



(10) **DE 10 2008 059 115 B4** 2011.07.21

(12)

# Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 059 115.7**

(22) Anmeldetag: **26.11.2008**

(43) Offenlegungstag: **09.07.2009**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **21.07.2011**

(51) Int Cl.: **B62D 6/00** (2006.01)  
**B62K 21/00** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

|                       |                   |           |  |
|-----------------------|-------------------|-----------|--|
| (30) Unionspriorität: |                   |           |  |
| <b>2007-310104</b>    | <b>30.11.2007</b> | <b>JP</b> |  |

(72) Erfinder:  
**Suzuki, Osamu, Saitama, Wako, JP**

(73) Patentinhaber:  
**Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, Minato-ku, JP**

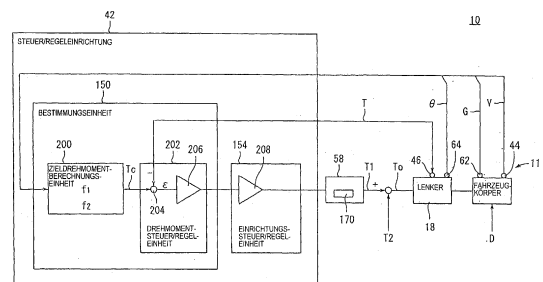
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

(74) Vertreter:  
**Weickmann & Weickmann, 81679, München, DE**

|    |                |    |
|----|----------------|----|
| DE | 10 2006 024327 | A1 |
| DE | 10 2005 047144 | A1 |
| EP | 17 80 109      | A2 |
| JP | 2007-1 25 917  | A  |

(54) Bezeichnung: **Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad**

(57) **Hauptanspruch:** Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad (11), umfassend: einen Aktuator (170), welcher der Lenkung eines Kraftrads (11) ein Lenkdrehmoment (T1) eingibt; eine Zieldrehmomentberechnungseinheit (200), welche ein Zieldrehmoment (Tc) für die Lenkung auf der Basis des Zustands des Kraftrads (11) berechnet; ein Drehmomenterfassungsmittel (46), welches ein Lenkdrehmoment (T) erfasst, und eine Drehmomentsteuer/regeleinheit (202), welche den Aktuator (170) auf der Basis einer Abweichung ( $\epsilon$ ) zwischen dem von der Zieldrehmomentberechnungseinheit (200) berechneten Zieldrehmoment (Tc) und dem von dem Drehmomenterfassungsmittel (46) erhaltenen Lenkdrehmoment (T) antreibt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad. Insbesondere betrifft sie ein Lenkungsunterstützungssystem, welches einen Aktuator umfasst, welcher der Lenkung ein Lenkdrehmoment eingibt.

**[0002]** Eine Anzahl Steuer/Regeltechniken wurden entwickelt, um die Fahrstabilität eines Kraftrads weiter zu verbessern. Ein bekanntes Beispiel von Techniken zur Verbesserung der Fahrstabilität ist ein Lenkungsdämpfer. Die JP 2007-125917 A (= EP 1 780 108 A2) schlägt ein weiteres Beispiel von solchen Techniken vor, in welchem ein Aktuator vorgesehen ist, um das Lenkungssystem aktiv zu steuern/regeln (insbesondere das Hinterrad).

**[0003]** Bei der in dem oben erwähnten Patentdokument offenbarten Technik basiert die Lenkung des Hinterrads auf dem Ziellenkwinkel und dem verzögerten Lenkwinkel für das Hinterrad, welche gemäß der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Rollrate bestimmt werden.

**[0004]** Im Übrigen sind Krafträder zwangsläufig anfälliger für äußere Einflüsse, wie z. B. eine ungleichmäßige Bodenoberfläche und einen Seitenwind, als Vierradkraftwagen. Die äußeren Einflüsse bewirken ein Flattern in der Lenkung und es ist wünschenswert, das Lenkungsflattern von Krafträdern zu reduzieren.

**[0005]** Die Aktivsteuer/regeltechnik in dem Beispiel des oben erwähnten Patentdokuments ist im Wesentlichen die Positionssteuerung/regelung des Lenkwinkels. Folglich ist die Technik auf die Steuerung/Regelung des Hinterrads anwendbar, aber es ist tatsächlich schwierig, die Technik bei dem Vorderrad anzuwenden, welches direkt durch den Fahrer bedient wird.

**[0006]** Zusätzlich hat die Technik in dem Beispiel des oben erwähnten Patentdokuments im Wesentlichen die Zielsetzung, das Fahrverhalten zum Zeitpunkt eines Spurwechsels oder einer Wende zu verbessern. Eine Reduzierung des durch äußere Einflüsse verursachten Lenkungsflatterns ist nicht das Anliegen des oben erwähnten Patentdokuments.

**[0007]** Die DE 10 2005 047 144 A1 offenbart ein Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad, umfassend: einen Aktuator, welcher der Lenkung eines Kraftrads ein Lenkdrehmoment eingibt, eine Zieldrehmomentberechnungseinheit, welche ein zusätzliches Drehmoment für die Lenkung auf der Basis des Zustands des Kraftrads erhält, und eine Drehmomentsteuer/regeleinheit, welche den Aktuator auf der Basis des berechneten zusätzlichen Lenkmoments antreibt.

**[0008]** Die DE 10 2006 024 327 A1 lehrt, im Falle eines detektierten instabilen Fahrzustandes mittels eines Aktuators einen Zusatzlenkwinkel aufzubringen.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, ein Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad bereitzustellen, welches das Rollen des Fahrzeugkörpers und das Lenkungsflattern weiter reduzieren kann, welche durch äußere Einflüsse, wie z. B. eine unregelmäßige Bodenoberfläche und Seitenwind, bewirkt werden.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe erfolgt durch ein Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0011]** Einige der Charakteristika eines Lenkungsunterstützungssystems gemäß verschiedenen Aspekten der vorliegenden Erfindung sind wie folgt.

**[0012]** Erste Charakteristika: Das Lenkungsunterstützungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass es umfasst: einen Aktuator, welcher der Lenkung eines Kraftrads ein Lenkdrehmoment eingibt; eine Zieldrehmomentberechnungseinheit, welche ein Zieldrehmoment für die Lenkung auf der Basis des Zustands des Kraftrads berechnet; ein Drehmomenterfassungsmittel, welches ein Lenkdrehmoment erfasst; und eine Drehmomentsteuer/regeleinheit, welche den Aktuator auf der Basis einer Abweichung zwischen dem von der Zieldrehmomentberechnungseinheit erhaltenen Zieldrehmoment und dem von dem Drehmomenterfassungsmittel erhaltenen Lenkdrehmoment antreibt.

**[0013]** Durch die so auf der Basis der Abweichung zwischen dem Zieldrehmoment und dem tatsächlichen Lenkdrehmoment durchgeführte Drehmomentsteuerung/regelung kann das Rollen des Fahrzeugkörpers und das Lenkungsflattern, welche durch die äußeren Einflüsse, wie z. B. eine unregelmäßige Bodenoberfläche und Seitenwind, bewirkt werden, weiter reduziert werden.

**[0014]** Zweite Charakteristika: Das Lenkungsunterstützungssystem zeichnet sich ferner dadurch aus, dass es umfasst: ein Lenkwinkelzustandserfassungsmittel, welches den Zustand in Bezug auf einen Lenkwinkel der Lenkung erfasst; ein Beschleunigungserfassungsmittel, welches eine Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung des Kraftrads erfasst; und ein Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsmittel, welches eine Fahrzeuggeschwindigkeit des Kraftrads erfasst. Das Lenkungsunterstützungssystem zeichnet sich auch dadurch aus, dass die Zieldrehmomentberechnungseinheit das Zieldrehmoment auf der Basis der von dem Lenkwinkelzustandserfassungsmittel erhaltenen Information, der von dem Beschleunigungs-

erfassungsmittel erhaltenen Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung und der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsmittel erhaltenen Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet. Folglich kann das Zieldrehmoment passender auf der Basis der Information über den Lenkwinkel, die Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung und die Fahrzeuggeschwindigkeit erhalten werden. Als Konsequenz kann das Lenkungsflattern weiter reduziert werden.

**[0015]** Dritte Charakteristika: Das Lenkungsunterstützungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass die von dem Lenkwinkelzustandserfassungsmittel erhaltene Information eine Lenkwinkelbeschleunigung ist; und wenn die Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist und die Lenkwinkelbeschleunigung gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, der Aktuator angetrieben wird und der Lenkung ein Lenkdrehmoment eingibt. Folglich wird weniger Einfluss auf die eigenhändige Bedienung des Fahrers ausgeübt. Als Konsequenz wird unter normalen Fahrbedingungen der eigenhändigen Bedienung des Fahrers Priorität eingeräumt, sodass der Fahrer eine natürliche Manövrierbarkeit/Wendigkeit genießen kann.

**[0016]** Vierte Charakteristika: Das Lenkungsunterstützungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass die Zieldrehmomentberechnungseinheit das Zieldrehmoment durch eine inverse Operation berechnet, welche wenigstens eine Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion, welche die Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung bezüglich des Lenkdrehmoments ausdrückt, und/oder eine Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion, welche die Lenkwinkelbeschleunigung bezüglich des Lenkdrehmoments ausdrückt. Die Verwendung solcher Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktionen erlaubt, dass das Zieldrehmoment passend und leicht erhalten wird.

**[0017]** Bei dem Lenkungsunterstützungssystem der vorliegenden Erfindung wird die Drehmomentsteuerung/regelung auf der Basis der Abweichung zwischen dem Zieldrehmoment und dem tatsächlichen Lenkdrehmoment durchgeführt. Folglich können das Rollen des Fahrzeugkörpers und das Lenkungsflattern, welche durch die äußeren Einflüsse, wie z. B. eine unregelmäßige Bodenoberfläche und Seitenwind, verursacht werden, darüber hinaus reduziert werden.

