann das Fahrzeug gemäß dem ersten Nicksteuermodus antreiben.

[0017] In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Nickrichtung, welche von der durch die Erfassungseinheit erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, einen positiven Wert aufweist, die Steuerwertberechnungs-

einheit den Nickrichtungssteuerwert mit einem negativen Wert berechnen und der Antriebs-Controller kann das Fahrzeug gemäß dem zweiten Nicksteuermodus antreiben.

[0018] In einer anderen Form kann die Erfassungseinheit die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung und die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung berechnen und die Steuerwertberechnungseinheit kann auf Grundlage der Verhaltensgröße in der Nickrichtung und der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung den Vertikalrichtungssteuerwert und den Nickrichtungssteuerwert berechnen.

[0019] In einer anderen Form kann der Antriebs-Controller auf Grundlage der Verhaltensgröße in der Nickrichtung und der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung einen Steuermodus des Fahrzeugs wechseln.

[0020] In einigen Formen kann die Vorrichtung ferner aufweisen: eine Ist-Drehmomentschätzeinheit, welche eingerichtet ist, um in dem Fall, in welchem sowohl die Vorderräder als auch die Hinterräder gesteuert werden, eine Differenz einer Raddrehzahländerung zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern abzuleiten, wobei die Ist-Drehmomentschätzeinheit auf Grundlage der Differenz der Raddrehzahländerung zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern ein Bremsmoment oder ein Antriebsmoment berechnen kann, welches tatsächlich auf die Vorderräder und die Hinterräder aufgebracht wird.

[0021] In einem Beispiel kann die Vorrichtung ferner eine Längsrichtungsdrehmomentkompensationseinheit aufweisen, welche eingerichtet ist, um auf Grundlage des auf die Vorderräder und die Hinterräder aufgebrachten Brems- oder Antriebsmoments ein Kompensationsmoment zum Aufrechterhalten einer Längsrichtungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu berechnen.

[0022] In einem Beispiel kann die Vorrichtung ferner eine Drehmomentfestsetzungseinheit aufweisen, welche eingerichtet ist, um das durch die Längsrichtungsdrehmomentkompensationseinheit abgeleitete Kompensationsmoment auf den Vertikalrichtungssteuerwert und den Nickrichtungssteuerwert anzuwenden, welche durch die Steuerwertberechnungseinheit abgeleitet werden, um einen endgültigen Vertikalrichtungssteuerwert und einen endgültigen Nickrichtungssteuerwert abzuleiten.

[0023] In einem Beispiel kann der Antriebs-Controller eine Drehmomentsteuervorrichtung steuern, welche eingerichtet ist, um auf Grundlage des endgültigen Vertikalrichtungssteuerwerts und des endgültigen Nickrichtungssteuerwerts, welche durch die Drehmomentfestsetzungseinheit abgeleitet werden, die Vorderräder und die Hinterräder zu steuern.

[0024] In einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung kann ein Verfahren zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs umfassen: Erfassen, ob ein Hindernis in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, und der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in Abhängigkeit von dem Hindernis durch die Erfassungseinheit; Berechnen von Vertikalrichtungssteuerwerten zur Durchführung einer Steuerung in Vertikalrichtung des Fahrzeugs auf Grundlage von durch die Erfassungseinheit erfassten Informationen durch einen Prozessor, um einen Antrieb und eine Bremsung von Vorderrädern und/oder Hinterrädern des Fahrzeugs zu steuern; Wechseln eines Steuermodus von einem Vertikalrichtungssteuermodus zu einem Nickrichtungssteuermodus des Fahrzeugs durch den Prozessor; und Berechnen von Nickrichtungssteuerwerten zur Durchführung der Steuerung in Nickrichtung auf Grundlage der durch die Erfassungseinheit erfassten Informationen durch den Prozessor, um einen Antrieb und eine Bremsung der Vorderräder und/oder der Hinterräder des Fahrzeugs zu steuern.

[0025] In einem Beispiel kann der Schritt des Wechsels des Steuermodus umfassen Bestimmen eines ersten Zeitpunkts, zu welchem ein Absolutwert der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche von der Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, Bestimmen des ersten Zeitpunkts als Zeitpunkt, zu welchem der Steuermodus von dem Vertikalrichtungssteuermodus zu dem Nickrichtungssteuermodus umgeschaltet wird.

[0026] In einem Beispiel kann der Vertikalrichtungssteuermodus umfassen: einen ersten Vertikalsteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder und einen zweiten Vertikalsteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und zum Antrieb der Hinterräder. In einer anderen Form kann der Nickrichtungssteuermodus umfassen einen ersten Nicksteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und einen zweiten Nicksteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder.

[0027] In einem Beispiel kann der Schritt des Berechnens der Nickrichtungssteuerwerte, um einen Antrieb und eine Bremsung der Vorderräder und/oder der Hinterräder des Fahrzeugs zu steuern, umfassen Ändern eines Antriebs und einer Bremsung der Vorderräder und/oder der Hinterräder in Abhängigkeit von einer Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung.

[0028] In einem Beispiel können die Vertikalrichtungssteuerwerte und die Nickrichtungssteuerwerte Werte zum Aufbringen eines Drehmoments in einer Richtung sein, welche einer Richtung entgegengesetzt ist, in welcher die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung und die Verhaltensgröße

des Fahrzeugs in der Nickrichtung erzeugt werden, und die Vertikalrichtungssteuerwerte und die Nickrichtungssteuerwerte können auf Grundlage eines Kompensationsmoments berechnet werden, welches auf Grundlage einer Differenz einer Raddrehzahländerung zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern berechnet wird.

[0029] Es versteht sich, dass der Begriff „Fahrzeug“ oder „Fahrzeug-“ oder sonstige ähnlichen hier verwendeten Begriffe Kraftfahrzeuge im Allgemeinen wie etwa PKW, einschließlich Sports Utility Vehicles (SUVs), Busse, LKW, verschiedene Nutzfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, einschließlich verschiedenster Boote und Schiffe, Flugzeuge und dergleichen umfasst und Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge, Plug-In-Hybrid-Elektrofahrzeuge, mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge und andere mit alternativen Kraftstoffen (z.B. aus Rohstoffen außer Erdöl gewonnenen Kraftstoffen) betriebene Fahrzeuge umfasst. Ein hier genanntes Hybridfahrzeug ist ein Fahrzeug, welches zwei oder mehr Energiequellen aufweist, zum Beispiel sowohl mit Benzin betriebene als auch elektrisch betriebene Fahrzeuge.

[0030] Weitere Anwendungsbereiche werden aus der hier bereitgestellten Beschreibung ersichtlich. Es versteht sich, dass die Beschreibung und konkrete Beispiele lediglich zu Veranschaulichungszwecken vorgesehen sind und nicht dazu vorgesehen sind, den Rahmen der vorliegenden Offenbarung zu beschränken.

Figurenliste

[0031] Zum richtigen Verständnis der Offenbarung werden nun verschiedene beispielhaft dargestellte Formen davon beschrieben, wobei auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird, in welchen:

Fig. 1 eine Ansicht zur Darstellung einer Vorrichtung zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs in einer Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 2 eine Ansicht zur Darstellung einer Steuerwertberechnungseinheit in einer Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 3 eine Grafik zur Veranschaulichung eines Verfahrens zur Festsetzung eines Steuermodus-Umschaltzeitpunkts in einer Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 4 eine Tabelle zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs in Abhängigkeit von Steuermodi des Fahrzeugs in einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 5 eine Ansicht zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung in einer Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 6 eine Ansicht zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung und eines Hinterradantriebs in einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 7 eine Ansicht zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt eines Vorderradantriebs und einer Hinterradbremung gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 8A eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Nickrichtung in Abhängigkeit von Nicksteuermodi in einer Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 8B eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung in Abhängigkeit von Nicksteuermodi in einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 9A ist eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Nickrichtung in Abhängigkeit von Vertikalsteuermodi in einer Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 9B eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung in Abhängigkeit von Vertikalsteuermodi in einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung ist;

Fig. 10 eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Nickrichtung in dem Fall, in welchem ein Fahrkomfortverbesserungsverfahren in einer Form der vorliegenden Offenbarung angewendet wird, ist;

Fig. 11 eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung in dem Fall, in welchem ein Fahrkomfortverbesserungsverfahren in einer Form der vorliegenden Offenbarung angewendet wird, ist;

Fig. 12 Grafiken zur Darstellung eines Wechsels eines Steuermodus nach Zeitraum in einer Form der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht; und

Fig. 13 ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Verfahrens zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung ist.

[0032] Die hier beschriebenen Zeichnungen dienen lediglich Veranschaulichungszwecken und sind keineswegs dazu vorgesehen, den Rahmen der vorliegenden Offenbarung zu beschränken.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0033] Die folgende Beschreibung hat lediglich beispielhaften Charakter und ist nicht dazu vorgesehen, die vorliegende Offenbarung, Anwendung oder Verwendungszwecke zu beschränken. Es versteht sich, dass in den Zeichnungen entsprechende Bezugszeichen durchweg gleiche oder entsprechende Teile und Merkmale kennzeichnen.

[0034] Vorteile und Merkmale der vorliegenden Offenbarung und Verfahren zum Erzielen derselben werden unter Bezugnahme auf die folgende ausführliche Beschreibung von Formen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen klar ersichtlich. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht auf die hier offenbarten beispielhaften Formen beschränkt und kann in verschiedenen anderen Formen implementiert werden.

[0035] Es versteht sich, dass die beigefügten Zeichnungen nicht notwendigerweise maßstabsgetreu sind, sondern eine etwas vereinfachte Darstellung verschiedener Merkmale darstellen, welche die Grundprinzipien der Offenbarung veranschaulichen. Die hier offenbarten konkreten Konstruktionsmerkmale der vorliegenden Offenbarung, einschließlich zum Beispiel konkreter Abmessungen, Ausrichtungen, Positionen und Formen, werden zum Teil durch die konkrete vorgesehene Anwendung und Verwendungsumgebung bestimmt.

[0036] Der in dieser Beschreibung verwendete Begriff „Einheit“ oder „Modul“ bezieht sich auf eine Einheit, welche mindestens eine Funktion erfüllt oder mindestens einen Vorgang ausführt und durch Hardware, Software oder eine Kombination davon verwirklicht werden kann. Die Vorgänge des Verfahrens oder die Funktionen, welche in Verbindung mit den hier offenbarten Formen beschrieben sind, können direkt in einem Hardware- oder einem durch einen Prozessor ausgeführten Softwaremodul oder in einer Kombination davon verwirklicht werden.

[0037] Außerdem werden relationale Begriffe wie etwa „erste(-r/-s)“, „zweite(-r/-s)“ in dieser Beschreibung lediglich verwendet, um zwischen denselben Elementen zu unterscheiden, und die Elemente sind nicht auf die Reihenfolge dazwischen in der folgenden Beschreibung beschränkt.

[0038] Die oben genannte ausführliche Beschreibung veranschaulicht die vorliegende Offenbarung. Außerdem beschreibt das Vorangehende beispielhafte Formen der vorliegenden Offenbarung. Die vorliegende Offenbarung kann in verschiedenen anderen Kombinationen, Veränderungen und Umgebungen in Anwendung gebracht werden. Das heißt, Variationen oder Modifikationen können innerhalb des konzeptionellen Rahmens der vorliegenden Offenba-

nung, von Äquivalenten zu der Offenbarung der vorliegenden Offenbarung und/oder des Rahmens der Technologie und Kenntnisse in der Technik vorgenommen werden, zu welcher die vorliegende Offenbarung gehört. Die Formen beschreiben die beste Art und Weise zur Verwirklichung des technischen Konzepts der vorliegenden Offenbarung und für die konkrete Anwendung und den konkreten Verwendungszweck der vorliegenden Offenbarung angestrebte Variationen sind möglich. Daher beschränkt die oben genannte ausführliche Beschreibung die oben offenbarte vorliegende Offenbarung nicht.

[0039] Fig. 1 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Vorrichtung zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs in einer Form der vorliegenden Offenbarung und Fig. 2 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Steuerwertberechnungseinheit gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung.

[0040] Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und Fig. 2 kann die Vorrichtung 1 zur Verbesserung eines Fahrkomforts des Fahrzeugs eine Sensoreinheit 100, einen Prozessor 200 und eine Leistungssteuervorrichtung 300 aufweisen. Die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung 1 kann eine Antriebskraft und eine Bremskraft des Fahrzeugs steuern und kann auf Grundlage einer Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs einen Steuermodus des Fahrzeugs wechseln, um einen Fahrkomfort des Fahrzeugs zu verbessern.

[0041] Die Sensoreinheit 100 kann einen Nickratensensor 110, einen Vertikalbeschleunigungssensor 130, einen Längsbeschleunigungssensor 150, einen APS (Gaspedalpositionssensor)/BPS (Bremsenpositionssensor) 170 und einen Raddrehzahlsensor 190 aufweisen.

