



(10) **DE 11 2012 004 019 T5 2014.07.17**

Veröffentlichung

(51) Int Cl.: **B60L 9/18** (2006.01)

B60L 5/00 (2006.01)

B60M 1/28 (2006.01)

B60M 7/00 (2006.01)

(74) Vertreter:

**BEETZ & PARTNER Patent- und Rechtsanwälte,
80538, München, DE**

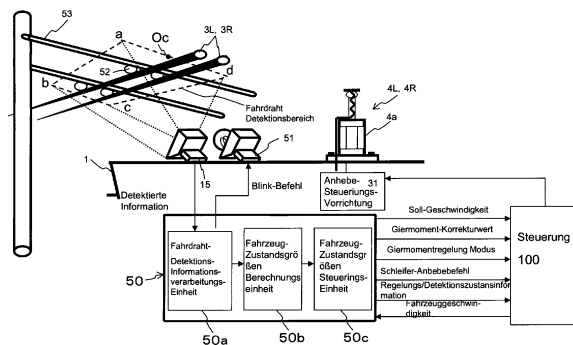
(72) Erfinder:

**Nakajima, Kichio, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP;
Saito, Shinjiro, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrisch angetriebener Kipp-Lastwagen**

The diagram illustrates a vehicle control system. At the top, a schematic of a vehicle's front end shows a sensor unit 1 on the left side, detecting a vehicle 51 in the 'Fahrdrabt Detektionsbereich' (detection area). The sensor unit 1 is connected to a control unit 100. The control unit 100 contains three processing blocks: 50a (Fahrdrabt-Detektions-Informations-verarbeitungseinheit), 50b (Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit), and 50c (Fahrzeug-Zustandsgrößen Steuerungs-Einheit). The control unit 100 also receives 'Soll-Geschwindigkeit' (desired speed) and outputs 'Anhebe-31 Steuerungs-Vorrichtung' (lifting device 31) and 'Blink-Befehl' (blink command). The control unit 100 is also connected to a 'Steuerung' (control) block.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrisch angetriebenen Kipp-Lastwagen. Insbesondere betrifft sie einen elektrisch angetriebenen Kipp-Lastwagen, welcher zum Fahren elektrische Leistung aus Fahrdrähten nutzt.

Technischer Hintergrund

[0002] Einige Typen von Kipp-Lastwagen, die in Minen fahren, sind als der Serien-Hybridtyp bekannt. Solche Kipp-Lastwagen vom Serien-Hybridtyp erzeugen elektrische Leistung mit einem Generator, der von dem Motor angetrieben wird, und führen die elektrische Leistung Hinterradmotoren zum Antreiben der Hinterräder zu. Zur Ausnutzung der elektrischen Vorrichtungen des Serien-Hybridtyps wurde eine auf einem Fahrdrahtsystem basierende Fahrtechnologie entwickelt. In der Fahrdraht-basierten Fahrtechnologie werden normalerweise für elektrische Züge verwendete Fahrdrähte in vorgegebenen Anstiegsabschnitten angeordnet. In den Anstiegsabschnitten mit Fahrdrähten fährt ein mit Stromabnehmern (die auf dem Fahrzeug so angeordnet sind, dass sie hinauf- und hinuntergefahren werden können) ausgestattetes Fahrzeug nicht unter Nutzung der von dem Motor und Generator bereitgestellten elektrischen Leistung, sondern unter Verwendung der von den Fahrdrähten durch Anheben von Schleifern der Stromabnehmer bis zum Kontakt mit den Fahrdrähten abgegriffenen elektrischen Leistung (im Folgenden als „Fahrdraht-Fahren“ bezeichnet). Ein Beispiel für die Fahrdraht-basierte Fahrtechnologie wurde beispielsweise in der Patentliteratur 1 beschrieben. In diesem Fall kann ein Abfallen der Fahrgeschwindigkeit in den Anstiegsabschnitten (die mit den das Fahrdraht-Fahren ermöglichenden Fahrdrähten ausgestattet sind) vermieden werden, da die von den Fahrdrähten bereitgestellte elektrische Leistung größer als die mit der Motorkraft erzeugte elektrische Leistung ist.

Literatur zum Stand der Technik

Patentliteratur

[0003]

Patentliteratur 1: US Patent Nr. 4,483,148

Zusammenfassung der Erfindung

Von der Erfindung zu lösendes Problem

[0004] In der Fahrdraht-basierten Fahrtechnologie wie derjenigen, die in Patentliteratur 1 beschrieben ist, beurteilt der Fahrer des Fahrzeugs (Kipp-Lastwagen), ob das Fahrzeug in einen Abschnitt zum Fahrdraht-Fahren eingefahren ist. Wenn das Fahrzeug in

einen Abschnitt zum Fahrdraht-Fahren eingefahren ist und der Fahrer, welcher die räumliche Beziehung zwischen den Schleifern und den Fahrdrähten sieht, erkennt, dass die Schleifer in Kontakt mit den Fahrdrähten treten können, betätigt einen Schalter (beispielsweise einen Startknopf für das Fahrdraht-Fahren), durch welchen das Fahrdraht-Fahren gestartet wird. Während des Fahrdraht-Fahrens überprüft der Fahrer visuell die Verschiebung des Fahrzeugs, bezogen auf die Fahrdrähte und führt den Lenkvorgang so aus, dass die Mittelpositionen der Schleifer in Querrichtung nicht weit von den Fahrdrähten abweichen. Der Zeitpunkt für das Ende des Fahrdraht-Fahrens wird ebenfalls von dem Fahrer beurteilt. Das Fahrdrahtfahren endet, sobald der Fahrer beispielsweise einen Knopf drückt.

[0005] Um in verschiedenen Umgebungen hinreichend robust zu sein, sind übrigens die Fahrdrähte aus einer Legierung hergestellt und eine Auslegungslänge (Referenzlänge) ist für die Fahrdrähte vorgegeben. Wenn die Länge des Fahrdraht-Fahrabschnitts der Referenzlänge oder weniger entspricht, kann der Fahrdraht-Fahrabschnitt mittels eines einzigen Fahrdrachts abgedeckt werden, so dass der Fahrer nur die Lenkvorgänge ausführen muss, um nicht von dem Fahrdraht abzuweichen. In Fällen, in denen der Fahrdraht-Fahrabschnitt länger als die Referenzlänge ist, müssen jedoch zwei oder mehr Fahrdrähte hintereinander in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs in dem Fahrdraht-Fahrabschnitt installiert werden. In diesem Fall tritt ein Verbindungsabschnitt für einen bereits bestehenden Fahrdraht (erster Fahrdraht) und einem neuen Fahrdraht (zweiter Fahrdraht) auf. In dem Verbindungsabschnitt verlaufen der abschließende Endbereich des ersten Fahrdrachts und der Endbereich am Anfang des zweiten Fahrdrachts parallel zueinander.

[0006] In dem auf der visuellen Prüfung des Fahrers basierenden Betrieb kann der Fahrer in Fällen, in denen ein derartiger Verbindungsabschnitt in dem Fahrdraht-Fahrabschnitt enthalten ist, seine Lenkvorgänge nicht lediglich so ausführen, dass er vermeidet, dass die Mittelposition des jeweiligen Schleifers sich weit von dem Fahrdraht in der Querrichtung fortbewegt, sondern er muss die Lenkvorgänge so ausführen, dass der Fahrdraht, der mit dem Schleifer in Kontakt tritt, von dem ersten Fahrdraht auf den zweiten Fahrdraht wechselt. Ein solcher Lenkvorgang belastet den Fahrer sehr stark.

[0007] Es ist daher die vorrangige Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen elektrisch angetriebenen Kippplastwagen bereitzustellen, der die Arbeitsbelastung des Fahrers während der Fahrdrahtfahrt verringert und eine stabile Fahrdrahtfahrt selbst dann ermöglicht, wenn ein Fahrdraht-Verbindungsabschnitt existiert.

Mittel zum Lösen des Problems

[0008] Um das oben genannte Ziel zu erreichen, stellt eine in Anspruch 1 beschriebene Erfindung einen elektrisch angetriebenen Kipplastwagen bereit, der auf einem Untergrund mit einem ersten Fahrabschnitt, in welchem zumindest ein erster Fahrdraht installiert ist sowie einem zweiten Fahrabschnitt, in welchem ein zweiter Fahrdraht installiert ist, und einem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt, in welchem ein hinteres Ende des ersten Fahrdrahts und ein Anfangsende des zweiten Fahrdrahts parallel zueinander verlaufen, mittels der von dem ersten Fahrdraht und dem zweiten Fahrdraht empfangenen elektrischen Leistungen fährt, indem ein Schleifer eines Leistungsabgreifers, der auf dem Fahrzeug vorgesehen ist und nach oben und unten bewegt werden kann, angehoben wird, so dass der Schleifer nacheinander in Kontakt mit dem ersten Fahrdraht und dann mit dem zweiten Fahrdraht tritt. Der elektrisch angetriebene Kipplastwagen umfasst: eine Fahrdraht-Detektionsvorrichtung, die auf dem Fahrzeug vorgesehen ist und die den ersten Fahrdraht und den zweiten Fahrdraht von unten her detektiert, wenn der Kipplastwagen fährt; und eine Steuervorrichtung, welche aufgrund einer von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Information die folgende Steuerung ausführt:

Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs, so dass das Fahrzeug in der Weise fährt, dass es, bevor das Fahrzeug den Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht, dem ersten Fahrdraht folgt;

Unterbrechen der Steuerung zur Erzeugung des Giermoments, wenn das Fahrzeug in dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt fährt; und

Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs in der Weise, dass das Fahrzeug so fährt, dass es dem zweiten Fahrdraht folgt, nachdem das Fahrzeug den Fahrdraht-Verbindungsabschnitt durchfahren hat.

[0009] In dem elektrisch angetriebenen Kipplastwagen, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, wird jeder Fahrdraht (erster Fahrdraht, zweiter Fahrdraht) mittels der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung von unten her detektiert, so dass im Vergleich zu herkömmlichen Technologien zur Detektion von Spurmarkierungen, etc. durch die Aufnahme von Bildern der Bodenoberfläche weniger Faktoren zu Detektionsfehlern führen können. Dadurch können die Genauigkeit der Fahrdrahtdetektion und die Präzision der Steuerung zur Einleitung eines Giermoments in das Fahrzeug in der Weise, dass das Fahrzeug so fährt, dass es dem ersten Fahrdraht und dem zweiten Fahrdraht folgt, verbessert werden, und die Mittelposition des Schleifers des fahrenden Fahrzeugs kann in der Querrichtung kann von dem Fahrdraht abweichen. Entsprechend kann die Arbeitsbelastung des Fahrers während der Fahrdrachtfahrt deutlich verringert werden. Ferner wird gleichzeitig mit der dem Folgen des Fahrdrachts (des ersten Fahrdrachts) de-

tektiert, ob das Fahrzeug in dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt fährt oder nicht. In dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt wird die Steuerung so ausgeführt, dass keine Giermomentsteuerung erfolgt. Durch diese Steuerung wird vermieden, dass das Fahrzeug weiter den ersten Fahrdrähten folgt und in Richtung des Rands der Fahrspur fährt. Nachdem das Fahrzeug den Fahrdraht-Verbindungsabschnitt durchfahren hat, wird wieder die Giermomentsteuerung zum Folgen des Fahrdrachts (des zweiten Fahrdrachts) durchgeführt. Der mit dem Fahrdraht in Kontakt stehende Schleifer wird so von dem ersten Fahrdraht zu dem zweiten Fahrdraht umgesetzt, ohne dass es einer sorgfältigen Lenkung durch den Fahrer bedarf. Die Fahrdraht-Folgesteuerung in Fahrdrachtfolgespuren, die länger als die Referenzlänge des Fahrdrachts ist, wird daher ermöglicht.

[0010] In einer in Anspruch 2 beschriebenen Erfindung berechnet in dem elektrisch angetriebenen Kipplastwagen nach Anspruch 1 die Steuervorrichtung dann, wenn die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung den ersten Fahrdraht detektiert hat, zumindest einen repräsentativen Punkt des Fahrzeugs und mindestens einen auf dem ersten Fahrdraht liegenden Zielpunkt abhängig von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Information und führt eine Steuerung zum Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart aus, dass der repräsentative Punkt sich dem Zielpunkt nähert. Wenn die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung den zweiten Fahrdraht detektiert hat, berechnet die Steuerungsvorrichtung zumindest einen repräsentativen Punkt des Fahrzeugs und zumindest einen auf dem zweiten Fahrdraht liegenden Zielpunkt abhängig von der durch die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Informationen und führt eine Steuerung zum Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart aus, dass der repräsentative Punkt sich dem Zielpunkt nähert. Diese Steuerung ermöglicht es, dass das Fahrzeug so fährt, dass es dem Fahrdraht folgt, wenn das Fahrzeug außerhalb des Fahrdraht-Verbindungsabschnitts fährt.

[0011] In einer in Anspruch 3 beschriebenen Erfindung umfasst in dem elektrisch angetriebenen Kipplastwagen nach Anspruch 1 oder 2 der erste Fahrdraht zwei Fahrdrähte: einen dritten Fahrdraht und einen vierten Fahrdraht. Der zweite Fahrdraht umfasst zwei Fahrdrähte: einen fünften Fahrdraht und einen sechsten Fahrdraht. Der Fahrdraht-Verbindungsabschnitt umfasst einen ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt, in dem ein hinteres Ende des dritten Fahrdrachts und eine Anfangsende des fünften Fahrdrachts parallel zueinander verlaufen, und einen zweiten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt, in dem ein hinteres Ende des vierten Fahrdrachts und ein Anfangsende des sechsten Fahrdrachts parallel zueinander verlaufen, in einer Position, die sich von dem ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt unterscheidet. Die Steuerungsvorrichtung führt die folgende Steuerung

abhängig von dem von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Informationen aus:

Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs, so dass das Fahrzeug fährt, während es dem dritten Fahrdraht folgt, bevor das Fahrzeug den ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht;

Stoppen der Steuerung zur Erzeugung des Giermoments dem dritten Fahrdraht folgend und Umschalten der Steuerung zur Erzeugung eines Giermoments für das Fahrzeug, so dass das Fahrzeug so fährt, dass es dem vierten Fahrdraht folgt, wenn das Fahrzeug den ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht; und

Stoppen der Steuerung zur Erzeugung des Giermoments für den vierten Fahrdraht und Umschalten der Steuerung zur Erzeugung eines Giermoments für das Fahrzeug, so dass das Fahrzeug beim Fahren dem fünften Fahrdraht folgt, wenn das Fahrzeug den zweiten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht hat.

[0012] Durch diese Steuerung wird in dem ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt die Steuerung zum Folgen des dritten Fahrdrahts unterbrochen und die Giermomentsteuerung wird so durchgeführt, dass sie den vierten Fahrdraht als einem geraden Abschnitt folgt. Dadurch kann das Fahrzeug eine stabile Fahrdrahtfahrt ausführen, ohne dem abzweigenden dritten Fahrdraht zu folgen. In dem zweiten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt wird die Steuerung zum Folgen des vierten Fahrdrahts unterbrochen und die Giermomentsteuerung wird so durchgeführt, dass sie dem fünften Fahrdraht folgt. Dadurch wird es möglich, das Fahrzeug so zu steuern, dass das Fahrzeug dem fünften Fahrdraht folgt, ohne dass es dem abweichenden vierten Fahrdraht folgt. Dadurch kann eine stabile Fahrdrahtfahrt selbst dann ermöglicht werden, wenn die Verbindungsabschnitte der linken und rechten Fahrdrahte sich nicht in der gleichen Position befinden.

[0013] In einer in Anspruch 4 beschriebenen Erfindung erkennt die Steuervorrichtung in dem elektrisch angetriebenen Kippplastwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dass das Fahrzeug in dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt fährt, wenn der zweite Fahrdraht durch die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektiert wird.

[0014] Dadurch wird es möglich, mit hoher Genauigkeit zu detektieren, ob das Fahrzeug in dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt fährt oder nicht, wodurch die Giermomentsteuerung nach der vorliegenden Erfindung weiter stabilisiert werden kann.

[0015] In einer in Anspruch 5 beschriebenen Erfindung umfasst der elektrisch angetriebene Kippplastwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ferner rechte und linke Elektromotoren zum Fahren. Die Steuervorrichtung führt sowohl die Steuerung zur Erzeugung eines Giermoments für das Fahrzeug als

auch die Fahrtgeschwindigkeitssteuerung durch eine Steuerung der linken und rechten Elektromotoren aus.

[0016] Durch diesen Aufbau kann durch die Steuerung der Elektromotoren eine effiziente Steuerung erreicht werden, die gleichzeitig sowohl ein Abbremsen als auch ein Erzeugen von Giermoment ermöglicht.

[0017] In einer in Anspruch 6 beschriebenen Erfindung umfasst der Kipp-Lastwagen mit Elektroantrieb nach einem der Ansprüche 1–5 ferner rechte und linke Elektromotoren zum Fahren und eine Lenkvorrichtung. Die Steuervorrichtung umfasst eine Fahrzeug-Steuervorrichtung, einen Controller, eine Wechselrichter-Steuervorrichtung und eine Lenk-Steuervorrichtung. Die Fahrzeug-Steuervorrichtung berechnet einen Giermoment-Korrekturwert für die Steuerung derart, dass in dem Fahrzeugkörper ein Giermoment erzeugt wird, wodurch das Fahrzeug beim Fahren dem ersten und zweiten Fahrdraht folgt, und zwar abhängig von durch die Fahrdrahtdetektionsvorrichtung aufgenommenen Information. Der Controller steuert zumindest den rechten und linken Elektromotor oder die Lenk-Steuervorrichtung unter Verwendung der Wechselrichter-Steuervorrichtung und/oder der Lenk-Steuervorrichtung abhängig von dem Giermoment-Korrekturwert.

[0018] Durch die Ausführung der Giermoment-Steuerung unter Verwendung der Fahrzeug-Steuervorrichtung und des Controllers als separate Bauteile wie oben beschrieben kann selbst dann, wenn der Controller ein bereits existierender Controller ist, die Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung einfach durch das Ergänzen der Fahrzeug-Steuervorrichtung zu dem Controller realisiert werden. Die Parameter der Giermoment-Steuerung können einfach durch Ändern der Funktionen der Fahrzeug-Steuervorrichtung angepasst und das Steuersystem kann so mit einer hohen Flexibilität ausgestattet werden.

[0019] In einer in Anspruch 7 beschriebenen Erfindung umfasst in dem Kipp-Lastwagen mit Elektroantrieb nach einem der Ansprüche 1–6 die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung: eine Kamera, die auf dem Fahrzeug vorgesehen ist und die kontinuierlich Bilder des ersten und zweiten Fahrdrahts aufnimmt, wenn der Kipp-Lastwagen fährt; und eine Beleuchtungsvorrichtung, die auf dem Fahrzeug vorgesehen ist und den ersten und zweiten Fahrdraht beleuchtet.

[0020] Selbst wenn für die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung wie oben beschrieben eine Kamera verwendet wird, kann durch die Beleuchtung des Fahrdrahts mit der Beleuchtungsvorrichtung ein hoher Kontrast zwischen dem Himmel und dem Fahrdraht aufrechterhalten werden. Daher kann die Giermoment-Steuerung mit einer hohen Genauigkeit nicht nur tagsüber

bei gutem Wetter ausgeführt werden sondern auch unter Bedingungen, in denen ein solcher hoher Kontrast zwischen dem Himmel und dem Fahrdraht kaum erreicht werden kann (Abend, Nacht, Regenwetter, etc.).

Wirkung der Erfindung

[0021] Nach der vorliegenden Erfindung wird die Steuerungsgenauigkeit der Gierrmoment-Steuerung des Fahrzeugkörpers derart, dass das Fahrzeug bei der Fahrt dem Fahrdraht folgt, verbessert und die Mittelposition des Schleifers des fahrenden Fahrzeugs kann sich kaum weit in Querrichtung von dem Fahrdraht fortbewegen. Daher kann die Belastung des Fahrers während der Fahrdrahtfahrt deutlich verringert werden. Da der mit dem Schleifer in Kontakt stehende Fahrdraht vom ersten Fahrdraht auf den zweiten Fahrdraht gewechselt wird, ohne dass ein diffiziler Lenkvorgang durch den Fahrer nötig wäre, wird eine stabile Fahrdraht-Folgesteuerung selbst dann ermöglicht, wenn die Fahrdraht-Fahrbahnen länger als die Referenzlänge des Fahrdrahts sind.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0022] Fig. 1 ist eine Seitenansicht, die ein äußeres Erscheinungsbild eines Kipp-Lastwagens mit Elektroantrieb nach einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0023] Fig. 2 ist eine Rückansicht, die das äußere Erscheinungsbild des Kipp-Lastwagens zeigt.

[0024] Fig. 3 ist ein schematisches Block-Diagramm, welches ein Antriebssystem des Kipp-Lastwagens mit Elektroantrieb in diesem Ausführungsbeispiel zeigt.

[0025] Fig. 4 ist ein schematisches Diagramm, welches den Aufbau der Strom-Abgreifer zum Abgreifen von elektrischer Energie aus Fahrdrähte zeigt.

[0026] Fig. 5 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Lenksystem zeigt, das aus einer Lenk-Steuervorrichtung und einer Steuervorrichtung aufgebaut ist.

[0027] Fig. 6 ist ein Block-Diagramm, welches eine Funktion der Lenk-Steuervorrichtung zur Berechnung eines Lenk-Drehmoment-Befehls werts zeigt.

[0028] Fig. 7 ist ein Block-Diagramm zur Erläuterung einer Funktion einer Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungseinheit einer Steuerung.

[0029] Fig. 8 ist ein Block-Diagramm, welches die Details einer Funktion einer Gierrmoment-Steuereinheit der Steuerung zeigt.

[0030] Fig. 9 ist ein Graph, welcher die Wirkung eines Verfahrens zeigt, einen Gierrmoment-Korrekturwert durch eine Antriebskraftdifferenz in der gesamten Antriebskraft der Motoren implementiert, wenn das Fahrzeug mit seiner 100%-igen Motorantriebsleistung fährt.

[0031] Fig. 10 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel eines Verfahrens zur Berechnung von Motordrehmoment-Befehls werten zeigt.

[0032] Fig. 11 ist ein schematisches Diagramm, welches den Aufbau einer Fahrzeug-Steuerungsvorrichtung und die Eingabe/Ausgabe-Beziehung zwischen der Fahrzeug-Steuerungsvorrichtung und der Steuerung zeigt.

[0033] Fig. 12 ist ein schematisches Diagramm, welches einen Fahrdraht-Verbindungsabschnitt zeigt.

[0034] Fig. 13 ist ein schematisches Diagramm, welches die räumliche Beziehung zwischen dem Fahrzeug und einem Bilderfassungsbereich einer Kamera (Detektionsbereich der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung) betrachtet von einer Seite des Fahrzeugs aus zeigt.

[0035] Fig. 14 ist ein schematisches Diagramm, welches die räumliche Beziehung zwischen dem Fahrzeug und dem Bilderfassungsbereich der Kamera (Detektionsbereich der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung) von oben aus betrachtet (oberhalb des Fahrzeugs) zeigt.

[0036] Fig. 15 ist ein schematisches Diagramm, welches ein von der Kamera aufgenommenes Bild zeigt.

[0037] Fig. 16 ist ein schematisches Diagramm, welches einen für das aufgenommene Bild durchgeführten Prozess (Kantenextraktion) zeigt.

[0038] Fig. 17 ist ein schematisches Diagramm, welches einen für das aufgenommene Bild durchgeführten Prozess (Mittellinienextraktion) zeigt.

[0039] Fig. 18 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Kamerabild zeigt, das aufgenommen wurde, während das Fahrzeug bezogen auf die Fahrdrähte nach links verschoben war.

[0040] Fig. 19 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Kamerabild zeigt, das aufgenommen wurde, während das Fahrzeug sich quer zu den Fahrdrähten bewegt.

[0041] Fig. 20 ist ein Block-Diagramm, welches die Details einer Funktion einer Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit zeigt (Fluss der Berechnung zur Umwandlung der Abweichung zwischen einer derzei-

tigen Position und einer Zielposition in einen Giermoment-Korrekturwert).

[0042] Fig. 21 ist ein schematisches Diagramm, welches einen Fahrdraht-Detektionsbereich und ein Koordinatensystem zeigt, die in einem anderen Ausführungsbeispiel der Fahrzeug-Steuervorrichtung verwendet werden.

[0043] Fig. 22 ist ein Blockdiagramm, welches die Details der Funktion eines anderen Beispiels der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit (Fluss der Berechnung zur Umrechnung der Abweichung zwischen einer derzeitigen Position und einer Sollposition in einen Giermoment-Korrekturwert) zeigt.

[0044] Fig. 23 ist ein Fluss-Diagramm, welches einen Prozessablauf von einer Kameraaufnahme nach oben bis zur Steuerungsausgabe gemäß einem anderen Beispiel der Fahrzeug-Steuervorrichtung zeigt.

[0045] Fig. 24 ist ein Diagramm ähnlich zu Fig. 21, welches einen Fahrdraht-Detektionsbereich und das Koordinatensystem in dem Fall zeigt, in dem ein erster Schwellenwert eingestellt wird.

[0046] Fig. 25 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel eines Verfahrens zur Berechnung des Giermoment-Korrekturwerts entsprechend der Position eines Zielpunkts zeigt.

[0047] Fig. 26 ist ein schematisches Diagramm ähnlich zu Fig. 21 und Fig. 24, welches den Fahrdraht-Detektionsbereich und das Koordinatensystem in einem Fall zeigt, in dem erste und zweite Schwellenwerte eingestellt werden.

[0048] Fig. 27 ist ein Fluss-Diagramm, welches ein anderes Beispiel eines Fahrdraht-Folgesteuerungsschritts in dem Fluss-Diagramm aus Fig. 21 zeigt.

[0049] Fig. 28 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel eines Verfahrens zur Berechnung eines Fahrzeug-Sollgeschwindigkeits-Korrekturwerts (zur Korrektur der Fahrzeug-Sollgeschwindigkeit auf der abnehmenden Seite) abhängig von der Position des Zielpunkts zeigt.

[0050] Fig. 29 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel eines Verfahrens zur Berechnung des Fahrzeug-Sollgeschwindigkeits-Korrekturwerts (zur Korrektur der Fahrzeug-Sollgeschwindigkeit auf der ansteigenden Seite) abhängig von der Position des Zielpunkts zeigt.

[0051] Fig. 30 ist ein schematisches Diagramm ähnlich zu Fig. 10, welches ein Verfahren zur Erzeugung eines Motordrehmoments abhängig von dem Fahrzeug-Sollgeschwindigkeits-Korrekturwert zeigt.

[0052] Fig. 31 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel eines Fahrdraht-Folgeabschnitts für einen Fall zeigt, in welchem die Verbindungsabschnitte des rechten und des linken Fahrdrahts sich nicht in der gleichen Position befinden.

[0053] Fig. 32 ist ein schematisches Diagramm ähnlich zu Fig. 13, welches ein Beispiel zeigt, in welchem die Aufnahmerrichtung der Kamera nach vorne verschoben ist.

Ausführungsformen der Erfindung

[0054] Bezugnehmend auf die Zeichnungen wird detailliert die Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen gemäß der vorliegenden Erfindung angegeben.