**[0018]** Ein Lenkungsunterstützungssystem gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigegebenen Zeichnungen beschrieben, in welchen:

**[0019]** [Fig. 1](#) eine Seitenansicht eines Kraftrads ist, an welchem ein Lenkungsunterstützungssystem gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angebracht ist;

**[0020]** [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht eines Verbundsensors ist, welcher in einem unteren Abschnitt eines Kopfrohrs des Kraftrads angeordnet ist;

**[0021]** [Fig. 3](#) eine Schnittdraufsicht des Verbundsensors ist;

**[0022]** [Fig. 4](#) ein Blockkonfigurationsdiagramm des Lenkungsunterstützungssystems gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0023]** [Fig. 5](#) eine Seitenschnittansicht einer Lenkungsunterstützungsvorrichtung ist;

**[0024]** [Fig. 6](#) ein Diagramm ist, welches eine Steuer-/Regelschleife des Lenkungsunterstützungssystems gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

**[0025]** [Fig. 7](#) ein Flussdiagramm ist, welches eine in dem Lenkungsunterstützungssystem durchgeführte Steuer-/Regelprozedur veranschaulicht;

**[0026]** [Fig. 8](#) ein Schaubild ist, welches einen Steuer-/Regelbereich veranschaulicht, welcher durch die Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung und die Winkelbeschleunigung der Lenkung bestimmt wird; und

**[0027]** [Fig. 9](#) eine graphische Darstellung ist, welche die variable Verstärkung einer Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z1 und die variable Verstärkung einer Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z2 zeigt.

**[0028]** Ein Lenkungsunterstützungssystem gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beiliegenden [Fig. 1](#) bis [Fig. 9](#) beschrieben. Ein Lenkungsunterstützungssystem **10** dieser Ausführungsform ist an einem Kraftrad **11** angebracht. Somit beginnt die Beschreibung mit der des Kraftrads **11**.

**[0029]** Es ist anzumerken, dass die in dieser Ausführungsform gegebene Beschreibung auf dem Kraftrad **11** basiert, welches ein Kraftrad vom Vollverkleidungstyp ist, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Das Kraftrad von diesem Typ ist jedoch nur ein Beispiel der vorliegenden Erfindung. Die vorliegende Erfindung ist auch auf andere Typen von Krafträdern (beispielsweise Roller bzw. Scooter) anwendbar. Zusätzlich gibt es einige Mechanismen oder Bauelemente, welche paarweise an dem Kraftrad **11** vorgesehen sind – eines auf der rechten Seite des Fahrzeugkörpers und ein weiteres auf der linken Seite desselben. Für diese Mechanismen und Bauelemente ist jedes von diesen auf der linken Seite mit einem Buchstaben "L" versehen, welcher ihren jeweiligen Bezugszahlen hinzugefügt ist, während jedes von diesen auf der rechten Seite einen Buchstaben "R" aufweist, welcher ih-

ren jeweiligen Bezugswerten hinzugefügt ist. Darüber hinaus bezieht sich die in der folgenden Beschreibung erwähnte "rechte Seite" auf die rechte Seite des Fahrzeugkörpers aus der Sicht des auf dem Kraftrad **11** sitzenden Fahrers, während sich die "linke Seite" auf die linke Seite des Fahrzeugkörpers vom selben Standpunkt aus bezieht.

[0030] Wie [Fig. 1](#) zeigt, umfasst das Kraftrad **11**: einen Fahrzeuggruppfrahmen **12** vom Schleifentyp, welcher einen Fahrzeugkörper bildet; ein Vorderrad **14**, welches ein Lenkrad ist; ein Hinterrad **16**, welches ein Antriebsrad ist; einen Lenker **18**, welcher das Vorderrad **14** lenkt; einen Sitz **20**, auf welchem der Fahrer sitzt. Ein Motor **19** ist auch vorgesehen, um das Hinterrad **16** über ein nicht dargestelltes Getriebe anzutreiben.

[0031] Wie die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen, ist eine obere Brücke **52** mit dem Lenker **18** gekoppelt, welcher in dem vorderen Abschnitt des Fahrzeugkörpers angeordnet ist. Vordergabeln **24L** und **24R** sind jeweils mit dem linksseitigen Abschnitt und dem rechtsseitigen Abschnitt der oberen Brücke **52** gekoppelt. Die Vordergabeln **24L** und **24R** durchdringen eine untere Brücke **54** und lagern schwenkbar das Vorderrad **14** derart, dass die Drehung des Vorderrads **14** erlaubt ist. Ein Kompositsensor bzw. Verbundsensor **60** ist an einem zentralen Teil der unteren Brücke **54** angebracht. Die Bodenfläche des Verbundsensors **60** ist an einer Halterung **61a** fixiert, welche wiederum an dem Fahrzeuggruppfrahmen **12** fixiert ist. Eine drehende Platte bzw. Drehplatte **66** ist an der oberen Fläche des Verbundsensors **60** angeordnet (siehe [Fig. 3](#)) und an einer Halterung **61b** fixiert, welche wiederum an der unteren Brücke **54** fixiert ist.

[0032] Nun sei angenommen, dass der Lenker **18** von dem Fahrer auf dem Sitz nach links oder rechts gelenkt wird. Der Lenker **18**, die obere Brücke **52**, die Vordergabeln **24L** und **24R**, die untere Brücke **54** und das Vorderrad **14** können gemeinsam drehmäßig um ein Kopfrohr **22** herum bewegt werden – die Mittelachse – durch die oben erwähnte Lenktätigkeit des Fahrers. Durch diese Drehbewegung wird bewirkt, dass die auf der oberen Fläche des Verbundsensors **60** angeordnete Drehplatte **66** durch die Halterung **61b** zur Drehung veranlasst wird.

[0033] Ein vorderer Kotflügel **25** zur Abdeckung des Vorderrads von oben ist an den Vordergabeln **24L** und **24R** angebracht. Folglich, wie [Fig. 2](#) deutlich zeigt, ist ein unbesetzter Raum, wo keine anderen Bauteile angeordnet sind, unterhalb der unteren Brücke **54** übrig und der so übrige Raum ist zur Anbringung des Verbundsensors **60** geeignet. Zusätzlich versieht der vordere Kotflügel **25** den Verbundsensor **60** mit einem Schutz gegen das eintretende Wasser, den Schmutz, den Sand und dgl., welche von unten hochspritzen.

[0034] Fahrtrichtungsanzeiger **50L** und **50R** sind auf der Vorderseite einer Verkleidung **38** des Kraftrads **11** angeordnet, während Fahrtrichtungsanzeiger **37L** und **37R** auf der Rückseite des Kraftrads **11** angeordnet sind. Eine Steuer/Regeleinrichtung **42** ist unter dem Sitz **20** angeordnet und steuert/regelt elektrisch das Kraftrad **11**. Ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor (Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsmittel) **44** ist nahe dem Motor **19** angeordnet und erfasst die Fahrzeuggeschwindigkeit, welche auf der Basis der Motordrehzahl, des Gangverhältnisses und dgl. berechnet wird.

[0035] Ein Lenkdrehmomentsensor (Drehmomentfassungsmittel) **46** ist in dem Kopfrohr **22** angeordnet (siehe [Fig. 4](#)). Der Lenkdrehmomentsensor **46** erfasst das Lenkdrehmoments des Lenkers **18**. Zusätzlich ist ein Neigungswinkelsensor (Neigungswinkelerfassungsmittel) **48** an dem Bodenendabschnitt bzw. unteren Endabschnitt der Bodenbrücke bzw. unteren Brücke **54** angeordnet und erfasst den Neigungswinkel (d. h. den Rollwinkel) des Kraftrads **11**. Die Erfassung des Lenkdrehmoments und des Neigungswinkels hängt nicht notwendigerweise von Sensoren ab, sondern diese Winkel können aus vorbestimmten Parametern berechnet werden.

[0036] Ein Ständer bzw. eine Stütze **56** ist nahe dem Kopfrohr **22** angeordnet und arbeitet mit dem Lenker **18**. Die Funktion der Stütze **46** kann von anderen Elementen, wie z. B. einem besonders geformten Teil der unteren Brücke **54** übernommen werden. Eine Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58** ist zwischen der Stütze **56** und dem Fahrzeuggruppfrahmen **12** angeordnet. Eine Hydraulikpumpe (Fluiddruckerhöhungs- und -reduzierungsmittel) **59** ist nahe dem Motor **19** angeordnet.

[0037] Wie [Fig. 3](#) zeigt, umfasst der Verbundsensor **60**: einen Lenkwinkelsensor (Lenkwinkelerfassungsmittel) **64**, um den Lenkwinkel des Lenkers **18** des Kraftrads **11** zu erfassen (siehe [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)); einen Beschleunigungssensor (Beschleunigungserfassungsmittel zur Erfassung der Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung) **62**, um eine gemäß dem Rollwinkel des Kraftrads **11** erzeugte Beschleunigungskraft (G-Kraft) zu erfassen (der Winkel wird von dem Kraftrad **11** mit einer vertikalen Linie gebildet, wenn es in der Fahrzeugbreitenrichtung nach rechts oder nach links geneigt wird); ein Gehäuse **65**, in welches eine Einheit eingebaut ist, welche aus dem Lenkwinkelsensor **64** und dem Beschleunigungssensor **62** besteht; und die Drehplatte **66**, welche an der Oberseite angeordnet ist. Der Beschleunigungssensor **62** besteht aus einem Halbleiterelement und ist zu einem mäßigen Preis erhältlich. Der Lenkwinkelsensor **64** ist ein Potentiometer und ist auch zu einem mäßigen Preis erhältlich.

**[0038]** Die Bodenfläche des Gehäuses **65** ist mit der Halterung **61a** verbunden, während die Drehplatte **66** mit der Halterung **61b** verbunden ist. Eine Trennwand **119** ist im Inneren des Gehäuses **65** ausgebildet. Eine Basisplatte bzw. Grundplatte **90** ist an der oberen Fläche der Trennwand **119** vorgesehen. Ein Raum **84** ist unter der Trennwand **119** gebildet. Eine Basisplatte bzw. Grundplatte **86** ist in dem Raum **84** derart angeordnet, dass sie in dem Referenzzustand horizontal angeordnet ist. Ein Widerstandselement (beispielsweise ein Element, welches aus leitfähigem Kunststoff besteht) ist an der oberen Fläche der Grundplatte **90** angeordnet. Das Widerstandselement hat von oben gesehen eine Bogenform. Andererseits ist eine leitfähige Bürste **92** auf dem Bodenabschnitt der Drehplatte **66** angeordnet und bewegt sich gleitend an dem Widerstandselement der Grundplatte **90**. Das Widerstandselement und die leitfähige Bürste **92** bilden zusammen den Lenkwinkelsensor **64**. Eine Leitung ist vorgesehen, um die zwei Grundplatten **90** und **86** zu verbinden und ermöglicht es, das Signal des Lenkwinkelsensors **64** der Steuer/Regeleinrichtung **42** über die Grundplatte **86** zuzuführen. Es sollte angemerkt werden dass der Lenkwinkelsensor beispielsweise durch einen Drehmomentsensor ersetzt werden kann.