[0042] Der Nickratensensor 110 kann eine Änderung einer Nickrate erfassen, welche von einer Verhaltensänderung des Fahrzeugs umfasst ist. Die Nickrate kann sich auf eine Nickwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs beziehen. Die Nickrate gibt eine Drehung des Fahrzeugs um eine Querachse des Fahrzeugs an, welche den Schwerpunkt des Fahrzeugs durchläuft. In dem Fall, in welchem das Fahrzeug nicht um die Querachse des Fahrzeugs gedreht wird, kann der Nickratensensor 110 ein Signal erzeugen, welches angibt, dass die Nickrate 0 beträgt. Das heißt, der Nickratensensor 110 kann ein Auftreten eines Phänomens erfassen, bei welchem sich das Fahrzeug in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs nach vorne oder nach hinten neigt. Ein durch den Nickratensensor 110 erfasster Wert kann unter Verwendung eines Winkels ausgedrückt werden.

[0043] Der Vertikalbeschleunigungssensor 130 kann eine Beschleunigungsänderung in einer senkrecht zu der Fahrtrichtung des Fahrzeugs verlaufen-

den Richtung (d.h. einer Schwerkraftichtung) erfassen. Die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung kann auf Grundlage eines durch den Vertikalbeschleunigungssensor 130 erfassten Werts berechnet werden. Der Vertikalbeschleunigungssensor 130 kann an Vorderrädern oder einer Karosserie des Fahrzeugs montiert sein, die Position davon ist jedoch nicht konkret beschränkt.

[0044] Der Längsbeschleunigungssensor 150 kann eine Längsbeschleunigung des Fahrzeugs in der Vorwärts-Rückwärts-Richtung davon erfassen. Ein durch den Längsbeschleunigungssensor 150 erfasster Wert kann verwendet werden, um zu bestimmen, ob ein Hindernis vor dem Fahrzeug vorhanden ist.

[0045] Der APS/BPS 170 kann aufweisen einen Bremsenpositionssensor (BPS), welcher an einem Bremspedal verbaut ist, um die Position des Bremspedals zu detektieren, und einen Gaspedalpositionssensor (APS), welcher an einem Gaspedal verbaut ist, um die Position des Gaspedals zu detektieren.

[0046] Der Raddrehzahlsensor 190 kann eine Geschwindigkeitsänderung des Fahrzeugs in der Längsrichtung davon erfassen. Der Raddrehzahlsensor 190 kann an jedem der Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs angeordnet sein. Das heißt, der Raddrehzahlsensor 190 kann eine Vorderraddrehzahl und eine Hinterraddrehzahl erfassen.

[0047] Außerdem kann die Sensoreinheit 100 eine Kamera, einen Radar oder einen Lidar zur Erfassung eines in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs angeordneten Hindernisses aufweisen.

[0048] Der Prozessor 200 kann eine Erfassungseinheit 210, eine Steuerwertberechnungseinheit 220, eine Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit 230, eine Ist-Drehmomentschätzeinheit 240, eine Längsrichtungsdrehmomentkompensationseinheit 250, eine Drehmomentfestsetzungseinheit 260 und einen Antriebs-Controller 270 aufweisen. Der Prozessor 200 kann eine an dem Fahrzeug montierte elektronische Steuereinheit (ECU) aufweisen. Der Prozessor 200 kann durch die Erfassungseinheit 210 erfasste Informationen verarbeiten und kann auf Grundlage der verarbeiteten Informationen die Leistungssteuervorrichtung 300 steuern. Wenn das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft, kann der Prozessor 200 eine Steuerung in der Vertikalrichtung des Fahrzeugs durchführen und kann dann eine Steuerung in einer Nickrichtung des Fahrzeugs durchführen. Um eine oben beschriebene Steuerung durchzuführen, ist es erstrebenswert, einen Steuermodus festzusetzen und den Steuermodus umzuschalten, und die auf die Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs aufgebrachte Antriebs- oder Bremsgröße muss berechnet werden.

[0049] Die Erfassungseinheit **210** kann auf Grundlage der durch die Sensoreinheit **100** erfassten Informationen erfassen, ob ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, und die Verhaltensgröße des Fahrzeugs erfassen. Die Verhaltensgröße des Fahrzeugs kann sich auf das Ausmaß beziehen, in welchem sich das Fahrzeug in der Nickrichtung und der Vertikalrichtung bewegt, wenn es ein Hindernis durchläuft. Die Verhaltensgröße des Fahrzeugs kann die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung und die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung umfassen. Ein Hindernis kann sich auf eine Bremsschwelle, welche auf einer Straße angeordnet ist, auf welcher das Fahrzeug fährt, oder ein Schlagloch in der Straße beziehen. In dem Fall, in welchem eine Vertikalbeschleunigung der Räder, welche unter Verwendung des an den Rädern montierten Vertikalbeschleunigungssensors **130** gemessen wird, gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, oder in dem Fall, in welchem Beschleunigungswerte, welche durch den an dem Fahrzeug montierten Längsbeschleunigungssensor **150** und den Vertikalbeschleunigungssensor **130** erfasst werden, als zweidimensionaler Vektor eingerichtet sind und eine durch Berechnen desselben erlangte Gesamtbeschleunigung gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, kann die Erfassungseinheit **210** bestimmen, dass eine auf das Fahrzeug aufgebrachte Einwirkung erfasst wurde. In dem Fall, in welchem eine Nickrate mit einem vorbestimmten Wert oder mehr für eine vorbestimmte Zeit innerhalb einer vorbestimmten Zeit unmittelbar nach Erfassen der Einwirkung anhält, kann die Erfassungseinheit **210** bestimmen, dass das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft. Das heißt, die Erfassungseinheit **210** kann auf Grundlage des Beschleunigungswerts bestimmen, ob eine Einwirkung auf das Fahrzeug aufgebracht wurde, und kann in dem Fall, in welchem die Nickrate ein vorbestimmter Wert oder mehr ist und für eine vorbestimmte Zeit oder mehr kontinuierlich erfasst wird, bestimmen, dass ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist. Außerdem kann die Erfassungseinheit **210** auf Grundlage der durch den Nickratensensor **110** und den Vertikalbeschleunigungssensor **130** erfassten Werte die Verhaltensgröße des Fahrzeugs erfassen.

[0050] Ferner kann durch die Kamera, den Radar oder den Lidar erfasst werden, ob ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist.

[0051] Die Steuerwertberechnungseinheit **220** kann auf Grundlage der durch die Erfassungseinheit **210** erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs einen Steuerwert zur Steuerung des Fahrzeugs berechnen. Die Steuerwertberechnungseinheit **220** kann aufweisen eine Vertikalrichtungssteuerwertberechnungseinheit **221**, welche einen Steuerwert zur Steuerung einer Bewegung in der Vertikalrichtung berechnet, und eine Nickrichtungssteuerwertberechnungs-

einheit **223**, welche einen Steuerwert zur Steuerung einer Bewegung in der Nickrichtung berechnet.

[0052] Die Vertikalrichtungssteuerwertberechnungseinheit **221** kann die durch den Vertikalbeschleunigungssensor **130** erfasste Vertikalrichtungsbeschleunigung durch einen Tiefpassfilter (LPF) leiten, sodass sie gefiltert wird, und kann die gefilterte Vertikalrichtungsbeschleunigung integrieren, um die Vertikalrichtungsgeschwindigkeit zu berechnen. Die Vertikalrichtungsbeschleunigung wird durch den Tiefpassfilter (LPF) geleitet, um eine Divergenz aufgrund einer Versetzung des Sensors zu verhindern. Die Vertikalrichtungssteuerwertberechnungseinheit **221** kann auf Grundlage der berechneten Vertikalrichtungsgeschwindigkeit einen Vertikalrichtungssteuerwert zur Steuerung einer Bewegung des Fahrzeugs berechnen. Der Vertikalrichtungssteuerwert kann unter Anwendung eines Proportionalsteuerverfahrens oder eines Proportionaldifferentialsteuerverfahrens berechnet werden. Das Maximum des Vertikalrichtungssteuerwerts kann begrenzt werden, um zu verhindern, dass ein Fahrer eine Differenz wahrnimmt. In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die gegenwärtige Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung einen positiven Wert aufweist, der Vertikalrichtungssteuerwert einen negativen Wert aufweisen.

[0053] Die Nickrichtungssteuerwertberechnungseinheit **223** kann auf Grundlage der durch den Nickratensensor **110** erfassten Nickrate einen Nickrichtungssteuerwert zur Steuerung einer Bewegung des Fahrzeugs berechnen. Der Nickrichtungssteuerwert kann unter Anwendung eines Proportionalsteuerverfahrens oder eines Proportionaldifferentialsteuerverfahrens berechnet werden. Das Maximum des Nickrichtungssteuerwerts kann begrenzt werden, um zu verhindern, dass ein Fahrer eine Differenz wahrnimmt. In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die gegenwärtige Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung einen positiven Wert aufweist, der Nickrichtungssteuerwert einen negativen Wert aufweisen.

[0054] Die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit **230** kann einen Zeitpunkt bestimmen, zu welchem der Steuermodus von einem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung des Fahrzeugs zu einem Modus zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs umgeschaltet wird. In einer Form kann die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit **230** auf Grundlage von Informationen bezüglich der Nickrate und der Vertikalbeschleunigung des Fahrzeugs einen Zeitpunkt bestimmen, zu welchem der Steuermodus von dem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung des Fahrzeugs zu dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs umgeschaltet wird.

[0055] Die Ist-Drehmomentschätzeinheit **240** kann eine Tabelle zur Schätzung eines auf die Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs aufgebrachten Drehmoments berechnen. In dem Fall, in welchem ein Drehmoment zur Steuerung des Fahrzeugs sowohl auf die Vorder- als auch auf die Hinterräder aufgebracht wird, kann die Ist-Drehmomentschätzeinheit **240** durch eine Differenz einer Raddrehzahländerung zwischen den Vorder- und Hinterrädern einen Schätzwert eines tatsächlich auf die Vorder- und Hinterräder aufgebrachten Steuermoments berechnen. Das Steuermoment kann ein Bremsmoment zur Bremsung des Fahrzeugs und ein Antriebsmoment zum Antrieb des Fahrzeugs umfassen. Der Schätzwert eines Steuermoments auf die Vorder- und Hinterräder kann als Lookup-Tabelle bezüglich eines Schätzwerts eines Normalwiderstands der Vorderräder/Hinterräder und einer Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet werden. In einem Beispiel kann der Normalwiderstand auf Grundlage der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung geschätzt werden und der Schätzwert eines Steuermoments auf die Vorder- und Hinterräder kann auf Grundlage eines Verteilungsmoments, welches auf die Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs verteilt wird, des Schätzwerts des Normalwiderstands und einer Drehzahländerung der Vorder- und Hinterräder berechnet werden.

[0056] Die Längsrichtungs-drehmomentkompensationseinheit **250** kann auf Grundlage des durch die Ist-Drehmomentschätzeinheit **240** berechneten Schätzwerts eines Steuermoments auf die Vorder- und Hinterräder ein Kompensationsmoment zum Aufrechterhalten der Längsrichtungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs berechnen. Das Kompensationsmoment kann ein Wert sein, welcher angewendet wird, um zu verhindern, dass ein Insasse eine Differenz wahrnimmt, während das Fahrzeug verzögert wird, wenn das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft. Das Kompensationsmoment kann verwendet werden, um einen Steuerwert abzuleiten, welcher tatsächlich auf die Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs aufgebracht wird.

[0057] Die Drehmomentfestsetzungseinheit **260** kann das durch die Längsrichtungs-drehmomentkompensationseinheit **250** abgeleitete Kompensationsmoment auf den Vertikalrichtungssteuerwert und den Nickrichtungssteuerwert anwenden, welche durch die Steuerwertberechnungseinheit **220** abgeleitet werden, um einen endgültigen Vertikalrichtungssteuerwert und einen endgültigen Nickrichtungssteuerwert abzuleiten. Der endgültige Vertikalrichtungssteuerwert und der endgültige Nickrichtungssteuerwert können Drehmomentwerte sein, welche auf eine Bremsung und einen Antrieb der Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs angewendet werden. Zum Beispiel kann in dem Fall, in welchem die Steuerwertberechnungseinheit **220** einen Steuerwert von +100Nm für die Vorderräder und einen Steuerwert von -100 Nm für die Hinterräder berechnet, und in dem Fall,

in welchem die Längsrichtungs-drehmomentkompensationseinheit **250** ein Kompensationsmoment von +10Nm berechnet, die Drehmomentfestsetzungseinheit **260** ein Kompensationsmoment von +5Nm auf die Vorderräder aufbringen und kann ein Kompensationsmoment von +5Nm auf die Hinterräder aufbringen. Die Drehmomentfestsetzungseinheit **260** kann einen Steuerwert von +105Nm für die Vorderräder und -95Nm für die Hinterräder, welcher durch Anwenden des Kompensationsmoments erlangt wird, als endgültigen Steuerwert berechnen. Der endgültige Steuerwert kann ein Vertikalrichtungssteuerwert oder ein Nickrichtungssteuerwert sein. Das heißt, die Drehmomentfestsetzungseinheit **260** kann das Kompensationsmoment anwenden, um einen endgültigen Vertikalrichtungssteuerwert in einem Zeitraum zur Durchführung einer Steuerung in Vertikalrichtung zu berechnen, und kann das Kompensationsmoment anwenden, um einen endgültigen Nickrichtungssteuerwert in einem Zeitraum zur Durchführung einer Steuerung in Nickrichtung zu berechnen.