Aufbau des Fahrzeugs – Kipp-Lastwagen

[0055] Fig. 1 ist eine Seitenansicht, welche das äußerliche Erscheinungsbild eines Kipp-Lastwagens mit Elektromotor nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0056] In Fig. 1 umfasst der Kipp-Lastwagen einen Fahrzeugkörper **1**, eine Mulde **2** zum Tragen von Erde, Sand etc., rechte und linke Leistungs-Greifer **4R** und **4L** zum Aufnehmen von elektrischer Leistung und rechte und linke Hinterräder (Reifen) **5R** und **5L**, die durch von den Leistungs-Abgreifern **4R** und **4L** abgegriffene elektrische Leistung angetrieben werden. Die rechten und linken Leistungs-Abgreifer **4R** und **4L** sind mit Schleifern **4Ra** und **4La** ausgestattet, die nach oben und unten bewegt werden können, um die elektrische Leistung von zwei (rechten und linken) Fahrdrähte **3R** und **3L** abnehmen zu können. Einer der Fahrdrahtdrähte **3R** und **3L** liegt auf einer Hochspannung und der andere ist geerdet. In der folgenden Beschreibung werden die ersten Fahrdrähte **3R1** und **3L1** und die zweiten Fahrdrähte **3R2** und **3L2** insgesamt als „Fahrdrähte **3R** und **3L**“ bezeichnet, falls dies der Einfachheit halber angebracht ist. Die Leistungs-Abnehmer **4R** und **4L** sind an dem vorderen Teil des Fahrzeugs **1** vorgesehen. Der Kipp-Lastwagen ist mit einer auf dem vorderen Teil des Fahrzeugs montierten Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** ausgestattet. Die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** detektiert kontinuierlich die Fahrdrahtdrähte **3R** und **3L** vor dem Kipp-Lastwagen, während der Kipp-Lastwagen fährt. Die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** ist eine neu auf dem Kipp-Lastwagen nach der vorliegenden Erfindung montierte Vorrichtung. Während in dem illustrierten Beispiel die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** auf dem vorderen Teil des Fahrzeugs **1** montiert ist, kann die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** auch anders angeordnet werden (beispielsweise auf dem Dach des Fahrzeugs **1**).

[0057] Fig. 2 ist eine Rückansicht, die das äußere Erscheinungsbild des Kipp-Lastwagens zeigt. Jedes Hinterrad **5R**, **5L** ist als ein Rad mit Doppelreifen ausgebildet, um die Last der Erde, des Sands etc., die in der Mulde **2** geladen sind, auszuhalten. Die rechten und linken doppelreifigen Räder **5R** und **5L** werden von rechten und linken Elektromotoren **6R** und **6L** angetrieben und gebremst (beispielsweise von Induktionsmotoren).

[0058] Fig. 3 zeigt ein Antriebssystem des Kipp-Lastwagens mit Elektroantrieb nach diesem Ausführungsbeispiel.

[0059] In Fig. 3 umfasst das Antriebssystem des elektrisch angetriebenen Kipp-Lastwagens ein Gaspedal **11**, ein Verzögerungspedal **12**, einen Schalterhebel **13**, einen kombinierten Sensor **14**, einen Motor **21**, einen Wechselstromgenerator **22**, die weitere Motorlast **28**, einen Gleichrichterschaltkreis **23**, einen Messwiderstand **24**, einen Kondensator **25**, einen Chopper-Schaltkreis **26**, einen Gitterwiderstand **27**, die Leistungs-Abnehmer **4R** und **4L**, die Hinterräder **5R** und **5L**, die Elektromotoren **6R** und **6L**, Verlangsamer **7R** und **7L**, elektromagnetische Pickup-Sensoren **16R** und **16L** und eine Steuervorrichtung **200**. Der kombinierte Sensor **14** wird zum Detektieren der Vorwärts/Rückwärts-Beschleunigung, der Querbeschleunigung und der Gier-Rate verwendet. Die Verlangsamer **7R** und **7L** sind jeweils mit Ausgangswellen **6Ra** und **6La** der Elektromotoren **6R** und **6L** verbunden.

[0060] Die Steuervorrichtung **200** umfasst eine Wechselrichter-Steuervorrichtung **30**, eine Anhebe-Steuervorrichtung **31**, eine Lenk-Steuervorrichtung **32**, eine Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** und eine Steuerung **100**. Die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** steuert die Elektromotoren **6R** und **6L** abhängig von den in sie eingegebenen Drehmoment-Befehlen. Die Anhebe-Steuervorrichtung **31** bewegt die Schleifer **4Ra** und **4La** der Leistungs-Abnehmer **4R** und **4L** gemäß Schaltknopfbetätigung durch den Fahrer oder Eingaben von außerhalb nach oben und unten. Die Lenk-Steuervorrichtung **32** wandelt den Lenkvorgang des Fahrers in ein elektrisches Signal um und steuert so die Lenkung der Vorderräder. Die Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** ist ein charakteristisches Bauteil der vorliegenden Erfindung.

[0061] Die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** umfasst eine Drehmoment-Befehlsberechnungseinheit **30a**, eine Motorsteuerungs-Berechnungseinheit **30b** und einen Wechselrichter (Schaltelement) **30c** für jeden der rechten und linken Elektromotoren **6R** und **6L**. Die Leistungs-Abnehmer **4R** und **4L** sind mit Hebevorrichtungen ausgestattet, welche die Schleifer **4Ra** und **4La** abhängig von Anhebe-Befehlssignalen von der Anhebe-Steuervorrichtung **31** nach oben und unten bewegen. Die Details der Leistungsabnehmer

4R und **4L**, der Anhebe-Steuervorrichtung **31**, des Lenk-Systems (inklusive der Lenk-Steuervorrichtung **32**) und der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** werden später beschrieben.

Grundlegender Betrieb inklusive Fahrt

[0062] Der Betätigungsgrad P (die Stärke des Herunterdrückens) des Gaspedals **11** und der Betätigungsgrad Q des Bremspedals **12** werden als Signale zum Steuern der Stärke der Antriebskraft und der Verzögerungskraft (Bremskraft) jeweils in die Steuereinheit **100** eingegeben. Wenn beispielsweise der Fahrer das Gaspedal **11** heruntertritt, um den Kipp-Lastwagen vorwärts oder rückwärts zu bewegen, gibt die Steuereinheit **100** einen Befehl bezogen auf die Soll-Umdrehungszahl des Motors **21** aus. Der auf die Soll-Umdrehungszahl des Motors bezogene Befehl wird abhängig von einer voreingestellten Tabelle von Soll-Umdrehungszahlen ausgegeben, die den verschiedenen Gaspedalwinkeln entsprechen. Der Motor **21** ist ein Dieselmotor, der mit einer elektronischen Motorsteuerung **21a** ausgestattet ist. Nach dem Empfang des auf die Soll-Umdrehungszahl bezogenen Befehls steuert die elektronische Motorsteuerung **21a** die eingespritzte Treibstoffmenge so, dass der Motor **21** mit der Soll-Umdrehungszahl dreht.

[0063] Der Wechselstromgenerator **22** ist zum Erzeugen von Wechselstrom mit dem Motor **21** verbunden. Die von dem Wechselstromgenerator erzeugte Wechselstromleistung wird von dem Gleichrichterschaltkreis **23** gleichgerichtet und in dem Kondensator **25** (Gleichspannung: V) gespeichert. Ein von dem Messwiderstand (durch Division der Gleichspannung V in einem gewissen Verhältnis) detektierter Spannungswert wird in die Steuereinheit **100** zurückgeführt. Der von der Steuereinheit **100** gesteuerte Wechselstromgenerator **22** wird von der Steuereinheit **100**, die die Rückkopplung empfängt, so gesteuert, dass der Spannungswert einer vorgegebenen konstanten Spannung V0 entspricht.

[0064] Die von dem Wechselstromgenerator **22** erzeugte elektrische Leistung wird über die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** in die linken und rechten Elektromotoren **6R** und **6L** eingespeist. Die Steuereinheit **100** steuert die Versorgung der Elektromotoren **6R** und **6L** mit der notwendigen elektrischen Leistung durch Steuerung des Wechselstromgenerators **22** derart, dass die aufgrund der Gleichrichtung durch den Gleichrichterschaltkreis **23** gewonnene Gleichspannung V der vorgegebenen konstanten Spannung V0 entspricht. Wenn dagegen die Schleifer **4Ra** und **4La** der Leistungs-Abnehmer **4R** und **4L** in Kontakt mit dem Fahrdrähten **3R** und **3L** stehen, wird die Gleichspannung V0 direkt von den Fahrdrähten **3R** und **3L** für die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** bereitgestellt.

[0065] Die Steuereinheit **100** berechnet Drehmoment-Befehlswerte T_{MR_a} und T_{ML_a} , die den Betätigungsstärken des Gaspedals **11** und des Bremspedals **12** entsprechen, und erzeugt einen Drehmoment-Befehlswert T_{MR} und T_{ML} für die linken und rechten Elektromotoren **6R** und **6L** abhängig von den Drehmoment-Befehlswerten T_{MR_a} und T_{ML_a} , dem Drehmoment-Korrekturwert T_{MR_V} und T_{ML_V} für die Fahrzeug-Geschwindigkeitssteuerung sowie den Motordrehmoment-Korrekturwerten T_{MR_Y} und T_{ML_Y} für eine Giermoments-Regelung (wird später erläutert) und gibt diese aus. Die Drehmoment-Befehlswerte T_{MR} und T_{ML} für die rechten und linken Elektromotoren **6R** und **6L** und die Umdrehungszahlen ω_R und ω_L der Elektromotoren **6R** und **6L**, die von den elektromagnetischen Pickups **16R** und **16L** detektiert wurden, werden in die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** eingegeben. Die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** treibt über die Drehmoment-Befehlsberechnungseinheit **30a**, die Motor-Steuerungsberechnungseinheit **30b** und den Wechselrichter (Schaltelement) **30** jeweils die Elektromotoren **6R** und **6L** an.

[0066] Die linken und rechten Hinterräder (Reifen) **5R** und **5L** sind jeweils über die Verlangsamers **7R** und **7L** mit den Elektromotoren **6R** und **6L** verbunden. Elektromagnetische Pickups **16R**, **16L** sind im Allgemeinen als ein Sensor ausgeführt, der die umfängliche Geschwindigkeit eines Impulsrads innerhalb des Verlangsamers **7R**, **7L** detektiert. In dem Antriebssystem für die rechte Seite ist es beispielsweise möglich, ein Zahnrad zur Detektion an einem Antriebsschaft innerhalb des Elektromotors **6R** oder an einem Antriebsschaft zu befestigen, welcher den Verlangsamers **7R** mit dem Rad (Reifen) **5R** verbindet und den elektromagnetischen Pickup **16R** in der Position des Zahnrads anzuordnen.

[0067] Wenn der Fahrer des fahrenden Kipp-Lastwagens das Gaspedal **11** loslässt und das Verzögerungspedal **12** drückt, führt die Steuerung **100** eine Steuerung derart aus, dass der Wechselstromgenerator **22** keine elektrische Leistung mehr erzeugt. Ferner werden die Drehmomentwerte T_{MR} von der Steuereinheit **100** negativ und daher betreibt die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** die Elektromotoren **6R** und **6L** derart, dass eine Bremskraft für den fahrenden Kipp-Lastwagen erzeugt wird. In diesem Fall wirken die Elektromotoren **6R** und **6L** als Generatoren um so den Kondensator **25** mittels der Gleichrichter der Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** elektrisch aufzuladen. Der Chopper-Schaltkreis **26** arbeitet so, dass ein Gleichstromwert V innerhalb eines vorgegebenen Gleichstromspannungswerts V_1 bleibt, während durch Zuführen von elektrischem Strom zu dem Gitterwiderstand **27** elektrische Energie in thermische Energie umgewandelt wird.

Herauf-und Herunterbewegung
der Schleifer der Strom-Abgreifer

[0068] Als Nächstes werden die Hebevorrichtungen für die Schleifer **4Ra** und **4La** der Leistungs-Abgreifer **4R** und **4L** im Folgenden erläutert. **Fig. 4** zeigt den Aufbau der Leistungs-Abgreifer **4R** und **4L** zum Aufnehmen von elektrischer Leistung aus den Fahrdrähten **3R** und **3L**. Da die Strom-Abnehmer in diesem Aufbau miteinander identisch sind, wird der Aufbau des Strom-Abnehmers **4L** beispielhaft erläutert. Der Strom-Abnehmer hat als Anhebevorrichtung eine hydraulische Kolbenvorrichtung **4a**. Das Gehäuse der hydraulischen Kolbenvorrichtung **4a** ist an dem Fahrzeugkörper **1** befestigt. Der Schleifer **4La** ist an einem Ende eines Stabs **4c** eines hydraulischen Kolbens **4b** in der hydraulischen Kolbenvorrichtung **4a** befestigt. Der Kontakt/das Ablösen des Schleifers **4La** zu/von dem Fahrdraht **3L** wird durch eine vertikale Bewegung des hydraulischen Kolbens **4b** mit von einer hydraulischen Vorrichtung **4e** (umfassend eine hydraulische Pumpe) über eine Hydraulikleitung **4d** bereitgestelltes Hydraulikfluid gesteuert. Der Schleifer **4La** und der Stößel **4c** des hydraulischen Kolbens **4b** sind durch einen Isolator **4f** elektrisch voneinander isoliert. Die elektrische Leistung des Fahrdrahts **3L** wird in ein Stromversorgungssystem der Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** (zum Antreiben der Motoren, siehe **Fig. 3**) über den Schleifer **4La** und einen Elektrodraht **4G** eingespeist. Die Anhebe-Steuervorrichtung **31** ist so aufgebaut, dass sie gemäß der Betätigung eines Anhebe-Schalters durch einen Schalt-Merker-Vorgang oder ein Steuerungs-Befehlssignal von außen, auf beispielsweise von der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** nach der vorliegenden Erfindung, ein Anhebe-Befehlssignal **4a** an die hydraulische Vorrichtung **4e** übermittelt. Während die Anhebe-Vorrichtung für den Schleifer **4La** in diesem Ausführungsbeispiel durch die hydraulische Kolbenvorrichtung **4a** implementiert ist, kann die Anhebe-Vorrichtung natürlich auch durch das als "Pantograph" bekannte System verwirklicht sein, welches eine parallele Verbindung, Federn, einen Motor etc. verwendet, wie es gewöhnlich für elektrische Züge benutzt wird.

Lenksystem

[0069] Als Nächstes wird bezugnehmend auf **Fig. 5** das Lenksystem erläutert.

[0070] Das Lenksystem besteht aus der vorgenannten Lenk-Steuervorrichtung **32** und einer Lenkvorrichtung **40**. Die Lenk-Steuervorrichtung **40** umfasst ein Lenkrad **41**, einen Reaktionskraftmotor **42** mit einem Lenkwinkelsensor, einen Lenkmotor **43** mit einem Lenkwinkelsensor und ein Zahnstangengetriebe **44**.

[0071] Wenn der Fahrer das Lenkrad **41** betätigt, detektiert der Lenkwinkelsensor des Reaktionskraftmotors **42** die Betätigungsstärke des Lenkrads **41** und sendet die detektierte Betätigungsstärke an die Lenk-Steuervorrichtung **32**. Die Lenk-Steuervorrichtung **32** sendet ein Drehmomentsignal an den Lenkmotor **43** mit dem Lenkwinkelsensor, so dass der vorgegebene Lenkwinkel dem Lenkwinkel entspricht, den der Fahrer als Lenkwinkel vorgibt. Die Vorderäder **45R** und **45L** werden gedreht (gelenkt), und zwar mit einem Lenkdrehmoment, das von dem Lenkmotor **43** erzeugt wird und über das Zahnstangenge triebe **44** übertragen wird. Abhängig von der Größe dieses Drehmoments wird ein Reaktionskraftdrehmoment an den Reaktionskraftmotor **42** übertragen, der den Lenkwinkelsensor hat, wodurch eine Reaktionskraft auf das Lenkrad **41** übertragen wird. Gleichzeitig sendet die Lenk-Steuervorrichtung **32** den Lenkwinkel an die Steuereinheit **100**. Die Lenk-Steuervorrichtung **32** hat die Funktion, einen Lenkdrehmoment-Korrekturwert von der Steuerung **100** zu empfangen und den Lenkmotor **43** (mit dem Lenkwinkelsensor) gemäß dem empfangenen Lenkdrehmoment-Korrekturwert zu betätigen. Ob die Lenk-Steuervorrichtung **32** ebenfalls die Reaktionskraft an den Reaktionskraftmotor **42** mit dem Lenkwinkelsensor übermitteln oder nicht kann in geeigneter Weise abhängig von dem Betriebsmodus (wird später erläutert) in diesem Zeitpunkt und von einem Befehl der Steuerung **100** geändert werden. Wenn beispielsweise die Lenk-Steuervorrichtung **32**, die den Lenkdrehmoment-Korrekturwert von der Steuerung **100** empfängt, den Lenkmotor **43** mit dem Lenkwinkelsensor ohne das Übermitteln eines Reaktionskraft-Befehls werts an den Reaktionskraftmotor **42** mit dem Lenkwinkelsensor betätigt, verliert der Fahrer in diesem Moment das Lenkgefühl, obwohl das Fahrzeug (der Kipp-Lastwagen) gemäß dem Lenkwinkel wendet. Wenn dagegen selbst dann kein Befehl an den Lenkmotor **43** mit dem Lenkwinkelsensor übermitteln wird, wenn der Fahrer einen Lenkvorgang durchführt, fährt das Fahrzeug (der Kipp-Lastwagen) trotz der Betätigung des Lenkrads **41** keine Kurven. Dieses Mittel ist dann wirkungsvoll, wenn die Steuerung **100** erkennt, dass das Lenkrad **41** aus irgendeinem Grund beispielsweise nicht betätigt werden sollte. Als Mittel zur Information des Fahrers darüber, dass in diesem Moment das Lenkrad **41** nicht betätigt werden sollte, kann die Lenk-Steuervorrichtung **32** ein Drehmoment in einer der Richtung des Lenkvorgangs durch den Fahrer entgegengesetzten Richtung erzeugen. Das Drehmoment kann für den Fahrer das Gefühl erzeugen, dass das Lenkrad **41** schwer ist, so dass er erkennt, dass das Lenkrad **41** in diese Richtung nicht betätigt werden sollte.

[0072] Während in diesem Ausführungsbeispiel ein drahtgebundenes Lenksystem erläutert wurde, in welchem das Lenkrad **41** nicht direkt mit den Vorderäder **45R** und **45L** verbunden ist, ist das Lenksystem

nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann auch ein elektrisches Leistungslenksystem verwendet werden, in welchem der Reaktionskraftmotor **42** mit dem Lenkwinkelsensor und der Lenkmotor **43** mit dem Lenkwinkelsensor direkt als einstückiges Bauteil miteinander verbunden sind. Ferner kann der Lenkmotor **43** mit dem Lenkwinkelsensor auch durch einen Motor vom hydraulischen Servotyp verwirklicht werden. Ferner kann der von der Steuerung **100** übermittelte Korrekturwert auch ein korrigierter Winkel anstelle des Drehmoments sein. In diesem Fall kann die Lenk-Steuervorrichtung **32** so aufgebaut sein, dass sie eine Drehmoment-Rückkopplungsregelung ausführt, um eine Abweichung zwischen dem von dem Lenkwinkelsensor detektierten Lenkwinkel und dem korrigierten Winkel zu eliminieren.

[0073] Fig. 6 ist ein Block-Diagramm, welches eine Funktion der Len-Steuervorrichtung **32** zur Berechnung des Lenkdrehmoment-Korrekturwerts zeigt. Eine Umwandlungseinheit **32a** der Lenk-Steuervorrichtung **32** wandelt den von dem Reaktionskraftmotor **42** mit dem Lenkwinkelsensor empfangenen Lenkwinkel des Fahrers in einen Fahrerlenkwinkel um, indem der Lenkwinkel des Fahrers mit einem Verstärkungsfaktor multipliziert wird. Eine Berechnungseinheit **32b** subtrahiert den derzeitigen Lenkwinkel von dem Fahrerlenkwinkel. Eine Umwandlungseinheit **32c** wandelt das Ergebnis in ein vom Fahrer angefordertes Lenkdrehmoment um, indem das Ergebnis der Subtraktion mit einem Verstärkungsfaktor multipliziert wird. Dann berechnet eine Berechnungseinheit **32d** durch Addition des Lenkdrehmoments (das von der Steuerung **100** empfangen wurde) zu dem vom Fahrer angeforderten Lenkdrehmoment den Lenkdrehmoment-Befehlswert. Der berechnete Lenkdrehmoment-Befehlswert wird an den Lenkmotor **43** mit dem Lenkwinkelsensor ausgegeben.

Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerung

[0074] Bezugnehmend wieder auf Fig. 3 umfasst die Steuerung **100** eine Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuereinheit **101**. Wenn ein Fahrzeuggeschwindigkeits-Regelungsmodus ausgewählt wurde (EIN), implementiert die Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuereinheit **101** die Steuerung der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß dem Fahrzeug-Geschwindigkeits-Regelungsmodus, indem eine Rückkopplungsregelung für die derzeitige Fahrzeuggeschwindigkeit bezogen auf eine Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit ausgeführt wird, die für den Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerungsmodus vorgegeben ist. Fig. 7 ist ein Blockdiagramm zur Erläuterung der Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuereinheit **101**. Wie in Fig. 7 dargestellt, berechnet die Fahrzeuggeschwindigkeit-Steuereinheit **101** dann, wenn der Fahrzeuggeschwindigkeits-Regelungsmodus auf EIN (1) geschaltet ist, also wenn die Schalteinheit **101c** sich

in der EIN-Position befindet, die Differenz zwischen den zwei Fahrzeuggeschwindigkeiten mit einer Berechnungseinheit **101a**, wobei sie die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit und die voreingestellte Fahrzeuggeschwindigkeit empfängt, berechnet die Drehmoment-Korrekturwerte T_{MR_V} und T_{ML_V} (zum Ändern der derzeitigen Fahrzeuggeschwindigkeit hin zu Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit) mittels einer Umwandlungseinheit **101b** durch Multiplikation der Differenz mit einem Verstärkungsfaktor und gibt die berechneten Drehmoment-Korrekturwerte T_{MR_V} und T_{ML_V} aus. Die Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuer-einheit **101** empfängt die Umdrehungsgeschwindigkeiten ω_R und ω_L der Elektromotoren **6R** und **6L**, die von den elektromagnetischen Messtastern **16R** und **16L** detektiert wurden, und berechnet die Fahrzeuggeschwindigkeit aus den Umdrehungsgeschwindigkeiten. Eine Fahrzeuggeschwindigkeits-Detektionsvorrichtung wird daher durch die Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuervorrichtung **101** und die elektromagnetischen Abgreifer **16R** und **16L** gebildet. Ein Befehl, ob ein Umschalten des Fahrzeuggeschwindigkeits-Regelungsmodus gemäß der Betätigung eines Schalters der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** oder gemäß der Eingabe von außen durchgeführt werden soll, kann beispielsweise ausgegeben werden. Der Abbruch des Fahrzeuggeschwindigkeits-Regelungsmodus kann erfolgen, wenn der Fahrer das Bremspedal **12** tritt oder abhängig von einer Eingabe von außen. Wenn der Fahrzeuggeschwindigkeits-Regelungsmodus abgebrochen wird, wurde, wird der Befehl des Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuermodus auf AUS (0) geschaltet (also die Schalteinheit **101c** wird AUS-geschaltet) und der Fahrzeugsteuerungs-Drehmomentbefehlswert 0 wird von einer Null-Ausgabereinheit **101d** ausgegeben. Die Steuerung **100**, die eine voreingestellte Tabelle von Motorumdrehungszahl-Befehlswerten für verschiedene Drehmomentkorrekturwerte T_{MR_V} und T_{ML_V} hat, gibt aufgrund der Tabelle einen Motorumdrehungsgeschwindigkeits-Befehlswert an den Motor **21** aus.

Giermoment-Regelung

[0075] Wie in **Fig. 3** dargestellt, umfasst die Steuerung **100** ferner eine Giermoment-Steuereinheit **102** zum Steuern der Drehrichtung des Fahrzeugs. **Fig. 8** ist ein Blockdiagramm, welches die Details der Funktion der Giermoment-Steuereinheit **102** zeigt. Wie in **Fig. 8** dargestellt, umfassen Eingabesignale der Giermoment-Steuereinheit **102** beispielsweise einen Giermoment-Steuerungswert, welcher durch eine weitere Giermoment-Steuerung (beispielsweise eine Steuerung zum Vermeiden eines Seitwärts-Rutschens) erzeugt wird, einen Giermoment-Korrekturwert, der gemäß der vorliegenden Erfindung erzeugt wird, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Vorwärts-/Rückwärtsbeschleunigung, die Querbewegung, die Gier-Rate, den Lenkwinkel und einen Befehl für einen Giermoment-Steuerungsmodus. Ausgangssi-

gnale von der Giermoment-Steuereinheit **102** sind der Lenkmoment-Korrekturwert und die Drehmoment-Korrekturwerte T_{MR_Y} und T_{ML_Y} für die Motoren. Der Giermoment-Steuerungswert und der Giermoment-Korrekturwert werden von einer Berechnungseinheit **102a** zueinander addiert, um einen Giermoment-Befehlswert zu bestimmen. Der Giermoment-Befehlswert wird in die Lenkmoment-Steuereinheit **102b**, eine Motordrehmoment-Steuereinheit **102c** und eine Optimalverteilungs-Steuerungseinheit **102d** eingegeben. Die Lenkmoment-Steuereinheit **102b** berechnet einen Lenk-Drehmoment-Korrekturwert auf der Grundlage des eingegebenen Giermoment-Befehlswerts. Die Motordrehmoment-Steuereinheit **102c** berechnet auf der Grundlage des eingegebenen Drehmoment-Befehlswerts Motordrehmoment-Korrekturwerte. Die Optimalverteilungs-Steuerungseinheit **102d** berechnet ein Giermoment-Verhältnis auf der Grundlage des Befehlswerts, der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Gier-Rate, des Lenkwinkels, der Vorwärts-/Rückwärtsbeschleunigung und der Querbewegung, die eingegeben wurden, und berechnet dann die dem Giermoment-Verhältniswert entsprechenden Lenkmoment-Korrekturwerte und Motordrehmoment-Korrekturwerte. Der Befehl zum Giermoment-Steuerungsmodus wird in eine Schalteinheit **102e** eingegeben. Wenn der Giermoment-Steuerungsmodus der Modus **1** ist, gibt die Schalteinheit **102e** den von der Lenkmoment-Steuereinheit **102b** berechneten Lenkmoment-Korrekturwert aus. Wenn der Giermoment-Steuerungsmodus der Modus **2** ist, gibt die Schalteinheit **102e** den von der Motordrehmoment-Steuereinheit **102c** berechneten Motordrehmoment-Korrekturwert aus. Wenn der Giermoment-Steuerungsmodus der Modus **3** ist, gibt die Schalteinheit **102e** die von der Optimalverteilungs-Steuereinheit **102d** berechneten Drehmoment-Korrekturwerte für den rechten und linken Motor und den Lenkmoment-Korrekturwert aus.

Einstellen des Giermoment-Steuerungsmodus

[0076] In Minen, in welchen die Kipp-Lastwagen fahren, besteht zunehmend Bedarf für eine Verringerung der zum Transport von Erde, Sand etc. benötigten Zeit. Der Grund dafür ist, dass die Verringerung der nötigen Zeit den Erde-/Sandtransportzyklus für jeden Kipp-Lastwagen verkürzt und die Anzahl der Transportvorgänge erhöht. Die Fahrzeuggeschwindigkeit ist der Hauptfaktor, der direkt zur Verringerung der benötigten Zeit beiträgt. Es ist daher wünschenswert, eine Steuerung zu vermeiden, die die Fahrzeuggeschwindigkeit reduziert.