**[0039]** Der Beschleunigungssensor **62** ist auf der Bodenfläche der Grundplatte **86** angeordnet. Folglich sind die Grundplatte **86** und der Beschleunigungssensor **62** in dem Raum **84** orthogonal zu einer vertikalen Achse **124** und im Wesentlichen in einer horizontalen Position angeordnet. Gleichzeitig sind die Grundplatte **86** und der Beschleunigungssensor **62** zu einer Mittelachse **122** um einen bestimmten vorbestimmten Winkel geneigt (ein Winkel zwischen der Mittelachse **122** und der vertikalen Achse **124**, d. h. der Nachlaufwinkel). Leitungen **112a** bis **112d** sind jeweils durch Lötmaterialien **114a** bis **114d** mit der Grundplatte **86** verbunden. Die mehreren Leitungen **112a** bis **112d** erstrecken sich aus dem Gehäuse **65** durch eine Gummitülle **110** und sind dann gemeinsam in einen Kabelbaum **113** eingebunden, welcher dann mit der Steuer/Regeleinrichtung **42** verbunden ist. Mehrere Dichtungselemente sind an dem Verbundsensor **60** vorgesehen, um zu verhindern, dass Feuchtigkeit, Staub und dgl. von der Außenseite in die Innenseite des Gehäuses **65** aufgenommen werden.

**[0040]** Wie [Fig. 4](#) zeigt, sind der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **44**, der Lenkdrehmomentsensor **46**, der Neigungswinkelsensor **48**, der Lenkwinkelsensor **64** und der Beschleunigungssensor **62** mit der Steuer/Regeleinrichtung **42** verbunden. Signale, welche die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$ , das Lenkdrehmoment  $T$ , den Neigungswinkel  $\varphi$ , den Lenkwinkel  $\theta$  und die Beschleunigungskraft  $G$  verkörpern, welche von den oben erwähnten Sensoren erfasst werden, werden der Steuer/Regeleinrichtung **42** zugeführt. Es

ist anzumerken, dass der Wert von jedem von dem Lenkdrehmoment  $T$ , dem Neigungswinkel  $\varphi$  und dem Lenkwinkel  $\theta$  null ist, wenn der Lenker **18** in dem Referenzzustand ist (d. h. während das Kraftrad **11** geradeaus fährt).

**[0041]** Die Steuer/Regeleinrichtung **42** umfasst eine Bestimmungseinheit **150** und eine Einrichtungssteuer/regeleinheit **154**. Die Bestimmungseinheit führt eine Bestimmungsverarbeitung auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$ , des Lenkdrehmoments  $T$ , des Neigungswinkels  $\varphi$ , des Lenkwinkels  $\theta$  und der Beschleunigungskraft  $G$  durch. Die Einrichtungssteuer/regeleinheit **154** steuert/regelt die Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58** und einen Motor **59a** von der Hydraulikpumpe **59**. Die Steuer/Regeleinrichtung **42** umfasst auch: eine CPU (zentrale Rechneinheit), welche als eine Hauptsteuer/regeleinheit dient; einen RAM (Direkt-Zugriffs-Speicher) und einen ROM (Festwertspeicher), welche als eine Speichereinheit dienen; einen Treiber; und dgl. Um die Funktion der Steuer/Regeleinrichtung **42** zu implementieren, lädt die CPU ein Programm, arbeitet zusammen mit der Speichereinheit und dgl. und führt so eine Softwareverarbeitung durch.

**[0042]** Wie [Fig. 5](#) zeigt, umfasst die Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58** einen Zylinder (Aktuator) **170** und ein elektromagnetisches Proportionschaltventil **172**. Auf einer Seite des Zylinders **170** ist ein Endabschnitt eines Zylinderrohrs **173** drehbar mit der Stütze **56** verbunden, während auf der anderen Seite des Zylinders **170** ein Endabschnitt einer Stange **174** drehbar mit einem Abschnitt des Fahrzeuggumpfrahmens **12** verbunden ist. Der Zylinder **170** ist dazu ausgebildet, der Lenkung ein Rotationsdrehmoment zu verleihen. Das hier erwähnte Lenkdrehmoment ist ein Drehmoment, welches eine Richtung hat, um die Last von dem Lenkvorgang entweder zu erhöhen oder zu reduzieren. Zusätzlich kann das Lenkdrehmoment entweder das sein, welches aktiv eingegeben bzw. zugeführt wird, oder das, welches passiv hervorgerufen bzw. induziert wird.

**[0043]** Ein Kolben **178** ist an der Stange **174** vorgesehen und bewegt sich an der Innenseite des Zylinderrohrs **173** vor und zurück. Kein Mittel (beispielsweise eine Öffnung), um die zwei Seiten des Kolbens **178** – insbesondere Druckaufnahmekammern **184a** und **184b** – kommunizierend miteinander zu verbinden, ist in dem Kolben **178** ausgebildet. Die Stange **174** wird von einem Dichtungselement **180** gelagert, welches an einem Endabschnitt des Zylinderrohrs **173** angeordnet ist. Ein Teil der Stange **174** steht aus dem Dichtungselement **180** heraus und der Teil ist mit einer Schutzmanschette vom Faltenbalgtyp **182** abgedeckt. Eine Rohrverzweigungsstruktur ist in dem oberen Abschnitt des Zylinders **170** ausgebildet und das elektromagnetische Proportional-

schaftventil **172** ist mit dem rohrverzweigungsförmigen oberen Abschnitt integriert.

**[0044]** Die Hydraulikpumpe **59** führt dem Zylinder **170** ein Hydraulikfluid zu. Das elektromagnetische Proportionschaltventil **172** schaltet die Zufuhr des so zugeführten Hydraulikfluids derart, dass das Hydraulikfluid nur einer der Druckaufnahmekammern **184a** und **184b** zugeführt werden kann, von denen jede auf einer Seite des Kolbens **178** auf der Innenseite des Zylinders **170** angeordnet ist. Das elektromagnetische Proportionschaltventil **172** umfasst: einen Körper **186**; einen Schieber **188**, welcher sich an der Innenseite des Körpers **186** vor- und zurückbewegt; und einen Solenoid **190**, welcher den Schieber **188** antreibt. Ein Einlassanschluss **186p** ist in dem Körper **186** ausgebildet und Hydraulikfluid wird dem Einlassanschluss **186p** zugeführt. Das elektromagnetische Proportionschaltventil **172** schaltet und wählt aus, in welchen der Durchgänge das Hydraulikfluid in dem Einlassanschluss **186p** eingelassen wird. Um es anders auszudrücken, verbindet das elektromagnetische Proportionschaltventil **172** kommunizierend den Einlassanschluss **186p** entweder mit einem A-Anschluss **186a** oder einem B-Anschluss **186b**. Von dem A-Anschluss **186a** und dem B-Anschluss **186b** wird der eine, welcher nicht mit dem Einlassanschluss **186p** kommunizierend verbunden wird, mit einem Rücklaufanschluss **186r** kommunizierend verbunden, welcher dann mit einem Tank **192** kommunizierend verbunden wird. Es sollte angemerkt werden, dass der A-Anschluss **186a** und der B-Anschluss **186b** jeweils mit den Druckaufnahmekammern **184a** und **184b** des Zylinders **170** kommunizierend verbunden werden.

**[0045]** Während der Operation der Steuer/Regel-einrichtung **42** steuert/regelt der Solenoid **190** den Schieber **188** derart proportional, dass das Hydraulikfluid von dem Einlassanschluss **186p** irgendeiner der Druckaufnahmekammern **184a** und **184b** proportional zugeführt werden kann. Unterdessen ist die andere der Druckaufnahmekammern **184a** und **184b** mit dem Tank **192** kommunizierend verbunden. Hier kann der Solenoid **190** auf jeder von den zwei Seiten des Schiebers **188** derart angeordnet sein, dass er der Antriebsrichtung des Schiebers **188** entspricht. Das elektromagnetische Proportionschaltventil **172** muss kein Proportionalventil sein, sondern kann ein einfaches Schaltventil sein. Die Verwendung eines elektromagnetischen Proportionalventils ermöglicht es jedoch dem Ventil, auf verschiedene Situationen zu reagieren und so wird eine noch genauere Steuerung/Regelung erreicht.

**[0046]** Die Hydraulikpumpe **59** wird von dem Motor **59a** gedreht. Die Hydraulikpumpe **59** saugt die in dem Tank **192** bevorratete Flüssigkeit (üblicherweise Öl) heraus, setzt die Flüssigkeit unter Druck und führt dann die Flüssigkeit dem elektromagnetischen

Proportionschaltventil **172** zu. Während der Operation der Steuer/Regeleinrichtung **42** wird der Motor **59a** derart gesteuert/geregt, dass er die Drehzahl und/oder das Drehmoment verändert. Folglich werden die Drehzahl und/oder das Drehmoment der Hydraulikpumpe **59** derart verändert, dass der Druck des auf das elektromagnetische Proportionschaltventil **172** einwirkenden Hydraulikfluids eingestellt wird. Es sollte bemerkt werden, dass die Hydraulikpumpe **59** mit dem Motor **59a** nicht das einzige Mittel ist, um den Druck des auf das elektromagnetische Proportionschaltventil **172** einwirkenden Hydraulikfluids einzustellen. Beispielsweise kann die Einstellung des Drucks unter Verwendung einer Taumelscheibenpumpe erreicht werden. Um genauer zu sein, kann die Einstellung des Drucks erreicht werden, indem der Neigungswinkel der Taumelscheibe eingestellt wird. Alternativ kann ein elektromagnetisches Druckeinstellproportionalventil zur Einstellung des Drucks verwendet werden. Zusätzlich kann ein druckkompensiertes Mittel (beispielsweise ein Druckbegrenzungsventil) zwischen der Hydraulikpumpe **59** und dem elektromagnetischen Proportionschaltventil **172** angeordnet sein.