[0058] Der Antriebs-Controller **270** kann auf Grundlage des endgültigen Steuerwerts die Vorderräder und/oder die Hinterräder des Fahrzeugs steuern. Der endgültige Steuerwert kann ein Vertikalrichtungssteuerwert oder ein Nickrichtungssteuerwert sein und jeder des Vertikalrichtungssteuerwerts und des Nickrichtungssteuerwerts kann einen auf Antrieb und Bremsung bezogenen Steuerwert umfassen. Der Antriebs-Controller **270** kann auf Grundlage des endgültigen Steuerwerts die Leistungssteuervorrichtung **300** steuern.

[0059] Außerdem kann der Antriebs-Controller **270** auf Grundlage der Verhaltensgröße in der Nickrichtung und der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung den Steuermodus des Fahrzeugs wechseln. Der Steuermodus des Fahrzeugs kann in einer Steuermodus-Tabelle (nicht dargestellt) im Voraus gespeichert sein. Der Antriebs-Controller **270** kann auf Grundlage des Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung oder des Modus zur Steuerung in Nickrichtung den Steuermodus des Fahrzeugs wechseln. In einer Form kann in dem Fall, in welchem ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug gemäß dem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung steuern und kann dann das Fahrzeug gemäß dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung steuern. Der Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung kann einen ersten Vertikalsteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder und einen zweiten Vertikalsteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und zum Antrieb der Hinterräder umfassen. Der Modus zur Steuerung in Nickrichtung kann einen ersten Nicksteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und einen zweiten Nicksteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder umfassen.

[0060] In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche von der durch die Erfassungseinheit **210** erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, einen positiven Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit **220** einen Vertikalrichtungssteuerwert mit einem negativen Wert berechnen. Zu diesem Zeitpunkt kann der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug gemäß dem ersten Vertikalsteuermodus bewegen.

[0061] In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche von der durch die Erfassungseinheit **210** erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, einen negativen Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit **220** einen Vertikalrichtungssteuerwert mit einem positiven Wert berechnen. Zu diesem Zeitpunkt kann der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug gemäß dem zweiten Vertikalsteuermodus bewegen.

[0062] In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Nickrichtung, welche ein Beispiel der durch die Erfassungseinheit **210** erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs ist, einen negativen Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit **220** einen Nickrichtungssteuerwert mit einem positiven Wert berechnen. Zu diesem Zeitpunkt kann der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug gemäß dem ersten Vertikalsteuermodus bewegen.

[0063] In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße in der Nickrichtung, welche ein Beispiel der durch die Erfassungseinheit **210** erfassten Verhaltensgröße des Fahrzeugs ist, einen positiven Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit **220** einen Nickrichtungssteuerwert mit einem negativen Wert berechnen. Zu diesem Zeitpunkt kann der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug gemäß dem zweiten Vertikalsteuermodus bewegen.

[0064] Die Leistungssteuervorrichtung **300** kann einen Antrieb und eine Bremsung der Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs steuern. Die Leistungssteuervorrichtung **300** kann eine Vorderraddrehmomentsteuervorrichtung **310** zur Steuerung eines Antriebs und einer Bremsung der Vorderräder des Fahrzeugs und eine Hinterraddrehmomentsteuervorrichtung **330** zur Steuerung eines Antriebs und einer Bremsung der Hinterräder des Fahrzeugs aufweisen. Jede der Vorderraddrehmomentsteuervorrichtung **310** und der Hinterraddrehmomentsteuervorrichtung **330** kann einen Motor oder eine Bremse aufweisen, welcher/welche mit den Rädern verbunden ist. Das heißt, die Vorderraddrehmomentsteuervorrichtung **310** und die Hinterraddrehmomentsteuervorrichtung **330** können unter Steuerung des Antriebs-Controllers **270** eine Antriebskraft und eine Bremskraft auf die Vorderräder und die Hinterräder des Fahrzeugs aufbringen.

[0065] In einer Form der vorliegenden Offenbarung ist die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung **1** imstande, auf Grundlage der Verhaltensgröße des Fahrzeugs, welche erzeugt wird, wenn das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft, das Fahrzeug sowohl in der Nickrichtung als auch in der Vertikalrichtung zu steuern. Demnach ist es möglich, einzuschränken oder zu verhindern, dass sich das Fahrzeug in der Vertikalrichtung und der Nickrichtung übermäßig bewegt, wenn es das Hindernis durchläuft, wodurch ein Fahrkomfort des Fahrzeugs verbessert wird.

[0066] Fig. 3 ist eine Grafik zur Veranschaulichung eines Verfahrens zur Festsetzung eines Steuermodus-Umschaltzeitpunkts gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung.

[0067] Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und Fig. 3 kann die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit **230** auf Grundlage der Nickraten- und Vertikalbeschleunigungsinformationen des Fahrzeugs einen Zeitpunkt bestimmen, zu welchem der Steuermodus von dem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung des Fahrzeugs zu dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs umgeschaltet wird.

[0068] Die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit **230** kann einen Zeitpunkt, zu welchem ein Absolutwert der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche von der Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, ein vorbestimmter Wert X oder mehr wird, als Zeitpunkt bestimmen, zu welchem der Steuermodus von dem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung des Fahrzeugs zu dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs umgeschaltet wird. In einer Form kann die durch den Nickratensensor **110** erfasste Nickrate durch den Tiefpassfilter geleitet werden, sodass sie gefiltert wird. Die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit **230** kann einen Absolutwert der gefilterten Nickrate mit dem vorbestimmten Wert X vergleichen, um einen Zeitpunkt zu bestimmen, zu welchem der Steuermodus umgeschaltet wird. Der vorbestimmte Wert X kann ein Wert sein, welcher durch einen Konstrukteur verändert werden kann.

[0069] Fig. 4 ist eine Tabelle zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs in Abhängigkeit von Steuermodi des Fahrzeugs gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung, Fig. 5 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung gemäß einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung, Fig. 6 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung und eines Hinterradantriebs in einer Form der vorliegenden Offenbarung und Fig. 7 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Änderung des Verhaltens eines Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt eines Vorderradantriebs

und einer Hinterradbremung gemäß einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung.

[0070] Fig. 4 zeigt Steuermodi, welche imstande sind, Vorderräder und Hinterräder eines Fahrzeugs mit Vorderradantrieb und eines Fahrzeugs mit Vierradantrieb zu steuern, und eine Änderung der Verhaltensgröße und der Aufhängung des Fahrzeugs beim Fahren in jedem der Steuermodi. Unter Bezugnahme auf eine Steuermodus-Tabelle 275 aus Fig. 4 umfassen die auf das Fahrzeug mit Vorderradantrieb angewendeten Steuermodi Vorderradbremung und Vorderradantrieb/ Hinterradbremung und auf das Fahrzeug mit Vierradantrieb angewendete Steuermodi umfassen Hinterradantrieb/Vorderradbremung und Vorderradantrieb/Hinterradbremung. Der Steuermodus zur Durchführung eines Vorderradantriebs kann ein erster Nicksteuermodus sein. Vorderradantrieb/Hinterradbremung kann ein erster Vertikalsteuermodus oder ein zweiter Nicksteuermodus sein. Hinterradantrieb/Vorderradbremung kann ein zweiter Vertikalsteuermodus sein.

[0071] Unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und Fig. 5 kann eine Bremsung im Leerlauf (Englisch: „coasting“) unter Verwendung von Vorderrädern 10 erfolgen. Wenn die Vorderräder gebremst werden, tritt in dem Fahrzeug ein Bremsnickphänomen in der Nickrichtung auf und die Höhe des Fahrzeugs kann in der Vertikalrichtung geringfügig erhöht werden. Zu diesem Zeitpunkt kann eine Vorderradaufhängung aufgrund des Bremsnickphänomens in der Nickrichtung zusammengedrückt werden und eine Hinterradaufhängung kann aufgrund des Bremsnickphänomens in der Nickrichtung gespannt werden. Der Begriff „Bremsnicken“ kann sich auf ein Phänomen beziehen, bei welchem sich das Fahrzeug in der Fahrtrichtung davon neigt, und der Begriff „Anfahrnicken“ kann sich auf ein Phänomen beziehen, bei welchem sich das Fahrzeug in einer der Fahrtrichtung davon entgegengesetzten Richtung neigt. Wenn im Leerlauf eine Vorderradbremung erfolgt, können eine Steuerung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs und eine Steuerung des Fahrzeugs in der Nickrichtung einfach erfolgen. In dem Fall, in welchem in dem Fahrzeug ein Anfahrnickphänomen in der Nickrichtung auftritt, kann das Verhalten des Fahrzeugs in der Nickrichtung gemäß Vorderradbremung stabilisiert werden. Demnach kann eine Vorderradbremung verwendet werden, um das Fahrzeug in der Nickrichtung zu steuern, und der Steuermodus auf Grundlage einer Vorderradbremung kann auf den ersten Nicksteuermodus festgelegt werden.

[0072] Unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und Fig. 6 kann eine Antriebskraft auf die Vorderräder 10 aufgebracht werden und eine Bremskraft kann auf Hinterräder 20 aufgebracht werden. Zu dem Zeitpunkt eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremung tritt in dem Fahrzeug ein Anfahrnickphäno-

men in der Nickrichtung auf und die Höhe des Fahrzeugs kann in der Vertikalrichtung verringert werden. Zu diesem Zeitpunkt kann die Vorderradaufhängung aufgrund des Anfahrnickphänomens in der Nickrichtung geringfügig gespannt werden und die Hinterradaufhängung kann aufgrund des Anfahrnickphänomens in der Nickrichtung zusammengedrückt werden. Gemäß Vorderradantrieb/Hinterradbremung können eine Steuerung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs und eine Steuerung des Fahrzeugs in der Nickrichtung und der Vertikalrichtung einfach erfolgen. In dem Fall, in welchem in dem Fahrzeug ein Bremsnickphänomen in der Nickrichtung auftritt, kann das Verhalten des Fahrzeugs in der Nickrichtung gemäß Vorderradantrieb/Hinterradbremung stabilisiert werden. Zudem kann in dem Fall, in welchem ein Phänomen auftritt, bei welchem die Höhe des Fahrzeugs erhöht wird, das Verhalten des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung gemäß Vorderradantrieb/Hinterradbremung stabilisiert werden. Demnach kann ein Vorderradantrieb/eine Hinterradbremung verwendet werden, um das Fahrzeug in der Nickrichtung und der Vertikalrichtung zu steuern, und der Steuermodus auf Grundlage von Vorderradantrieb/Hinterradbremung kann auf den zweiten Nicksteuermodus oder den ersten Vertikalsteuermodus festgelegt werden.

[0073] Unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und Fig. 7 kann eine Antriebskraft auf die Hinterräder 20 aufgebracht werden und eine Bremskraft kann auf die Vorderräder 10 aufgebracht werden. Zu dem Zeitpunkt eines Hinterradantriebs/einer Vorderradbremung kann eine Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung in äußerst geringem Maße auftreten und die Höhe des Fahrzeugs kann in der Vertikalrichtung erhöht werden. Zu diesem Zeitpunkt kann die Vorderradaufhängung gespannt werden und die Hinterradaufhängung kann geringfügig gespannt werden, da die Höhe des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung ohne Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung erhöht wird. Gemäß Hinterradantrieb/Vorderradbremung kann eine Steuerung des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung einfach erfolgen. In dem Fall, in welchem ein Phänomen auftritt, bei welchem die Höhe des Fahrzeugs verringert wird, kann das Verhalten des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung gemäß Hinterradantrieb/Vorderradbremung stabilisiert werden. Demnach kann ein Hinterradantrieb/eine Vorderradbremung verwendet werden, um das Fahrzeug in der Vertikalrichtung zu steuern, und der Steuermodus auf Grundlage von Hinterradantrieb/Vorderradbremung kann auf den zweiten Vertikalsteuermodus festgelegt werden.

[0074] Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und Fig. 4 kann der Antriebs-Controller 270 auf Grundlage der Verhaltensgröße des Fahrzeugs und der vorgespeicherten Steuermodus-Tabelle 275 den Steuermodus

des Fahrzeugs wechseln. Um das Verhalten des Fahrzeugs wirksam zu stabilisieren, kann der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug jedoch auf Grundlage des Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung steuern und kann dann das Fahrzeug auf Grundlage des Modus zur Steuerung in Nickrichtung steuern. Die Steuerung des Fahrzeugs in der Nickrichtung kann so erfolgen, dass sie einer Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs entspricht, welche auftritt, während das Fahrzeug ein Hindernis überfährt. Das heißt, da eine Änderung des Fahrzeugs in der Nickrichtung kontinuierlich auftritt, während das Fahrzeug das Hindernis überfährt, kann der Antriebs-Controller **270** die Verhaltensgröße des Fahrzeugs überwachen, um den Steuermodus zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs zu wechseln.

[0075] In einer Form der vorliegenden Offenbarung kann die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung **1** auf Grundlage der vorgespeicherten Steuermodus-Tabelle **275** und einer Änderung der in Echtzeit überwachten Verhaltensgröße des Fahrzeugs den Steuermodus des Fahrzeugs wechseln. Jeder Steuermodus ist imstande, eine Verhaltensstabilität des Fahrzeugs in der Nickrichtung oder der Vertikalrichtung zu verbessern. Wenn auf Grundlage des gegenwärtigen Zustands des Fahrzeugs ein zweckmäßiger Steuermodus ausgeführt wird, ist es daher möglich, eine Verhaltensstabilität des Fahrzeugs zu verbessern.