[0077] **Fig. 9** ist ein Graph, der die Wirkung eines Verfahrens zeigt, welches den Giermoment-Korrekturwert mittels einer Antriebskraft-Differenz für die gesamte Antriebskraft der Motoren implementiert, wenn das Fahrzeug mit seiner 100-prozentigen

gen Motorantriebskraft fährt. Geht man beispielsweise davon aus, dass das Fahrzeug derzeit bei einer konstanten Geschwindigkeit mit seiner 100-prozentigen Antriebskraft fährt, wie dies auf der linken Seite „a“ in **Fig. 9** gezeigt ist, so ist die gesamte Antriebskraft des Fahrzeugs im Gleichgewicht mit dem Fahrwiderstand (Luftwiderstand, Reibwiderstand, Steigungswinkel etc.). In der Konfiguration dieses Ausführungsbeispiels bedeutet „100-prozentige Antriebskraft“, dass bei dieser Geschwindigkeit die Leistungsgrenze der Hinterradmotoren, also der Maximalwert der Antriebskraft, welche die Motoren erzeugen können, erzeugt wird. Wir betrachten nun das Verfahren der Erzeugung des Giermoments durch Einleiten einer Antriebs-/Bremskraft für das Fahrzeug. In diesem Fall kann die Erzeugung des Giermoments nur durch eine Verringerung der Antriebskraft entweder des rechten oder linken Motors erreicht werden, wie dies auf der rechten Seite „b“ in **Fig. 9** gezeigt ist, da die Motoren bereits bei ihren Leistungsgrenzen laufen, wie oben erwähnt. Während ein der Verringerung der Antriebskraft entsprechendes Giermoment in dem Fahrzeug erzeugt wird, verringert sich die Fahrzeuggeschwindigkeit durch die Verringerung der Antriebskraft. Dies widerspricht dem vorgenannten Ziel der Zeiteinsparung. Daher sollte der Aktuator, der in diesem Fall das Giermoment erzeugt, so arbeiten, dass keine beträchtliche Verringerung der Geschwindigkeit eintritt. Die Einstellung des Giermoment-Steuerungsmodus auf den Modus 1 wie in **Fig. 8** dargestellt, wäre in diesem Fall angemessen. Im Gegensatz dazu wird dann, wenn die Antriebskraft des Fahrzeugs unterhalb von 100 Prozent liegt, der Giermoment-Steuerungsmodus auf die Motordrehmoment-Steuerung (Giermoment-Steuerungsmodus 2) oder die Optimalverteilungs-Steuerung (Giermoment-Steuerungsmodus 3) geschaltet, abhängig von der Stärke der Antriebskraft und anderen Zustandsgrößen des Fahrzeugs.

Kombination der von den jeweiligen Einheiten erzeugten Motordrehmomente

[0078] Ein Verfahren zur Berechnung der Motordrehmomentbefehlswerte durch die Steuerung wird bezugnehmend auf **Fig. 10** beschrieben. **Fig. 10** ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel des Verfahrens zur Berechnung des Motordrehmoments-Befehlswerts zeigt. Zunächst wählt eine Verarbeitungseinheit **100a** die vorgenannten Drehmoment-Befehlswerte T_{MR_a} und T_{ML_a} entsprechend der Betätigung des Gas-/Bremspedals durch den Fahrer oder der von der Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerung erzeugten Drehmoment-Befehlswerte T_{MR_V} und T_{ML_V} aus. Beispielsweise wählt die Verarbeitungseinheit **100a** den Drehmoment-Befehl des Fahrers, wenn dieser existiert. Andernfalls wählt die Verarbeitungseinheit **100a** den Drehmoment-Befehl für die Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuerung. Anschließend berechnet eine Be-

rechnungseinheit **100b** Motor-Drehmoment-Befehlswerte T_{MR} und T_{ML} durch Addieren des den von der Giermoment-Steuerungseinheit **102** erzeugten Befehlswerten entsprechenden Motordrehmoment-Korrekturwerts T_{MR_Y} und T_{ML_Y} zu den jeweiligen von der Verarbeitungseinheit **100a** ausgewählten Drehmoment-Befehlswerten. Diese Motordrehmoment-Kombinationsmethode ist nur ein Beispiel; verschiedene andere Verfahren (beispielsweise allgemein bekannte Verfahren) können ebenfalls verwendet werden.

Gesamtaufbau der charakteristischen Teile

[0079] Als nächstes wird im Folgenden der Gesamtaufbau des charakteristischen Teils des elektrisch angetriebenen Kipp-Lastwagens in diesem Ausführungsbeispiel Bezug nehmend auf **Fig. 11** beschrieben.

[0080] Wie oben beschrieben umfasst das Antriebssystem des elektrisch angetriebenen Kipp-Lastwagens in diesem Ausführungsbeispiel die Fahrdrabt-Detektionsvorrichtung **15** zum Detektieren der Fahrdrabte **3R** und **3L** und die Fahrzeugsteuervorrichtung **50**.

[0081] Die Fahrdrabt-Detektionsvorrichtung **15** kann typischerweise durch einen Sensor wie einen Laserradar, einen Millimeterwellen-Radar oder eine Kamera verwirklicht werden. In einer X-Y-Ebene, die durch eine die Fahrtrichtung des Fahrzeugs (Richtung der Fahrzeugsachse) darstellende X-Achse und eine die Querrichtung des Fahrzeugs (senkrecht zur Fahrzeugachse) darstellende Y-Achse aufgespannt wird, dient einer der oben genannten Sensoren in der vorliegenden Erfindung als Mittel zum Detektieren der relativen räumlichen Beziehung zwischen dem Fahrzeugkörper und den Fahrdrähten. Im Fall des Laserradars ist ein Abtasten (Suche nach den Fahrdrähten) in der X-Achsen-Richtung des Fahrzeugs zur präzisen Detektion der Fahrdrähte sinnvoll. Im Fall des Millimeterwellen-Radars sind störende Einflüsse des Wetters (Nebel, Regen etc.) im Vergleich zu anderen Sensortypen geringer. Diese Radarsensoren können nicht nur in der X-Y-Ebene, sondern auch in der Z-Richtung (Höhenrichtung des Fahrzeugs und der Fahrdrähte) detektieren. Daher können Radarsensoren in solchen Fällen sinnvoll sein, in denen die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit einem System verwendet wird, welches die Detektion der Höhenrichtung erfordert.

[0082] Im Fall der Kamera werden Bilder der Fahrdrähte von unten aufgenommen und die Fahrdrähte können so tagsüber bei gutem Wetter dank des hohen Kontrastes zwischen dem Himmel und den Fahrdrähten präzise detektiert werden. Es ist auch möglich, das Fahrzeug **1** mit einer Beleuchtungsvorrichtung **51** zum Beleuchten der Fahrdrähte **3R** und **3L**

auszustatten. In diesem Fall wird durch die Beleuchtung der Fahrdrähte **3R** und **3L** mit der Beleuchtungsvorrichtung **51** ein hoher Kontrast zwischen dem Himmel und den Fahrdrähten aufrechterhalten, wodurch die Fahrdrähte selbst dann präzise detektiert werden können, wenn ansonsten ein derartiger Kontrast nicht erreicht werden kann (Abend, Nacht, Regenwetter etc.).

[0083] Das System kann auch so aufgebaut werden, dass zwei oder mehr Sensoren kombiniert werden.

[0084] Fig. 11 ist ein schematisches Diagramm, welches den Aufbau der Fahrzeugsteuervorrichtung **50** und die Eingabe-/Ausgabebeziehung zwischen der Fahrzeugsteuervorrichtung **50** und der Steuerung **100** zeigt. Wie in Fig. 11 dargestellt umfasst die Fahrzeugsteuervorrichtung **50** eine Fahrdraht-Detektions-Informationsverarbeitungseinheit **50a**, eine Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** und eine Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c**. Die Fahrdraht-Detektions-Informationsverarbeitungseinheit **50a** erfasst Informationen über die relative räumliche Beziehung zwischen dem Fahrzeugkörper und den Fahrdrähten durch Verarbeitung der von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** detektierten Information. Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** berechnet Zustandsgrößen des Fahrzeugs auf der Grundlage der von der Fahrdraht-Detektions-Informationsverarbeitungseinheit **50a** detektierten Information. Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** steuert die Fahrzeug-Zustandsgrößen auf der Grundlage des Ergebnisses der Berechnung durch die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b**. Die Fahrdrähte **3R** und **3L** werden über Isolatoren **52** von Trägern **53** getragen. Die Fahrzeugsteuervorrichtung **50** gibt einen Soll-Geschwindigkeitskorrekturwert, einen Giermoment-Korrekturwert, den Giermoment-Steuerungsmodus, den Anhebebefehl der Anhebe-Steuervorrichtung, Steuerungs-/Detektion-Zustandsinformation etc. aus.

[0085] In diesem Ausführungsbeispiel wird die Detektion der Fahrdrähte für den Fall erläutert, in dem als Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** eine Kamera verwendet wird und die relative räumliche Beziehung zwischen dem Fahrzeugkörper und den Fahrdrähten in der X-Y-Ebene mit Hilfe von Bildverarbeitung detektiert wird. Die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung **15** ist daher durch eine Kamera verwirklicht, und die Fahrdraht-Detektions-Informationsverarbeitungseinheit **50a** ist durch eine Bildverarbeitungseinheit verwirklicht, welche das von der Kamera **15** aufgenommene Bild verarbeitet.

Kamera **15** und Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a**

[0086] Die Kamera **15** nimmt Bilder der Fahrdrähte **3R** und **3L** auf. Falls die beiden Fahrdrähte **3R** und **3L** von der Kamera aufgenommen werden sollen, sollte die Kamera **15** in der Mitte zwischen dem linken und rechten Fahrdraht **3R** und **3L** angeordnet sein. Es ist aber auch möglich, den rechten und linken Fahrdraht mit jeweils einer Kamera aufzunehmen. Die von der Kamera **15** aufgenommene Bildinformation wird an die Bildinformations-Verarbeitungseinheit **50a** der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** übermittelt. Die Bildinformation stellt eine Pixelanordnung in dem von der Kamera **15** aufgenommenen Bereich dar. Die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** wandelt die Bildinformation in die benötigte Information um.

[0087] Wenn eine starke Lichtquelle in der Aufnahmerichtung der Kamera existiert, kann ein Blende- oder Unschärfefeffer in dem in die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** eingegebenen Bild auftreten, der auch als „Halo“-Effekt bezeichnet wird, und dies kann das Erkennen des Detektions-Objekts unmöglich machen. Als Gegenmaßnahme für dies Problem ist es möglich, zwei Kameras zu verwenden: eine zum Aufnehmen der Fahrdrähte **3R** und **3L** vor dem Fahrzeug und eine andere zum Aufnehmen der Fahrdrähte **3R** und **3L** hinter dem Fahrzeug. Wenn die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** erkennt, dass der „Halo“-Effekt in einem von der Kamera aufgenommenen Bild auftritt, kann mittels der anderen Kamera eine Korrektur vorgenommen werden. Der „Halo“-Effekt kann nach öffentlich bekannten Verfahren detektiert werden. Der Aufbau mit zwei Kameras ist nicht nur dann wirkungsvoll, wenn der „Halo“-Effekt auftritt, sondern auch dann, wenn das Blickfeld einer Kamera verstellt ist. Wenn die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** beurteilt, dass das Blickfeld einer Kamera durch Schmutz, Matsch etc. verstellt ist, kann in ähnlicher Weise mittels der anderen Kamera eine Korrektur vorgenommen werden. Es ist ferner möglich, die Kamera **15** mit einem Gehäuse zu umgeben, die Kamera **15**, die Fahrdrähte **3R** und **3L** durch Glas des Gehäuses aufnehmen zu lassen und das Glas mit einem Wischer, Wachflüssigkeit etc. zu reinigen, wenn die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** erkennt, dass die Transparenz des Glases aufgrund von Schmutz, Matsch etc. verschlechtert ist.

[0088] Wenn die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** erkennt, dass die Stärke des Umgebungslichts für die Detektion der Fahrdrähte **3R** und **3L** unzureichend ist (Dämmerung, Dunkelheit etc.), kann die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** einen Aufblendbefehl an die Beleuchtungsvorrichtung **51** ausgeben, so dass die Beleuchtungsvorrichtung **51** die Fahrdrähte **3R** und **3L** beleuchtet und einen ho-

hen Kontrast zwischen dem Himmel und den Fahrdrähten aufrecht erhält.

[0089] In diesem Ausführungsbeispiel wird zur Vereinfachung der Erläuterung ein Teil betrachtet, in welchem der Kipplastwagen (das Fahrzeug) in einem Fahrdraht-Fahrabschnitt wie demjenigen, der in **Fig. 12** dargestellt ist, fährt, und die Kamera **15** Bilder in die Richtung direkt oberhalb des Fahrzeugs aufnimmt, wie dies in **Fig. 13** dargestellt ist (nicht in einer schrägen Richtung wie in **Fig. 11** dargestellt). **Fig. 12** ist ein schematisches Diagramm, welches eine Fläche im Bereich eines Fahrdraht-Verbindungsabschnitts in diesem Ausführungsbeispiel in einer Ansicht von oben zeigt. In **Fig. 12** fährt das Fahrzeug **1** in dem schematischen Diagramm von unten nach oben. Der Bereich vor dem Fahrzeug **1**, der durch gepunktete Linien dargestellt ist, stellt den Bilderfassungsbereich der Kamera **15** dar. Die durchgezogenen Linien auf beiden Seiten des Fahrzeugs **1** bezeichnen die Fahrspurkanten **54**. Unter den Fahrdrähten **3R** und **3L** bilden die ersten Fahrdrähte **3R1** und **3L1** einen ersten Fahrabschnitt, in welchem nur die ersten Fahrdrähte **3R1** und **3L1** installiert sind, verlaufen dann parallel zu neuen zweiten Fahrdrähten **3R2** und **3L2** für ein gewisses Intervall in dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C und gehen dann in die Fahrdraht-Ende-Endteile **3R1_T** und **3L1_T** über. Unterdessen verlaufen die zweiten Fahrdrähte **3R2** und **3L2** von den Fahrdrahtanfangs-Endteilen **3R2_B** und **3L2_B** für ein gewisses Intervall parallel zu den ersten Fahrdrähten **3R1** und **3L1** und bilden dann einen zweiten Fahrabschnitt, in welchem nur die zweiten Fahrdrähte **3R2** und **3L2** installiert sind. In diesem Fall ist der Bilderfassungsbereich a, b, c, d der Kamera **15** (der Detektionsbereich der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung) wie in **Fig. 14** dargestellt, vor dem Fahrzeug festgelegt. **Fig. 15** ist ein schematisches Diagramm, welches für diesen Fall ein von der Kamera **15** aufgenommenes Bild zeigt. Da die Kamera in **Fig. 15** das Bild der Fahrdrähte **3R** und **3L** von unten aufgenommen hat, sind die Vorne-Hinten-Beziehungen zwischen den Punkten a, b, c und d (räumliche Beziehung zwischen der Linie a-d und der Linie b-c) und der Fahrtrichtung des Fahrzeugs entgegengesetzt zu denjenigen in **Fig. 13** in der die Fahrdrähte **3R** und **3L** von oben betrachtet werden.

[0090] Wie in **Fig. 15** dargestellt erscheinen die Fahrdrähte **3R** und **3L** in der von der Kamera **15** erfassten Bildinformation parallel zur Fahrtrichtung (in der vertikalen Richtung des Bilds). In dieser Bildinformation wird, wie in **Fig. 16** dargestellt, ein Kantendetektionsprozess (Randprozess) durchgeführt. Durch den Kantendetektionsprozess wird der rechte Fahrdraht **3R** in Kanten RR und RL aufgespalten, während der linke Fahrdraht **3L** in Kanten LR und LL aufgespalten wird. Anschließend wird, wie in **Fig. 17** dargestellt, eine Mittellinie der Kanten sowohl für den rechten als auch für den linken Fahrdraht **3R** und **3L**

(eine Mittellinie RM für den rechten Fahrdraht **3R** und eine Mittellinie LM für den linken Fahrdraht **3L**) ermittelt. Dann wird ein auf die Pixelanzahl bezogenes Koordinatensystem festgelegt, dessen Ursprung im oberen Mittelbereich Oc des Bilds angeordnet ist (mit einer parallel zur Linie ab verlaufenden X-Achse und einer parallel zur Linie da verlaufenden Y-Achse). Anschließend wird der Schnittpunkt P (0, M_Lad_Ref) der Mittellinie LM und der Linie ad, der Schnittpunkt Q (0, M_Rad_Ref) der Mittellinie RM und der Linie ad, der Schnittpunkt R (m, M_Lbc_Ref) der Mittellinie LM und der Linie bc und der Schnittpunkt S (m, M_Rbc_Ref) der Mittellinie RM und der Linie bc bezogen auf den Ursprung Oc festgelegt. Diese Punkte P, Q, R und S, die auf den Fahrdrähte **3R** und **3L** liegen, werden als Zielpunkte definiert. Übrigens stellt die Zahl „m“ die Anzahl der Pixel in der vertikalen Richtung und die Anzahl „n“ die Anzahl der Pixel in der horizontalen Richtung dar.

[0091] Wenn jeder Fahrdraht **3R**, **3L** in der Mitte des jeweiligen Schleifers **4Ra**, **4La** verläuft, während das Fahrzeug gerade in der Mitte zwischen den Fahrdrähten **3R** und **3L** und parallel zu den Fahrdrähten **3R** und **3L** fährt, ist dies eine geeignete Absicherung gegen Abweichungen (Verschiebungen), die durch lateralen (Links-/Rechts-)Versatz und Schwingungen (Rütteln) des Fahrzeugs. Daher sollte das Fahrzeug in einem derartigen Zustand weiterfahren.

[0092] **Fig. 18** zeigt einen Zustand, in welchem das Fahrzeug nach links verschoben ist. Durch Auswahl von repräsentativen Punkten des Fahrzeugs **1** in Schnittpunkten von parallel zur X-Achse verlaufenden Linien (also in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs **1**), die durch die Mitte des Schleifers **4Ra** oder **4La** und die Linien ad und bc im Bilderfassungsbereich verlaufen, werden die Punkte P', Q', R' und S' wie in **Fig. 18** als repräsentative Punkte ermittelt. Diese repräsentativen, zur Steuerung verwendeten Punkte sind Punkte zur Steuerung der Position des Fahrzeugs bezogen auf die Fahrdrähte **3R** und **3L**. Die repräsentativen Punkte P', Q', R' und S' können auch als Steuerungspunkte bezeichnet werden. Koordinaten dieser repräsentativen Punkte werden als M_Lad_Cont, M_Rad_Cont, M_Lbc_Cont und M_Rbc_Cont bezeichnet.

[0093] Ferner wird detektiert, ob zusätzlich zu den derzeit detektierten Fahrdrähten (den ersten Fahrdrähten **3R₁** und **3L₁** neue Fahrdrähte (die zweiten Fahrdrähte **3R₂** und **3L₂** in dem Bilderfassungsbereich a, b, c, d detektiert werden oder nicht.

[0094] Die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** sendet die Koordinateninformation bezüglich der Zielpunkte und der repräsentativen Punkte und Informationen darüber, ob die zweiten Fahrdrähte **3R₂** und **3L₂** detektiert wurden oder nicht, an die Fahrzeugzustandsgrößen der Rechneinheit **50b**.

[0095] Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** berechnet in diesem Ausführungsbeispiel Abweichungen zwischen den repräsentativen Punkten P', Q', R' and S' und den Zielpunkten P, Q, R and S. Die Abweichungen e_{Lad} , e_{Rad} , e_{Lbc} und e_{Rbc} zwischen den repräsentativen Punkten und den Zielpunkten werden wie folgt berechnet:

$$e_{Lad} = M_{Lad_Ref} - M_{Lad_Cont} \quad (1)$$

$$e_{Rad} = M_{Rad_Ref} - M_{Rad_Cont} \quad (2)$$

$$e_{Lbc} = M_{Lbc_Ref} - M_{Lbc_Cont} \quad (3)$$

$$e_{Rbc} = M_{Rbc_Ref} - M_{Rbc_Cont} \quad (4)$$

[0096] Diese Abweichungen nehmen positive/negative Werte an, wenn das Fahrzeug bezüglich der Fahrdrähte nach rechts oder nach links versetzt ist.

[0097] Die Verschiebung (Abweichung) ist ähnlich definiert, wenn das Fahrzeug wie in **Fig. 18** dargestellt schräg zu den Fahrdrähten **3R** und **3L** fährt. In diesem Fall können die Neigung $e\theta_L$ des Fahrzeugs bezogen auf den linken Fahrdraht **3L** und die Neigung $e\theta_R$ des Fahrzeug bezogen auf den rechten Fahrdraht **3R** wie folgt berechnet werden:

$$e\theta_L = (e_{Lbc} - e_{Lad}/m) \quad (5)$$

$$e\theta_R = (e_{Rbc} - e_{Rad}/m) \quad (6)$$

[0098] Wenn die Kamera in diesem Ausführungsbeispiel erfolgreich den linken und rechten Fahrdraht **3R** und **3L** detektiert, sind die Ausdrücke (2), (4) und (6) zu den Ausdrücken (1), (3) und (5) redundant. Es ist daher wünschenswert, die Berechnung mit Informationen von der erfolgreichen Seite (auf welcher die Verschiebung und die Neigung erfolgreich berechnet werden konnten) durchzuführen, wenn die Berechnungen der Verschiebung und der Neigung aus irgendwelchen Gründen auf einer Seite nicht möglich ist.

[0099] Ferner ermittelt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** abhängig von der Information von der Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** betreffend die Detektion der zweiten Fahrdrähte **3R2** und **3L2**, ob das Fahrzeug **1** innerhalb des Fahrdraht-Verbindungsabschnitts C fährt oder nicht. Übrigens ist der Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C derjenige Abschnitt, in welchem die abschließenden Endteile **3R1_T** und **3L1_T** der ersten Fahrdrähte **3R1** und **3L1** und die anfänglichen Enden **3R2** und **3B2** der zweiten Fahrdrähte **3R2** und **3L2** parallel zueinander verlaufen.

Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c**

[0100] Als Nächstes wird im Folgenden die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** erläutert. Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** nach diesem Ausführungsbeispiel berechnet den Drehmoment-Korrekturwert, der dazu verwendet wird, zumindest einen der repräsentativen Punkte zur Überlagerung mit dem entsprechenden Zielpunkt zu bringen. Zunächst wird ein Prozess zur Erzeugung des Drehmoment-Korrekturwerts durch die Multiplikation der durch die Ausdrücke (1)–(6) dargestellten Verschiebung mit Verstärkungsfaktoren in **Fig. 20** dargestellt. **Fig. 20** ist ein Block-Diagramm, welches die Details der Funktion der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** zeigt. In diesem Beispiel wird der Punkt P oder Q als der Zielpunkt verwendet und der Punkt P oder Q' wird als der repräsentative Punkt verwendet.

[0101] Wie in **Fig. 20** dargestellt ermittelt eine Berechnungseinheit **50c₁** der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** die Abweichung e_{Lad} (e_{Rad}) zwischen dem repräsentativen Punkt P' (Q') und dem Zielpunkt P (Q) durch Berechnung der Differenz zwischen dem Koordinatenwert M_{Lad_Cont} (M_{Rad_Cont}) des repräsentativen Punkts P' (Q') und des Koordinatenwerts M_{Lad_Ref} (M_{Rad_Ref}) des Zielpunkts P (Q), der von der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** eingegeben wurde. Eine Umwandlungseinheit **50c₂** der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** wandelt die Abweichung e_{Lad} (e_{Rad}) durch Multiplikation der Abweichung mit einem Verstärkungsfaktor in einen Giermomentwert um. Eine Umwandlungseinheit **50c₃** wandelt unterdessen die Schrägstellung $e\theta_L$ ($e\theta_R$) des Fahrzeugs, die von der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** eingegeben wurde, durch Multiplikation der Schrägstellung mit einem Verstärkungsfaktor in einen Giermomentwert um. Eine Berechnungseinheit **50c₄** berechnet den Giermoment-Korrekturwert durch Addition der beiden Giermomentwerte zueinander und gibt den berechneten Giermoment-Korrekturwert an die Giermoment-Steuereinheit **102** aus.

[0102] Wenn Informationen eingegeben werden, die angeben, dass das Fahrzeug **1** innerhalb des Fahrdraht-Verbindungsabschnitts C fährt, gibt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** den Wert 0 als den Giermoment-Korrekturwert aus, und zwar unabhängig von den Werten der vorgenannten M_{Lad_Ref} (M_{Rad_Ref}), M_{Lad_Cont} (M_{Rad_Cont}) und e_{Lad} (e_{Rad}).

[0103] Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** bestimmt auch den Giermoment-Steuerungsbetriebsmodus, der beziehend auf **Fig. 8** erläutert wurde. Die vorgenannte Giermoment-Steuereinheit **102** der Steuerung **100** berechnet die Motordrehmo-

ment-Befehlswerte und den Lenkmoment-Korrekturwert abhängig von dem Giermoment-Korrekturwert und dem von der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steereinheit **50c** bestimmten Giermoment-Steuerungsbetriebsmodus und gibt dann die Motordrehmoment-Korrekturwerte und die Lenkmoment-Korrekturwerte jeweils an die Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** und die Lenk-Steuervorrichtung **32** aus.

[0104] Durch den oben beschriebenen Aufbau und Betrieb führt die Steuervorrichtung **200** (die aus der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50**, der Steuerung **100**, der Wechselrichter-Steuervorrichtung **30** und der Lenk-Steuervorrichtung **32** aufgebaut ist) eine Steuerung derart aus, dass in dem Fahrzeugkörper **1** ein geeignetes Giermoment erzeugt wird, so dass das Fahrzeug **1** bei der Fahrt den ersten Fahrdrähten **3R₁** und **3L₁** oder den zweiten Fahrdrähten **3R₂** und **3L₂** folgt, wenn das Fahrzeug **1** außerhalb des Fahrdrabt-Verbindungsabschnitts C fährt. In diesem Fall führt die Steuervorrichtung **200** eine Steuerung so aus, dass ein geeignetes Giermoment des Fahrzeugs **1** derart erzeugt wird, dass der repräsentative Punkt Z sich dem Zielpunkt T nähert. Ferner führt die Steuervorrichtung eine Steuerung derart aus, dass in dem Fahrzeugkörper **1** ein geeignetes Giermoment erzeugt wird, welches die Schrägstellung $e\theta_L$ ($e\theta_LR$) verringert. Wenn das Fahrzeug **1** in dem Fahrdrabt-Verbindungsabschnitt C fährt, führt das Fahrzeug eine Steuerung derart durch, dass kein Giermoment zum Folgen der ersten Fahrdrähte **3R₁** und **3L₁** oder der zweiten Fahrdrähte **3R₂** und **3L₂** ausgegeben wird.

[0105] Neben der einfachen in **Fig. 20** dargestellten Verstärkungssteuerung können auch Integralsteuerungen, Differenzialsteuerungen etc. verwendet werden.

Wirkung

[0106] Nach dem wie oben aufgebauten Ausführungsbeispiel können die folgenden Wirkungen erzielt werden: Da die Fahrdrähte **3R** und **3L** in diesem Ausführungsbeispiel von unten her detektiert werden, gibt es im Vergleich zu herkömmlichen Techniken, in denen Spurmarkierungen etc. durch die Aufnahme von Bildern der Bodenoberfläche detektiert werden, weniger Faktoren, die zu Detektionsfehlern führen könnten. Dadurch kann die Genauigkeit der Fahrdrabtdetektion verbessert werden. Durch die Verbesserung der Genauigkeit der Fahrdrabtdetektion wird die Regelungsgenauigkeit der Giermoment-Regelung zum Erreichen, dass das Fahrzeug während der Fahrt den Fahrdrähten **3R** und **3L** folgt, verbessert, und die Mittelposition der jeweiligen Schleifer **4Ra/4La** des fahrenden Fahrzeugs weicht kaum weit in der Querrichtung von den Fahrdrähten **3R/3L** ab. Daher wird eine stabil dem Fahrdrabt folgende Fahrt ermöglicht und die Betriebsbelastung des Fahrers bei

der Fahrt in einem mit Fahrdrähten ausgestatteten Abschnitt wird deutlich verringert.

[0107] Ferner wird während des Folgens der Fahrdrähte (der ersten Fahrdrähte **3R₁** und **3L₁**) detektiert, ob das Fahrzeug **1** innerhalb eines Fahrdrabt-Verbindungsabschnitts C fährt und die Steuerung wird so ausgeführt, dass innerhalb des Fahrdrabt-Verbindungsabschnitts C keine Giermomentsteuerung erfolgt. Durch diese Steuerung wird vermieden, dass das Fahrzeug weiter den ersten Fahrdrähten **3R₁** und **3L₁** folgt und in Richtung des Rands der Spur **54** fährt. Wenn das Fahrzeug den Fahrdrabt-Verbindungsabschnitt C durchfahren hat, wird die Giermomentsteuerung wieder aufgenommen, um den Fahrdrähten zu folgen (den zweiten Fahrdrähten **3R₂** und **3L₂**). Daher wechselt der mit Schleifern in Kontakt stehende Fahrdrabt von dem ersten Fahrdrabt **3R₁/3L₁** zu dem zweiten Fahrdrabt **3R₂/3L₂** ohne, dass es eines sorgfältigen Lenkvorgangs durch den Fahrer bedürfte. Dadurch wird selbst dann eine stabile Oberleitungsfahrt möglich, wenn die Länge der des Fahrdrabt-Fahrabschnitts größer als die Referenzlänge eines Fahrdrabts ist.