**[0047]** Nachfolgend wird weiter unten das Lenkungsunterstützungssystem **10** beschrieben.

**[0048]** Wie [Fig. 6](#) zeigt, umfasst das Lenkungsunterstützungssystem **10**: die Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58**; eine Zieldrehmomentberechnungseinheit **200**, welche das Zieldrehmoment  $T_c$  der Lenkung (d. h. des Lenkers **18**) auf der Basis des Zustands des Kraftrads **11** berechnet; und eine Drehmomentsteuer/regeleinheit **202**, welche die Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58** auf der Basis der Abweichung  $\epsilon$  zwischen dem Zieldrehmoment  $T_c$  und dem von dem Lenkdrehmomentsensor **46** erhaltenen Lenkdrehmoment  $T$  antreibt. Das Zieldrehmoment  $T_c$  ist ein Drehmoment, welches benötigt wird, um das Verhalten des Fahrzeugkörpers zu stabilisieren.

**[0049]** Zusätzlich umfasst das Lenkungsunterstützungssystem **10**: den Lenkwinkelsensor **64**, welcher den Lenkwinkel  $\theta$  erfasst; den Beschleunigungssensor **62**, welcher die Beschleunigung  $G$  (d. h. Beschleunigungskraft bzw.  $G$ -Kraft) in der Fahrzeugbreitenrichtung erfasst; und den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **44**, welcher die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  erfasst. Die so durch diese Sensoren **64**, **62** und **44** für das Kraftrad **11** erhaltene Zustandsgröße (quantity of state) ist die Größe, welche erhalten wird, indem die durch die Bedienung des Fahrers (das Lenken, das Beschleunigen, das Bremsen, das Verschieben des Körpergewichts usw.) verursachte Zustandsgröße und die durch die äußeren Einflüsse  $D$ , wie z. B. eine unregelmäßige Bodenoberfläche und Seitenwind, verursachte Zustandsgröße summiert bzw. addiert werden.

**[0050]** Die Zieldrehmomentberechnungseinheit **200** berechnet das Zieldrehmoment  $T_c$  auf der Basis des Lenkwinkels  $\theta$ , der Beschleunigung  $G$  in der Fahrzeugbreitenrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$ . Die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ , welche erhalten wird durch eine Differenzialverarbeitung erster Ordnung (von einem Lenkwinkelzustandserfassungsmittel ausgeführt) und die Winkelbeschleunigung  $a$ , welche erhalten wird durch eine Differenzialverarbeitung zweiter Ordnung (von dem Lenkwinkelzustandserfassungsmittel ausgeführt) sind für den Lenkwinkel  $\theta$  erhältlich. Die Beschleunigung  $G$ , der Lenkwinkel  $\theta$ , die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  und die Winkelbeschleunigung  $a$  können entweder in der linken Richtung oder in der rechten Richtung generiert werden, sodass diese Werte entweder positiv oder negativ sein können. Für ein leichteres Verständnis basiert die folgende Beschreibung auf einem Beispiel, bei dem alle diese Werte positiv sind.

**[0051]** In der Drehmomentsteuer/regeleinheit **202** wird die Abweichung  $\varepsilon$  zwischen dem Lenkdrehmoment  $T_0$  und dem Zieldrehmoment  $T_c$  an einem Subtraktionspunkt **204** erhalten und eine vorbestimmte Steuer/Regelkompensation (beispielsweise eine PID-Kompensation) wird von einer Kompensationseinheit **206** ausgeführt. Zusammenfassend wird eine Rückführungssteuerung/regelung basierend auf dem Lenkdrehmoment  $T_0$  von dem Lenkungsunterstützungssystem **10** durchgeführt. Es ist anzumerken, dass das hier erwähnte Lenkdrehmoment  $T_0$  das Drehmoment ist, welches tatsächlich auf den Lenker **18** einwirkt. Um es anders auszudrücken, ist das Lenkdrehmoment  $T_0$  das Gesamtdrehmoment, welches erhalten wird, indem das Drehmoment  $T_1$ , welches durch die Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58** ausgeübt wird, und das Drehmoment  $T_2$ , welches durch den Lenkvorgang des Fahrers ausgeübt wird, zusammengezählt werden.

**[0052]** Die Funktion der Drehmomentsteuer/regel-einheit **202** kann durch eine Softwareverarbeitung implementiert werden, welche wiederholt für jede kurze Zeitperiode ausgeführt wird, eine Analogschaltung und dgl. Die Zieldrehmomentberechnungseinheit **200** und die Drehmomentsteuer/regeleinheit **202** sind in der Bestimmungseinheit **150** vorgesehen. Das Signal auf den Steuer/Regelbetrag, welcher von der Drehmomentsteuer/regeleinheit erhalten wird, wird durch einen Verstärker **208** in der Einstellungssteuer/regeleinheit **154** verstärkt und das verstärkte Signal wird dann der Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58** und dem Motor **59a** zugeführt. Die Einstellungssteuer/regeleinheit **154** erhält die Richtung und den Betrag des Schaltens des elektromagnetischen Proportionschaltventils **172** auf der Basis des zugeführten Signals und führt die Steuerung/Regelung durch.

**[0053]** Anschließend wird die Berechnungsprozedur des Zieldrehmoments  $T_c$  durch die Zieldrehmoment-

berechnungseinheit **200** nachstehend beschrieben. Die in [Fig. 7](#) gezeigten Schritte S1 bis S6 werden wiederholt für jede vorbestimmte kurze Zeitperiode durchgeführt.

**[0054]** Im Schritt S1 der [Fig. 7](#) werden die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$ , das Lenkdrehmoment  $T$ , der Neigungswinkel  $\phi$ , der Lenkwinkel  $\theta$  und die Beschleunigung  $G$  in der Fahrzeugbreitenrichtung zu einem bestimmten Zeitpunkt von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **44**, dem Lenkdrehmomentsensor **46**, dem Neigungswinkelsensor **48**, dem Lenkwinkelsensor **64** und dem Beschleunigungssensor **62** erhalten. Zusätzlich werden die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  und die Winkelbeschleunigung  $a$  durch Differenzieren des Lenkwinkels  $\theta$  erhalten.

**[0055]** Im Schritt S2 wird bestimmt, ob eine Drehmomentsteuerung/regelung durchzuführen wird oder nicht. Insbesondere, wie in [Fig. 8](#) gezeigt, wird die Drehmomentsteuerung/regelung für einen Steuer/Regelbereich durchgeführt, welcher durch eine Beschleunigung  $G$  in der Fahrzeugbreitenrichtung von  $A_1$  oder größer und eine Winkelbeschleunigung  $a$  der Lenkung von  $A_2$  oder größer definiert ist. Für den Steuer/Regelbereich wird dem Lenker **18** ein Lenkmoment eingegeben, indem der Zylinder **170** der Lenkungsunterstützungsvorrichtung **58** angetrieben wird.

**[0056]** Der Grenzwert  $A_1$  ist auf einen Wert gesetzt, welcher der Beschleunigung in der Fahrzeugbreitenrichtung entspricht, welche nur durch solche äußeren Einflüsse wie einen Seitenwind erreichbar ist. Der Grenzwert  $A_2$  ist auf einen Wert gesetzt, welcher der Beschleunigung der Lenkung entspricht, welche nur durch solche äußeren Einflüsse, wie eine unregelmäßige Bodenoberfläche, erreichbar ist. Kurz gesagt, wird die Unterstutzungssteuerung/regelung durch das Lenkungsunterstützungssystem **10** tatsächlich nicht ohne irgendwelche großen äußeren Einflüsse durchgeführt. Folglich übt das Lenkungsunterstützungssystem **10** weniger Einfluss auf die Bedienung durch den Fahrer aus. Insbesondere wird unter normalen Fahrbedingungen der fahrer-eigenen Bedienung Priorität gegeben, sodass der Fahrer eine natürliche Manövrierbarkeit genießen kann. In dem in [Fig. 8](#) gezeigten Beispiel wird die Drehmomentsteuerung/regelung nur dann durchgeführt, wenn beide der zwei Bedingungen erfüllt sind (UND-Bedingung), aber die Drehmomentsteuerung/regelung kann durchgeführt werden, wenn irgendeine der zwei Bedingungen erfüllt ist (ODER-Bedingung). Alternativ können verschiedene Werte von dem Lenkdrehmoment zwischen einem Fall, wo die UND-Bedingung erfüllt ist, und einem Fall, wo die ODER-Bedingung erfüllt ist, angewendet werden.

**[0057]** Darüber hinaus können die Grenzwerte  $A_1$  und  $A_2$  gemäß Konstruktionsbedingungen eingestellt

werden. Beispielsweise können die Grenzwerte  $A_1$  und  $A_2$  so gesetzt werden, dass selbst das Vorhandensein einiger äußerer Einflüsse die Drehmomentsteuerung/regelung nicht auslösen können. Um es anders auszudrücken, wird die Drehmomentsteuerung/regelung nur beim Vorhandensein von äußeren Einflüssen ausgeführt, welche durch die Bedienung des Fahrers nicht leicht unter Kontrolle gebracht werden.

**[0058]** Wenn die Drehmomentsteuerung/regelung durchgeführt wird, geht der Operationsfluss zum Schritt S3 weiter. Wenn umgekehrt keine Drehmomentsteuerung/regelung durchgeführt wird, geht der Operationsfluss zum Schritt S6 weiter.

**[0059]** Im Schritt S3 wird unter Verwendung einer Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z1, welche die Beschleunigung G in der Fahrzeugbreitenrichtung bezüglich des Lenkdrehmoments T0 ausdrückt, ein erstes Zieldrehmoment Tc1 durch die inverse Operation berechnet (d. h.  $Z1^{-1}$ ). Die Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z1 ist eine Funktion mit dem Lenkdrehmoment T0 als der Eingabe und der Beschleunigung G als der Ausgabe und hat eine variable Verstärkung, welche von der Fahrzeuggeschwindigkeit V abhängt. Die variable Verstärkung, welche auf der Fahrzeuggeschwindigkeit V basiert, in der Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z1, ist als f1 in [Fig. 9](#) gezeigt.

**[0060]** Die Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z1 wurde im Voraus erfasst und ist in einem vorbestimmten Speichermittel gespeichert. In dem dynamischen System, welches durch die Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z1 verkörpert wird, ist das Produkt der Beschleunigung G in der Fahrzeugbreitenrichtung und das Fahrzeugkörpergewicht als der äußere Einfluss definiert, welcher die Lenkung beeinflusst.