[0076] **Fig. 8A** ist eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Nickrichtung in Abhängigkeit von Nicksteuermodi gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung und **Fig. 8B** ist eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung in Abhängigkeit von Nicksteuermodi gemäß einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung.

[0077] **Fig. 8A** zeigt eine Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung und eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremung. Unter Bezugnahme auf **Fig. 8A** tritt zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung ein ausgeprägtes Bremsnickphänomen in dem Fahrzeug auf und zu dem Zeitpunkt eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremung tritt ein ausgeprägtes Anfahrnickphänomen in dem Fahrzeug auf. Das heißt, jede einer Steuerung auf Grundlage einer Vorderradbremung und einer Steuerung auf Grundlage von Vorderradantrieb/Hinterradbremung ist ein zur Steuerung in Nickrichtung vorteilhafter Steuermodus.

[0078] **Fig. 8B** zeigt eine Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung und eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremung. Unter Bezugnahme auf **Fig. 8B** wird die Höhe des Fahrzeugs

zu dem Zeitpunkt einer Vorderradbremung geringfügig verringert oder kaum verringert und die Höhe des Fahrzeugs wird zu dem Zeitpunkt eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremung verringert. Das heißt, eine Steuerung auf Grundlage einer Vorderradbremung ist ein Steuermodus, welcher zur Steuerung in Vertikalrichtung nicht vorteilhaft ist, und eine Steuerung auf Grundlage von Vorderradantrieb/Hinterradbremung ist ein Steuermodus, welcher zur Steuerung in Vertikalrichtung vorteilhaft ist.

[0079] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1**, **Fig. 8A** und **Fig. 8B** können eine Steuerung des Fahrzeugs in der Nickrichtung und eine Steuerung des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung nicht gleichzeitig erfolgen und daher muss das Fahrzeug in dem Nickrichtungssteuermodus oder dem Vertikalrichtungssteuermodus gesteuert werden. In dem Fall, in welchem in dem Fahrzeug ein Anfahrnickphänomen in der Nickrichtung auftritt, kann der Antriebs-Controller **270** eine Vorderradbremung (den ersten Nicksteuermodus) durchführen. In dem Fall, in welchem in dem Fahrzeug ein Bremsnickphänomen in der Nickrichtung auftritt, kann der Antriebs-Controller **270** einen Vorderradantrieb/eine Hinterradbremung (den zweiten Nicksteuermodus) durchführen.

[0080] **Fig. 9A** ist eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Nickrichtung in Abhängigkeit von Vertikalsteuermodi gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung und **Fig. 9B** ist eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung in Abhängigkeit von Vertikalsteuermodi gemäß einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung.

[0081] **Fig. 9A** zeigt eine Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung zu dem Zeitpunkt eines Hinterradantriebs/einer Vorderradbremung und eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremung. Unter Bezugnahme auf **Fig. 9A** ist die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung zu dem Zeitpunkt eines Hinterradantriebs/einer Vorderradbremung äußerst gering und ein ausgeprägtes Anfahrnickphänomen tritt in dem Fahrzeug zu dem Zeitpunkt eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremung auf. Das heißt, eine Steuerung auf Grundlage von Hinterradantrieb/Vorderradbremung ist ein Steuermodus, welcher zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs nicht vorteilhaft ist, und eine Steuerung auf Grundlage von Vorderradantrieb/Hinterradbremung ist ein Steuermodus, welcher zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs vorteilhaft ist.

[0082] **Fig. 9B** zeigt eine Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung zu dem Zeitpunkt eines Hinterradantriebs/einer Vorderradbremung und eines Vorderradantriebs/einer Hinter-

radbremmung. Unter Bezugnahme auf **Fig. 9A** wird die Höhe des Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt eines Hinterradantriebs/einer Vorderradbremmung erhöht und die Höhe des Fahrzeugs wird zu dem Zeitpunkt eines Vorderradantriebs/einer Hinterradbremmung verringert. Das heißt, jede einer Steuerung auf Grundlage von Hinterradantrieb/Vorderradbremmung und einer Steuerung auf Grundlage von Vorderradantrieb/Hinterradbremmung ist ein zur Steuerung in Vertikalrichtung vorteilhafter Steuermodus.

[0083] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1**, **Fig. 9A** und **Fig. 9B** können eine Steuerung des Fahrzeugs in der Nickrichtung und eine Steuerung des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung nicht gleichzeitig erfolgen und daher muss das Fahrzeug in dem Nickrichtungssteuermodus oder dem Vertikalrichtungssteuermodus gesteuert werden. In dem Fall, in welchem die Höhe des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung verringert wird, kann der Antriebs-Controller **270** einen Hinterradantrieb/eine Vorderradbremmung (den ersten Vertikalsteuermodus) durchführen. In dem Fall, in welchem die Höhe des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung erhöht wird, kann der Antriebs-Controller **270** einen Vorderradantrieb/eine Hinterradbremmung (den zweiten Vertikalsteuermodus) durchführen.

[0084] **Fig. 10** ist eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Nickrichtung in dem Fall, in welchem ein Fahrkomfortverbesserungsverfahren in einer Form der vorliegenden Offenbarung angewendet wird, und **Fig. 11** ist eine Grafik zur Darstellung einer Änderung der Verhaltensgröße eines Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung in dem Fall, in welchem ein Fahrkomfortverbesserungsverfahren in einer Form der vorliegenden Offenbarung angewendet wird.

[0085] Die **Fig. 10** und **Fig. 11** sind Grafiken zur Darstellung von Änderungen der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung und der Vertikalrichtung in dem Fall, in welchem der Steuermodus des Fahrzeugs nicht gewechselt wird, in dem Fall, in welchem lediglich eine Steuerung in Nickrichtung erfolgt, in dem Fall, in welchem lediglich eine Steuerung in Vertikalrichtung erfolgt, und in dem Fall, in welchem sowohl eine Steuerung in Nickrichtung als auch eine Steuerung in Vertikalrichtung erfolgen, wenn das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft.

[0086] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1**, **Fig. 10** und **Fig. 11** ist eine Steuerung in Nickrichtung einer Steuerung in Vertikalrichtung im Allgemeinen überlegen, mit der Ausnahme, dass eine erste Spitze der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung in gewissem Maße hoch ist. Die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung **1** gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung kann hauptsächlich eine Steuerung in Nickrichtung durchführen, kann jedoch eine Steuerung in Vertikalrichtung durchführen und

kann dann eine Steuerung in Nickrichtung durchführen, um ein Problem mit einer Steuerung in Nickrichtung zu lösen, bei welchem eine erste Spitze der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung in gewissem Maße hoch ist. In dem Fall, in welchem die Erfassungseinheit **210** erfasst, dass ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, kann der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug in dem Vertikalrichtungssteuermodus steuern und kann das Fahrzeug nach einer vorbestimmten Zeit in dem Nickrichtungssteuermodus steuern. Folglich stabilisiert ein Steuerverfahren gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung und der Nickrichtung in höchstem Maße mit der Ausnahme eines Zeitpunkts, zu welchem eine erste Spitze der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung auftritt. Ein Zeitpunkt, zu welchem der Steuermodus umgeschaltet wird, kann durch die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit **230** bestimmt werden.

[0087] In einer Form der vorliegenden Offenbarung kann die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung **1** das Fahrzeug in dem Vertikalrichtungssteuermodus steuern und kann das Fahrzeug nach einer vorbestimmten Zeit in dem Nickrichtungssteuermodus steuern. Demnach ist die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung **1** imstande, das Fahrzeug hauptsächlich in dem Nickrichtungssteuermodus zu steuern, was eine bessere Wirkung beim Steuern des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung und der Nickrichtung hervorruft und gleichzeitig ein Problem löst, welches auftreten kann, wenn lediglich eine Steuerung in Nickrichtung erfolgt.

[0088] **Fig. 12** ist eine Grafik zur Darstellung eines Wechsels eines Steuermodus nach Zeitraum gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung.

[0089] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **Fig. 12** kann ein Zeitraum, in welchem der Steuermodus des Fahrzeugs gewechselt wird, in vier Zeiträume unterteilt werden.

[0090] In Zeitraum ① kann eine Änderung der Höhe des Fahrzeugs durch den Vertikalbeschleunigungssensor **130** erfasst werden. Zu diesem Zeitpunkt kann die Erfassungseinheit **210** erfassen, dass ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist oder dass das Fahrzeug das Hindernis durchläuft. Der Antriebs-Controller **270** kann das Fahrzeug in dem Vertikalrichtungssteuermodus steuern. Zum Beispiel kann, da die Höhe des Fahrzeugs erhöht wird, der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug in dem zweiten Vertikalsteuermodus (Vorderradantrieb/Hinterradbremmung) steuern, welcher ein Modus ist, welcher imstande ist, die Höhe des Fahrzeugs zu verringern. Zeitraum ① kann sich auf einen Zeitraum beziehen, in welchem die Vorderräder des Fahrzeugs beginnen, das Hindernis zu durchlaufen.

[0091] In Zeitraum ② kann die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung durch den Nickratensensor **110** erfasst werden. Die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit **230** kann einen Zeitpunkt, zu welchem ein Absolutwert der Nickrate (ein Wert, welcher die Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung angibt), ein vorbestimmter Wert oder mehr wird, als Zeitpunkt bestimmen, zu welchem der Steuermodus von dem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung zu dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung umgeschaltet wird. Der Antriebs-Controller **270** kann das Fahrzeug von einem Zeitpunkt an, zu welchem der Steuermodus umgeschaltet wird, in dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung steuern. Zum Beispiel kann, da die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung einen negativen Wert (ein Anfahrickphänomen) aufweist, der Antriebs-Controller **270** das Fahrzeug in dem ersten Nicksteuermodus (Vorderradbremung) steuern, welcher ein Steuermodus ist, in welchem ein Bremsnickphänomen in dem Fahrzeug auftritt, um das Auftreten des Anfahrickphänomens in dem Fahrzeug einzuschränken oder zu verhindern. Zeitraum ② kann sich auf einen Zeitraum beziehen, in welchem die Vorderräder des Fahrzeugs das Hindernis durchlaufen.

[0092] In Zeitraum ③ kann die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung durch den Nickratensensor **110** erfasst werden. Der Antriebs-Controller **270** kann bestätigen, dass die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung in einer positiven Richtung erhöht ist, und kann das Fahrzeug in dem zweiten Nicksteuermodus (Vorderradantrieb/Hinterderradbremung) steuern, welcher ein Steuermodus ist, in welchem ein Anfahrickphänomen in dem Fahrzeug auftritt, um das Auftreten eines Bremsnickphänomens in dem Fahrzeug zu verhindern. Zeitraum (3) kann sich auf einen Zeitraum beziehen, in welchem die Vorderräder des Fahrzeugs das Hindernis durchlaufen haben und die Hinterräder des Fahrzeugs den obersten Teil des Hindernisses erreicht haben.

[0093] In Zeitraum ④ kann die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung durch den Nickratensensor **110** erfasst werden. Der Antriebs-Controller **270** kann bestätigen, dass die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung in einer negativen Richtung erhöht ist, und kann das Fahrzeug in dem ersten Nicksteuermodus (Vorderradbremung) steuern, welcher ein Steuermodus ist, in welchem ein Bremsnickphänomen in dem Fahrzeug auftritt, um das Auftreten eines Anfahrickphänomens in dem Fahrzeug zu verhindern. Zeitraum ④ kann sich auf einen Zeitraum beziehen, in welchem die Hinterräder des Fahrzeugs den obersten Teil des Hindernisses überfahren haben.

[0094] In einer anderen Form der vorliegenden Offenbarung kann der Antriebs-Controller **270** eine Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs und eine

Änderung des Verhaltenszustands des Fahrzeugs in Echtzeit überwachen und gleichzeitig eine Steuerung in Nickrichtung durchführen. Das heißt, der Antriebs-Controller **270** steuert das Fahrzeug möglicherweise nicht in einem einzelnen Modus zur Steuerung in Nickrichtung, sondern kann den auf das Fahrzeug angewendeten Steuermodus in Abhängigkeit von einer Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs und einer Änderung des Verhaltenszustands des Fahrzeugs wechseln. Demnach kann das Verhalten des Fahrzeugs stabilisiert werden.

[0095] Fig. 13 ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Verfahrens zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs gemäß einer Form der vorliegenden Offenbarung. Zur einfachen Beschreibung wird auf eine gleichlautende Ausführung verzichtet.