[0108] Falls eine Kamera **15** als Fahrdrabt-Detektionsvorrichtung verwendet wird, ist die Beleuchtung der Fahrdrähte **3R** und **3L** mittels der Beleuchtungsvorrichtung **51** wirkungsvoll zum Aufrechterhalten eines Kontrasts zwischen dem Himmel und den Fahrdrähten **3R** und **3L**. Durch die Verwendung der Beleuchtungsvorrichtung **51** kann die Giermomentsteuerung zum Erreichen eines Fahrwegs des Fahrzeugs, der den Fahrdrähten **3R** und **3L** folgt, mit hoher Genauigkeit nicht nur tagsüber bei gutem Wetter sondern auch unter Bedingungen ausgeführt werden, unter welchen ein derart hoher Kontrast zwischen dem Himmel und den Fahrdrähten **3R** und **3L** kaum erreicht werden kann (Abend, Nacht, Regenwetter etc.).

[0109] Ferner kann die Steuervorrichtung **200** die Giermoment-Steuerung so ausführen, dass die Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** und die Steuerung **100** als separate Bauteile verwendet werden. Durch diesen Aufbau kann die Giermoment-Steuerung gemäß der vorliegenden Erfindung selbst dann einfach durch das Ergänzen der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** zu der Steuerung ausgeführt werden, wenn die Steuerung **100** eine bereits bestehende Steuerung ist. Die Parameter der Giermoment-Steuerung können durch Änderungen der Funktionen der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** einfach angepasst werden. Daher kann das Steuersystem mit einer hohen Flexibilität ausgestattet werden.

[0110] Weiteres Ausführungsbeispiel der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** Als Nächstes wird ein weiteres Ausführungsbeispiel der Fahrzeug-Steuervorrichtung **50** im Folgenden beschrieben.

[0111] Der hauptsächliche Unterschied zwischen diesem Ausführungsbeispiel und dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel ist wie folgt: In dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird dann, wenn das Fahrzeug nicht innerhalb des Fahrdrabt-Verbindungsabschnitts C fährt, also wenn das Fahrzeug in dem ersten Fahrabschnitt (in welchem nur die ersten Fahrdrähte **3R1** und **3L1** installiert sind) oder in dem zweiten Fahrabschnitt (in welchem nur die zweiten Fahrdrähte **3R2** und **3L2** installiert sind) fährt, nur eine Steuerung derart durchgeführt, dass ein Giermoment des Fahrzeugs **1** erzeugt wird, so dass das Fahrzeug **1** so fährt, dass es den ersten Fahrdrähten **3R1** und **3L1** oder den zweiten Fahrdrähten **3R2** und **3L2** folgt (dies wird im Folgenden als „Fahrdrabt-Verbindungssteuerung und Folgesteuerung“ bezeichnet, falls nötig). In diesem Ausführungsbeispiel wird zusätzlich zu der Fahrdrabt-Verbindungssteuerung und der Folgesteuerung eine Anhebesteuerung des Schleifers **4Ra** oder **4La** des Leistungsabgreifers **4R/4L** durchgeführt. Ferner wird dann, wenn die Fahrdrabt-Verbindungssteuerung und die Folgesteuerung ausgeführt wird, ein Totbereich im Hinblick auf die Abweichung zwischen dem repräsentativen Punkt und dem Zielpunkt eingestellt. Die Fahrdrabt-Folgesteuerung der Fahrdrabt-Verbindungssteuerung und der Folgesteuerung wird nur dann ausgeführt, wenn die Abweichung den Totbereich verlassen hat.

Bildverarbeitungseinheit **50a**

[0112] Die Verarbeitung durch die Bildverarbeitungseinheit **50a** ist identisch zu derjenigen in dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel. Die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** sendet die Koordinateninformationen über die repräsentativen Punkte P', Q', R' und S' und die Informationen darüber, ob die zweiten Fahrdrähte **3R2** und **3L2** detektiert wurden oder nicht an die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b**.

Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** und Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c**

[0113] Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** ist ein Bauteil zum Berechnen der Zustandsgrößen, die zum Erzeugen der Steuerungswerte und Befehlswerte wie beispielsweise des Giermoment-Korrekturwerts für die Fahrdrabt-Verbindungssteuerung und des Anhebesteuerungsvorrichtung-Anhebebefehls für die Anhebesteuerung des Schleifers **4Ra** oder **4La** der Stromabgreifer **4R** und **4L**, des Giermoment-Steuerungsmodus und des Zielgeschwindigkeits-Korrekturwerts verwendet werden. Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** ist ein Bauteil zum Erzeugen und Ausgeben von Steuerungswerten und Befehlswerten (der Giermoment-Korrekturwerte, des Anhebesteuerungsvorrichtung-Anhebebefehls, des Gier-

moment-Steuerungsmodus, des Zielgeschwindigkeits-Korrekturwerts, etc.) abhängig von dem Ergebnis der Berechnung der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b**.

Fahrdrabt-Detektionsbereich und Koordinatensystem

[0114] Zunächst werden im Folgenden ein Fahrdrabt-Detektionsbereich und ein Koordinatensystem beschrieben, die von der Fahrzeugs-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** verwendet werden.

[0115] Fig. 21 ist ein schematisches Diagramm, welches den Fahrdrabt-Detektionsbereich und das Koordinatensystem zeigt, die in diesem Ausführungsbeispiel verwendet werden.

[0116] Abhängig von der Bildinformation über den Bilderfassungsbereich a, b, c, d (s. Fig. 17 bis Fig. 19), die von der Bildinformations-Verarbeitungseinheit **50a** von der Kamera **15** empfangen wurden, extrahiert und erfasst die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** einen Bereich, wie den Bereich a1, b1, c1, d1, der in Fig. 21 dargestellt ist, als den Fahrdrabt-Detektionsbereich. Die Seite a1 bis d1 entspricht einem Teil der Seite a bis d des Bilderfassungsbereichs a, b, c, d, der in Fig. 17 bis Fig. 19 dargestellt ist, während die Seite b1–c1 einem Teil der Seite b–c des Bilderfassungsbereichs a, b, c, d entspricht. Der Fahrdrabt-Detektionsbereich a1, b1, c1, d1 gibt die räumliche Beziehung zwischen dem Schleifer **4Ra** oder **4La** und dem Fahrdrabt **3R1** oder **3L1** oder dem Fahrdrabt **3R2** oder **3L2** an, wenn der Fahrdrabt **3R1/3L1** oder **3R2/3L2** von oben betrachtet wird. In dem Fahrdrabt-Detektionsbereich a1, b1, c1, d1 verläuft eine gerade Linie, die durch die Mitte der Schleifer **4Ra/4La** (bezogen auf eine Querrichtung) verläuft und in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs verläuft, durch die Mitte der Seite a1 bis d1 und die Mitte der Seite b1–c1. Wie oben erwähnt ist der Fahrdrabt **3R1/3L1** oder **3R2/3L2** in der Bildinformation zu dem Bilderfassungsbereich a, b, c, d, die durch die Kamera **15** erfasst wurde, von unten aufgenommen worden, so dass die vorne-hinten-Beziehung (vertikale Richtung in Fig. 21) in dem Fahrdrabt-Detektionsbereich a1, b1, c1, d1 (wenn man den Fahrdrabt **3R1/3L1** oder **3R2/3L2** von oben betrachtet) im Vergleich zu derjenigen des Bilderfassungsbereichs a, b, c, d umgekehrt ist.

[0117] Ferner legt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** ein Koordinatensystem fest, dessen Ursprung (Op) in der Mitte des Schleifers **4Ra/4La** liegt, dessen X-Achse in der Fahrtrichtung verläuft und dessen Y-Achse bezogen auf die Fahrtrichtung nach links verläuft. In dem Koordinatensystem legt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** einen repräsentativen Punkt auf dem Schnittpunkt Z der X-Achse mit der Seite b1–

d1 fest und legt zwei Zielpunkte T und U im Schnittpunkt T der Seite b1–c1 und des Fahrdrachts **3R1/3L1** oder **3R₂/3L₂** und dem Schnittpunkt U der Seite a1–d1 und des Fahrdrachts **3R1/3L1** oder **3R₂/3L₂** fest. Da die Kamera **15** und der Schleifer **4La** des Stromabnehmers **4R/4L** beide an dem Fahrzeug befestigt sind und die räumliche Beziehung zwischen den beiden Bauteilen bereits bekannt ist, können die Koordinaten der Schnittpunkte Z, T, U einfach mittels einer Koordinatentransformation bestimmt werden, indem die Koordinatenwerte der Punkte P', P und R in dem Koordinatensystem mit dem Ursprung Oc aus **Fig. 17–Fig. 19** in Koordinatenwerte in dem Koordinatensystem mit dem Ursprung Op aus **Fig. 21** umgewandelt werden.

Fahrdracht Verbindungs- Steuerung und Folgesteuerung

[0118] Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** berechnet zunächst die Abweichung zwischen dem repräsentativen Punkt Z und dem Zielpunkt T. Da der Y-Koordinatenwert Y_{Cbc} des Zielpunkts T vor dem Schleifer **4Ra/4La** gleich der Abweichung zwischen dem repräsentativen Punkt Z und dem Zielpunkt T ist, benutzt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** den Y-Koordinatenwert Y_{Cbc} des Zielpunkts T als die Abweichung zwischen dem repräsentativen Punkt Z und dem Zielpunkt T. Die Abweichung Y_{Cbc} nimmt einen positiven/negativen Wert an, wenn das Fahrzeug bezogen auf die Fahrdrächte nach links/nach rechts versetzt ist.

[0119] Wenn das Fahrzeug schräg zu dem Fahrdracht **3R1/3L1** oder **3R₂/3L₂** fährt, wird ein ähnlicher Versatz auch im Hinblick auf die Neigung des Fahrzeugs definiert. In diesem Fall wird die Neigung θ_t des Fahrzeugs bezogen auf den Fahrdracht **3R1/3L1** oder **3R₂/3L₂** in einem gewissen Zeitpunkt durch den folgenden Ausdruck dargestellt, wobei die Koordinatenwerte der zwei Zielpunkte T und U verwendet werden:

$$\theta_t = (Y_{Cbc} - Y_{Cad}) / (X_{Cbc} - X_{Cad}) \quad (7)$$

[0120] Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** berechnet den Giermoment-Korrekturwert (um den repräsentativen Punkt Z zur Überlagerung mit dem Zielpunkt T zu bringen), indem die Abweichung Y_{Cbc} zwischen dem repräsentativen Punkt und dem Zielpunkt T oder die Neigung θ_t des Fahrzeugs verwendet wird.

[0121] **Fig. 22** ist ein Blockdiagramm, welches den Prozess der Berechnung des Giermoment-Korrekturwerts zeigt, welcher die Abweichung Y_{Cbc} oder die Neigung θ_t verwendet. In der Fahrzeugzustandsgrößensteuereinheit **50c** wandelt eine Umwandlungseinheit **50c₂** (die in **Fig. 20** dargestellte Umwandlungs-

einheit **50c₂**) die Abweichung Y_{Cbc} in einen Giermomentwert um, indem sie die Abweichung Y_{Cbc} mit einem Verstärkungsfaktor multipliziert. Genauso wandelt eine Umwandlungseinheit **50c₃** die Neigung θ_t in einen Giermomentwert um, in dem sie die Neigung θ_t mit einem Verstärkungsfaktor multipliziert. Eine Berechnungseinheit **50c₄** berechnet den Giermoment-Korrekturwert, indem die beiden Giermomentwerte zusammen addiert werden und gibt den berechneten Giermoment-Korrekturwert an die Giermoment-Steuereinheit **102** aus.

[0122] Ferner findet die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** heraus, ob das Fahrzeug **1** innerhalb des Fahrdracht-Verbindungsabschnitts C fährt oder nicht, und zwar abhängig von der Detektion der zweiten Fahrdrächte **3R2** und **3L2** betreffenden Information von der Informations-Verarbeitungseinheit **50a**. Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** gibt unabhängig von den Werten der vorgenannten Abweichungen Y_{Cbc} und der Neigung θ_t den Wert 0 als Giermoment-Korrekturwert aus, wenn das Signal eingegeben wird, welches anzeigt, dass das Fahrzeug **1** in dem Fahrdracht-Verbindungsabschnitt C fährt.

[0123] Andere Funktionen der Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c**, die auf die Fahrdracht-Folgesteuerung bezogen sind, sind äquivalent zu denjenigen im ersten Ausführungsbeispiel.

Schleifer-Anhebesteuerung

[0124] Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** berechnet die Neigung θ_t des Fahrzeugs in einem gewissen Zeitpunkt t. Wie oben erwähnt kann diese Neigung θ_t entsprechend dem oben genannten Ausdruck (7) berechnet werden, wobei die Koordinatenwerte der beiden in **Fig. 21** dargestellten Zielpunkte T und U verwendet werden.

[0125] Ferner berechnet die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** die Y-Koordinate (Y_{p_t}) eines Punkts W, der in einem Schnittpunkt des Schleifers **4Ra/4La** und des Fahrdrachts **3R1/3L1** oder **3R2/3L2** liegt.

[0126] Die Y-Koordinate Y_{p_t} des Punkts W kann wie folgt genähert werden:

$$Y_{p_t} = Y_{Cbc} - \theta_t \times X_{Cbc} \text{ oder} \quad (8)$$

$$Y_{p_t} = Y_{Cad} - \theta_t \times X_{Cad}$$

[0127] Hier wird der Wert $Y_{p_t} + 1$ als der Wert von Y_{p_t} im nachfolgenden Schritt (nach einem Zeitintervall Δ) unter Verwendung der Fahrzeuggeschwindigkeit V wie folgt ausgedrückt:

$$Y_{p_t} + 1 = Y_{p_t} + V \times \tan \theta_t \quad (9)$$

[0128] Vorausgesetzt, dass der zulässige Bereich der Y-Koordinate $Y_{p,t}$ des Punkts W auf dem Schleifer **4Ra/4La**, innerhalb dessen der Schleifer **4Ra/4La** in Kontakt mit dem Fahrdrabt **3R1/3L1** oder **3R2/3L2** steht und in welchem kontinuierlich ausreichend elektrische Leistung bezogen wird Y_{min} (die Y-Koordinate eines Punkts D) $< Y_{p,t} < Y_{max}$ (Y-Koordinate eines Punkts C) zwischen den Punkten C und D liegt, kann man feststellen, dass kein Problem beim Anheben des Schleifers **4Ra/4La** im Bereich $Y_{min} < Y_{p,t} + 1 < Y_{max}$ besteht.

[0129] Im betrachteten Zeitpunkt t beurteilt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b**, ob die Y-Koordinate $< Y_{p,t}$ des Punkts W außerhalb des Bereichs zwischen Y_{min} (Y-Koordinate des Punkts D) und Y_{max} im nächsten Steuerungsschritt $t + 1$ liegt und gibt das Ergebnis der Beurteilung an die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** aus. Wenn die Koordinate $Y_{p,t}$ des Punkts W außerhalb des Bereichs zwischen Y_{min} (Y-Koordinate von Punkt D) und Y_{max} (y-Koordinate von Punkt C) zu liegen kommt, gibt die Fahrzeugsteuereinheit **50c** ein Befehlssignal zum Absenken der Schleifer **4Ra** und **4La** aus, um das Anheben der Schleifer **4Ra** und **4La** zu verhindern. Im Gegensatz dazu gibt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** dann, wenn die Y-Koordinate $Y_{p,t}$ innerhalb des Bereichs liegen wird, ein Befehlssignal zum Anheben der Schleifer **4Ra** und **4La** aus, um so das Anheben der Schleifer **4Ra** und **4La** zu ermöglichen. Die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** kann ferner die Reaktionskraft des Reaktionskraftmotors **42** (siehe **Fig. 5**) der Steuerungsvorrichtung **40** abhängig von der Y-Koordinate $Y_{p,t}$ von Punkt W korrigieren. Beispielsweise kann die Korrektur so durchgeführt werden, dass die Reaktionskraft in einem Bereich reduziert wird, der $Y_{min} < Y_{p,t} + 1 < Y_{max}$ erfüllt, und die Reaktionskraft erhöht wird in einem Bereich, der $Y_{p,t} < Y_{min}$ oder $Y_{max} < Y_{p,t} + 1$ erfüllt.

[0130] In diesem Beispiel führt die Fahrzeugsteuerung **50** sowohl die Fahrdrabt-Verbindungssteuerung und die Folgesteuerung als auch die Schleifer-Anhebesteuerung durch. In der Fahrdrabt-Verbindungssteuerung und Folgesteuerung gibt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** den durch Multiplikation der Abweichung Y_{Cbc} und der Neigung θ_t mit den Verstärkungsfaktoren berechneten Giermoment-Korrekturwert aus, wenn das Fahrzeug sich außerhalb des Fahrdrabt-Verbindungsabschnitts C bewegt. Da die Ausgabe des Giermoment-Korrekturwerts fortgesetzt wird, bis die Abweichung Y_{Cbc} und die Neigung θ_t Null betragen, tendieren die Y-Koordinate $Y_{p,t}$ des Punkts W auf dem Schleifer **4Ra/4La** und die Neigung θ_t des Fahrzeugs dazu, in Richtung Null zu konvergieren und das Fahrzeug folgt dem Fahrdrabt. Auch nach dem Durchfahren des Fahrdrabt-Verbindungsabschnitts wird die Steuerung zum Folgen der zweiten Fahrdrabte **3R2/3L2** wie-

der aufgenommen und der Giermoment-Korrekturwert wird ausgegeben, so dass die Abweichung y_{Cbc} und die Neigung θ_{Cbc} und die Neigung θ_t 0 werden, wodurch erreicht wird, dass das Fahrzeug **1** in ähnlicher Weise dem zweiten Fahrdrabt in ähnlicher Weise dem zweiten Fahrdrabt **3R2/3L2** folgt.

[0131] Details des Steuerungsvorgangs der Fahrzeugsteuervorrichtung **50** Die Details eines von der oben beschriebenen Fahrzeugsteuervorrichtung **50** ausgeführten Steuerungsprozesses werden im Folgenden Bezug nehmend auf ein Flussdiagramm in **Fig. 23** erläutert. **Fig. 23** ist ein Flussdiagramm, welches den Fluss eines Vorgangs ausgehend von einer Aufwärtsaufnahme mit der Kamera bis zur Steuerungsausgabe zeigt. Es wird vorausgesetzt, dass die Kamera, wie in **Fig. 13** dargestellt, vor dem Fahrzeug **1** angeordnet ist, so dass sie auf einer Verlängerungslinie der Fahrzeugachse liegt und die Anzahl von mit der Kamera aufgenommenen Fahrdrabten **1** beträgt, wie dies in **Fig. 12** dargestellt ist. **Fig. 24** ist ein schematisches Diagramm ähnlich zu **Fig. 20**, wobei ein Totbereich der Fahrdrabt-Folgesteuerung eingestellt wurde. Die Zielpunkte T und U und der repräsentative Punkt Z wurden, wie oben erläutert, für den Detektionsbereich a_1, b_1, c_1 und d_1 eingestellt. Ferner wurden Punkte A und B in Positionen in einem vorgegebenen Abstand Y_l, Y_r (1. Schwellenwert) entfernt () von dem repräsentativen Punkt Z eingestellt, welche den Totbereich der Fahrdrabt-Folgesteuerung definieren.

[0132] In dem ersten Schritt **200** nimmt die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** mittels der Kamera vom Fahrzeug **1** aus nach oben ein Bild auf. In Schritt **201** durchsucht die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** das aufgenommene Bild nach dem Fahrdrabt **3R** oder **3L**. Bei der Suche in Schritt **201** wird der gesamte Bereich des aufgenommenen Bilds durchsucht, wenn die Detektion der Fahrdrabte **3R/3L** zum ersten Mal durchgeführt wird. Wenn der Fahrdrabt **3R/3L** zuvor schon einmal detektiert wurde, ist das Durchsuchen des gesamten Bereichs nicht nötig; das Durchsuchen nur eines beschränkten Bereichs in der Nähe der Koordinaten der bereits detektierten Fahrdrabte **3R/3L** ist vorteilhaft, da es zu einer Verringerung der Suchzeit führt. In Schritt **202** beurteilt die Bildinformations-Verarbeitungseinheit **50a**, ob in dem aufgenommenen Bild ein dem Fahrdrabt **3R/3L** entsprechendes Objekt existiert. Wenn kein dem Fahrdrabt **3R/3L** entsprechendes Objekt gefunden wird, wird der Prozess beendet. Wenn ein dem Fahrdrabt **3R/3L** entsprechendes Objekt existiert, fährt der Prozess mit Schritt **203A** fort. In Schritt **203A** führt die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** die Kantenextraktion und die Bildverarbeitung zur Berechnung der Mittellinie des Fahrdrabts **3R/3L** aus.

[0133] Anschließend wird der Prozess an die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b**

übergeben. In Schritt **203B** legt die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** die vorgeannten Zielpunkte T und U fest und berechnet die Koordinaten der Zielpunkte T und U. Anschließend fährt der Prozess abhängig von der Koordinateninformation über die Zielpunkte T und U mit einem Fahrdracht-Verbindungssteuerungs- und Folgesteuerungsschritt **510** zum Folgen des Fahrdrachts **3R/3L** fort. Fahrdracht-Verbindungssteuerung und Folgesteuerung

[0134] Zu Beginn des Fahrdracht-Verbindungssteuerungs- und Folgesteuerungsschritts **510** wird detektiert, ob ein neuer Fahrdracht (dem zweiten Fahrdracht **3R2/3L2**) entsprechendes Objekt zusätzlich zu dem ersten Fahrdracht (**3R1/3L1**, die in dem insgesamt „Fahrdracht **3R/3L**“ genannten Fahrdracht enthalten sind) in dem Bilderfassungsbereich a, b, c, d enthalten ist oder nicht (Schritt **520**). Wenn kein neuer Fahrdracht **3R2/3L2** detektiert wurde, bedeutet dies, dass das Fahrzeug **1** sich in dem ersten Fahrabschnitt bewegt (nicht in dem Fahrdracht-Verbindungsabschnitt), so dass der Prozess mit Schritt **310** fortfährt, um die Folgesteuerung zum Folgen des ersten Fahrdrachts **3R1/3L1** fortzusetzen. Wenn in Schritt **520** ein neuer Fahrdracht detektiert wurde, bedeutet dies, dass das Fahrzeug **1** in dem Fahrdracht-Verbindungsabschnitt C fährt. In diesem Fall würde, wenn das Fahrzeug **1** weiter dem bereits bestehenden Fahrdracht **3R1/3L1** folgen würde, das Fahrzeug **1** zu dem abschließenden Endteil **3R1_T/3L1_T** des ersten Fahrdrachts **3R1/3L1** geführt und würde über den Rand der Fahrspur **54** hinausfahren. Um dieses Problem zu vermeiden, wird der Prozess beendet, ohne dass das Giermoment für die Fahrdracht-Folgesteuerung ausgegeben wird.

[0135] In dem Fahrdracht-Verbindungsabschnitt C kann man davon ausgehen, dass das Fahrzeug im Wesentlichen parallel zu dem Fahrdracht **3R1/3L1** fährt, da die Steuerung zum Folgen des ersten Fahrdrachts **3R1/3L1** (hinreichende Steuerung zum geradlinigen Fahren) in dem vorangehenden ersten Fahrabschnitt ausgeführt wurde. Wenn daher ein neuer Fahrdracht (der zweite Fahrdracht **3R2/3L2**) in Schritt **520** detektiert wurde, wird erkannt, dass das Fahrzeug in dem Fahrdrachtverbindungsabschnitt C fährt und der Prozess wird ohne Ausgabe des Giermoment-Korrekturwerts in diesem Abschnitt beendet. Da der Fahrdracht-Verbindungsabschnitt C relativ kurz ist, führt das Fehlen der Fahrdracht-Folgesteuerung in diesem Abschnitt kaum zu einer wesentlichen Abweichung des Fahrzeugs von dem Fahrdracht-Fahrbereich und es wird vermieden, dass das Fahrzeug über den Rand **54** der Fahrspur hinausfährt.

[0136] Wieder Bezug nehmend auf **Fig. 23** beurteilt in Schritt **310** die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b**, ob der Zielpunkt T zwischen den

Punkten A und B ($Y_l < Y_{Cbc}$, $Y_r > Y_{Cbc}$) liegt, die in Positionen in einem vorgegebenen Abstand (Y_l , Y_r) von dem repräsentativen Punkt Z aus **Fig. 24** festgelegt wurden, oder nicht. Wenn der Zielpunkt T nicht zwischen den Punkten A und B liegt, schreitet der Prozess zu Schritt **320** fort, und die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** berechnet den Giermoment-Korrekturwert und gibt diesen aus.

[0137] **Fig. 25** ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel eines Verfahrens zur Berechnung des Giermoment-Korrekturwerts zeigt, das hier verwendet wird. In **Fig. 25** entspricht der Gradient der charakteristischen Linien außerhalb der Punkte A und B dem Verstärkungsfaktor der Umwandlungseinheit **50c₂** aus **Fig. 22**.

[0138] Wie in **Fig. 25** gezeigt, wird dem Y-Koordinatenwert Y_{Cbc} des Zielpunkts T (welcher der Abweichung zwischen dem repräsentativen Punkt Z und dem Zielpunkt T entspricht) entsprechender Giermoment-Korrekturwert außerhalb der Punkte A und B berechnet. Genauer gesagt wird der Giermoment-Korrekturwert im Bereich außerhalb der Punkte A (wo Y_{Cbc} positiv ist) mit ansteigendem Y_{Cbc} erhöht. In dem Bereich außerhalb des Punkts B (wo Y_{Cbc} negativ ist), wird der Giermoment-Korrekturwert mit fallendem Y_{Cbc} erhöht. Gemäß dieser Berechnung wird dann, wenn der Zielpunkt T nicht zwischen den Punkten A und B liegt (also wenn der Betrag der Abweichung Y_{Cbc} zwischen dem repräsentativen Punkt Z und dem Zielpunkt T größer als der Y-Koordinatenwert Y_l des Punkts A oder der Betrag des Y-Koordinatenwerts Y_r des Punkts B als erstem Schwellenwert ist), die Steuerung so ausgeführt, dass das Fahrzeug **1** ein geeignetes Giermoment erhält, so dass der repräsentative Punkt Z sich dem Zielpunkt T nähert. Ferner wird die Steuerung so ausgeführt, dass das dem Fahrzeug **1** mitgegebene Giermoment mit ansteigendem Betrag der Abweichung Y_{Cbc} ansteigt. Wenn der Giermoment-Korrekturwert einen maximalen Korrekturwert oder einen minimalen Korrekturwert erreicht hat, wird der Giermoment-Korrekturwert auf eine Konstante gesetzt, um eine abrupte/extreme Drehung des Fahrzeugs zu vermeiden. Übrigens ist es auch möglich, in solchen Fällen einen konstanten Giermoment-Korrekturwert auszugeben, in denen der Punkt T nicht zwischen den Punkten A und B liegt, anstatt den Giermoment-Korrekturwert als Variable auszugeben.

[0139] Der Grund für die Festlegung des Giermoment-Korrekturwerts bei Null zwischen den Punkten A und B aus **Fig. 25** wird hier beschrieben. Durch die Steuerung derart, dass der repräsentative Punkt Z in Übereinstimmung mit dem Zielpunkt T kommt, wird der Punkt W beinahe in der Mitte des Schleifers **4Ra/4La** positioniert, solange das Fahrzeug **1** sich vorwärts bewegt. In diesem Fall wird jedoch der Giermoment-Korrekturwert selbst dann berechnet, wenn der

Punkt W sich leicht gegenüber der Mitte des Schleifers **4Ra/4La** verschoben hat, was die Frequenz der Betätigung der Aktuatoren, welche die Giermoment-Korrektur realisieren, erhöht (des Reaktionskraftmotors **42** und des Lenkmotors **43** der Lenkvorrichtung **40** (Fig. 5) und der Hinterrad-Elektromotoren **6R** und **6L** (Fig. 3) in diesem Ausführungsbeispiel). Durch die Festlegung des Giermoment-Korrekturwerts auf 0 zwischen den Punkten A und B kann die Frequenz der Betätigung der Hinterrad-Elektromotoren **6R** und **6L** reduziert werden und die Stabilität der Steuerung und der Fahrkomfort können gewährleistet werden. Die Breite des Bereichs zwischen den Punkten A und B (innerhalb welcher die Giermoment-Korrektur unnötig ist), kann abhängig von der Breite der Schleifer **4Ra/4La** eingestellt werden.