**[0061]** Im Schritt S4 wird unter Verwendung einer Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z2, welche die Winkelbeschleunigung a in der Fahrzeugbreitenrichtung bezüglich des Lenkdrehmoments T0 ausdrückt, ein zweites Zieldrehmoment Tc2 durch die inverse Operation berechnet (d. h.  $Z2^{-1}$ ). Die Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z2 ist eine Funktion mit dem Lenkdrehmoment T0 als der Eingabe und der Winkelbeschleunigung a als der Ausgabe und hat eine variable Verstärkung, welche von der Fahrzeuggeschwindigkeit V abhängt. Die variable Verstärkung, welche auf der Fahrzeuggeschwindigkeit V basiert, in der Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z2, ist als f2 in [Fig. 9](#) gezeigt.

**[0062]** Die Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktion Z2 wurde im Voraus erfasst und ist in einem vorbestimmten Speichermittel gespeichert. In dem durch die Fahrzeugkörperverhalten-Übertra-

gungsfunktion Z2 verkörpert dynamischen System ist das Produkt der Beschleunigung a in der Fahrzeugbreitenrichtung und des Trägheitsbetrags der Lenkung als der äußere Einfluss definiert, welcher die Lenkung beeinflusst.

**[0063]** In einer zulässigen Anwendung betreffend die Schritte S3 und S4 wurde die Beziehung zwischen dem Lenkdrehmoment und der Beschleunigung G wie auch die Beziehung zwischen dem Lenkdrehmoment und der Winkelbeschleunigung a im Voraus durch Testen mit dem Krafttrad 11 erfasst und die erfassten Beziehungen werden in Kennfelder transformiert und dann gespeichert. Auf diese Weise können in den Schritten S3 und S4 die Zieldrehmomente Tc1 und Tc2, welche zur Stabilisierung des Fahrzeugkörperverhaltens benötigt werden, passend und leicht unter Verwendung der Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungsfunktionen Z1 und Z2 erhalten werden.

**[0064]** Im Schritt S5 wird ein Endzieldrehmoment Tc berechnet, indem die zwei Zieldrehmomente Tc1 und Tc2 zusammengezählt werden. Wenn irgendeines der zwei Zieldrehmomente Tc1 und Tc2 klein genug ist oder dafür bekannt ist, kann die Berechnung des Drehmoments Tc ausgelassen werden. Danach wird das berechnete Zieldrehmoment Tc der Drehmomentsteuer/regeleinheit 202 zugeführt.

**[0065]** Andererseits wird im Schritt S6 (d. h. NEIN bei der Bestimmung des Schritts S2) der Dämpfungseffekt durch den Zylinder 170 und der Dämpfungseffekt durch den Widerstand des Durchgangs verwendet und die Steuer/Regeleinrichtung 42 führt keine Steuerung/Regelung der Hydraulikpumpe 59 und des elektromagnetischen Proportionschaltventils 172 durch.

**[0066]** Nach den Schritten S5 und S6 wird die Verarbeitung von diesem Zeitpunkt, welche in [Fig. 6](#) gezeigt ist, beendet.

**[0067]** Wie bisher beschrieben wurde, gemäß dem Lenkungsunterstützungssystem 10 dieser Ausführungsform, ermöglicht es die Drehmomentsteuerung/regelung basierend auf der Abweichung  $\epsilon$  zwischen dem Zieldrehmoment Tc und dem tatsächlichen Lenkdrehmoment T0, das Rollen des Fahrzeugkörpers und das Lenkungsflattern weiter zu reduzieren, welche durch die äußeren Einflüsse bewirkt werden, wie z. B. eine unregelmäßige Bodenoberfläche und einen Seitenwind.

**[0068]** Das Lenkungsunterstützungssystem 10 führt eine Rückführungssteuerung/regelung durch mittels des tatsächlichen Lenkdrehmoments T, welches das durch den Lenkvorgang des Fahrers ausgeübte Drehmoment T2 umfasst. Wenn folglich  $T2 = T$ , ist das von dem Lenkungsunterstützungssystem 10

zu addierende Drehmoment T1 null. Kein unnötiges Drehmoment wird daher ausgeübt. Nur ein notwendiges und ausreichendes Drehmoment wird ausgeübt, sodass der Fahrer eine natürliche Manövrierbarkeit genießen kann. Wenn zusätzlich das Drehmoment T2, welches der Fahrer ausübt, unnötig groß ist, wird ein negatives Drehmoment T1 ausgeübt und das Lenkdrehmoment T kann auf einem passenden Niveau gehalten werden.

**[0069]** Zusätzlich wird bei dieser Rückführungssteuerung/regelung eine passende Kompensation durch die Kompensationseinheit **206** ausgeübt. Folglich kann das Lenkungsflattern des Lenkers **18** reduziert und letztendlich schnell und genau beendet werden.

**[0070]** Darüber hinaus kann das Zieldrehmoment Tc noch passender auf der Basis des Lenkwinkels  $\theta$ , der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ , der Winkelbeschleunigung a, der Beschleunigung G in der Fahrzeugbreitenrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeit V erhalten werden. Folglich kann das Lenkungsflattern weiter reduziert werden. Es sollte angemerkt werden, dass hier die Tatsache vorliegt, dass die Steuerung/Regelung gemäß einer herkömmlichen Technik weder ein Mittel zur Bestätigung der äußeren Einflüsse, welche durch eine unregelmäßige Bodenoberfläche oder durch einen Seitenwind bewirkt werden, noch ein Mittel zur Sicherstellung der Stabilität gegen die äußeren Einflüsse umfasst. Demgegenüber werden gemäß der Technik dieser Anmeldung solche äußeren Einflüsse bestätigt und die Steuerung/Regelung, welche sich mit den äußeren Einflüssen befasst, kann durchgeführt werden, sodass die Stabilität sichergestellt werden kann.

**[0071]** Ferner wird die Drehmomentsteuerung/regelung nur für den Steuer/Regelbereich basierend auf [Fig. 8](#) durchgeführt. Folglich kann der Fahrer die günstige Manövrierbarkeit selbst bei der Kurvenfahrt und beim Spurwechsel genießen.

**[0072]** Die oben beschriebene Ausführungsform ist nicht die einzige Form des Lenkungsunterstützungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung. Verschiedene andere Konfigurationen können für das Lenkungsunterstützungssystem verwendet werden, ohne vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

**[0073]** Ziel: Das Rollen des Fahrzeugkörpers und das Lenkungsflattern weiter zu reduzieren, welche durch äußere Einflüsse, wie z. B. eine unregelmäßige Bodenoberfläche und einen Seitenwind, verursacht werden.

**[0074]** Mittel zur Lösung: Vorgesehen ist ein Lenkungsunterstützungssystem **10**, umfassend: einen Zylinder **170**, welcher einem Lenker **18** von einem

Kraftrad **11** ein Lenkdrehmoment zuführt; einen Lenkwinkelsensor **64**, welcher einen Lenkwinkel  $\theta$  erfasst; ein Lenkwinkelzustandserfassungsmittel, welches eine Winkelbeschleunigung a auf der Basis des Lenkwinkels  $\theta$  erhält; einen Beschleunigungssensor **62**, welcher eine Beschleunigung G in der Fahrzeugbreitenrichtung erfasst; einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **44**, welcher eine Fahrzeuggeschwindigkeit V erfasst; eine Zieldrehmomentberechnungseinheit **200**, welche ein Zieldrehmoment Tc für die Lenkung auf der Basis von dem Zustand des Kraftrads **11** berechnet; und eine Drehmomentsteuer/regeleinheit **202**, welche den Zylinder **170** auf der Basis der Abweichung  $\epsilon$  zwischen dem Zieldrehmoment Tc und einem tatsächlichen Lenkdrehmoment T antreibt. Die Zieldrehmomentberechnungseinheit **200** das Zieldrehmoment Tc auf der Basis des Lenkwinkels  $\theta$ , der Beschleunigung G in der Fahrzeugbreitenrichtung und der Fahrzeuggeschwindigkeit V.

### Patentansprüche

1. Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad (**11**), umfassend: einen Aktuator (**170**), welcher der Lenkung eines Kraftrads (**11**) ein Lenkdrehmoment (T1) eingibt; eine Zieldrehmomentberechnungseinheit (**200**), welche ein Zieldrehmoment (Tc) für die Lenkung auf der Basis des Zustands des Kraftrads (**11**) berechnet; ein Drehmomenterfassungsmittel (**46**), welches ein Lenkdrehmoment (T) erfasst, und eine Drehmomentsteuer/regeleinheit (**202**), welche den Aktuator (**170**) auf der Basis einer Abweichung ( $\epsilon$ ) zwischen dem von der Zieldrehmomentberechnungseinheit (**200**) berechneten Zieldrehmoment (Tc) und dem von dem Drehmomenterfassungsmittel (**46**) erhaltenen Lenkdrehmoment (T) antreibt.

2. Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad (**11**) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lenkungsunterstützungssystem ferner umfasst: ein Lenkwinkelzustandserfassungsmittel, welches den Zustand betreffend einen Lenkwinkel ( $\theta$ ) der Lenkung erfasst; ein Beschleunigungserfassungsmittel (**62**), welches eine Beschleunigung (G) in der Fahrzeugbreitenrichtung des Kraftrads (**11**) erfasst; und ein Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsmittel (**44**), welches eine Fahrzeuggeschwindigkeit (V) des Kraftrads (**11**) erfasst, wobei die Zieldrehmomentberechnungseinheit (**200**) das Zieldrehmoment (Tc) auf der Basis der von dem Lenkwinkelzustandserfassungsmittel erhaltenen Information, der von dem Beschleunigungserfassungsmittel (**62**) erhaltenen Beschleunigung (G) in der Fahrzeugbreitenrichtung und der von dem Fahrzeuggeschwindigkeitserfassungsmittel (**44**) erhaltenen Fahrzeuggeschwindigkeit (V).

3. Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraftrad (**11**) gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

net, dass die von dem Lenkwinkelzustandserfassungsmittel erhaltene Information eine Lenkwinkelbeschleunigung ( $a$ ) ist und dann, wenn die Beschleunigung ( $G$ ) in der Fahrzeugbreitenrichtung gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ( $A_1$ ) ist und die Lenkwinkelbeschleunigung ( $a$ ) gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ( $A_2$ ) ist, der Aktuator (**170**) angetrieben wird und der Lenkung ein Lenkdrehmoment ( $T_1$ ) eingibt.