[0096] Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und Fig. 13 kann die Erfassungseinheit ein in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhandenes Hindernis erfassen. In einem Beispiel kann die Sensoreinheit eine Kamera, einen Radar und einen Lidar aufweisen und die Erfassungseinheit kann auf Grundlage von durch die Sensoreinheit erfassten Informationen erfassen, ob ein Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, bevor das Fahrzeug das Hindernis durchläuft. In einem anderen Beispiel kann die Sensoreinheit einen Nickratensensor, einen Vertikalbeschleunigungssensor und einen Längsbeschleunigungssensor aufweisen und die Erfassungseinheit kann auf Grundlage einer Einwirkung, welche auf das Fahrzeug aufgebracht wird, während das Fahrzeug das Hindernis durchläuft, und einer Zeit, in welcher sich eine Nickrate ändert, erfassen, ob ein Hindernis vorhanden ist. Wenn eine Nickrate mit einem vorbestimmten Wert oder mehr durch die Sensoreinheit für eine vorbestimmte Zeit kontinuierlich erfasst wird, nachdem eine Einwirkung auf das Fahrzeug aufgebracht wird, kann die Erfassungseinheit bestimmen, dass das Hindernis vorhanden ist (**S100**).

[0097] Die Steuerwertberechnungseinheit kann auf Grundlage der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung einen Vertikalrichtungssteuerwert berechnen. In einer Form kann die Steuerwertberechnungseinheit eine durch den Vertikalbeschleunigungssensor erfasste Vertikalrichtungsbeschleunigung durch den Tiefpassfilter (LPF) leiten, sodass sie gefiltert wird, und kann die gefilterte Vertikalrichtungsbeschleunigung integrieren, um eine Vertikalrichtungsgeschwindigkeit zu berechnen. In einem Beispiel kann in dem Fall, in welchem die gegenwärtige Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung einen positiven Wert aufweist, der Vertikalrichtungssteuerwert einen negativen Wert aufweisen. Die Steuerwertberechnungseinheit kann auf Grundlage der berechneten Vertikalrichtungsgeschwindigkeit einen Vertikalrichtungssteuerwert zur Steuerung einer Bewegung des Fahrzeugs berechnen. Der Ver-

tikalrichtungssteuerwert kann ein Drehmomentwert sein.

[0098] Die Ist-Drehmomentschätzeinheit und die Längsrichtungs-drehmomentkompensationseinheit können ein Kompensationsmoment berechnen, welches ein Wert ist, welcher angewendet wird, um zu verhindern, dass ein Insasse eine Differenz wahrnimmt, während das Fahrzeug verzögert wird, wenn das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft. Das berechnete Kompensationsmoment kann durch die Drehmomentfestsetzungseinheit auf den Vertikalrichtungssteuerwert angewendet werden, wodurch ein endgültiger Vertikalrichtungssteuerwert abgeleitet werden kann (**S200**).

[0099] Der Antriebs-Controller kann auf Grundlage des endgültigen Vertikalrichtungssteuerwerts eine Steuerung in Vertikalrichtung durchführen. Zu diesem Zeitpunkt kann der Antriebs-Controller auf Grundlage des endgültigen Vertikalrichtungssteuerwerts die Vorderräder und/oder die Hinterräder des Fahrzeugs steuern. Der endgültige Vertikalrichtungssteuerwert kann eine auf das Fahrzeug aufgebrachte Bremskraft oder Antriebskraft sein.

[0100] Außerdem kann der Antriebs-Controller auf Grundlage des Verhaltenszustands des Fahrzeugs den Steuermodus des Fahrzeugs auswählen. Zum Beispiel kann in dem Fall, in welchem die Höhe des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung verringert wird, der Antriebs-Controller einen Hinterradantrieb/eine Vorderradbremung (den ersten Vertikalsteuermodus) durchführen. In dem Fall, in welchem die Höhe des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung erhöht wird, kann der Antriebs-Controller einen Vorderradantrieb/eine Hinterradbremung (den zweiten Vertikalsteuermodus) durchführen (**S300**).

[0101] Der Antriebs-Controller kann das Fahrzeug in dem Vertikalrichtungssteuermodus steuern und kann das Fahrzeug nach einer vorbestimmten Zeit in dem Nickrichtungssteuermodus steuern. Die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit kann einen Zeitpunkt bestimmen, zu welchem der Steuermodus von dem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung des Fahrzeugs zu dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung des Fahrzeugs umgeschaltet wird. In einer Form kann die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit einen Zeitpunkt, zu welchem ein Absolutwert der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung, welche von der Verhaltensgröße des Fahrzeugs umfasst ist, ein vorbestimmter Wert oder mehr wird, als Zeitpunkt bestimmen, zu welchem der Steuermodus von dem Modus zur Steuerung in Vertikalrichtung zu dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung umgeschaltet wird (**S400**).

[0102] Der Antriebs-Controller kann das Fahrzeug zu dem durch die Steuermodus-Umschaltbestim-

mungseinheit bestimmten Steuermodus-Umschaltzeitpunkt in dem Modus zur Steuerung in Nickrichtung steuern. Zu diesem Zeitpunkt kann die Steuerwertberechnungseinheit auf Grundlage der durch den Nickratensensor erfassten Nickrate einen Nickrichtungssteuerwert zur Steuerung einer Bewegung des Fahrzeugs berechnen. Der Nickrichtungssteuerwert kann unter Anwendung eines Proportionalsteuerverfahrens oder eines Proportionaldifferentialsteuerverfahrens berechnet werden. Der Nickrichtungssteuerwert kann ein Drehmomentwert sein.

[0103] Die Ist-Drehmomentschätzeinheit und die Längsrichtungs-drehmomentkompensationseinheit können ein Kompensationsmoment berechnen, welches ein Wert ist, welcher angewendet wird, um zu verhindern, dass ein Insasse eine Differenz wahrnimmt, während das Fahrzeug verzögert wird, wenn das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft. Das berechnete Kompensationsmoment kann durch die Drehmomentfestsetzungseinheit auf den Nickrichtungssteuerwert angewendet werden, wodurch ein endgültiger Nickrichtungssteuerwert abgeleitet werden kann. Zu diesem Zeitpunkt kann der Antriebs-Controller auf Grundlage des endgültigen Nickrichtungssteuerwerts die Vorderräder und/oder die Hinterräder des Fahrzeugs steuern. Der endgültige Nickrichtungssteuerwert kann eine auf das Fahrzeug aufgebrachte Bremskraft oder Antriebskraft sein (**S500**).

[0104] Der Antriebs-Controller kann eine Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs und eine Änderung des Verhaltenszustands des Fahrzeugs in Echtzeit überwachen und gleichzeitig eine Steuerung in Nickrichtung durchführen. In dem Fall, in welchem die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung geändert wird, oder in dem Fall, in welchem der Verhaltenszustand des Fahrzeugs in der Nickrichtung geändert wird, kann der Antriebs-Controller das Fahrzeug auf Grundlage eines für den gegenwärtigen Zustand geeigneten Steuermodus aus einer Vielzahl von Steuermodi steuern. Das heißt, der Antriebs-Controller steuert das Fahrzeug möglicherweise nicht in einem einzelnen Modus zur Steuerung in Nickrichtung, sondern kann den auf das Fahrzeug angewendeten Steuermodus in Abhängigkeit von einer Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs und einer Änderung des Verhaltenszustands des Fahrzeugs wechseln, während es ein Hindernis durchläuft. Demnach kann das Verhalten des Fahrzeugs stabilisiert werden (**S600**).

[0105] Wie aus dem Vorgehenden ersichtlich ist die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung imstande, das Fahrzeug auf Grundlage der Verhaltensgröße des Fahrzeugs, welche erzeugt wird, wenn das Fahrzeug ein Hindernis durchläuft, sowohl in der Nickrichtung als auch in der Vertikalrichtung zu steuern. Demnach ist es möglich, das Auftreten eines Phänomens zu verhindern, bei welchem sich das Fahrzeug in der

Vertikalrichtung und der Nickrichtung übermäßig bewegt, wenn das Fahrzeug das Hindernis durchläuft.

[0106] In einer Form der vorliegenden Offenbarung ist die Fahrkomfortverbesserungsvorrichtung imstande, auf Grundlage der vorgeschicherten Steuermodus-Tabelle und einer Änderung der in Echtzeit überwachten Verhaltensgröße des Fahrzeugs den Steuermodus des Fahrzeugs zu wechseln. Jeder Steuermodus ist imstande, eine Verhaltensstabilität des Fahrzeugs in der Nickrichtung oder der Vertikalrichtung zu verbessern. Wenn auf Grundlage des gegenwärtigen Zustands des Fahrzeugs ein zweckmäßiger Steuermodus ausgeführt wird, ist es daher möglich, eine Verhaltensstabilität des Fahrzeugs zu verbessern.

[0107] Die Formen der vorliegenden Offenbarung wurden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Für den Fachmann ist jedoch ersichtlich, dass die vorliegende Offenbarung in konkreten Formen außer den hier dargelegten verwirklicht werden kann, ohne vom Geist und den Grundprinzipien der vorliegenden Offenbarung abzuweichen. Daher sollten die oben genannten Formen in sämtlichen Aspekten als veranschaulichend und nicht beschränkend ausgelegt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs, wobei die Vorrichtung aufweist:

eine Erfassungseinheit, welche eingerichtet ist, um ein Vorhandensein eines Hindernisses in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs und eine Verhaltensgröße des Fahrzeugs zu erfassen;

eine Steuerwertberechnungseinheit, welche eingerichtet ist, um auf Grundlage von durch die Erfassungseinheit erfassten Informationen einen Vertikalrichtungssteuerwert und einen Nickrichtungssteuerwert zu berechnen, um das Fahrzeug in einer Vertikalrichtung und einer Nickrichtung zu steuern; und einen Antriebs-Controller, welcher eingerichtet ist, um auf Grundlage des Vertikalrichtungssteuerwerts und des Nickrichtungssteuerwerts, welche durch die Steuerwertberechnungseinheit berechnet sind, Vorderräder und/oder Hinterräder des Fahrzeugs zu steuern,

wobei jeder des Vertikalrichtungssteuerwerts und des Nickrichtungssteuerwerts einen auf Antrieb und Bremsung des Fahrzeugs bezogenen Steuerwert umfasst.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um das Fahrzeug auf Grundlage eines Vertikalrichtungssteuermodus oder eines Nickrichtungssteuermodus zu steuern.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisend:

eine Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit, welche eingerichtet ist, um einen Zeitpunkt zu bestimmen, zu welchem ein Steuermodus von einem Vertikalrichtungssteuermodus zu einem Nickrichtungssteuermodus des Fahrzeugs umgeschaltet ist, wobei die Steuermodus-Umschaltbestimmungseinheit eingerichtet ist, um:

einen ersten Zeitpunkt zu bestimmen, zu welchem ein Absolutwert der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, und

den ersten Zeitpunkt als Zeitpunkt zu bestimmen, zu welchem der Steuermodus von dem Vertikalrichtungssteuermodus zu dem Nickrichtungssteuermodus umgeschaltet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei wenn das Hindernis in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um das Fahrzeug auf Grundlage des Vertikalrichtungssteuermodus zu steuern und dann das Fahrzeug auf Grundlage des Nickrichtungssteuermodus zu steuern.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei: der Vertikalrichtungssteuermodus einen ersten Vertikalsteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder und einen zweiten Vertikalsteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und zum Antrieb der Hinterräder umfasst, und der Nickrichtungssteuermodus einen ersten Nicksteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und einen zweiten Nicksteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder umfasst.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei: die durch die Erfassungseinheit erfasste Verhaltensgröße des Fahrzeugs eine Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung umfasst, wenn die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung einen positiven Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit eingerichtet ist, um den Vertikalrichtungssteuerwert mit einem negativen Wert zu berechnen, und der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um das Fahrzeug in dem ersten Vertikalsteuermodus anzutreiben.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 wobei: die durch die Erfassungseinheit erfasste Verhaltensgröße des Fahrzeugs eine Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung umfasst, wenn die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung einen negativen Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit eingerichtet ist, um den Vertikalrichtungssteuerwert mit einem positiven Wert zu berechnen, und

der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um das Fahrzeug in dem zweiten Vertikalsteuermodus anzutreiben.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei: die durch die Erfassungseinheit erfasste Verhaltensgröße des Fahrzeugs eine Verhaltensgröße in der Nickrichtung umfasst, wenn die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung einen negativen Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit eingerichtet ist, um den Nickrichtungssteuerwert mit einem positiven Wert zu berechnen, und der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um das Fahrzeug in dem ersten Nicksteuermodus anzutreiben.

9. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei: die durch die Erfassungseinheit erfasste Verhaltensgröße des Fahrzeugs eine Verhaltensgröße in der Nickrichtung umfasst, wenn die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung einen positiven Wert aufweist, die Steuerwertberechnungseinheit eingerichtet ist, um den Nickrichtungssteuerwert mit einem negativen Wert zu berechnen, und der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um das Fahrzeug in dem zweiten Nicksteuermodus anzutreiben.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei: die Erfassungseinheit eingerichtet ist, um eine Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Nickrichtung und eine Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung zu berechnen, und die Steuerwertberechnungseinheit eingerichtet ist, um auf Grundlage der Verhaltensgröße in der Nickrichtung und der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung den Vertikalrichtungssteuerwert und den Nickrichtungssteuerwert zu berechnen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um auf Grundlage der Verhaltensgröße in der Nickrichtung und der Verhaltensgröße in der Vertikalrichtung einen Steuermodus des Fahrzeugs zu wechseln.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend: eine Ist-Drehmomentschätzeinheit, welche eingerichtet ist, um in einem Fall, in welchem sowohl die Vorderräder als auch die Hinterräder gesteuert sind, eine Differenz einer Raddrehzahländerung zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern abzuleiten, wobei die Ist-Drehmomentschätzeinheit eingerichtet ist, um auf Grundlage der Differenz der Raddrehzahländerung zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern ein Bremsmoment oder ein Antriebsmoment zu berechnen, welches tatsächlich auf die Vorderräder und die Hinterräder aufgebracht ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, ferner aufweisend: eine Längsrichtungsdrehmomentkompensationseinheit, welche eingerichtet ist, um auf Grundlage des Bremsmoments oder des Antriebsmoments, welches auf die Vorderräder und die Hinterräder aufgebracht ist, ein Kompensationsmoment zum Aufrechterhalten einer Längsrichtungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu berechnen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, ferner aufweisend: eine Drehmomentfestsetzungseinheit, welche eingerichtet ist, um: das durch die Längsrichtungsdrehmomentkompensationseinheit abgeleitete Kompensationsmoment auf den Vertikalrichtungssteuerwert und den Nickrichtungssteuerwert anzuwenden, welche durch die Steuerwertberechnungseinheit abgeleitet sind, um so einen endgültigen Vertikalrichtungssteuerwert und einen endgültigen Nickrichtungssteuerwert abzuleiten.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei der Antriebs-Controller eingerichtet ist, um eine Drehmomentsteuervorrichtung zu steuern, welche eingerichtet ist, um auf Grundlage des endgültigen Vertikalrichtungssteuerwerts und des endgültigen Nickrichtungssteuerwerts, welche durch die Drehmomentfestsetzungseinheit abgeleitet sind, die Vorderräder und die Hinterräder zu steuern.

16. Verfahren zur Verbesserung eines Fahrkomforts eines Fahrzeugs, wobei das Verfahren umfasst: Erfassen, ob ein Hindernis in einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs vorhanden ist, und einer Verhaltensgröße des Fahrzeugs auf Grundlage des erfassten Hindernisses durch eine Erfassungseinheit; Berechnen von Vertikalrichtungssteuerwerten zur Durchführung einer Steuerung in Vertikalrichtung des Fahrzeugs auf Grundlage von durch die Erfassungseinheit erfassten Informationen durch einen Prozessor, um so einen Antrieb und eine Bremsung von Vorderrädern und/oder Hinterrädern des Fahrzeugs zu steuern; Wechseln eines Steuermodus von einem Vertikalrichtungssteuermodus zu einem Nickrichtungssteuermodus des Fahrzeugs durch den Prozessor; und Berechnen von Nickrichtungssteuerwerten zur Durchführung einer Steuerung in Nickrichtung auf Grundlage der durch die Erfassungseinheit erfassten Informationen durch den Prozessor, um so den Antrieb und die Bremsung der Vorderräder und/oder der Hinterräder des Fahrzeugs zu steuern.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei Wechseln des Steuermodus umfasst: Bestimmen eines ersten Zeitpunkts, zu welchem ein Absolutwert der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in einer Vertikalrichtung gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, und Bestimmen des ersten Zeitpunkts als Zeitpunkt, zu welchem der Steuermodus von dem Vertikalrich-

tungssteuermodus zu dem Nickrichtungssteuermodus umgeschaltet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei:
der Vertikalrichtungssteuermodus umfasst: einen ersten Vertikalsteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder und einen zweiten Vertikalsteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und zum Antrieb der Hinterräder, und
der Nickrichtungssteuermodus umfasst: einen ersten Nicksteuermodus zur Bremsung der Vorderräder und einen zweiten Nicksteuermodus zum Antrieb der Vorderräder und zur Bremsung der Hinterräder.

19. Verfahren nach Anspruch 17, wobei Berechnen der Nickrichtungssteuerwerte umfasst: Ändern eines Antriebs und einer Bremsung der Vorderräder und/oder der Hinterräder auf Grundlage einer Änderung der Verhaltensgröße des Fahrzeugs in einer Nickrichtung.

20. Verfahren nach Anspruch 17, wobei:
die Vertikalrichtungssteuerwerte und die Nickrichtungssteuerwerte Werte zum Aufbringen eines Drehmoments in einer Richtung sind, welche einer Richtung entgegengesetzt ist, in welcher die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in der Vertikalrichtung und die Verhaltensgröße des Fahrzeugs in einer Nickrichtung erzeugt werden, und
die Vertikalrichtungssteuerwerte und die Nickrichtungssteuerwerte auf Grundlage eines Kompensationsmoments berechnet werden, welches auf Grundlage einer Differenz einer Raddrehzahländerung zwischen den Vorderrädern und den Hinterrädern des Fahrzeugs berechnet wird.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

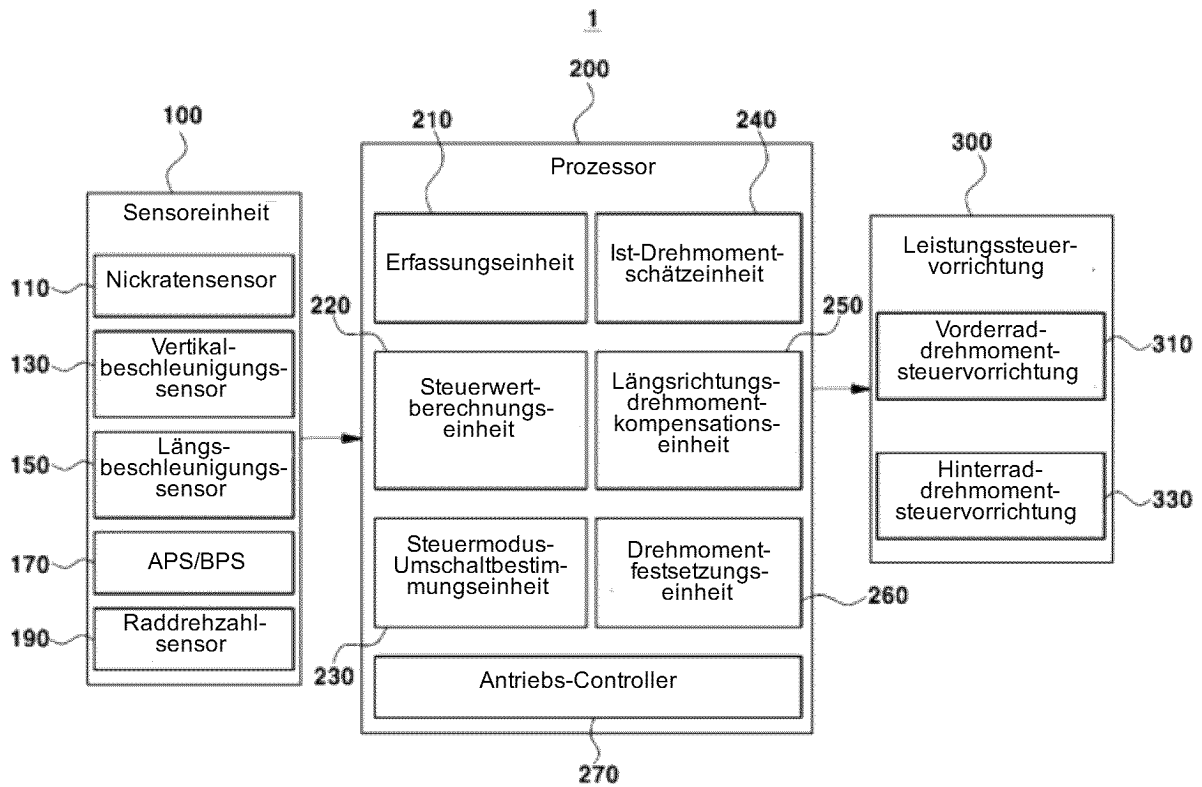


FIG. 2

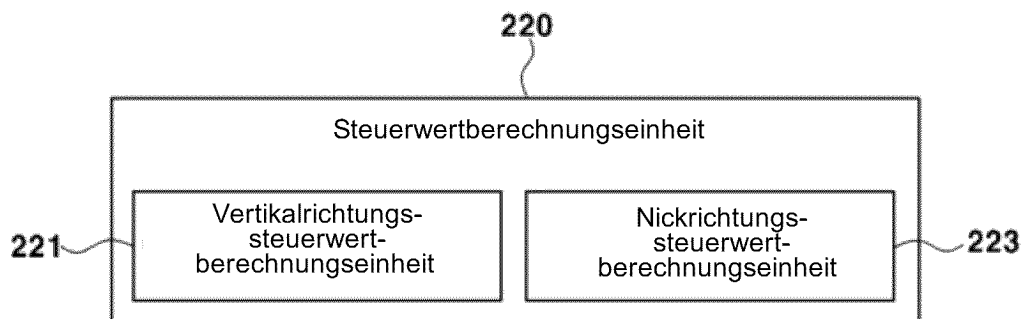


FIG. 3

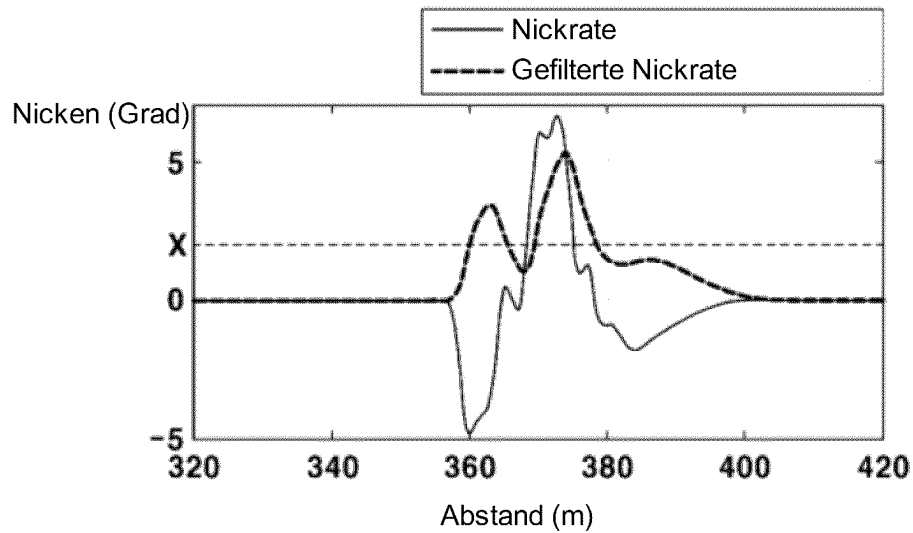


FIG. 4

275

Art des Fahrzeugs	Steuer-vorgang/-verhalten	Nick-verhalten	Vertikal-richtungs-verhalten	Änderung Vorderrad-aufhängung	Änderung Hinterrad-aufhängung	Anmerkungen
Fahrzeug mit Vorder-rad-antrieb	Vorderrad-bremsung	Brems-nicken	leichte Bewegung nach oben	Zusammen-drücken	Spannung	Verringerung der Fahrzeug-geschwindigkeit/ Vorteilhaft bzgl. Nicksteuerung
	Vorderrad antreiben/ Hinterrad-Bremsung	(An)Fahrt-Nicken	Bewegung nach unten	leichte Spannung	Zusammen-drücken	
Fahrzeug mit All-rad-antrieb	Hinterrad antreiben/ Vorderrad-Bremsung	neutral	Bewegung nach oben	Spannung	leichte Spannung	Keine Veränderung der Fahrzeug-geschwindigkeit/ Vorteilhaft bzgl. Vertikalrichtungs-verhalten
	Vorderrad antreiben/ Hinterrad-Bremsung	(An)Fahrt-Nicken	Bewegung nach unten	leichte Spannung	Zusammen-drücken	