[0140] Ferner kann durch die Ausführung der Steuerung derart, dass das dem Fahrzeug **1** mitgegebene Giermoment mit ansteigendem Betrag der Abweichung Y_{Cbc} ansteigt, das Fahrzeug **1** schnell zur Mitte der Schleifer **4Ra** und **4La** zurückgeführt werden, wenn der Schleifer **4Ra/4La** des fahrenden Fahrzeugs sich in der Querrichtung weit vom Fahrdracht **3R/3L** fortbewegt. Entsprechend kann sicher vermieden werden, dass der Kipp-Lastwagen von der Spur der Fahrdrähte **3R** und **3L** abweicht.

[0141] Im nächsten Schritt **330** wird der Giermoment-Steuerungsmodus ausgewählt und ausgegeben. Während der normalen Fahrt wird der Modus „1“ als der Giermoment-Steuerungsmodus ausgewählt, da eine Verringerung der Fahrzeuggeschwindigkeit nicht notwendig ist (Bremsbetätigung durch den Fahrer oder Abbremsen durch anderweitige Steuerung).

Weiteres Beispiel der Fahrdracht-Folgesteuerung in der Fahrdracht-Verbindungssteuerung und Folgesteuerung

[0142] Als nächstes wird ein weiteres Beispiel der Fahrdracht-Folgesteuerung in der Fahrdracht-Verbindungssteuerung und Folgesteuerung Bezug nehmend auf Fig. 26–Fig. 29 erläutert. Fig. 26 ist ein schematisches Diagramm ähnlich zu Fig. 21 und Fig. 24, wobei die Abweichungs-Überwachungspunkte der Fahrdracht-Überwachungssteuerung eingestellt wurden. Fig. 27 ist ein Flussdiagramm, welches einen Schritt **500'** zeigt, der anstelle des Fahrdracht-Verbindungssteuerungs- und Folgesteuerungsschritts **510** in dem Flussdiagramm aus Fig. 23 ausgeführt wird.

[0143] Wie in Fig. 26 dargestellt, wurden als Abweichungs-Überwachungspunkte für die Fahrdracht-Folgesteuerung ein Punkt A' (zweiter Schwellenwert) in einer Position außerhalb (mit größerem Y-Koordinatenwert) des Punkts A und mit einem Y-Koordinatenwert $Y_{L'}$ und ein Punkt B' (zweiter Stellenwert) in einer Position außerhalb (mit kleinerem negativen Y-

Koordinatenwert) des Punkts B und mit einem Y-Koordinatenwert $Y_{r'}$ festgelegt.

[0144] In Fig. 27 ist der Prozess vom Start bis zum Schritt **320** (Berechnung des Giermoment-Korrekturwerts) über dem Schritt **520** identisch zu dem oben beschriebenen in Fig. 23. In Schritt **321** nach dem Schritt **320** wird beurteilt, ob der Zielpunkt T zwischen den Punkten A' und B' ($Y_{l'} < Y_{Cbc}$, $Y_{r'} > Y_{Cbc}$) liegt oder nicht (Schritt **321**). Bejahendenfalls wird durch Ton und/oder ein Display ein Warnsignal erzeugt, um den Fahrer zur Korrektur der Lenkung zu bewegen, da die Gefahr besteht, dass das Fahrzeug von der Fahrdracht-Spur abweicht.

[0145] Im nächsten Schritt **323** wird die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig von der Position des Zielpunkts T korrigiert. Fig. 28 ist ein schematisches Diagramm, welches ein Beispiel eines Verfahrens zur Berechnung eines Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit-Korrekturwerts für diesen Fall zeigt. Wie in Fig. 28 dargestellt, wird dann, wenn der Zielpunkt T nicht zwischen den Punkten A' und B' liegt, der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit-Korrekturwert so berechnet, dass die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig vom Grad der Abweichung von den Punkten A' und B' berechnet wird. Insbesondere wird im Bereich außerhalb des Punkts A' (wo Y_{Cbc} positiv ist) der Korrekturwert auf der Seite der abnehmenden Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit mit ansteigenden Y_{Cbc} erhöht. In dem Bereich außerhalb des Punkts B' (wo Y_{Cbc} negativ ist) wird der Korrekturwert auf der Seite der abnehmenden Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit mit abnehmenden Y_{Cbc} verringert. Gemäß dieser Berechnung wird dann, wenn der Zielpunkt T nicht zwischen den Punkten A' und B' liegt (also wenn der Betrag der Abweichung Y_{Cbc} zwischen dem repräsentativen Punkt Z und dem Zielpunkt T größer als der Betrag des Y-Koordinatenwerts $Y_{l'}$ des Punkts A' oder der Betrag des Y-Koordinatenwerts $Y_{r'}$ des Punkts B' als dem zweiten Schwellenwert ist), die Steuerung so ausgeführt, dass die Fahrgeschwindigkeit mit ansteigendem Betrag der Abweichung Y_{Cbc} verringert wird. Die Verringerung der Fahrzeuggeschwindigkeit verringert die Arbeitsbelastung des Fahrers und gibt dem Fahrer ein größeres Sicherheitsgefühl.

[0146] Fig. 29 ist ein schematisches Diagramm, welches ein anderes Beispiel des Verfahrens zur Berechnung des Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit-Korrekturwerts zeigt. Wie in Fig. 29 dargestellt, kann dann, wenn der Zielpunkt T zwischen den Punkten A' und B' liegt, eine Korrektur so ausgeführt werden, dass die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit ansteigt, wenn sich der Zielpunkt T dem repräsentativen Punkt Z nähert. Insbesondere kann im Bereich innerhalb des Punkts A' (wo Y_{Cbc} positiv ist), der Korrekturwert auf der Seite der ansteigenden Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit mit abnehmendem Y_{Cbc} erhöht wer-

den. Im Bereich innerhalb des Punkts B' (wo Y_{Cbc} negativ ist), kann der Korrekturwert auf der Seite der ansteigenden Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit mit ansteigendem Y_{Cbc} verringert werden. Gemäß dieser Berechnung wird dann, wenn der Zielpunkt T zwischen den Punkten A' und B' liegt (also wenn der Betrag der Abweichung Y_{Cbc} zwischen dem repräsentativen Punkt Z und dem Zielpunkt T geringer als der Betrag des Y-Koordinatenwerts $Y_{l'}$ des Punkts A' oder des Y-Koordinatenwerts $Y_{r'}$ des Punkts B' als der zweite Schwellenwert ist), die Steuerung so ausgeführt werden, dass die Fahrgeschwindigkeit mit abnehmendem Betrag der Abweichung Y_{Cbc} verringert wird. Die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit wie oben beschrieben erhöht die Arbeitseffizienz.

[0147] Fig. 30 ist ein schematisches Diagramm ähnlich zu Fig. 10, welches ein Verfahren zum Erzeugen eines Motor-Drehmoments abhängig von dem Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit-Korrekturwert zeigt. Wie in Fig. 30 gezeigt, wird der oben berechnete Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeits-Korrekturwert von einer Umwandlungseinheit **100c** in einen Motordrehmoment-Befehlswert umgewandelt, indem der Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeits-Korrekturwert mit einem Verstärkungsfaktor multipliziert wird. Anschließend werden die Motordrehmoment-Befehlswerte T_{MR} und T_{ML} von einer Berechnungseinheit **100d** durch Addition des von der Umwandlungseinheit **100c** berechneten Motordrehmoment-Befehlswerts (welcher dem Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit-Korrekturwert entspricht) zu dem von der Berechnungseinheit **100b** berechneten Motordrehmoment-Befehlswert berechnet (letzterer ermittelt durch Addition des dem von der Giermoment-Steuereinheit **102** (Fig. 8) erzeugten Giermoment-Befehlswerts entsprechenden Motordrehmoment-Korrekturwerts T_{MR_Y} und T_{ML_Y} zu den von der Verarbeitungseinheit **100a** ausgewählten Drehmoment-Befehlswerten).

[0148] Als nächstes wird ein Giermoment-Steuerungsmodus für den Fall erläutert, in welchem die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig von dem Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit-Korrekturwert aus Fig. 28 auf einen geringeren Wert korrigiert wird. Wie in Fig. 9 dargestellt, ist es in Fällen, in welchen ein Giermoment erzeugt werden muss, während der rechte und linke Motor **100** Prozent ihres Motordrehmoments ausgeben, notwendig, das Motordrehmoment entweder des rechten oder des linken Motors zu reduzieren. Die Verringerung des Motordrehmoments von einem der Motoren führt zu einer Verringerung der Fahrgeschwindigkeit, da das Fahrzeug die derzeitige Geschwindigkeit mit dem reduzierten Motordrehmoment nicht aufrecht erhalten kann. In Fällen, in denen die Ziel-Fahrzeuggeschwindigkeit auf einen geringeren Wert korrigiert wird, kann daher die Giermoment-Korrektur nicht durch die Korrektur der Lenkmomente erreicht werden, sondern nur durch die Korrektur des Motordrehmoments, wo-

durch sowohl eine Steuerung ausgeführt wird, in welcher durch Steuerung des linken und rechten Elektromotors **6R** und **6L** ein Giermoment für das Fahrzeug erzeugt wird, sondern auch die Steuerung der Fahrgeschwindigkeit. Entsprechend kann eine wirkungsvolle Steuerung erfolgen, welche sowohl die Verlangsamung als auch die Erzeugung des Giermoments gleichzeitig bewirkt.

Andere Beispiele

[0149] In gewöhnlichen Minen verwendete Fahrdrähte umfassen solche mit positiver Polarität (ein dritter Fahrdraht **3R1**, der in den ersten Fahrdrähten enthalten ist und ein fünfter Fahrdraht **3R2**, der in den zweiten Fahrdrähten enthalten ist) und solche mit negativer (geerdeter) Polarität (ein vierter Fahrdraht **3L1**, der in den ersten Fahrdrähten enthalten ist und ein sechster Fahrdraht **3L2**, der in den zweiten Fahrdrähten enthalten ist), wie dies in Fig. 31 dargestellt ist. Es gibt daher Fälle, in denen die Verbindungsabschnitte der Fahrdrähte (ein erster Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C_1 , in dem das hintere Ende **3R1_T** des dritten Fahrdrahts **3R1** und das Anfangsende **3R2_B** des fünften Fahrdrahts **3R2** parallel zueinander verlaufen, und ein zweiter Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C_2 , in dem das hintere Ende **3L1_T** des vierten Fahrdrahts **3L1** und das Anfangsende **3L2_B** des sechsten Fahrdrahts **3L2** parallel verlaufen) beispielsweise in unterschiedlichen Positionen auftreten.

[0150] In solchen Fällen wird in den ersten Fahrabschnitten, bevor das Fahrzeug den ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C_1 erreicht, die Steuerung durch die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit **50b** und die Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit **50c** so ausgeführt, dass die repräsentativen Punkte T und U auf dem dritten Fahrdraht **3R1** gelegt werden und dem dritten Fahrdraht **3R1** abhängig von der durch die Bildinformationsverarbeitungseinheit **50a** detektierten Information gefolgt wird. In dem ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C_1 hat der von der Kamera aufgenommene vierte Fahrdraht **3L1** einen normalen, geraden Zustand. Wenn daher das Fahrzeug den ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C_1 erreicht und der fünfte Fahrdraht **3R2** detektiert wurde, wird die Steuerung zum Folgen des dritten Fahrdrahts **3R1** unterbrochen und die Steuerung wird umgeschaltet, um nun dem vierten Fahrdraht **3L1** zu folgen. Das Folgen des vierten Fahrdrahts **3L1** wird fortgesetzt, bis das Fahrzeug den zweiten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C_2 erreicht. Wenn das Fahrzeug den zweiten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt C_2 erreicht und der sechste Fahrdraht **3L2** detektiert wurde, wird die Steuerung zum Folgen des vierten Fahrdrahts **3L1** gestoppt und die Steuerung wird umgeschaltet, um nun dem fünften Fahrdraht **3R2** zu folgen.

[0151] Nach dieser Methode wird in dem ersten Fahrdrabt-Verbindungsabschnitt C_1 die Steuerung zum Folgen des dritten Fahrdrabts **3R1** unterbrochen und die Giermomentsteuerung wird so durchgeführt, dass dem als geraden Abschnitt ausgebildeten vierten Fahrdrabt **3L1** gefolgt wird. Dies ermöglicht die Ausführung einer stabilen Fahrdrabtfahrt, ohne dem abzweigenden dritten Fahrdrabt **3R1** folgen zu müssen. In dem zweiten Fahrdrabt-Verbindungsabschnitt C_2 wird die Steuerung zum Folgen des vierten Fahrdrabts **3L1** unterbrochen und die Giermomentsteuerung wird so durchgeführt, dass dem fünften Fahrdrabt **3R2** gefolgt wird. Dies ermöglicht dem Fahrzeug das Umschalten auf das Folgen des fünften Fahrdrabts **3R2** ohne dem abweichenden vierten Fahrdrabt **3L1** zu folgen.

[0152] In solchen Fällen erfordert die Verwendung nur einer Kamera zum Detektieren der beiden Fahrdrabte **3R** und **3L** eine geeignete Detektionslogik zum Erkennen sowohl der rechten und linken Fahrdrabte und zum Detektieren der jeweiligen neuen Fahrdrabte. Solch eine Konfiguration kann Komplikationen der Logik verursachen, obwohl das System mit der minimalen Anzahl von Kameras aufgebaut werden kann. Die Anordnung von rechten und linken Kameras wird jeweils für den rechten und linken Fahrdrabt **3R** und **3L** und die Verwendung der jeweiligen Kamera zum Aufnehmen nur des entsprechenden Fahrdrabts (so dass die Verarbeitung zur Detektion des neuen Fahrdrabts vereinfacht wird) ist im Hinblick auf die Systemstabilität sehr robust und führt zu einer Vereinfachung der Detektionslogik. Daher abhängig von der Situation kostengünstige Systemkonfigurationen ermöglicht werden.

[0153] In den oben genannten Ausführungsbeispielen wird erkannt, dass das in einem Abschnitt wie demjenigen in **Fig. 12** fahrende Fahrzeug einen Fahrdrabt-Verbindungsabschnitt erreicht hat, wenn der zweite Fahrdrabt **3R2/3L2** detektiert wurde. Die Entscheidung, ob das Fahrzeug in dem Fahrdrabt-Verbindungsabschnitt C fährt, kann jedoch auch dann erfolgen, wenn der erste Fahrdrabt **3R1/3L1**, der im Wesentlichen parallel zu der Fahrtrichtung des Fahrzeugs installiert wurde, in dem Bilderfassungsbereich a, b, c, d beginnt, sich entweder der Seite $a-b$ oder der Seite $c-d$ (in Richtung des hinteren Endbereichs **3R1_T/3L1_T**) zu nähern und die Schrägstellung (Schrägstellung in Richtung einer der Seiten) detektiert wird.

[0154] Während in der Erläuterung der oben genannten Ausführungsbeispiele die Ausgabe des Giermoments derart, dass das Fahrzeug dem Fahrdrabt **3L1, 3L2, 3R1, 3R2** folgt, in den ersten und zweiten Fahrabschnitten fortgesetzt wird, kann die Steuerung auch so ausgeführt werden, dass die Berechnung des Giermoment-Korrekturwerts (um zu bewirken, dass das Fahrzeug den Fahrdrabten folgt)

und die Giermomentsteuerung nur in einem vorgegebenen Fahrabschnitt folgt, der in dem ersten oder zweiten Fahrabschnitt enthalten ist.

[0155] Während in dem oben genannten Ausführungsbeispiel die Fahrdrabtdetektionsvorrichtung verwendete Kamera direkt nach oben ausgerichtet war, kann ferner die Kamera auch so eingestellt werden, dass sie Bilder vom Fahrzeug aus nach vorne und oben aufnimmt, wie dies in **Fig. 30** dargestellt ist. Eine solche Kameraeinstellung vereinfacht die Detektion/Erkennung der Fahrdrabte als Ziel der Spurführung, da die Teile der Fahrdrabte, die mit der Kamera in der Fahrtrichtung des Fahrzeugs aufgenommen werden, lang sind. Andererseits nimmt das durch den Hintergrund verursachte Rauschen zu, wenn der Bilderfassungsbereich nach vorne verschoben wird. Daher kann der Bilderfassungsbereich der Kamera abhängig von der Umgebung, in welcher die vorliegende Erfindung verwendet wird, geeignet angepasst werden.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Mulde
3, 3L	Fahrdrabt
3L1, 3R1	erster Fahrdrabt
3L1_T, 3R1_T	hinteres Ende des ersten Fahrdrabts
3L2, 3R2	zweiter Fahrdrabt
3L2_B, 3R2_B	hinteres Ende des zweiten Fahrdrabts
4R, 4L	Stromabnehmer
4La, 4Ra	Schleifer
4a	Hydraulische Kolbenvorrichtung
4b	Hydraulischer Kolben
4c	Stößel
4d	Hydraulische Leitung
4e	Hydraulikvorrichtung
4f	Isolator
4g	Elektrodrabt
4h	Anhebe-Befehlssignal
5L, 5R	Hinterrad
6R, 6L	Elektromotor
6La, 6Ra	Ausgangswelle
7L, 7R	Verlangsamter
11	Gaspedal
12	Bremspedal
13	Schalthebel
14	Kombinierter Sensor
15	Kamera
16L, 16R	Elektromagnetischer Tastsensor
21	Motor
21a	Elektronischer Motorregler
22	Wechselstromgenerator
23	Gleichrichterschaltkreis
24	Messwiderstand

25	Kondensator	C	Fahrdraht-Verbindungsabschnitt
26	Chopper-Schaltkreis		
27	Gitterwiderstand	C ₁	erster Fahrdraht-Verbindungsabschnitt
28	Weitere Motorlast		
30	Wechselrichter-Steuervorrichtung	C ₂	zweiter Fahrdraht-Verbindungsabschnitt
30a	Drehmomentbefehls-Berechnungseinheit	P, Q, R, S	Zielpunkt
30b	Motorsteuerungs-Berechnungseinheit	P', Q', R', S'	Repräsentativer Punkt
30c	Wechselrichter (Schaltelement)	T	Zielpunkt
31	Anehebe-Steuervorrichtung	Z	Repräsentativer Punkt (Steuerungspunkt)
32	Lenk-Steuervorrichtung	E _{Lad}	Abweichung
32a	Umwandlungseinheit	θ _L	Neigung
32b	Berechnungseinheit	Y _{Cbc}	Abweichung
32c	Umwandlungseinheit	θ _t	Neigung
32d	Berechnungseinheit	Y _I , Y _r	Y-Koordinate von Punkt A, B (Erster Schwellenwert)
40	Lenkvorrichtung	Y _{I'} , Y _{r'}	Y-Koordinatenwert von Punkt A', B' (Zweiter Schwellenwert)
41	Lenkrad		
42	Reaktionskraftmotor mit einem Lenkwinkelsensor		
43	Lenkmotor mit einem Lenkwinkelsensor		
44	Zahnstangengetriebe		
45L, 45R	Vorderrad		
50	Fahrzeugsteuervorrichtung		
50a	Bildinformations-Verarbeitungseinheit		
50b	Fahrzeug-Zustandsgrößen-Berechnungseinheit		
50c	Fahrzeug-Zustandsgrößen-Steuereinheit		
50c ₁	Berechnungseinheit		
50c ₂	Umwandlungseinheit		
50c ₃	Umwandlungseinheit		
50c ₄	Berechnungseinheit		
51	Beleuchtungsvorrichtung		
52	Isolator		
53	Träger		
100	Steuerung		
100a	Verarbeitungseinheit		
100b	Berechnungseinheit		
101	Fahrzeuggeschwindigkeits-Steuereinheit		
101a	Berechnungseinheit		
101b	Umwandlungseinheit		
101c	Schalteinheit		
101d	Null-Ausgabeeinheit		
102	Giermoment-Steuereinheit		
102a	Berechnungseinheit		
102b	Lenkmoment-Steuereinheit		
102c	Motordrehmoment-Steuereinheit		
102d	Optimalverteilungs-Steuereinheit		
102e	Schalteinheit		
200	Steuervorrichtung		

Patentansprüche

1. Elektrisch angetriebener Kipplastwagen, welcher auf einem Untergrund fährt, der einen ersten Fahrabschnitt enthält, in dem zumindest ein erster Fahrdraht (**3R1**, **3L1**) installiert ist, einen zweiten Fahrabschnitt, in dem zumindest ein zweiter Fahrdraht (**3R2**, **3L2**) installiert ist und einen Fahrdraht-Verbindungsabschnitt (C), in welchem ein hinteres Ende (**3R1_T**, **3L1_T**) des ersten Fahrdrahts und ein anfängliches Ende (**3R2_B**, **3L2_B**) des zweiten Fahrdrahts parallel zueinander verlaufen, und zwar mittels elektrischer Leistung, die durch das Anheben eines Schleifers (**4Ra**, **4La**) eines Leistungsabgreifers (**4R**, **4L**), der so auf einem Fahrzeug (**1**) vorgesehen ist, dass er nach oben und unten bewegt werden kann, von dem ersten Fahrdraht und dem zweiten Fahrdraht abgenommen wird, wobei der Schleifer (**4Ra**, **4La**) nacheinander in Kontakt mit dem ersten Fahrdraht und dem zweiten Fahrdraht gebracht wird, wobei der elektrisch angetriebene Kipplastwagen umfasst:

eine Fahrdraht-Detektionsvorrichtung (**15**), die auf dem Fahrzeug vorgesehen ist und die den ersten Fahrdraht und den zweiten Fahrdraht von unten her detektiert, während der Kipplastwagen fährt; und

eine Steuervorrichtung, welche die folgende Steuerung abhängig von der von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Information ausführt:

Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart, dass das Fahrzeug so fährt, dass es dem ersten Fahrdraht folgt, bevor das Fahrzeug den Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht;

Stoppen der Steuerung zur Erzeugung des Giermoments, wenn das Fahrzeug in dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt fährt; und

Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart, dass das Fahrzeug so fährt, dass es dem zweiten

Fahrdraht folgt, nachdem das Fahrzeug den Fahrdraht-Verbindungsabschnitt durchfahren hat.

2. Elektrisch angetriebener Kipplastwagen nach Anspruch 1, wobei: dann, wenn die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung den ersten Fahrdraht detektiert hat, die Steuervorrichtung zumindest einen repräsentativen Punkt des Fahrzeugs und zumindest einen auf dem ersten Fahrdraht liegenden Zielpunkt abhängig von der durch die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Information berechnet und eine Steuerung derart ausführt, dass ein Giermoment des Fahrzeugs erzeugt wird, so dass der repräsentative Punkt sich dem Zielpunkt nähert, dann, wenn die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung den zweiten Fahrdraht detektiert hat, die Steuervorrichtung zumindest einen repräsentativen Punkt des Fahrzeugs und zumindest einen auf dem zweiten Fahrdraht liegenden Zielpunkt abhängig von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Information berechnet und eine Steuerung zum Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart ausführt, dass der repräsentative Punkt sich dem Zielpunkt nähert.

3. Elektrisch angetriebener Kipplastwagen nach Anspruch 1 oder 2, wobei:
 der erste Fahrdraht zwei Fahrdrähte enthält:
 nämlich einen dritten Fahrdraht (**3R1**) und einen vierten Fahrdraht (**3L1**) und
 der zweite Fahrdraht zwei Fahrdrähte enthält:
 nämlich einen fünften Fahrdraht (**3R2**) und einen sechsten Fahrdraht (**3L2**) und
 der Fahrdraht-Verbindungsabschnitt einen ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt (C_1) enthält, in welchem ein hinteres Ende (**3R1_T**) des dritten Fahrdrahts und ein vorderes Ende (**3R2_B**) des fünften Fahrdrahts parallel zueinander verlaufen und einen zweiten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt (C_2), in welchem ein hinteres Ende (**3L1_T**) des vierten Fahrdrahts und ein vorderes Ende (**3L2_B**) des sechsten Fahrdrahts parallel zueinander verlaufen, und zwar in einer von dem ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt verschiedenen Positionen, und
 die Steuervorrichtung abhängig von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Information die folgende Steuerung durchführt:
 Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart, dass das Fahrzeug dem dritten Fahrdraht folgt, bevor das Fahrzeug den ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht;
 Stoppen der Steuerung zur Erzeugung des Giermoments für den dritten Fahrdraht und Umschalten auf eine Steuerung zur Erzeugung des Giermoments des Fahrzeugs derart, dass das Fahrzeug dem vierten Fahrdraht folgt, wenn das Fahrzeug den ersten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht hat; und
 Unterbrechen der Steuerung zur Erzeugung des Giermoments entsprechend dem vierten Fahrdraht und Umschalten der Steuerung zum Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart, dass das Fahr-

zeug dem fünften Fahrdraht folgt, wenn das Fahrzeug den zweiten Fahrdraht-Verbindungsabschnitt erreicht hat.

4. Elektrisch angetriebener Kipplastwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuervorrichtung erkennt, dass das Fahrzeug in dem Fahrdraht-Verbindungsabschnitt fährt, wenn von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung der zweite Fahrdraht detektiert wird.

5. Elektrisch angetriebener Kipplastwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner umfassend rechte und linke Elektromotoren (**6R**, **6L**) zum Fahren, wobei die Steuervorrichtung sowohl eine Steuerung zum Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs als auch eine Fahrtgeschwindigkeitssteuerung durch die Steuerung der rechten und linken Elektromotoren ausführt.

6. Elektrisch angetriebener Kipplastwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner umfassend rechte und linke Elektromotoren (**6R**, **6L**) zum Fahren, und eine Lenkvorrichtung (**40**), wobei:
 die Steuervorrichtung eine Fahrzeugsteuervorrichtung (**50**), eine Steuerung (**100**), eine Wechselrichtersteuervorrichtung (**30**) und eine Lenksteuervorrichtung (**32**) enthält und
 die Fahrzeugsteuervorrichtung einen Giermoment-Korrekturwert für die Steuerung zum Erzeugen eines Giermoments des Fahrzeugs derart berechnet, dass das Fahrzeug abhängig von der Fahrdraht-Detektionsvorrichtung detektierten Information dem ersten und zweiten Fahrdraht folgt und
 die Steuerung zumindest die rechten und linken Elektromotoren oder die Lenkvorrichtung mittels der Wechselrichtersteuervorrichtung und/oder der Lenkungssteuervorrichtung abhängig von dem Giermoment-Korrekturwert steuert.

7. Elektrisch angetriebener Kipplastwagen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Fahrdraht-Detektionsvorrichtung umfasst:
 eine Kamera (**15**), die auf dem Fahrzeug vorgesehen ist und die kontinuierlich Bilder von dem ersten und zweiten Fahrdraht aufnimmt, während der Kipplastwagen fährt; und
 eine Beleuchtungsvorrichtung (**51**), die auf dem Fahrzeug vorgesehen ist und die den ersten und zweiten Fahrdraht beleuchtet.