4. Lenkungsunterstützungssystem für ein Kraft-  
rad nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Zieldrehmomentbere-  
chnungseinheit (**200**) das Zieldrehmoment ( $T_c$ ) be-  
rechnet durch eine inverse Operation unter Verwen-  
dung einer Fahrzeugkörperverhalten-Übertragungs-  
funktion ( $Z_1$ ), welche die Beschleunigung ( $G$ ) in der  
Fahrzeugbreitenrichtung bezüglich des Lenkdrehmo-  
ments ( $T$ ) ausdrückt, und/oder einer Fahrzeugkör-  
perverhalten-Übertragungsfunktion ( $Z_2$ ), welche die  
Lenkwinkelbeschleunigung ( $a$ ) bezüglich des Lenk-  
drehmoments ( $T$ ) ausdrückt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

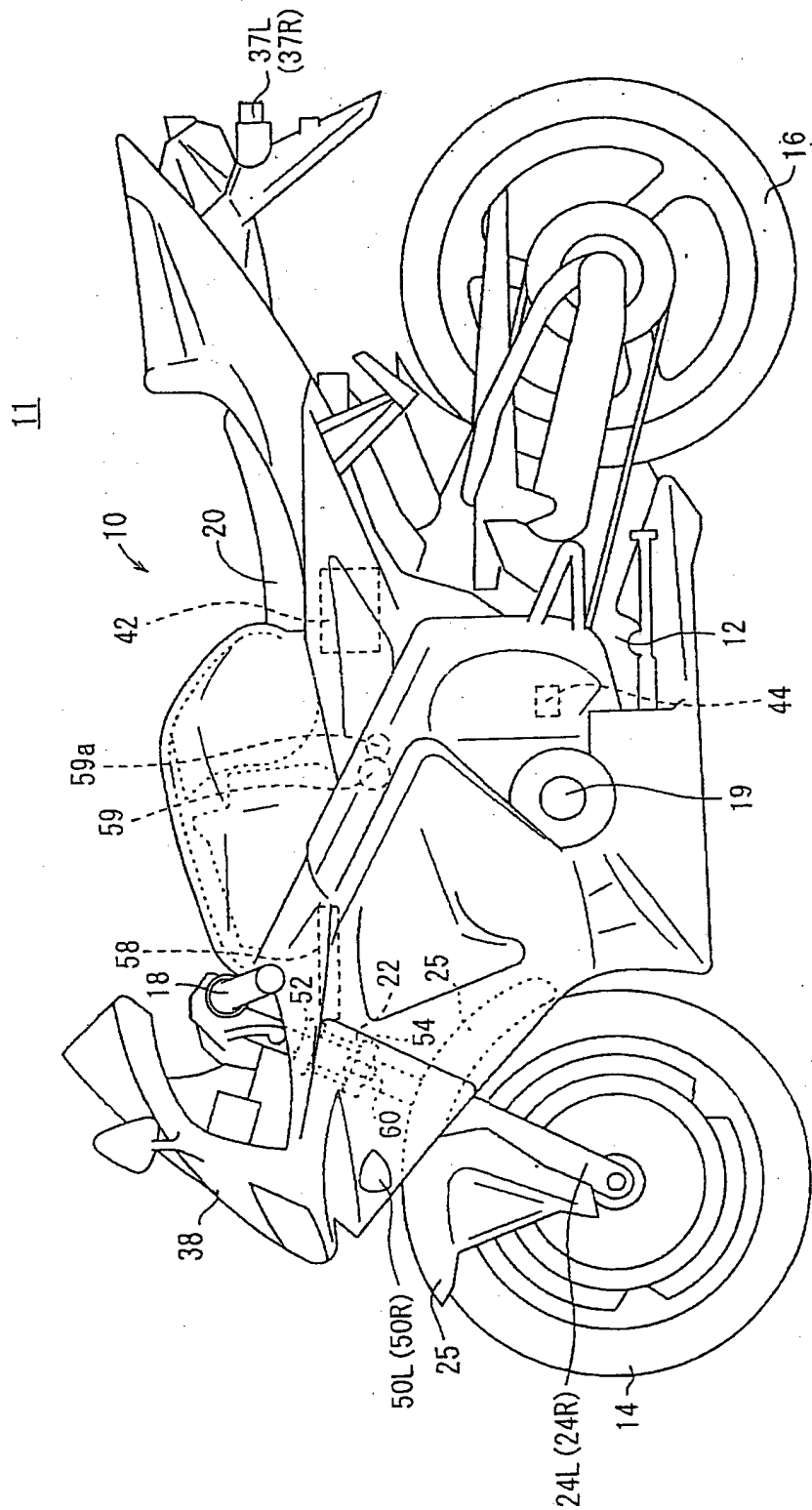


FIG. 2

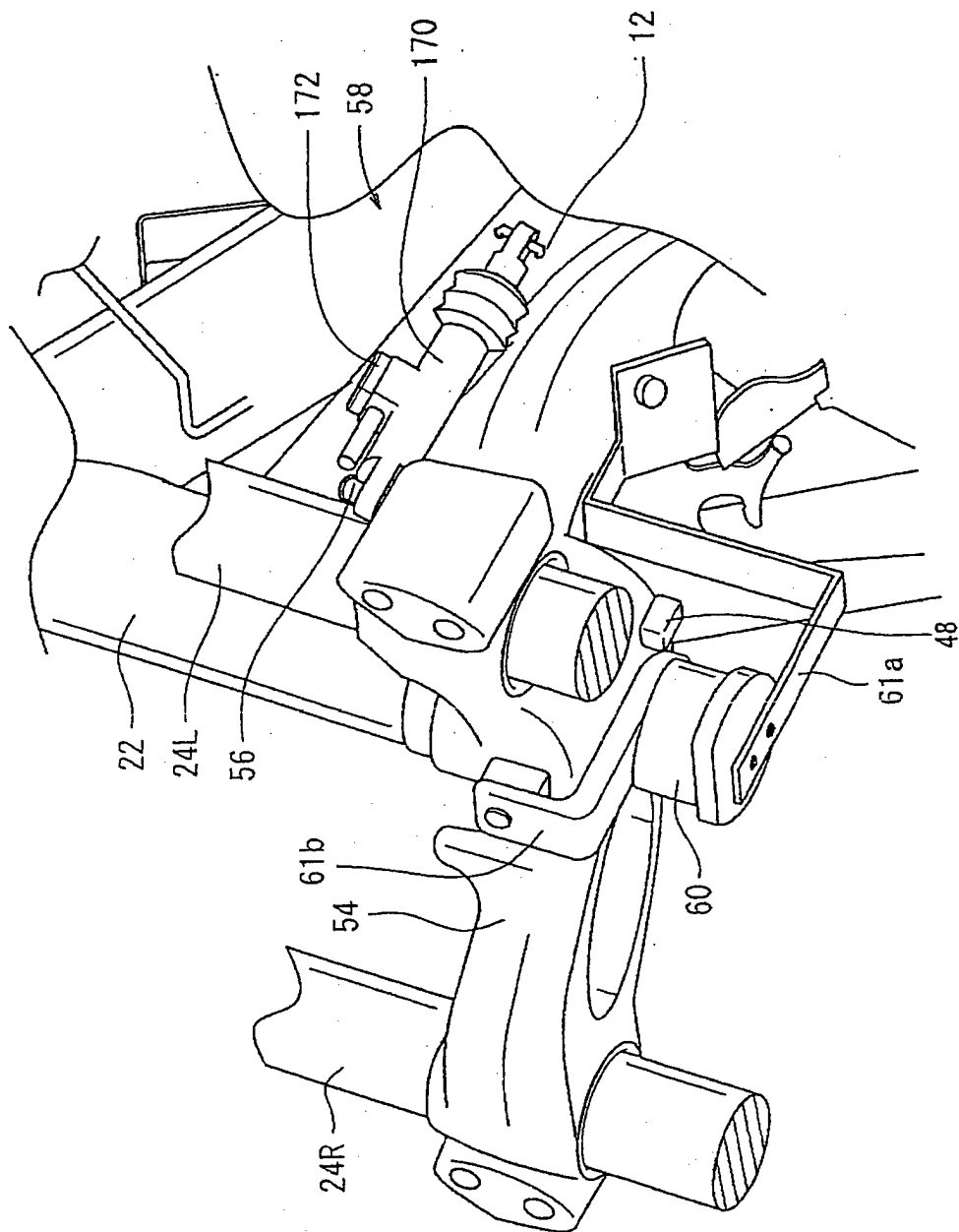


FIG. 3

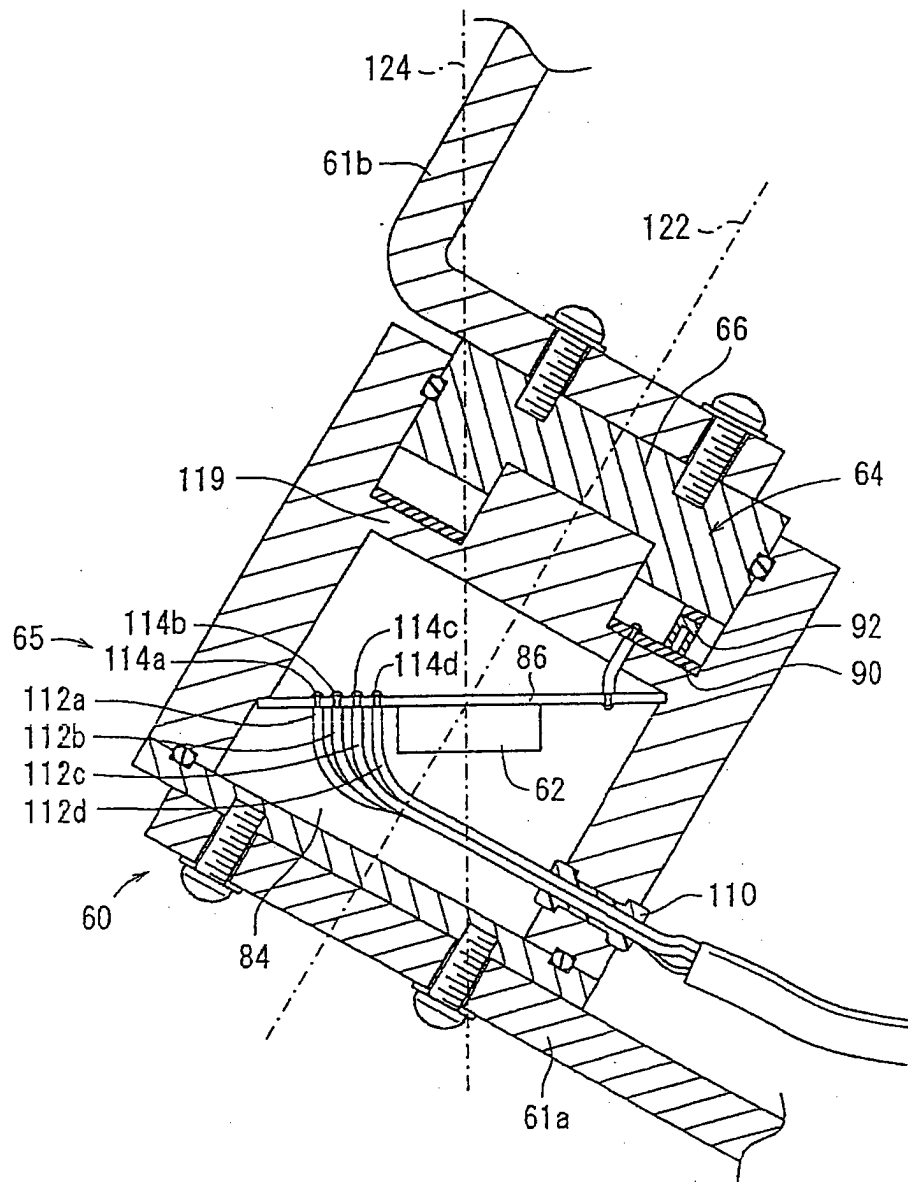


FIG. 4