FIG. 5

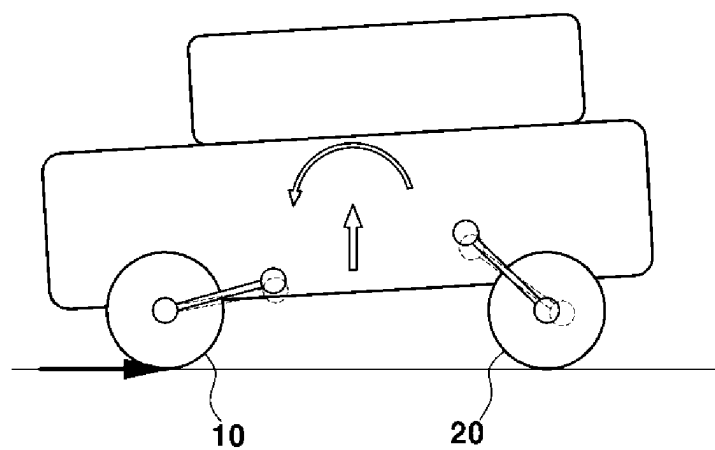


FIG. 6

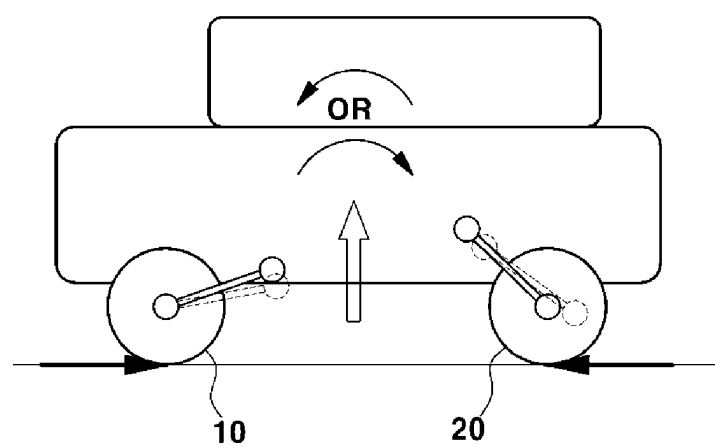


FIG. 7

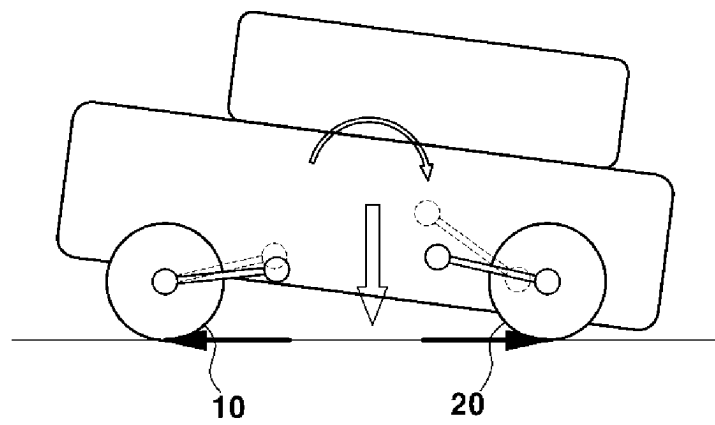


FIG. 8A

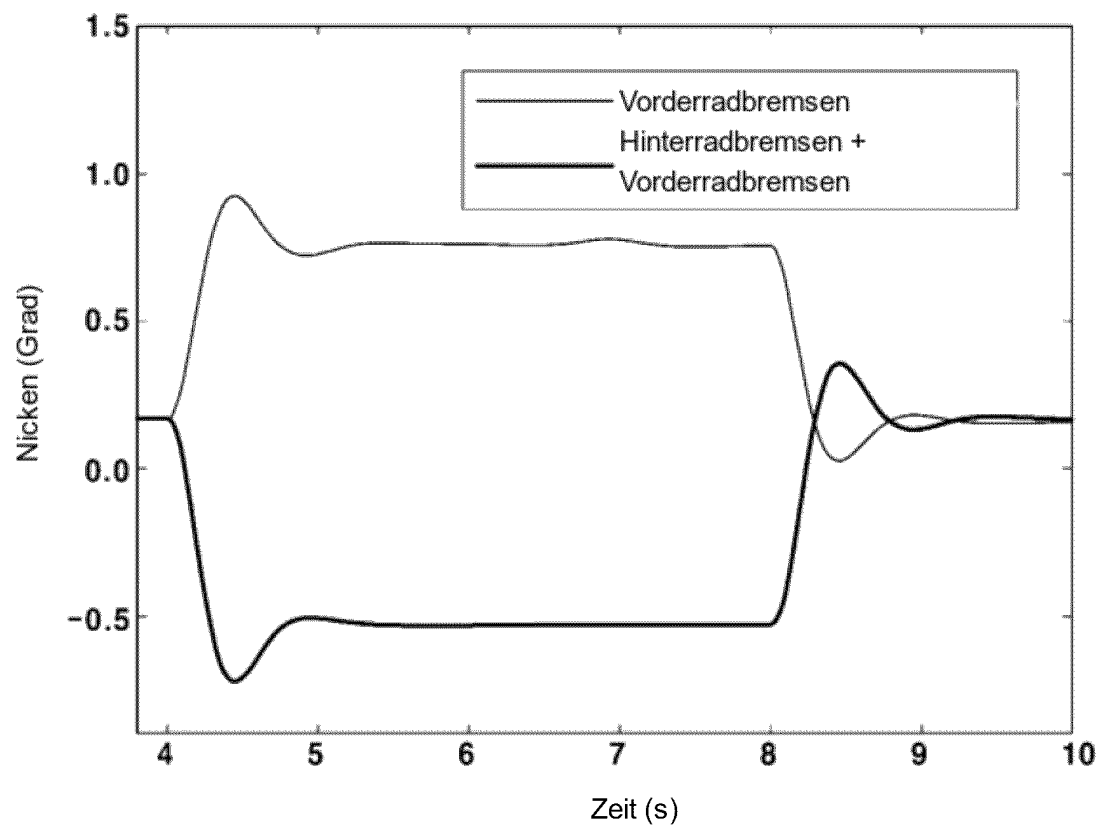


FIG. 8B

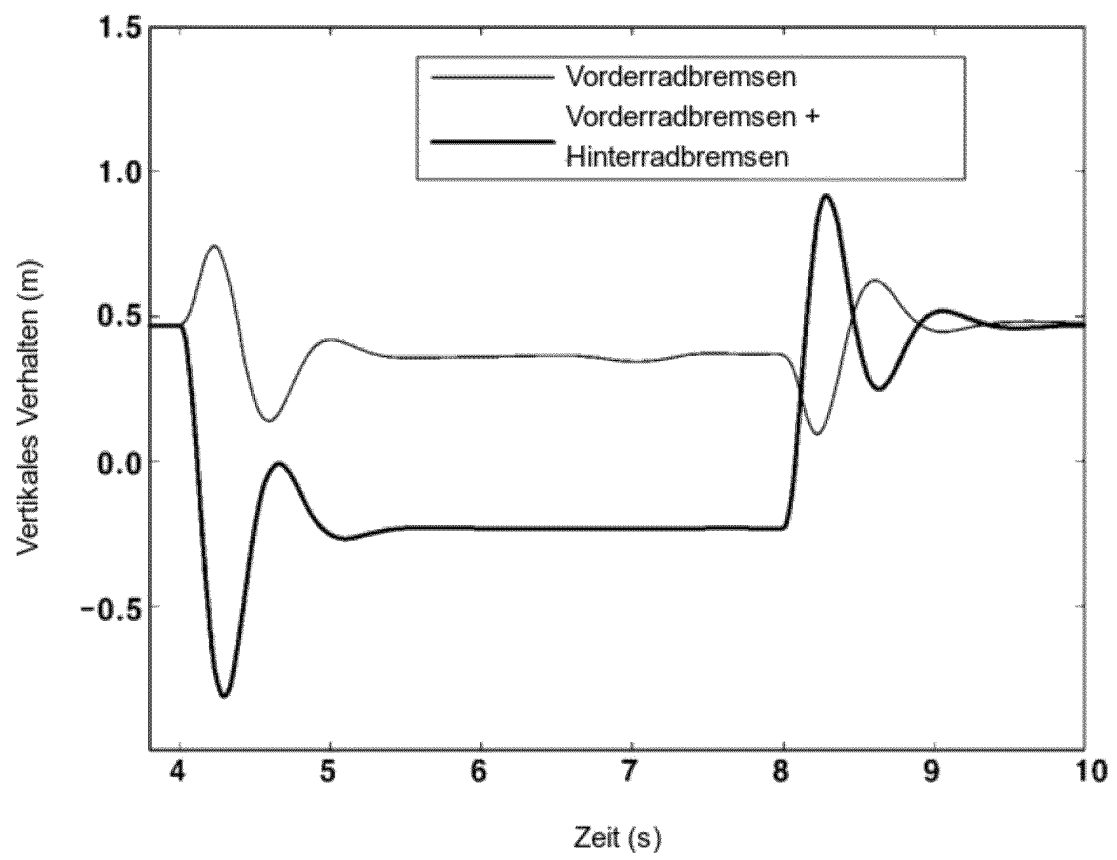