Es folgen 32 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

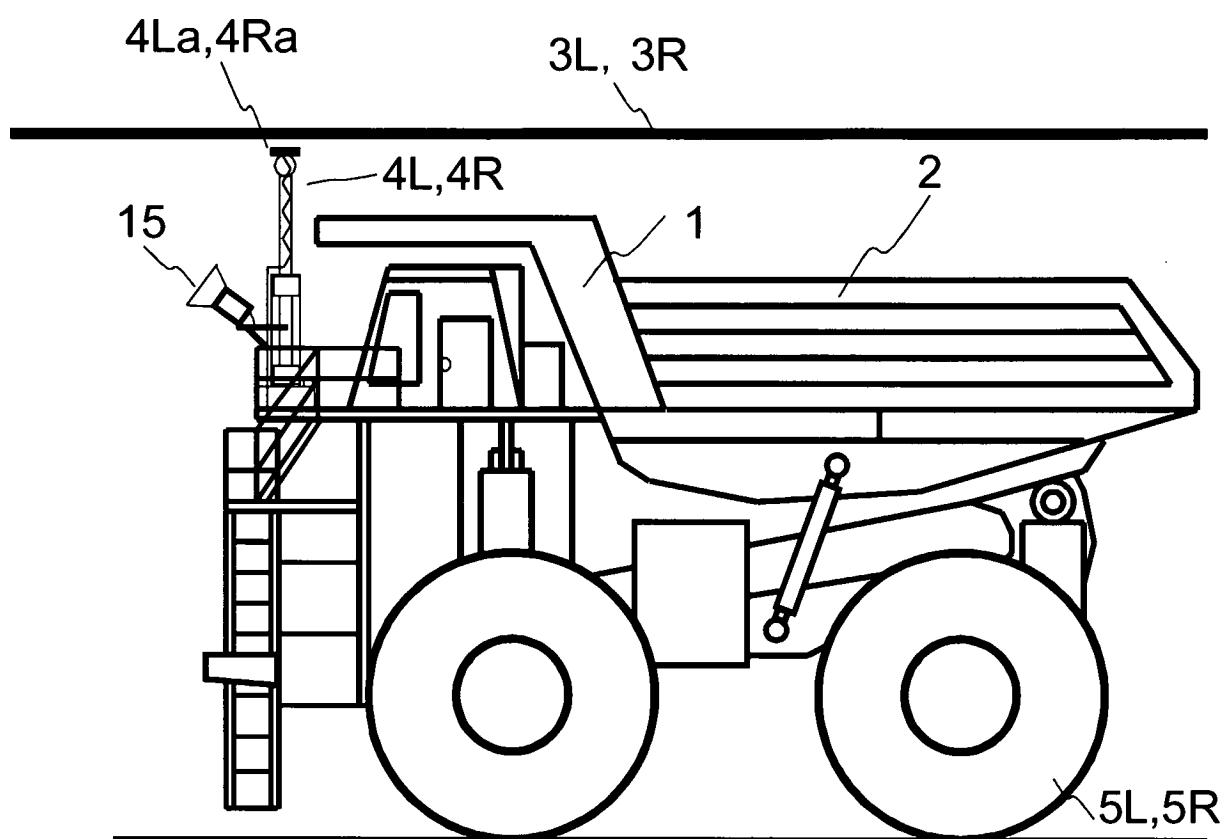


Fig.1

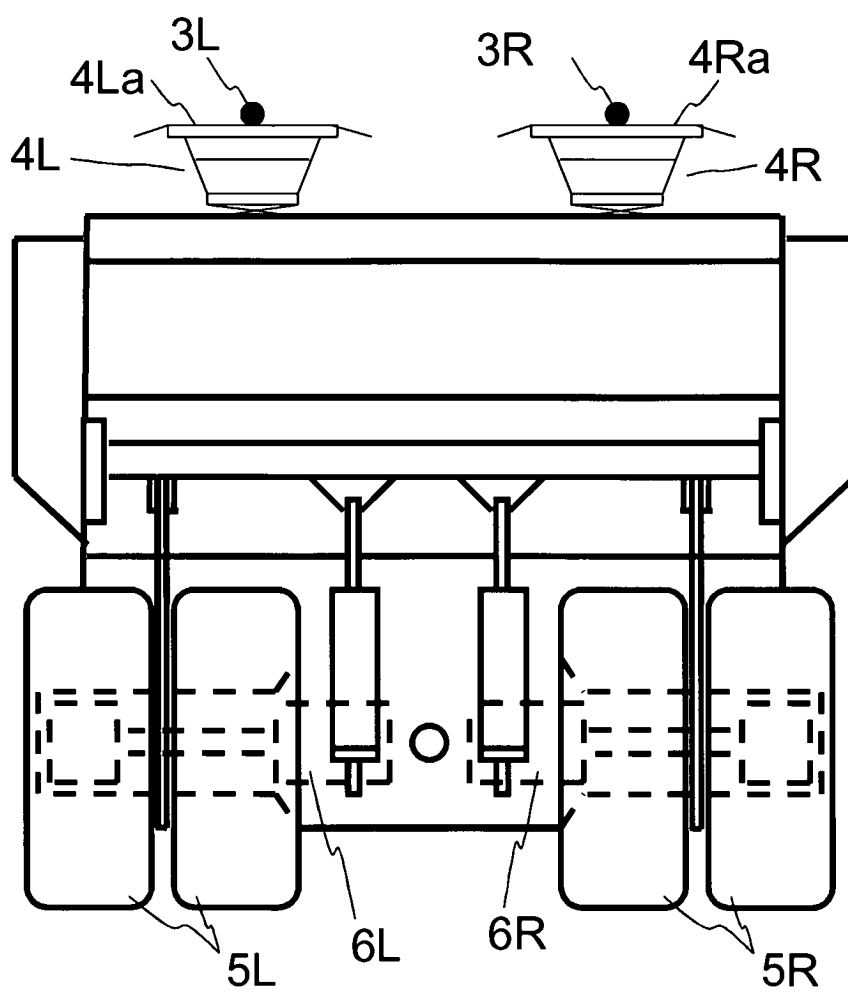
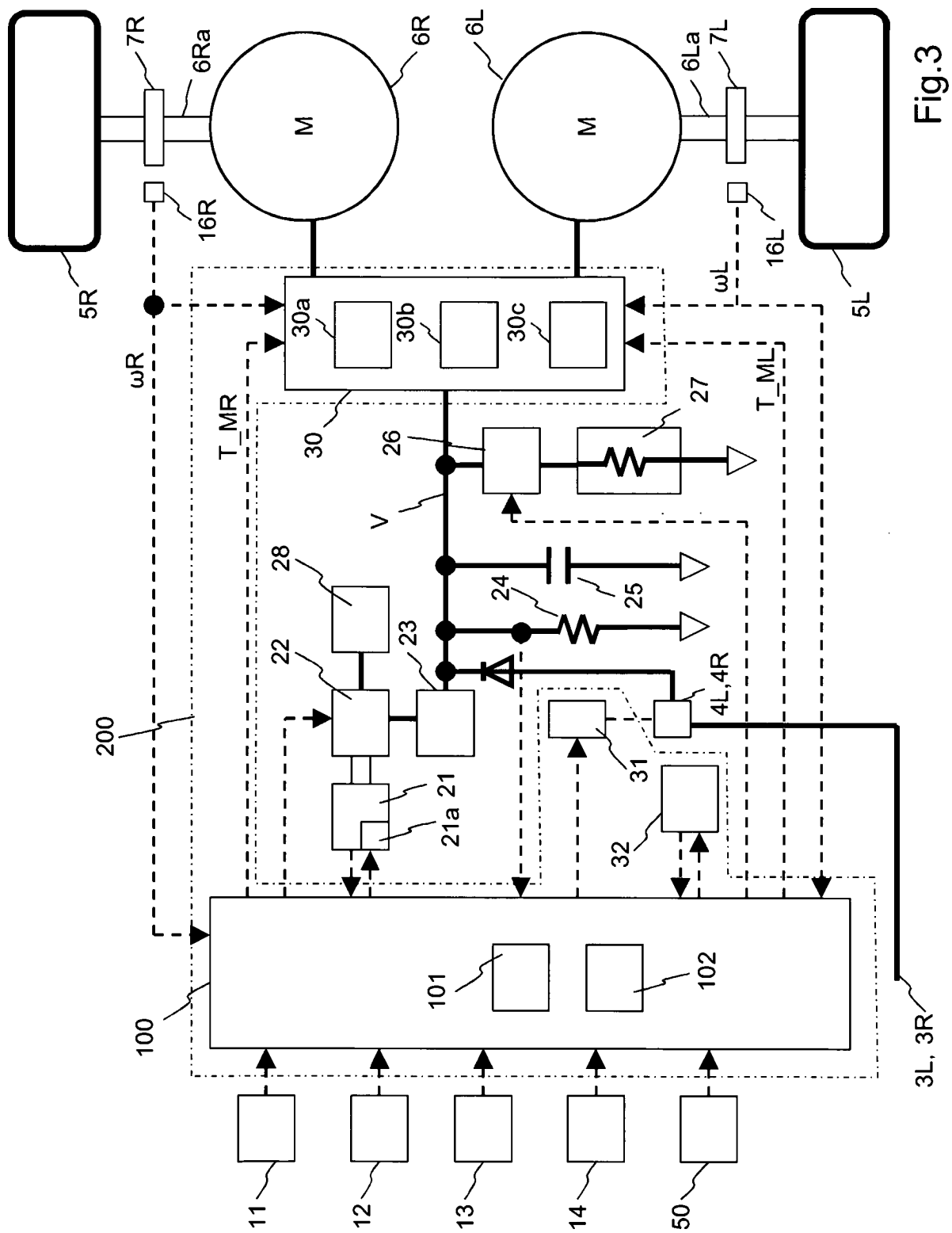


