(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 56 713 B4** 2017.08.17

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 56 713.1**
(22) Anmeldetag: **25.11.1999**
(43) Offenlegungstag: **08.06.2000**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **17.08.2017**

(51) Int Cl.: ***B62D 5/04*** (2006.01)

Innerhalb von neun 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:
335218/98 **26.11.1998** **JP**

(73) Patentinhaber:
NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80796 München, DE

(72) Erfinder:
Endo, Shuji, Maebashi, Gunma, JP; Hayakawa, Kenichi, Maebashi, Gunma, JP

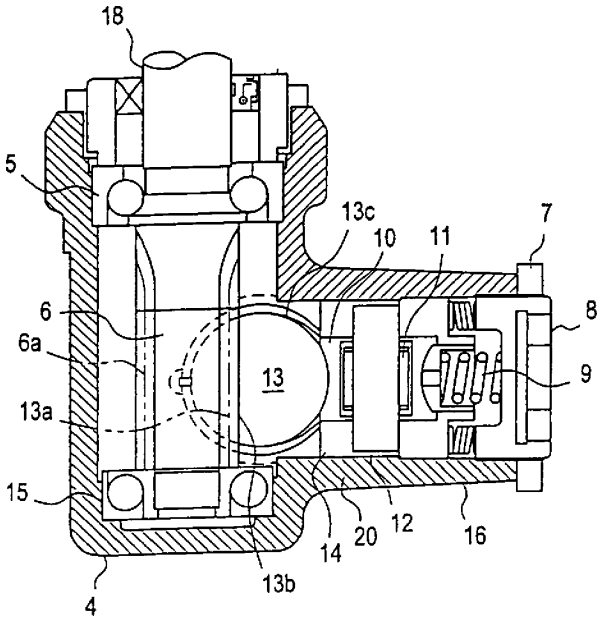
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**35 26 498**	**C2**
DE	**196 15 377**	**A1**
DE	**692 13 363**	**T2**
GB	**2 094 730**	**A**
GB	**2 211 156**	**A**
JP	**H07- 25 311**	**B2**
JP	**H09- 132 153**	**A**

Leistungsmarkt kommt unter Strom, AI. Ausgabe 7/98 S. 50,51

(54) Bezeichnung: **Elektrische Servolenkvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Elektrische Servolenkvorrichtung mit einem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (4) zum Umwandeln einer Rotationsbewegung eines Lenkrads in eine lineare Bewegung durch Eingriff zwischen einer Ritzelwelle (6) und einer Zahnstange (13), und mit einem Motor (41) zum Unterstützen einer von einem Fahrer auf das Lenkrad ausgeübten Lenkkraft durch einen Untersetzungsmechanismus (2, 3) des Motors (41),
wobei es sich bei dem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (4) um einen Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (4) mit Abrolleinrichtung (10, 11) handelt,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Untersetzungsmechanismus (2, 3) durch eine mit dem Motor (41) gekoppelte Schnecke (2) und ein Schneckenrad (3) gebildet ist, das koaxial zu einer Lenkwelle (31) angeordnet ist,
dass ein elastischer Körper (60) in einer sich von der Ausgangswelle des Motors (41) zu dem Untersetzungsmechanismus (2, 3) erstreckenden Strecke des Mechanismus angeordnet ist, wobei der elastische Körper (60) auf einer Schneckenwelle derart angeordnet ist, dass die Schnecke (2) in Richtung der Schneckenwelle beweglich wird derart, dass eine Rückschlagkraft von einer Fahrbahnoberfläche in Rotationsrichtung der Ritzelwelle (6) freigesetzt werden kann, ohne dass die Rückschlagkraft auf den Motor (41) übertragen wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung befasst sich mit einer elektrischen Servolenkvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Als Servolenkvorrichtung eines Fahrzeugs, die zum Unterstützen einer Lenkkraft verwendet wird, ist eine elektrische Servolenkvorrichtung bekannt, die derart ausgebildet ist, dass sie die von einem Fahrer auf ein Lenkrad ausgeübte Lenkkraft unter Verwendung einer Rotationskraft eines Elektromotors (der im folgenden kurz als ”Motor” bezeichnet wird) unterstützt.

[0003] Ein Beispiel dieser Art ist eine Servolenkvorrichtung, wie sie in JP H09-132 153 A offenbart ist: Ein Antriebsmotor ist konzentrisch zu einer Ausgangswelle angeordnet und rotierbar mit einer Eingangswelle verbunden, um die Drehung eines Lenkrades und eines Torsionsstabes zu übertragen. Es ist auch ein Mechanismus vorgesehen, um die Drehung des Antriebsmotors auf die Ausgangswelle zu übertragen. Die Größe der relativen Drehung zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle wird erkannt und ein Drehmomentsensor ist in einem rotierenden Bereich des Antriebsmotors angeordnet, um den Antriebsmotor zu steuern.