FIG. 9A

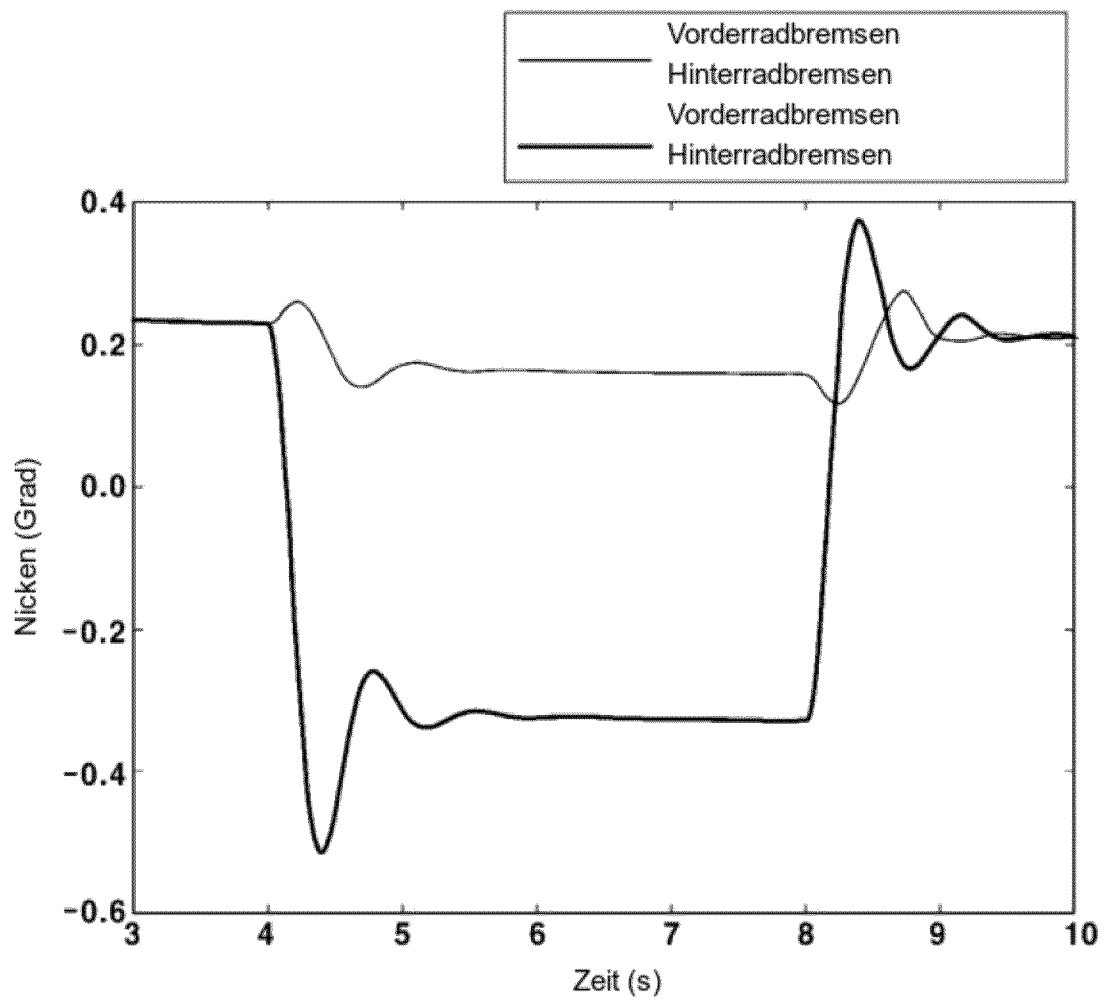


FIG. 9B

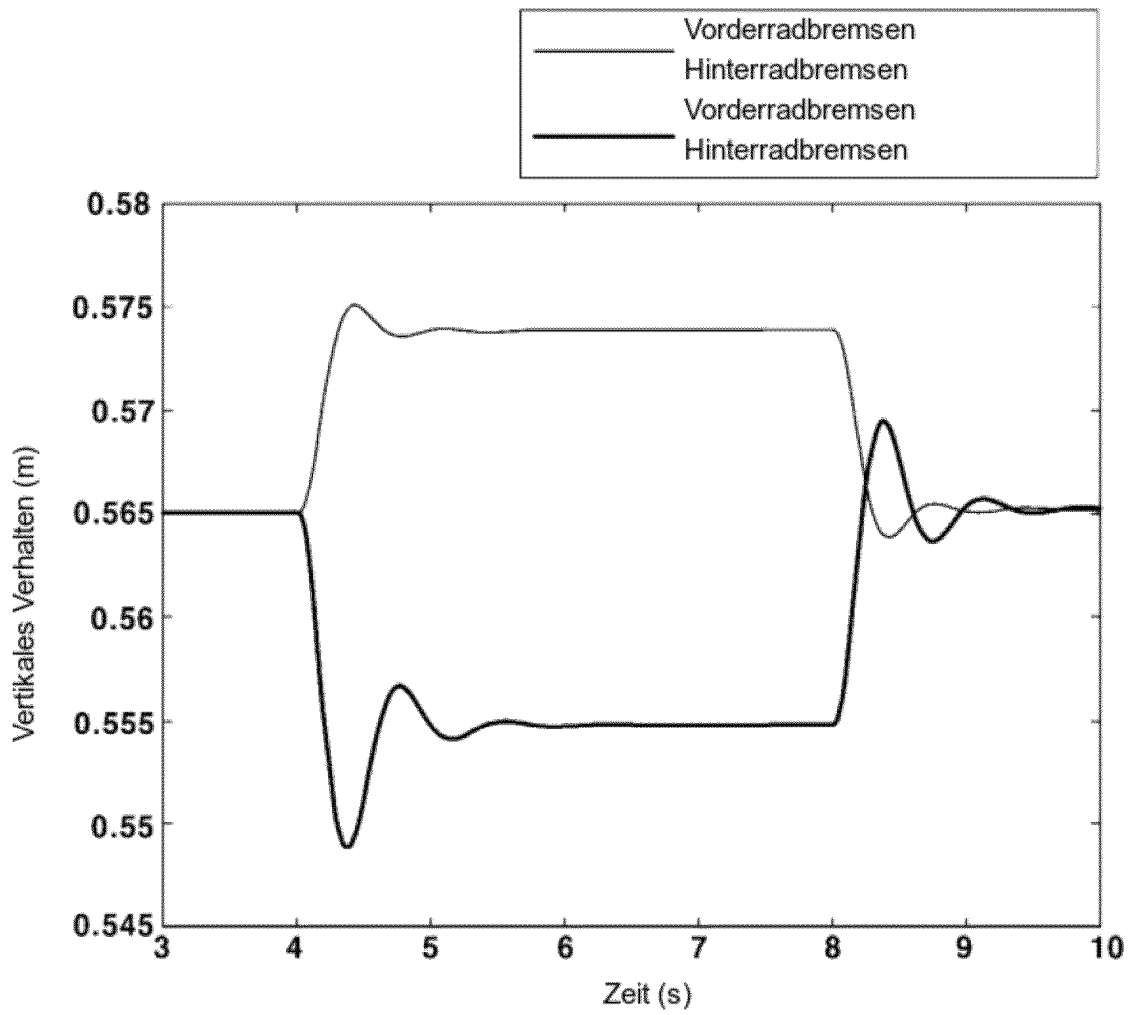


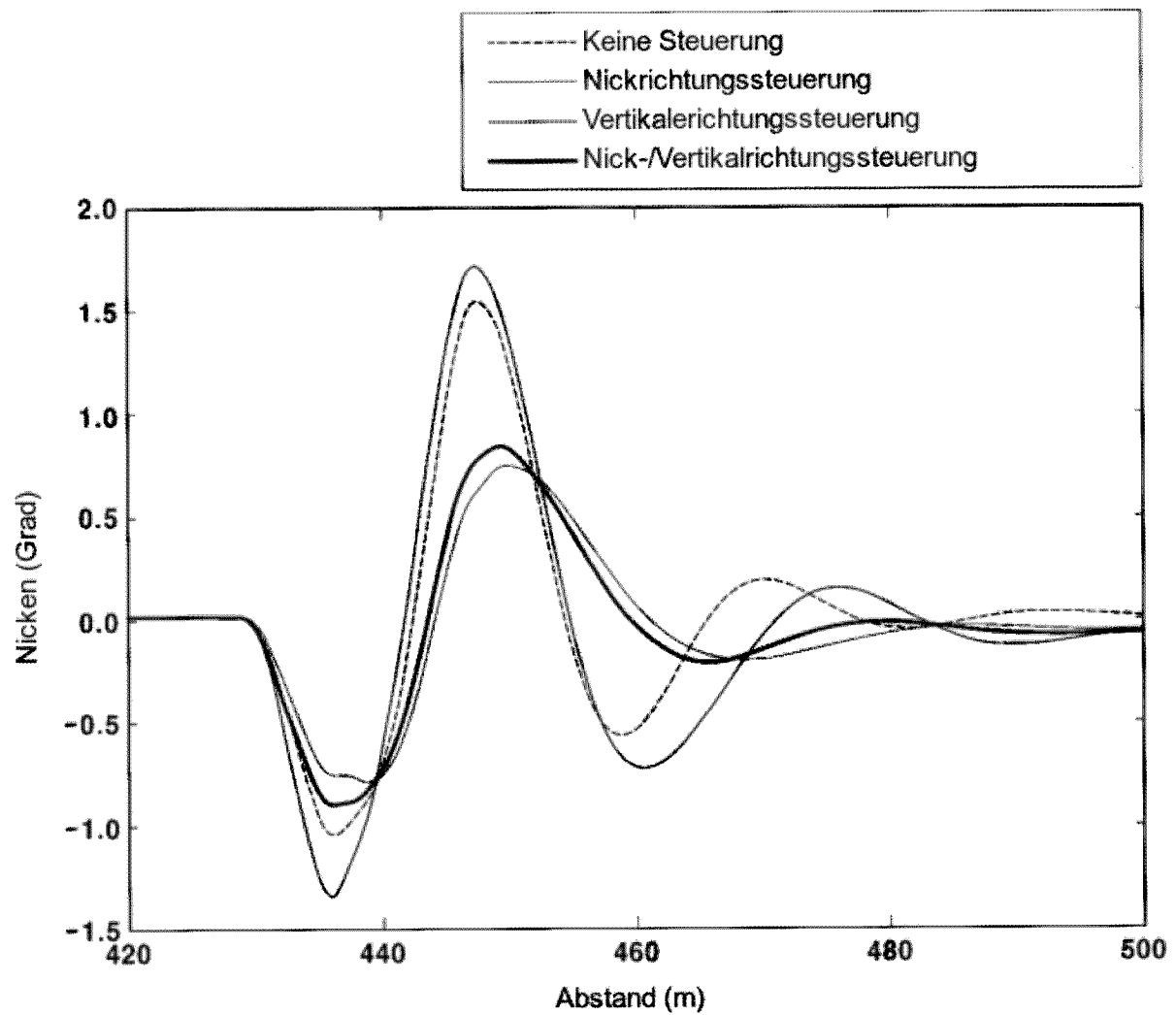
FIG. 10

FIG. 11

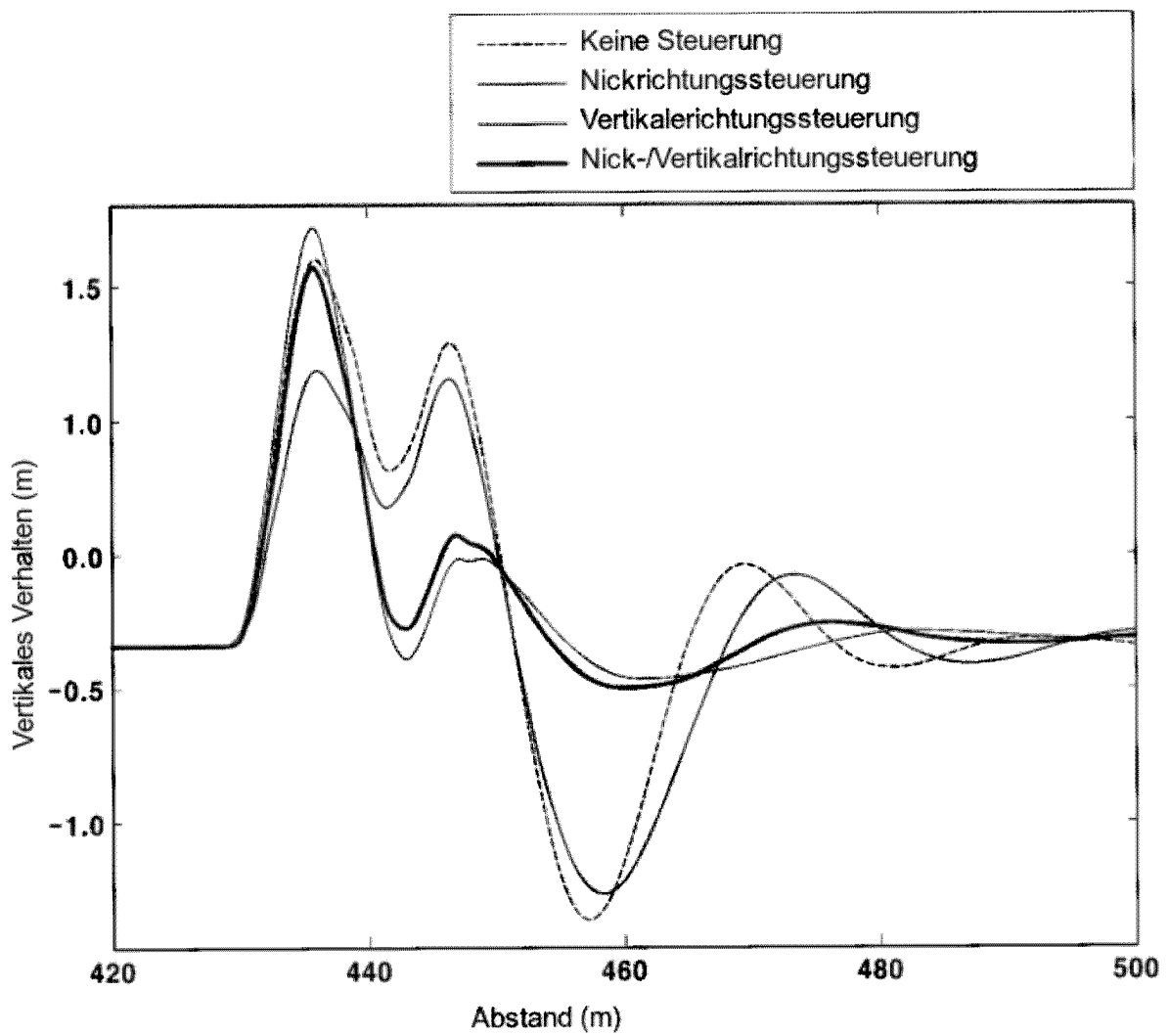


FIG. 12

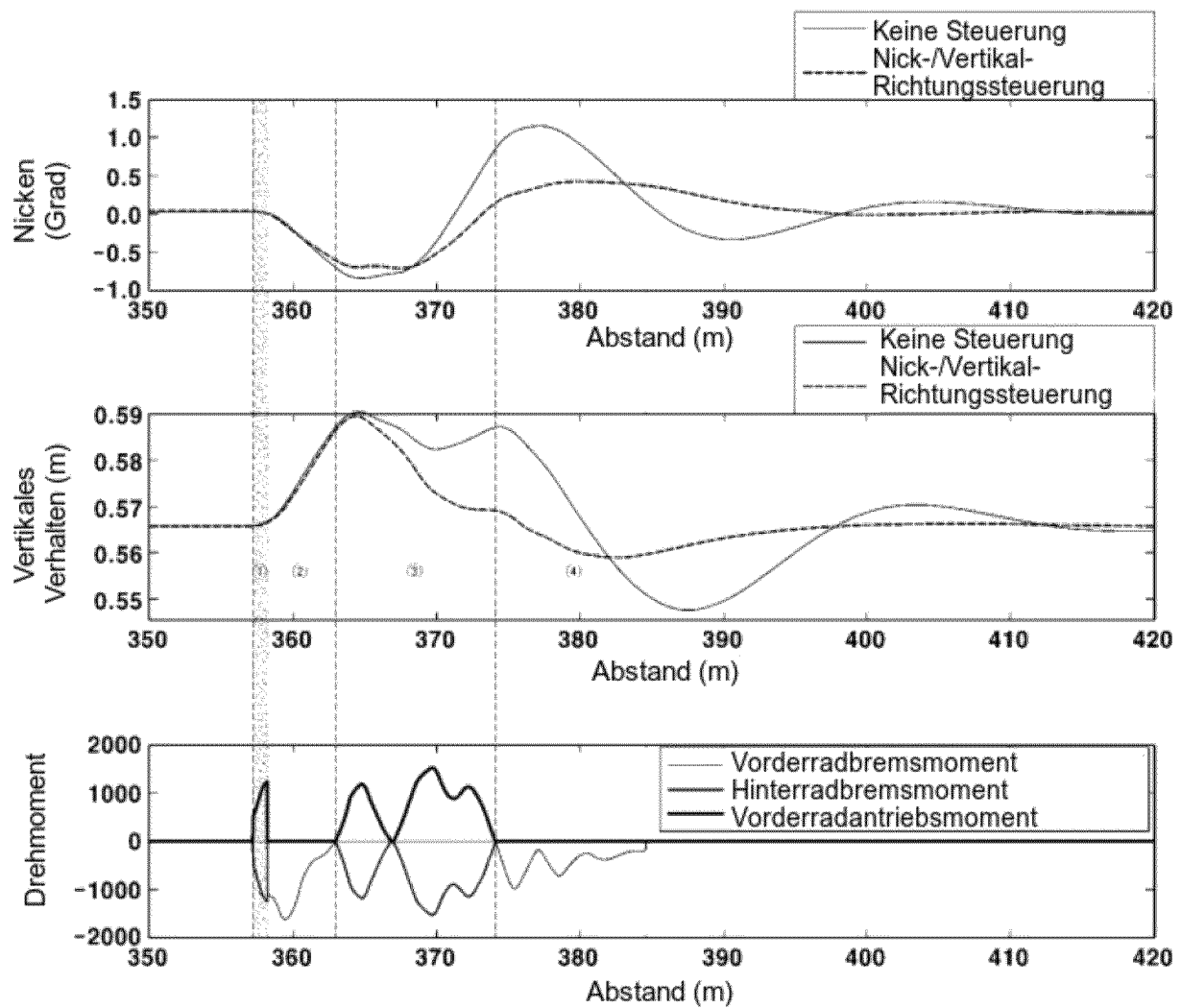


FIG. 13