Fig.2



Schaltvorgang des
Fahrers

Zur Fahrzeug-
Steuervorrichtung 50

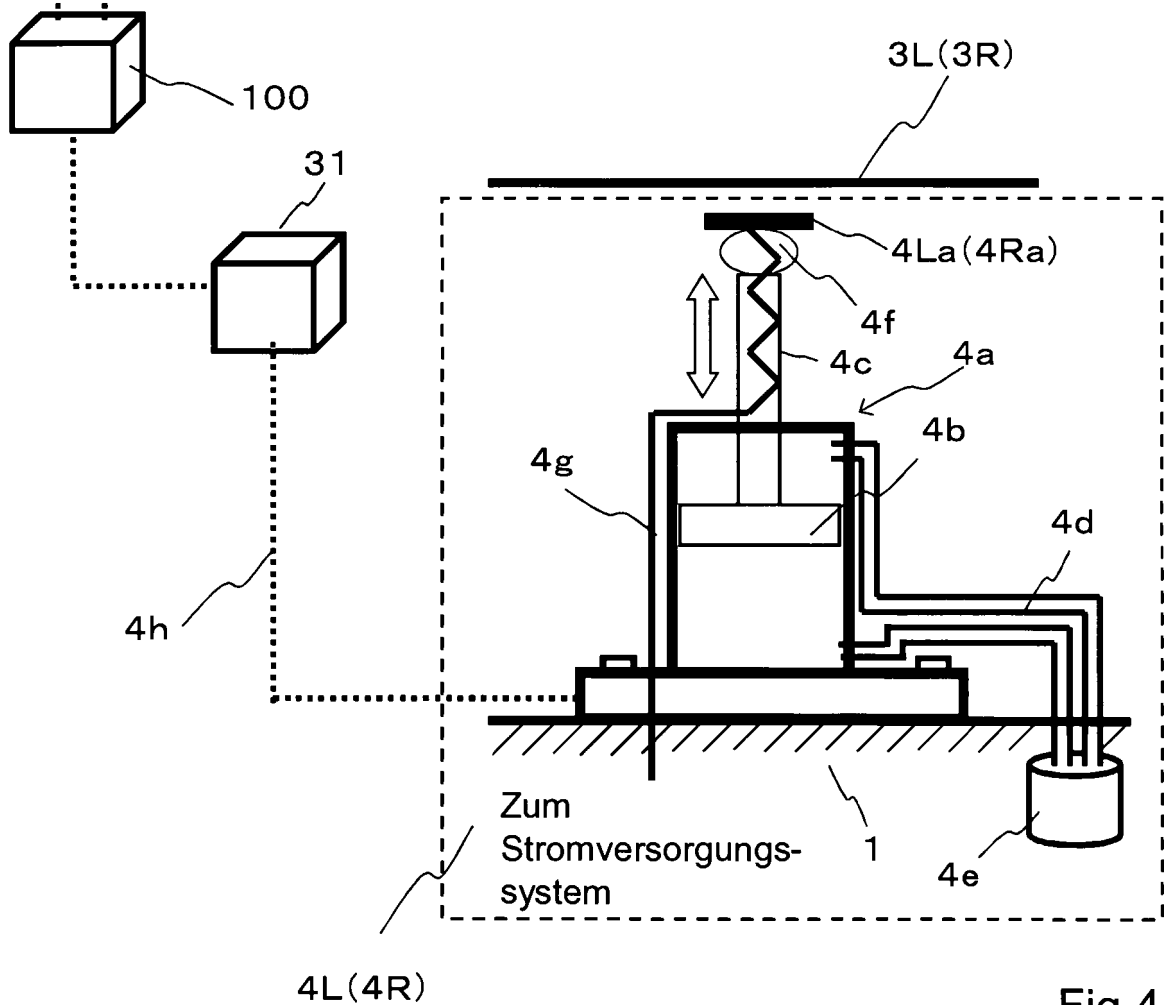


Fig.4

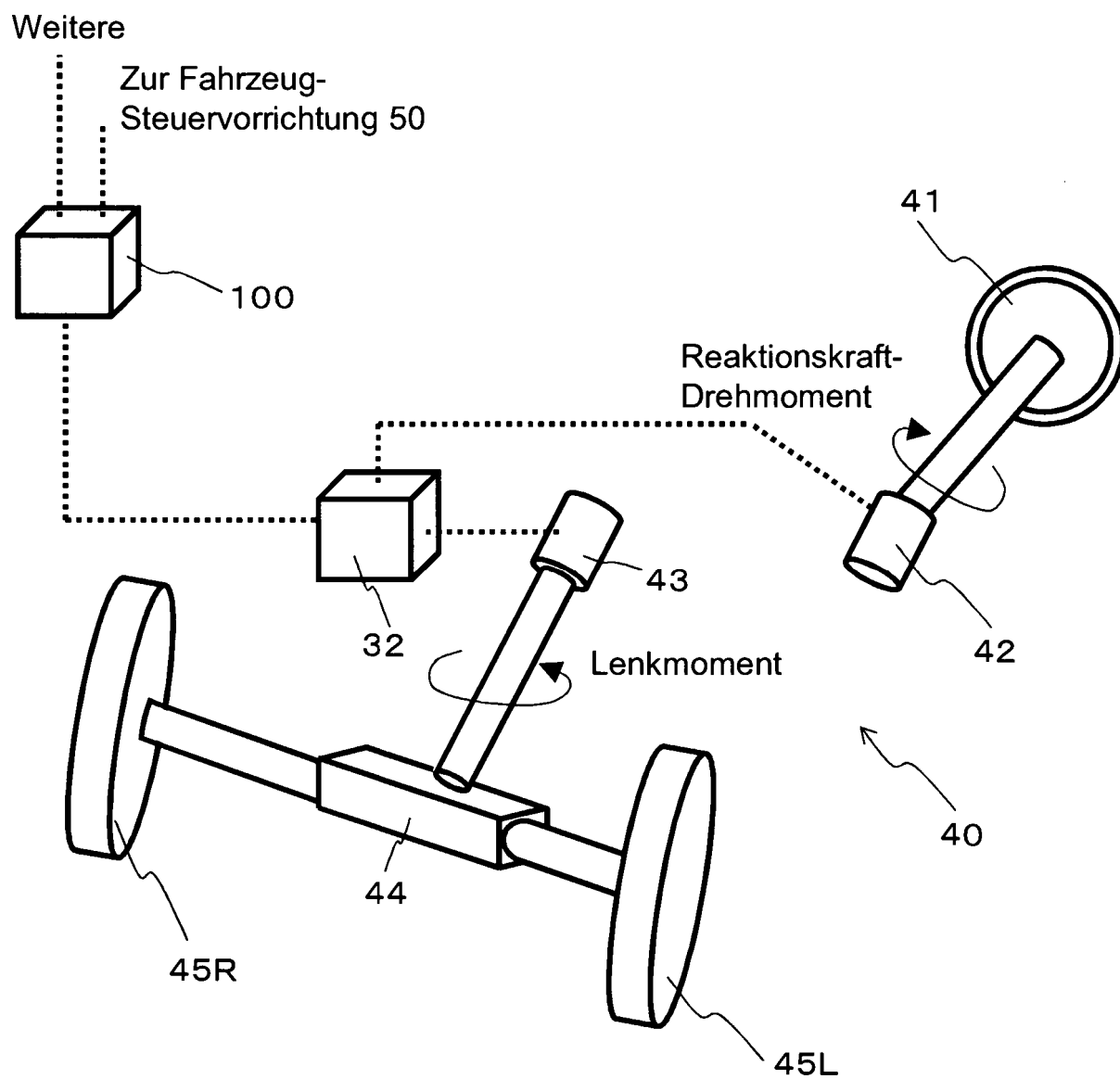


Fig.5

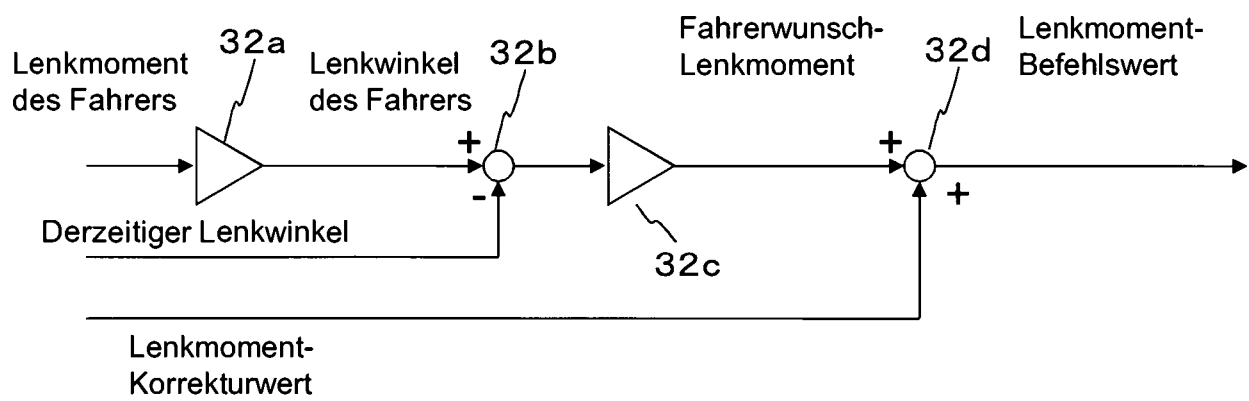


Fig.6

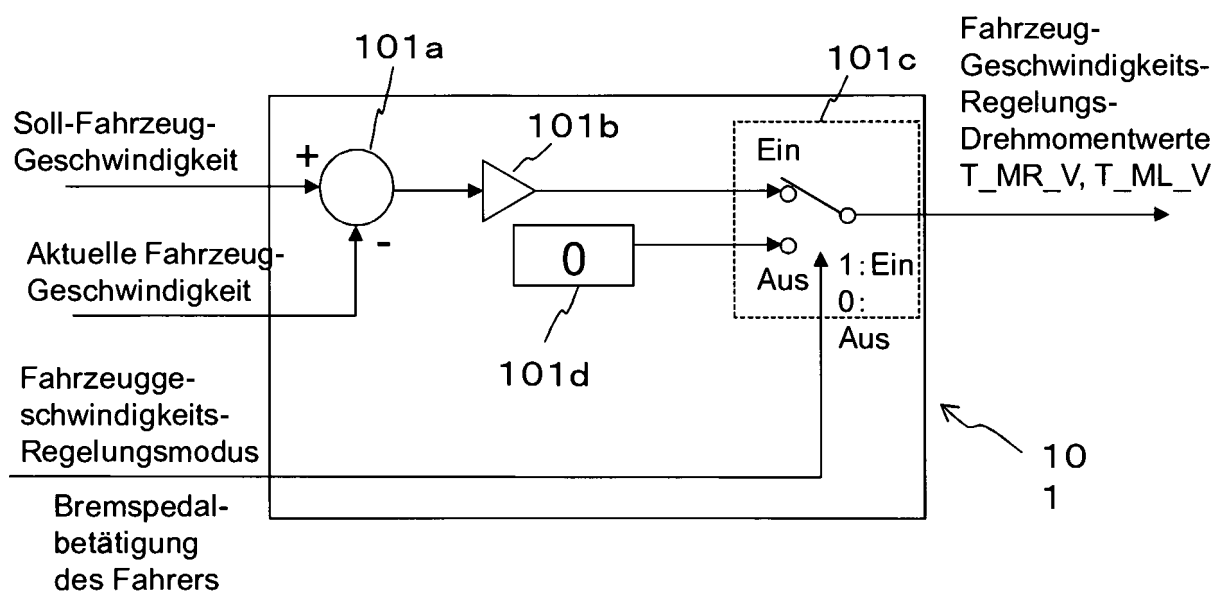


Fig.7

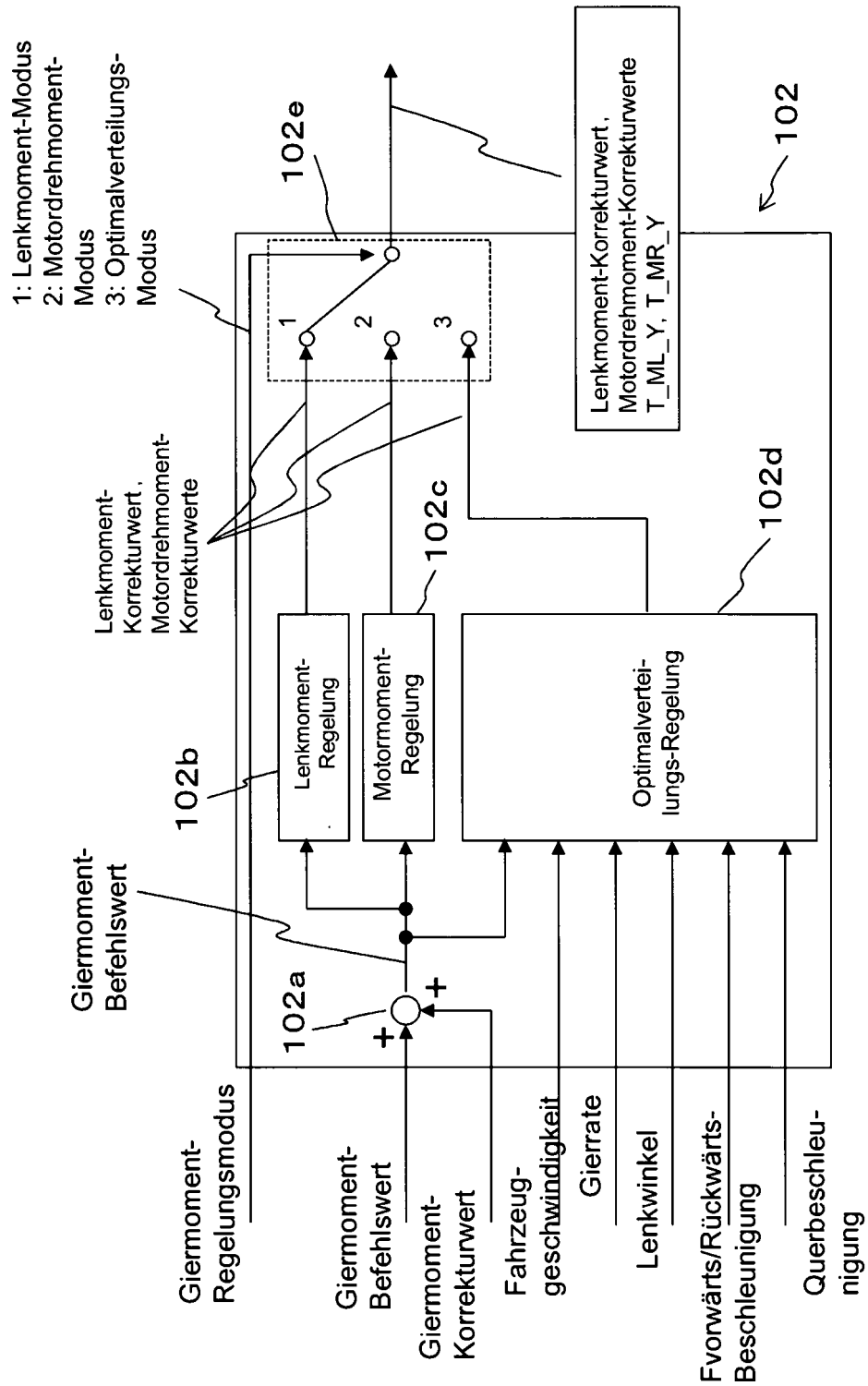


Fig.8

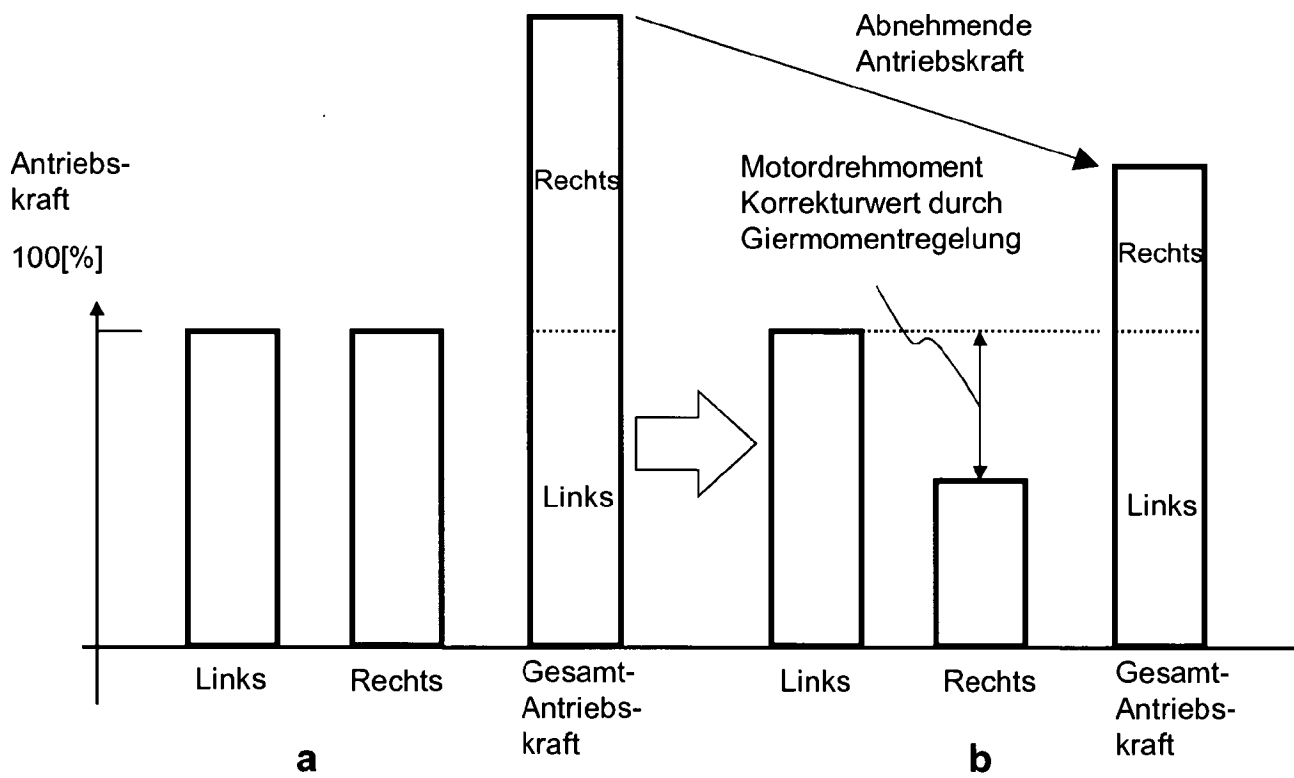


Fig.9

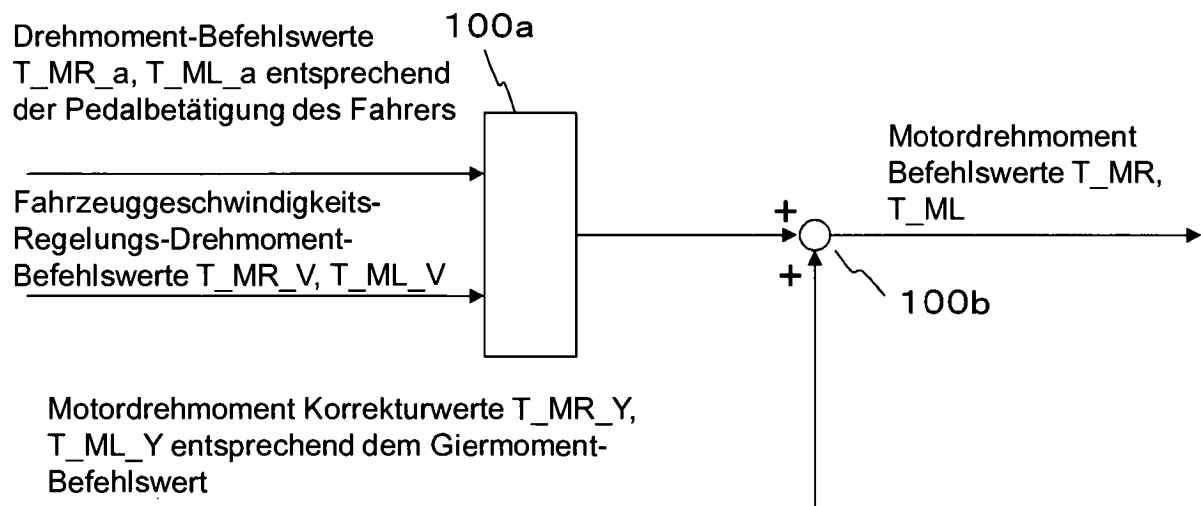


Fig.10

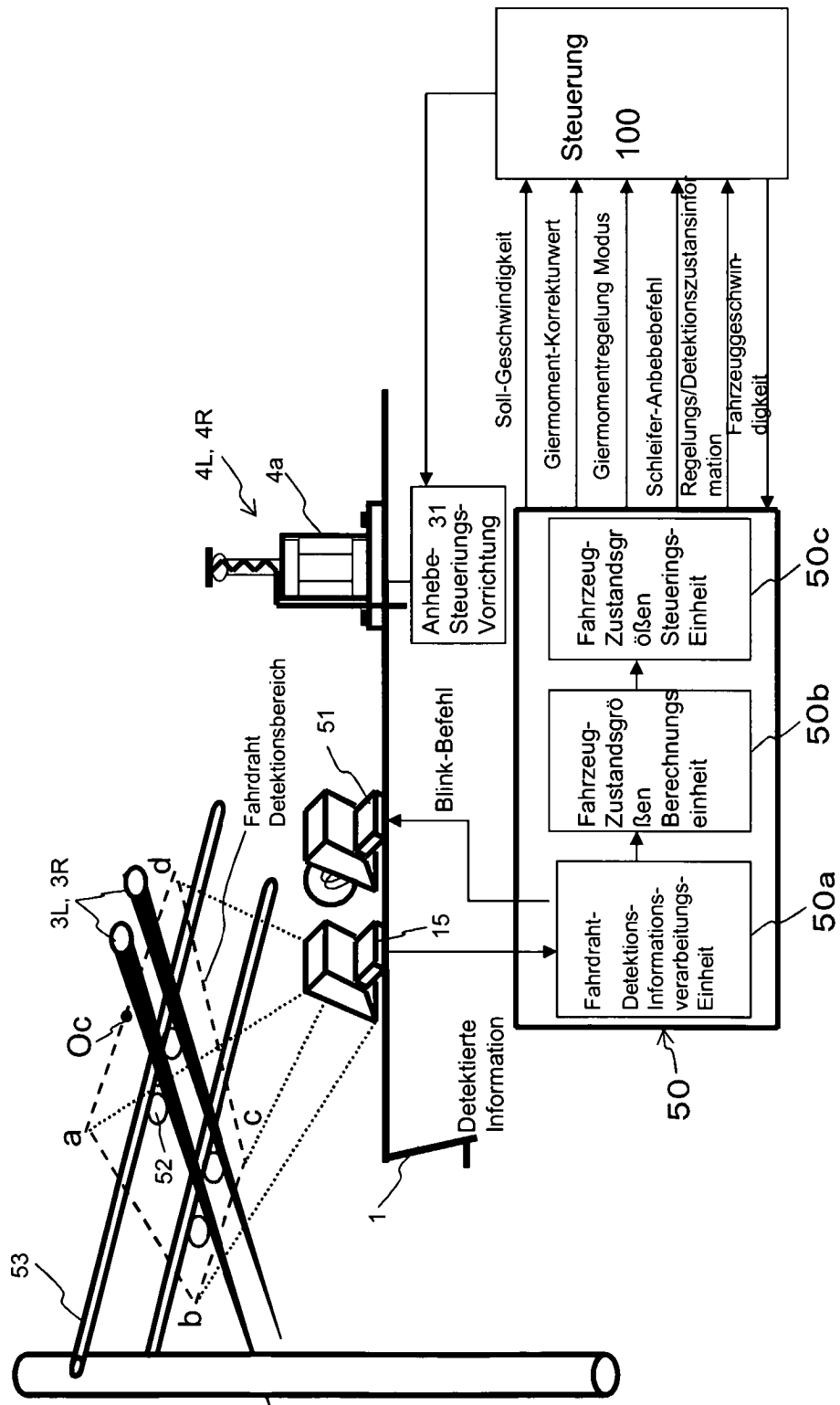


Fig.11

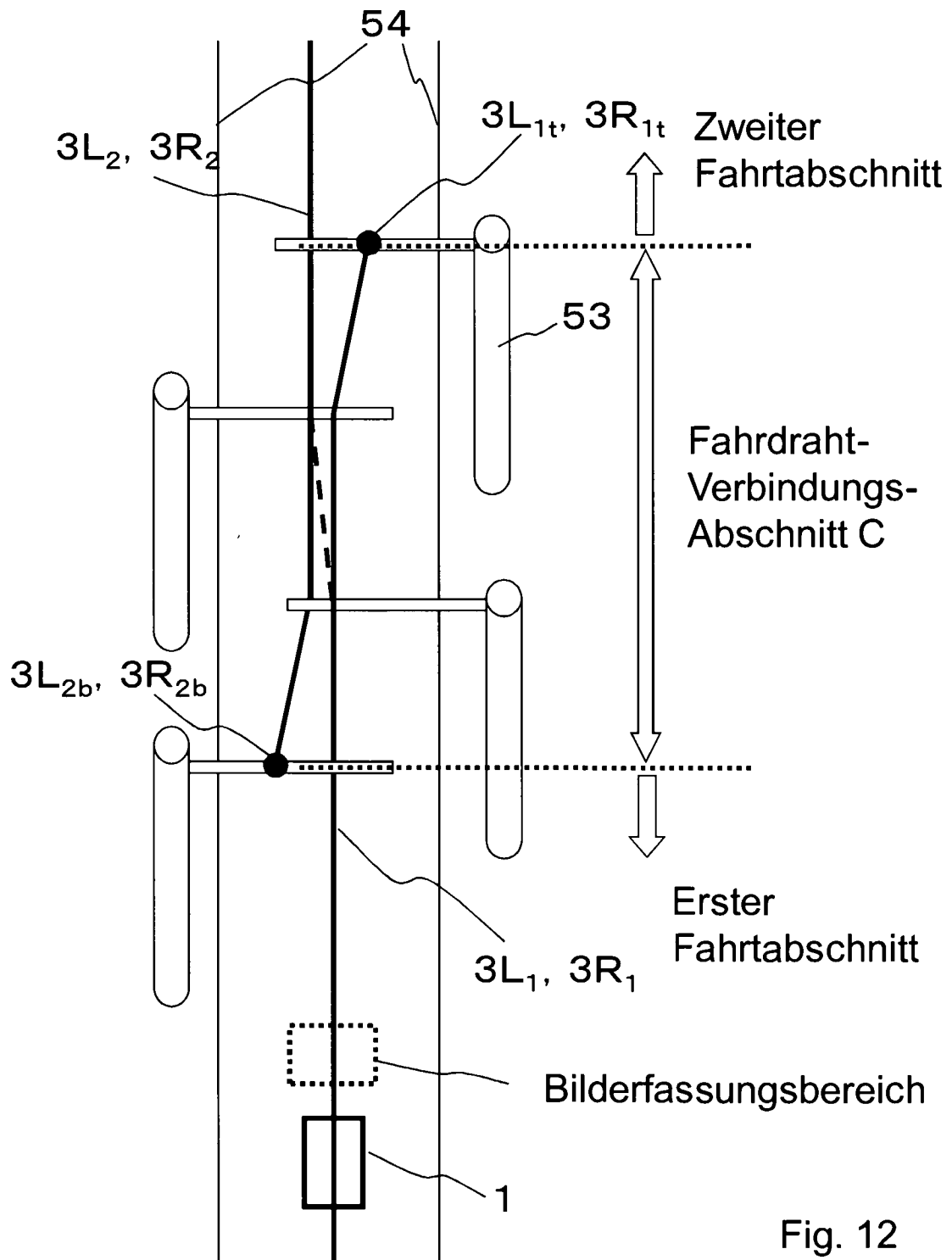


Fig. 12

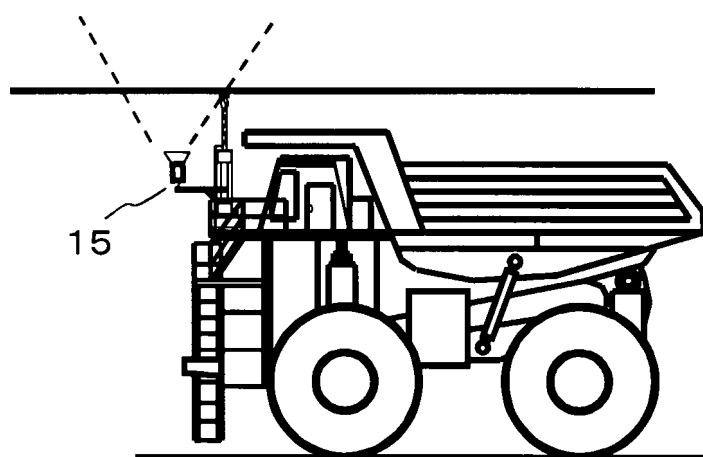


Fig.13

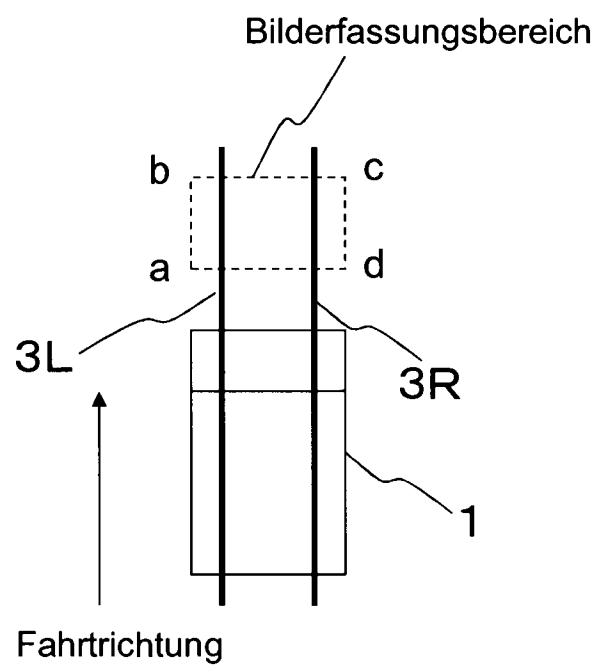


Fig.14

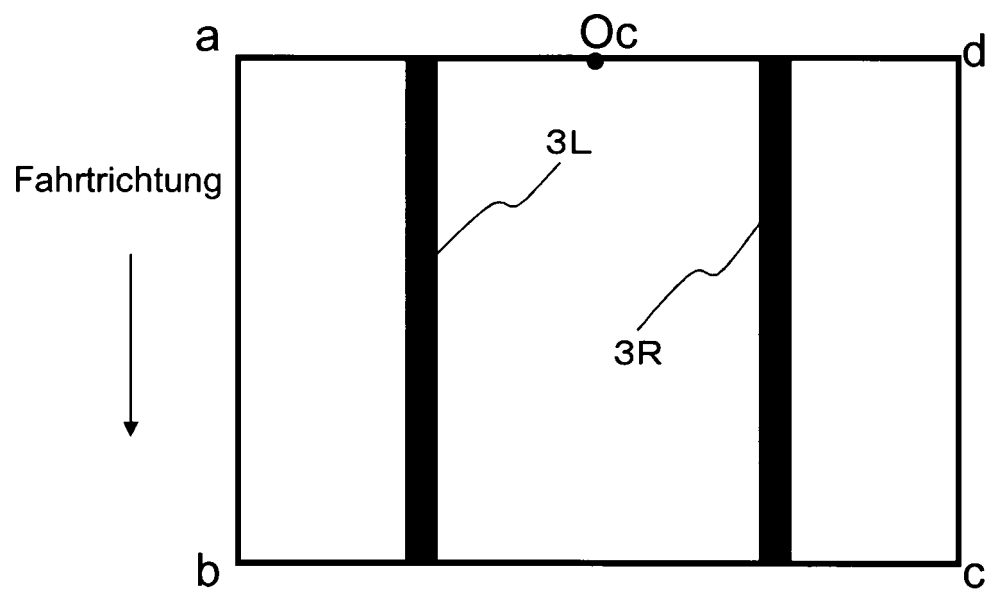


Fig.15

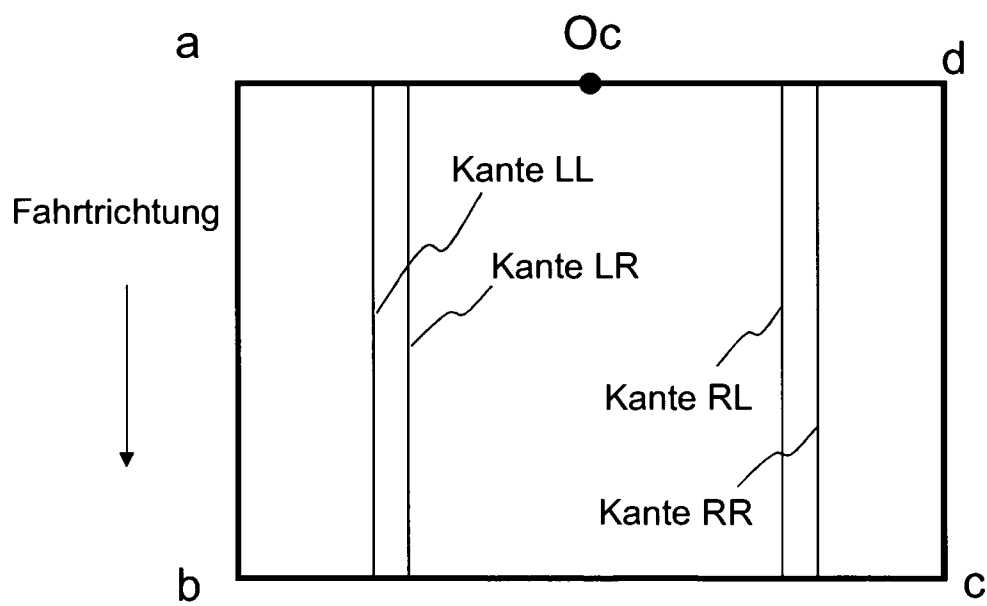


Fig.16

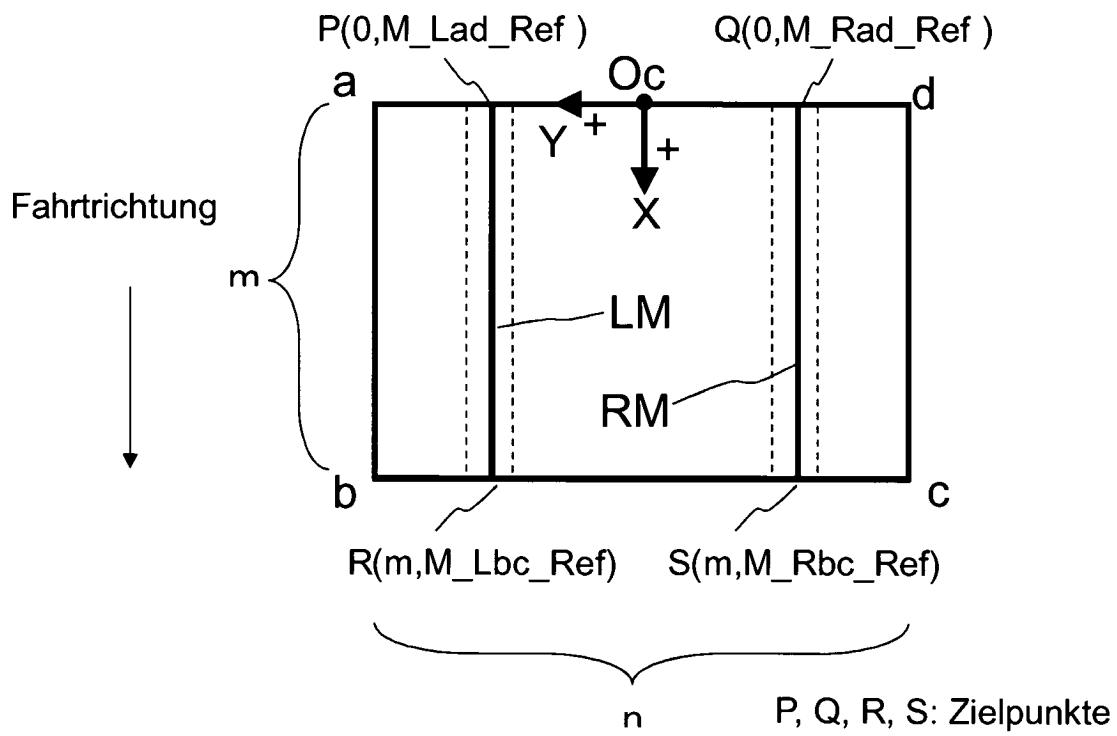