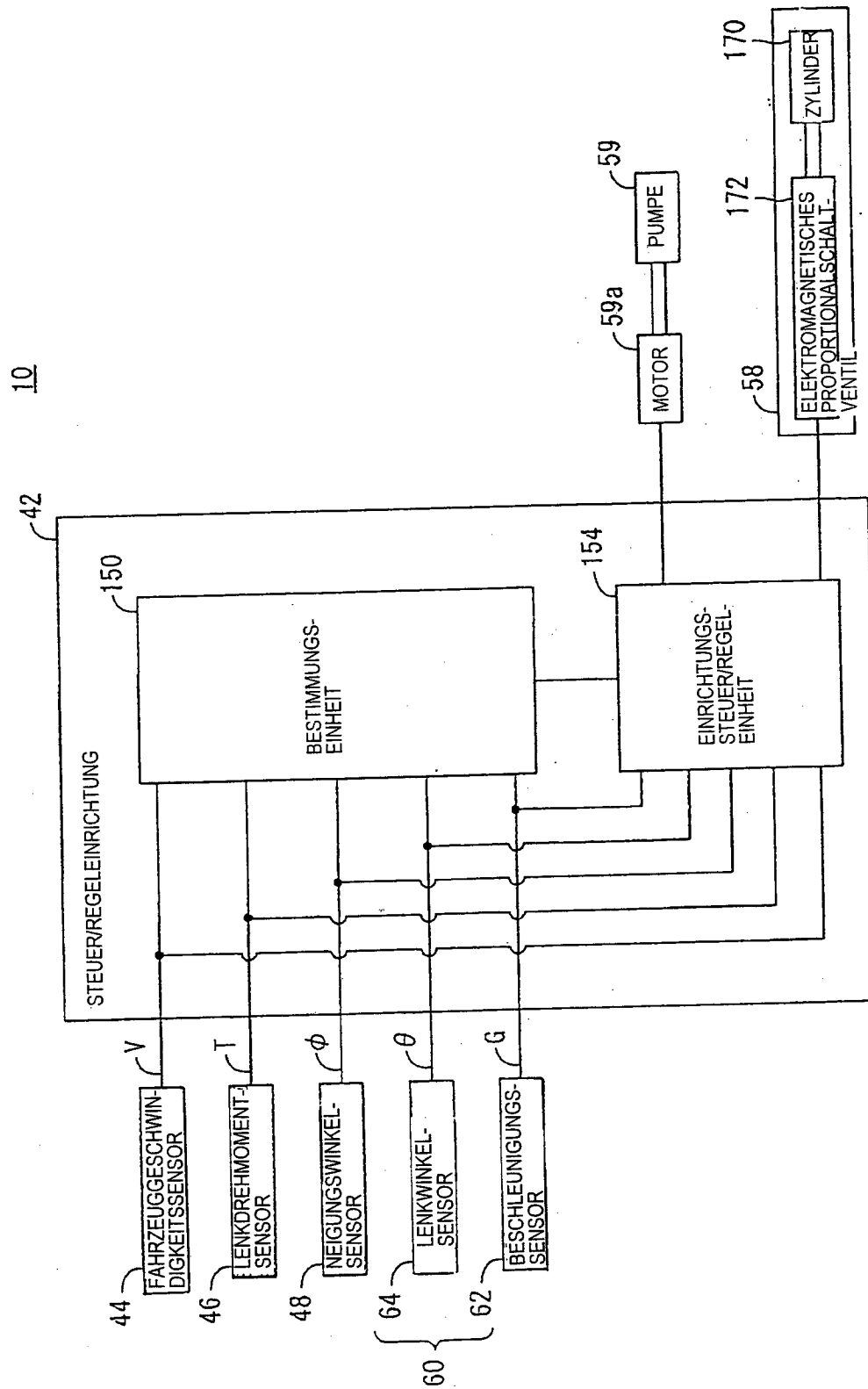


FIG. 5

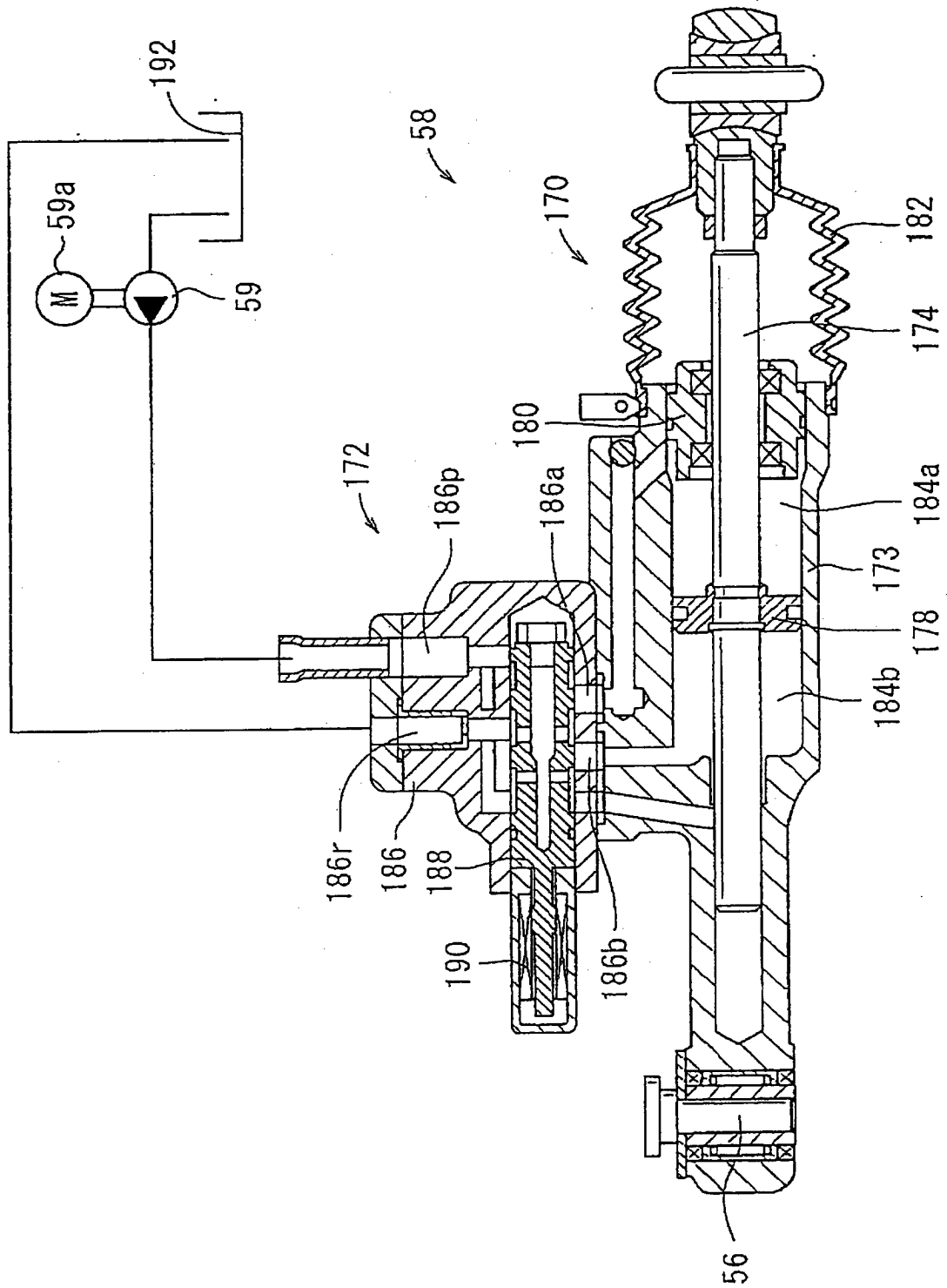


FIG. 6

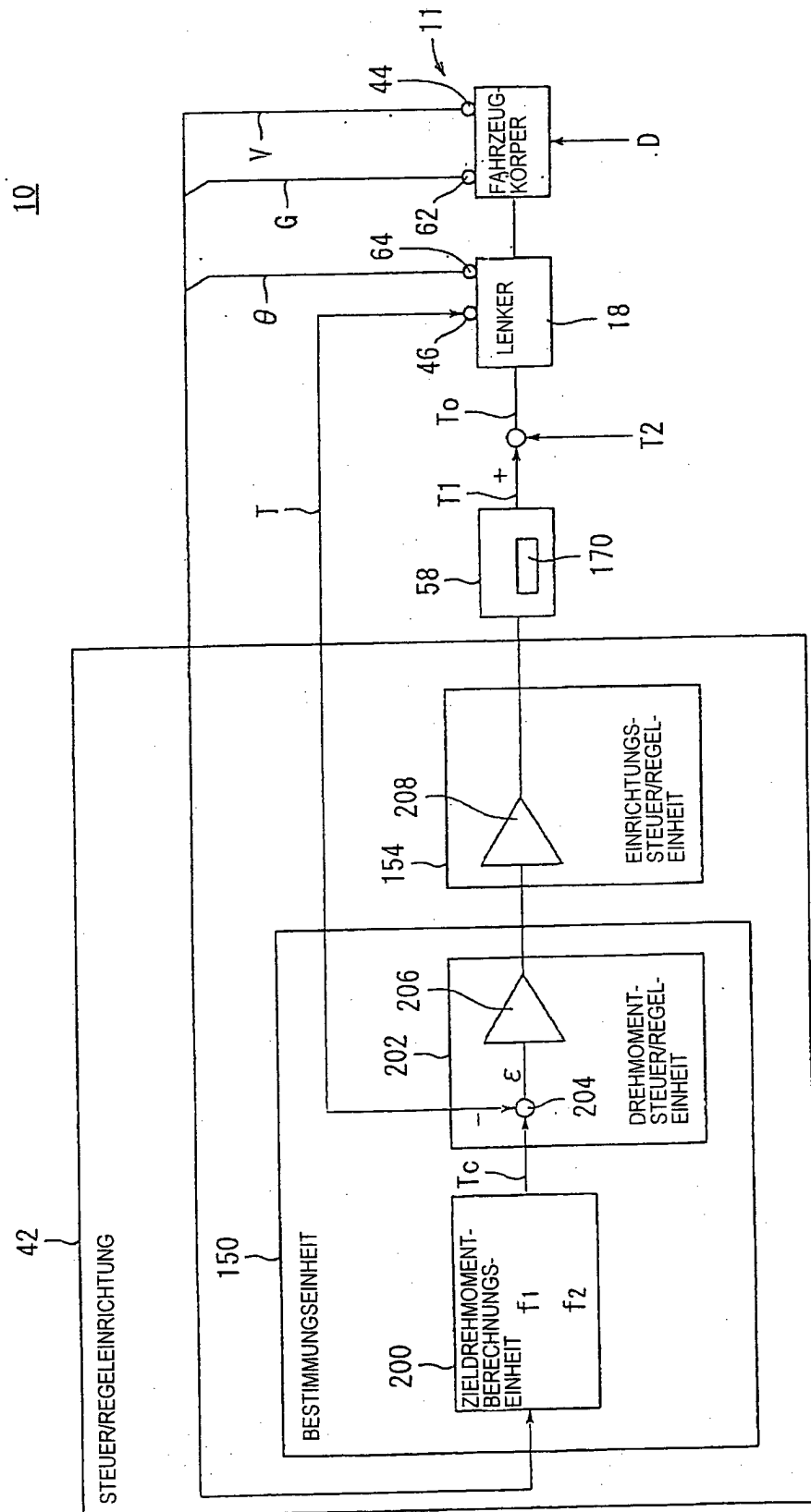


FIG. 7

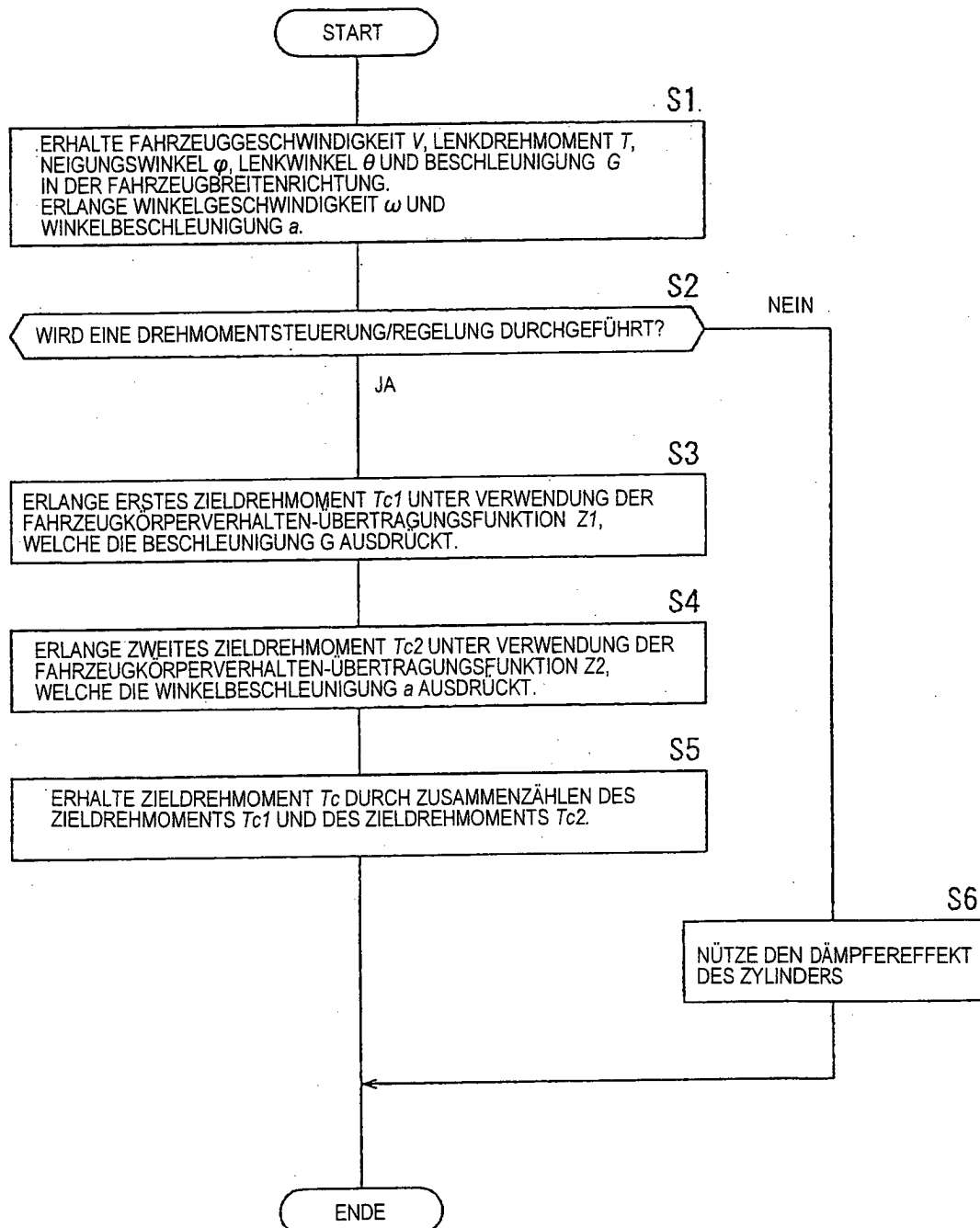


FIG. 8

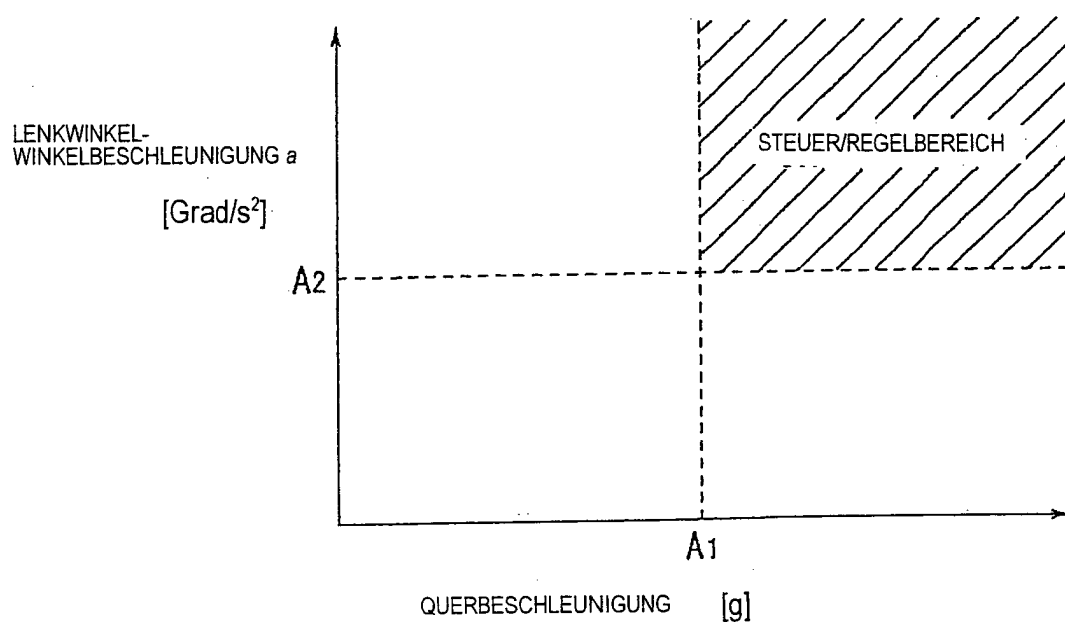
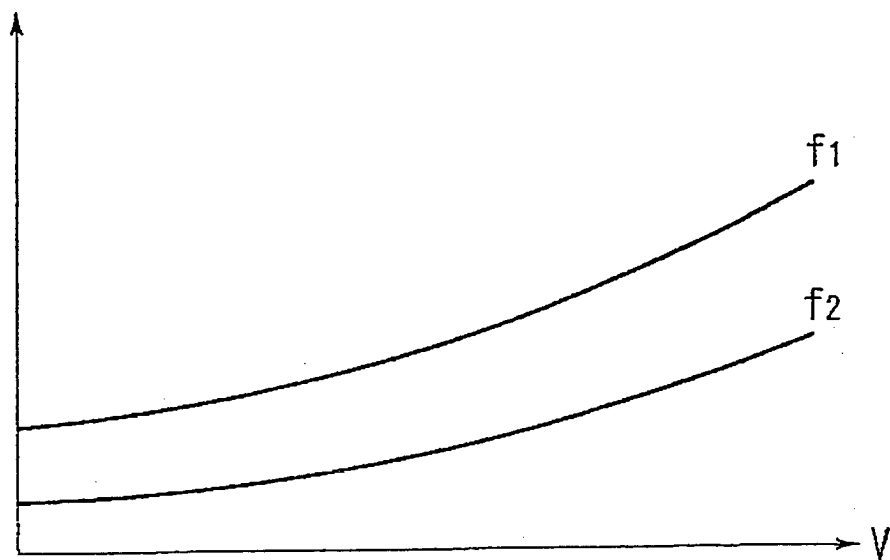


FIG. 9



$f_1$  : QUERBESCHLEUNIGUNG / LENKDREHMOMENTVERSTÄRKUNG

$f_2$  : LENKWINKELBESCHLEUNIGUNG / LENKDREHMOMENTVERSTÄRKUNG