Fig.17

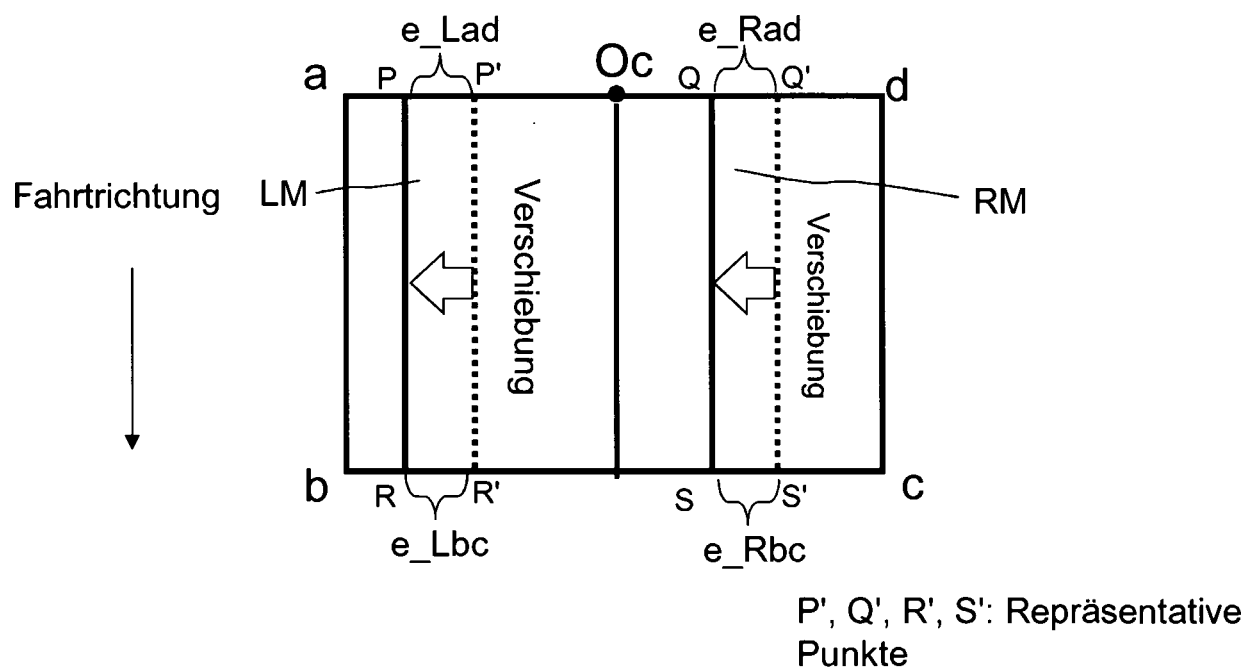


Fig.18

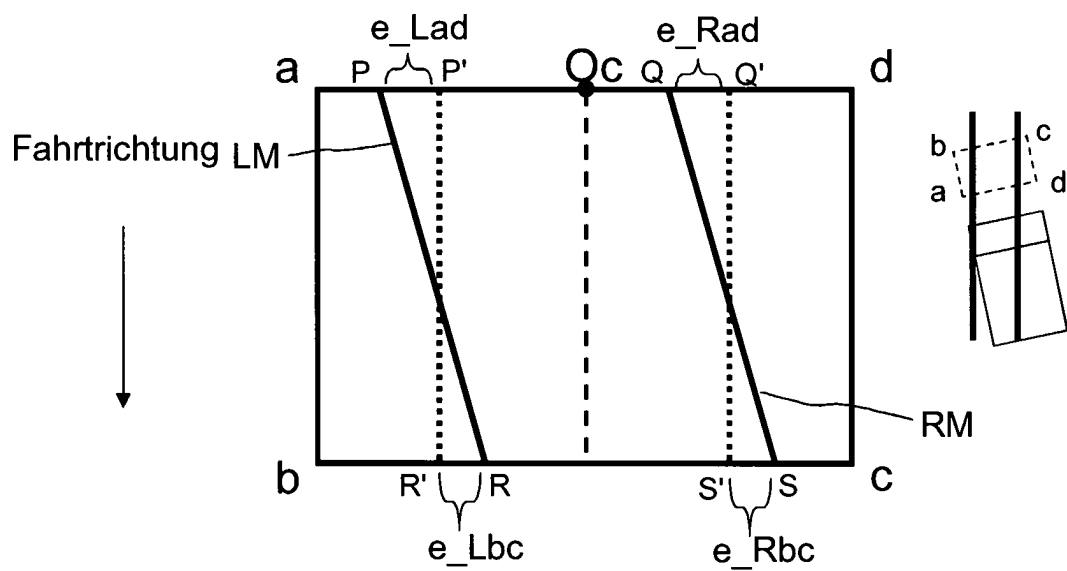


Fig.19

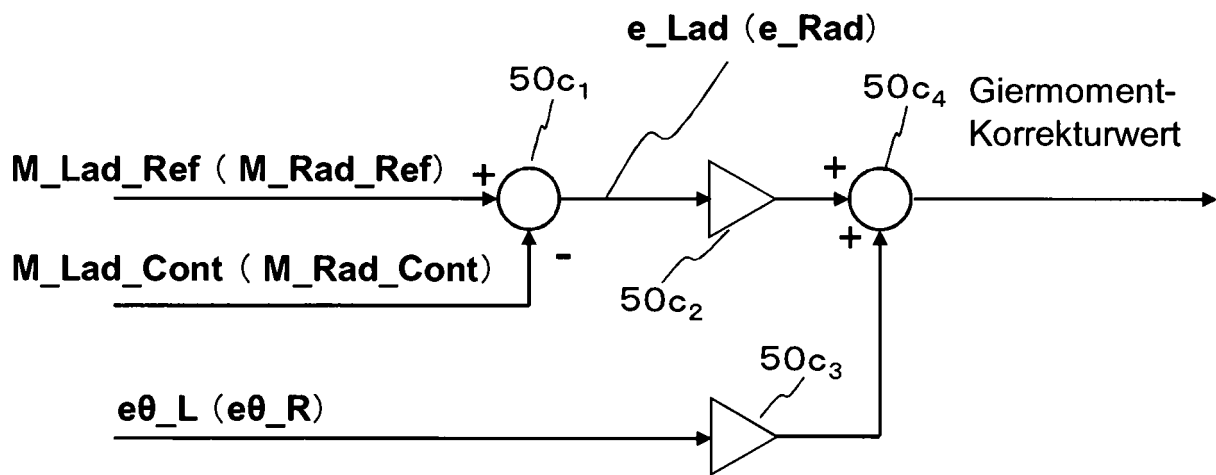


Fig.20

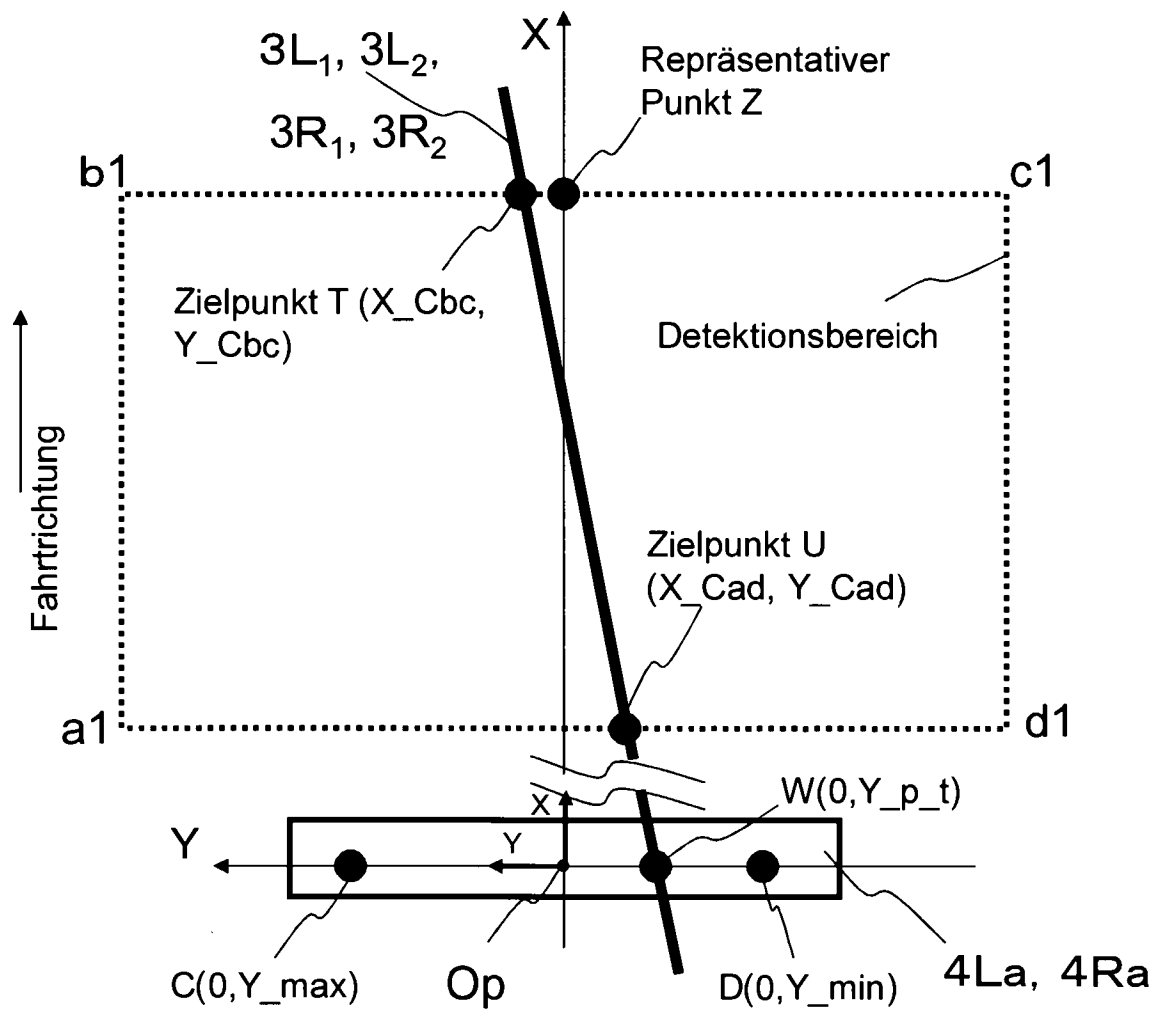


Fig.21

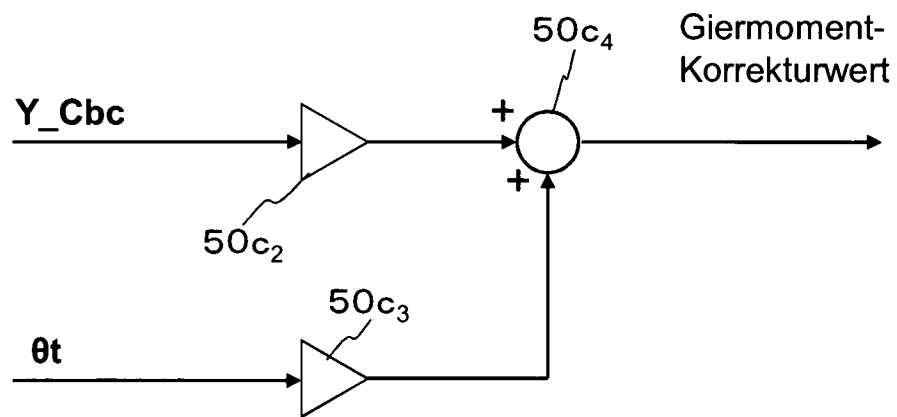


Fig.22

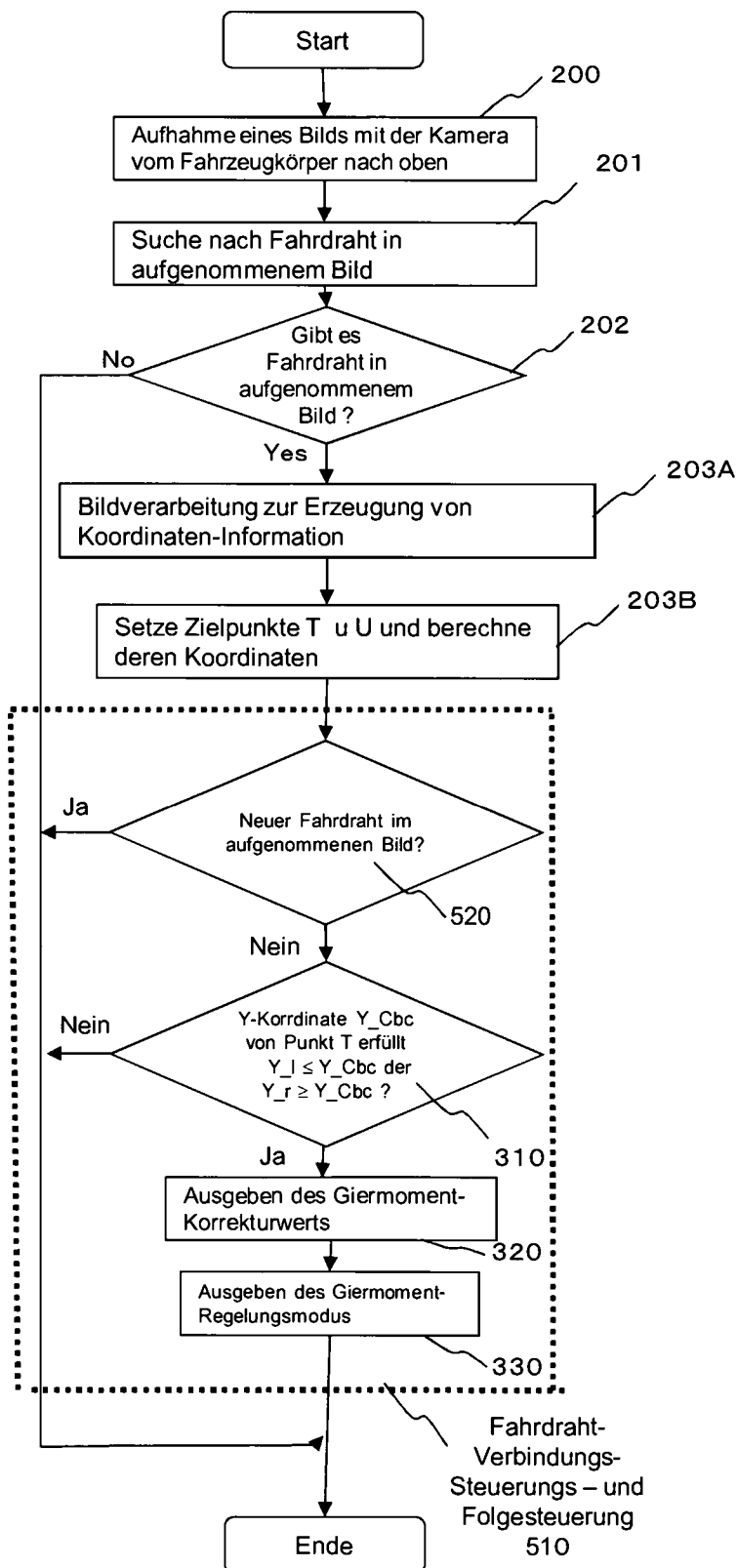


Fig.23

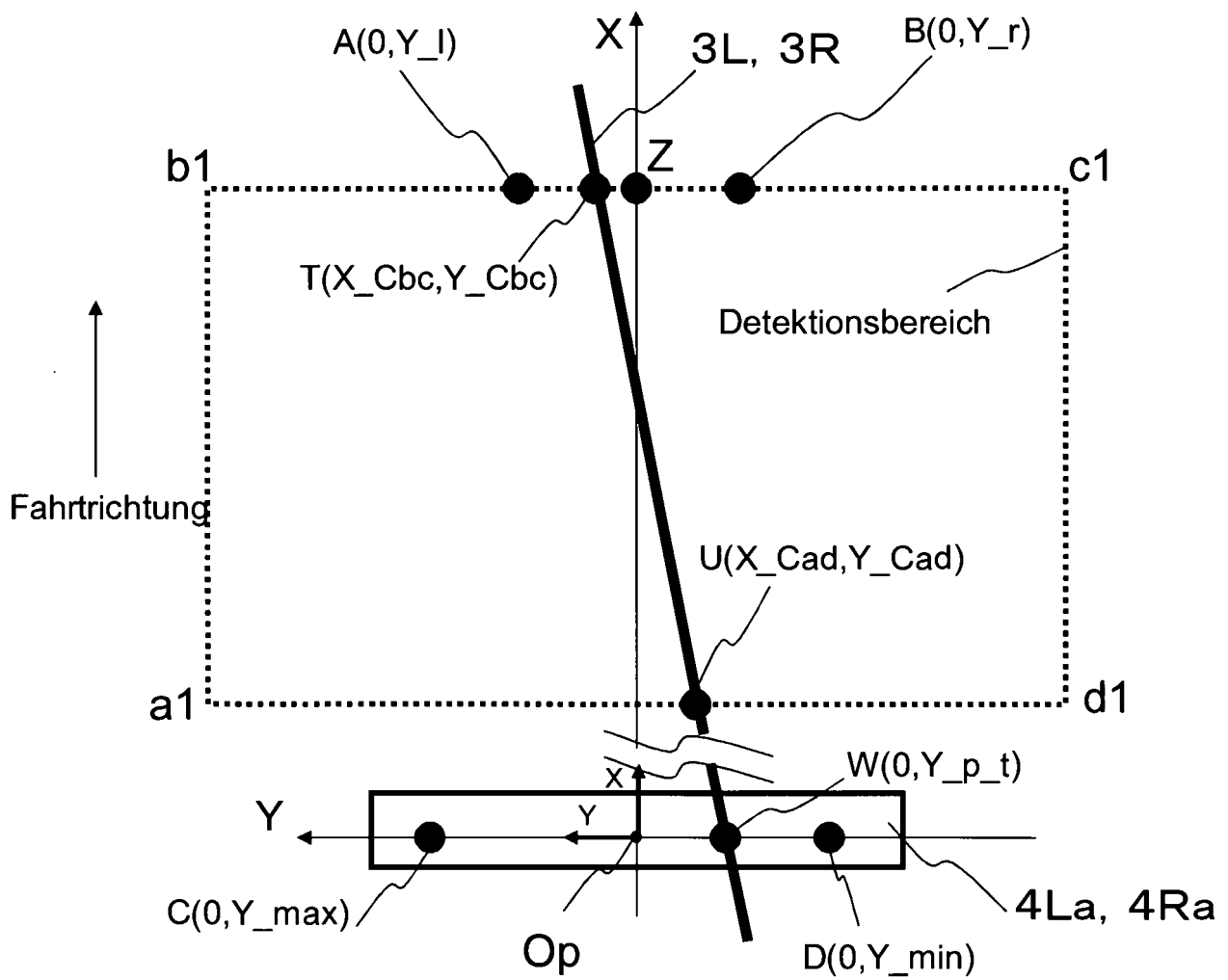


Fig.24

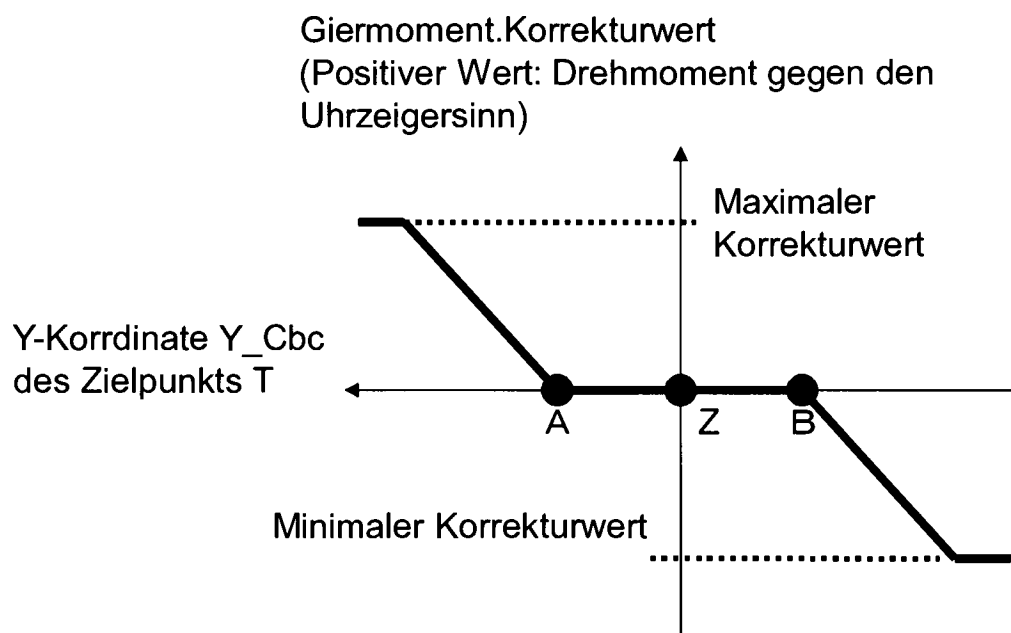


Fig.25

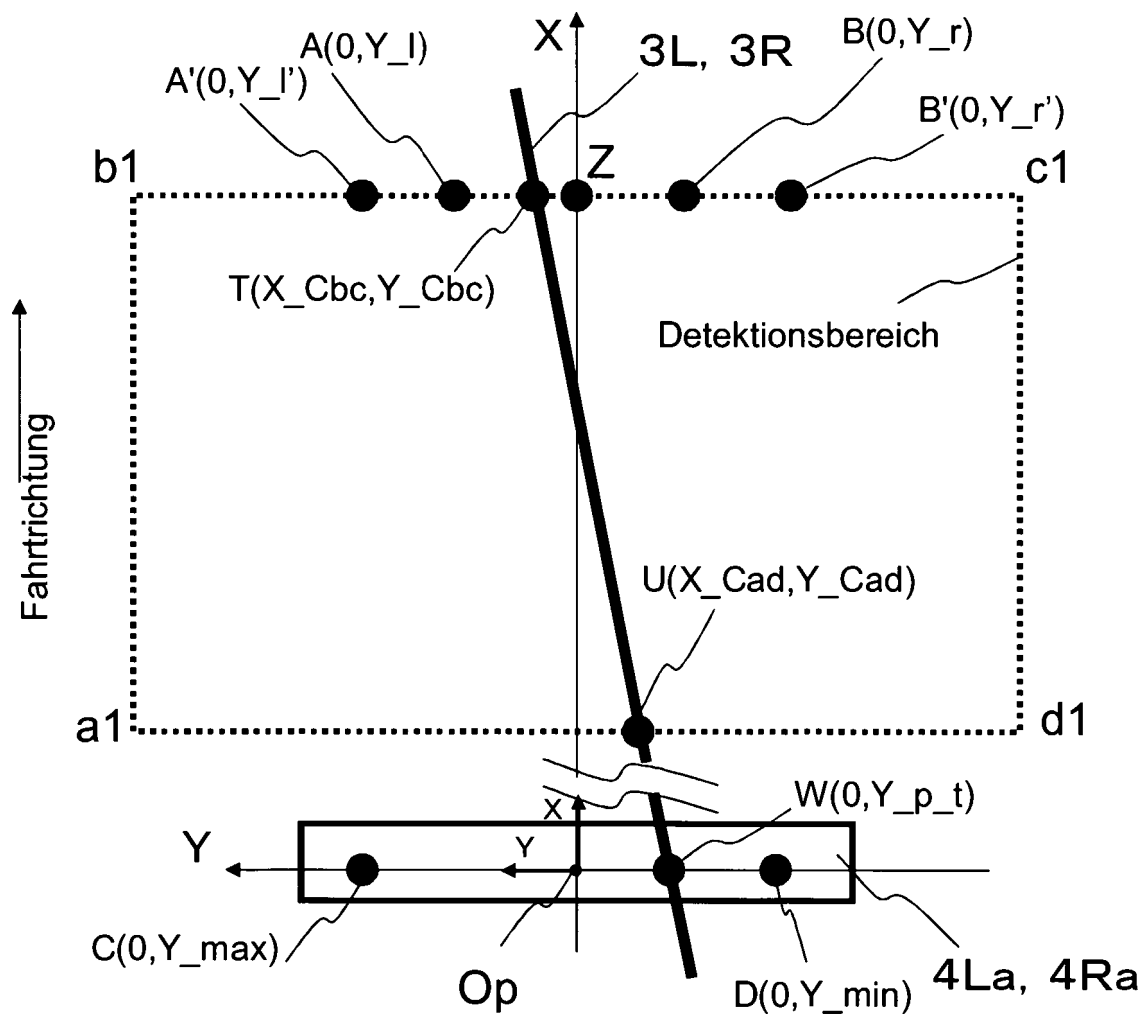


Fig.26

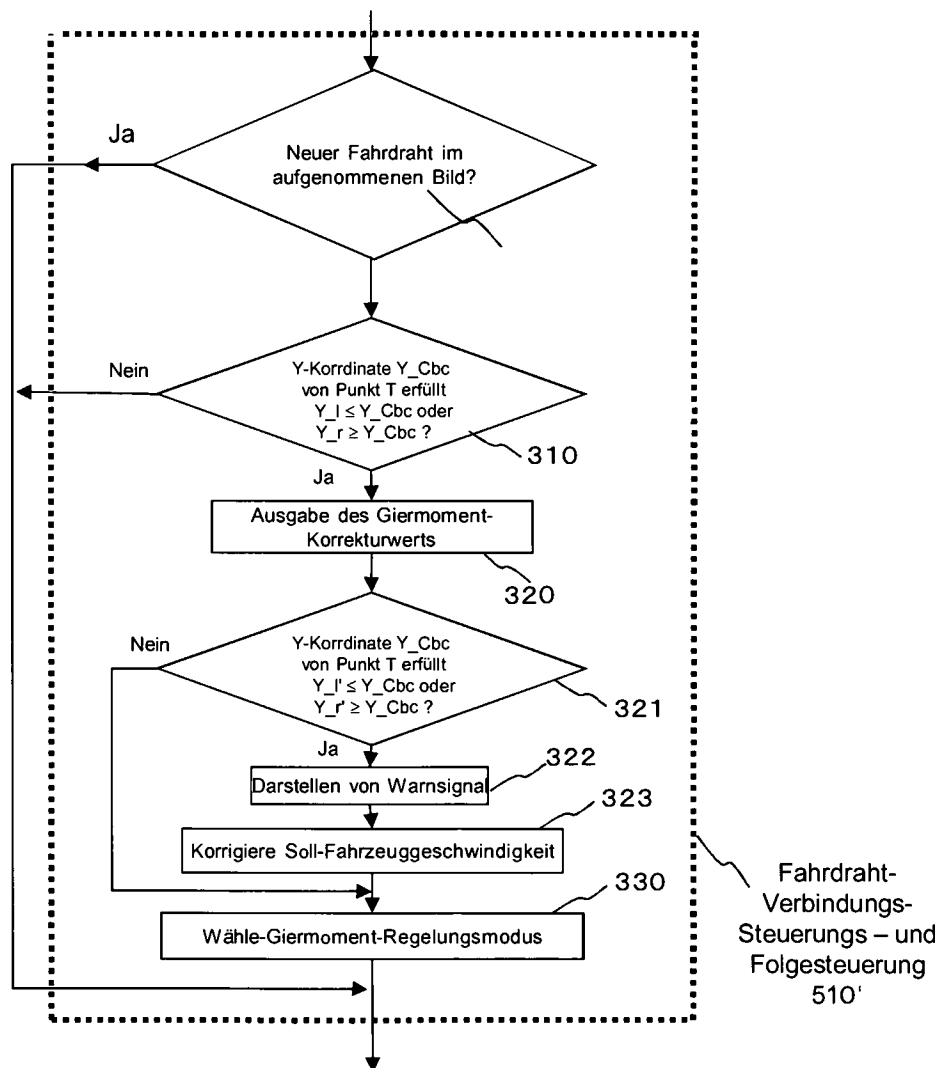


Fig.27

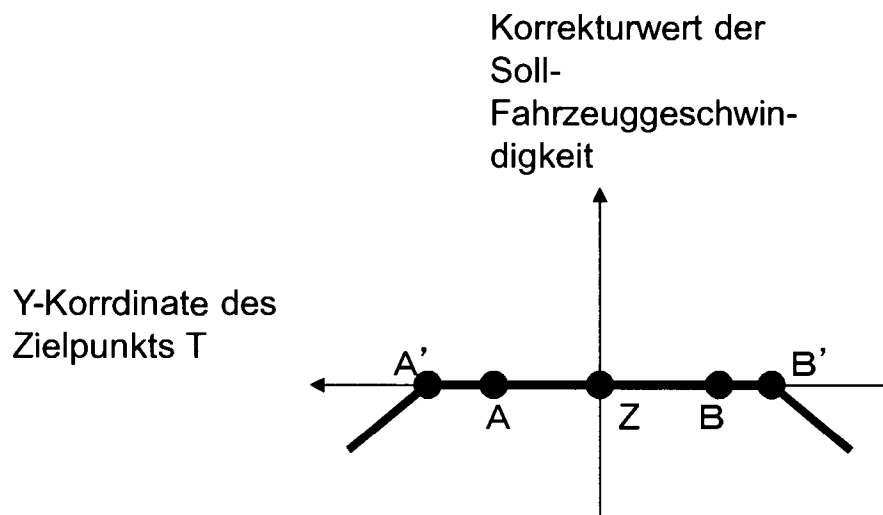


Fig.28

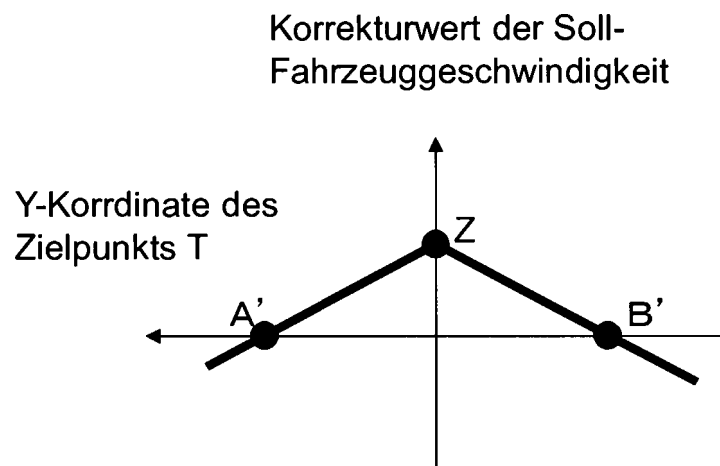


Fig.29

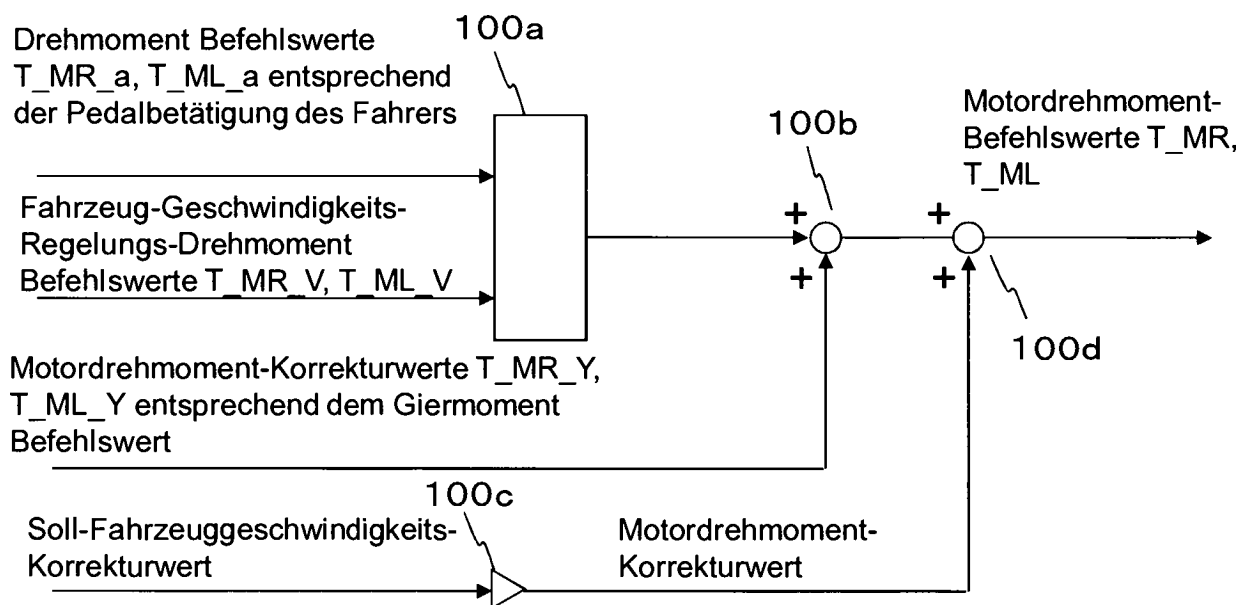


Fig.30

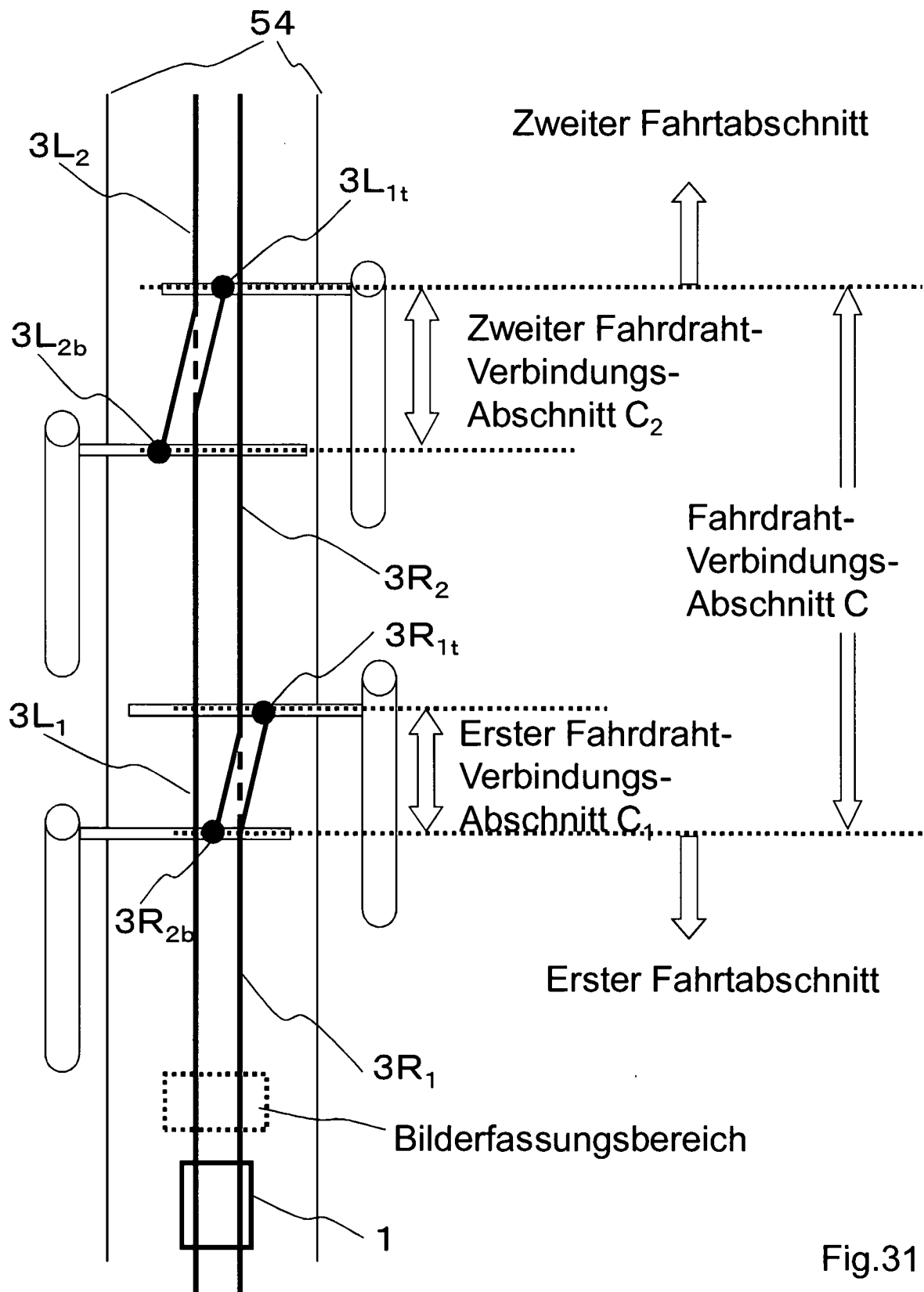


Fig.31

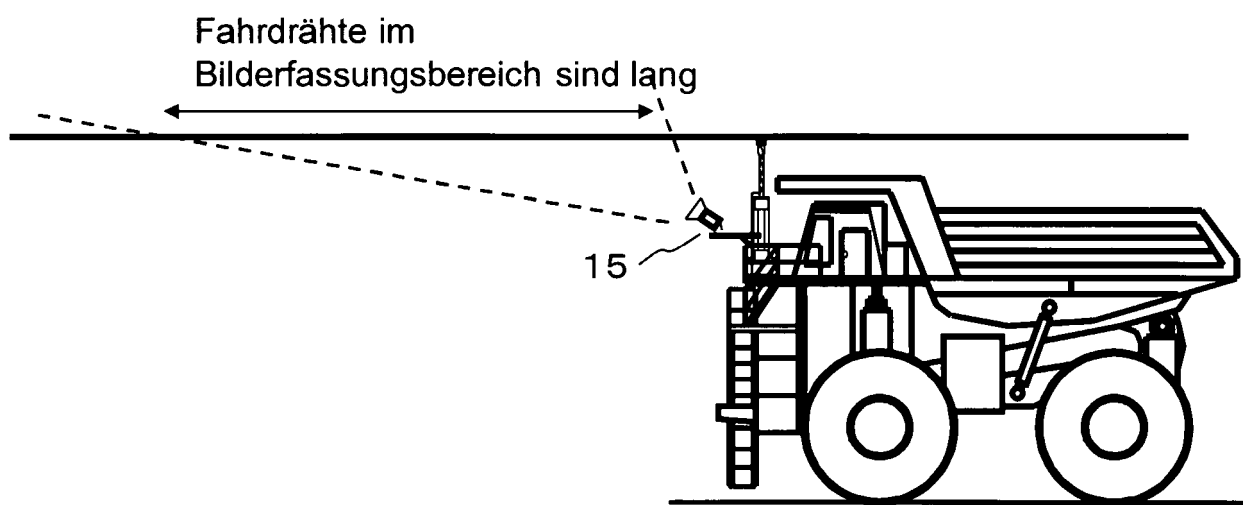


Fig.32