[0004] Ein weiteres Beispiel einer elektrischen Servolenkvorrichtung ist eine Servolenkvorrichtung, die einen Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus zum Umwandeln einer Rotationsbewegung in eine lineare Bewegung verwendet, wie dies in der japanischen Patentveröffentlichung JP H07-25 311 B2 offenbart ist.

[0005] Fig. 1 zeigt eine vergrösserte Schnittansicht unter Darstellung eines herkömmlichen Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus. Bei diesem Mechanismus sind Ritzelzähne **86a** auf einer Aussenumfangsfläche eines Endbereichs einer Ritzelwelle **86** ausgebildet. Ein Abflachungsbereich ist in der Nähe des einen Endes einer Zahnstangenwelle **81** in axialer Längsrichtung ausgebildet, und Zahnstangenzähne **81a** sind über die gesamte Länge dieses Abflachungsbereichs ausgebildet. Die Ritzelzähne **86a** und die Zahnstangenzähne **81a** stehen miteinander in Eingriff, so daß eine Rotationsbewegung in eine lineare Bewegung umgewandelt wird. Maßnahmen zum Konstanthalten einer Lenkkraft trotz eines Elektromotors mit relativ geringer Rotationsausgangsleistung sind in einer derartigen Weise getroffen, daß die Zahnstangenzähne **81a** derart angeordnet sind, daß ein Verzahnungsverhältnis zu den Ritzelzähnen **86a** in einer Position, in der sich das Fahrzeug in gerader Richtung bewegt, niedrig wird und dieses Verzahnungsverhältnis in einer Position groß wird, in der ein großer Lenkwinkel vorhanden ist.

[0006] Bei dem vorstehenden Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus wird die Zahnstangenwelle **81** durch eine Betätigungskraft einer Schraubenfeder **89** mit Druck beaufschlagt, die an einem Ende eines Druckbeaufschlagungselements **80** in einer nahezu zylindrischen Einrichtung anliegt, so daß der Eingriff zwischen den Zahnstangenzähnen **81a** und den Ritzelzähnen **86a** aufrechterhalten bleibt. Durch diesen Eingriff wird eine Rotation der Ritzelwelle **86** in einem lineare Bewegung der Zahnstangenwelle **81** in Richtung der axialen Länge umgewandelt, und das Druckbeaufschlagungselement **80** führt eine Gleitbewegung entlang der Außenumfangsfläche der Zahnstangenwelle **81** aus. Bei dieser Konstruktion tritt somit ein erheblicher Abrieb der Gleitoberfläche auf, so daß die Druckbeaufschlagungskraft (Vorspannkraft) der Schraubenfeder **89** begrenzt ist. Die elektrische Servolenkvorrichtung, bei der es sich beispielsweise um eine elektrische Servolenkvorrichtung vom Typ mit Ritzelunterstützung handelt, bei der ein relativ großes Drehmoment auf eine Ritzelwelle aufgebracht wird, besitzt somit einen Mangel dahingehend, daß eine erforderliche Druckbeaufschlagungskraft nicht erzielt werden kann und ein anormales Geräusch, wie zum Beispiel ein Klappergeräusch, von dem Umfang der Eingriffsfläche der Ritzelzähne **86a** und der Zahnstangenzähne **81a** erzeugt wird.

[0007] Bei der elektrischen Servolenkvorrichtung ist im allgemeinen eine Drehwelle eines Lenkrads durch ein Gelenk mit einer Ritzelwelle eines Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechenismus verbunden. Die elektrische Servolenkvorrichtung beinhaltet eine Servolenkvorrichtung vom Säulen-Typ, bei der ein Motor und ein Untersetzungsmechanismus des Motors näher bei der Seite des Lenkrads angeordnet sind als das Gelenk, sowie eine elektrische Servolenkvorrichtung vom Ritzel-Typ, bei der ein Motor und ein Untersetzungsmechanismus des Motors näher bei der Seite eines Zahnstangen-und-Ritzel-Mechanismus angeordnet sind, als das Gelenk.

[0008] Bei steigender Ausgangsleistung einer elektrischen Servolenkvorrichtung tritt ein Problem dahingehend auf, daß die Größe des Motors aufgrund der Auslegung und dergleichen begrenzt ist und auch die Ausgangsleistung des Motors begrenzt ist. Zur Lösung des vorstehend genannten Problems wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Effizienz eines mechanischen Systems, insbesondere eines Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus, erhöht wird, um die Effizienz des Motors in effektiver Weise zu nutzen. Für ein solches Verfahren mit einem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus ist eine Technik verwendet worden (die nachfolgend als ”Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abroll-

einrichtung oder vom Abroll-Typ" bezeichnet wird), die eine drehbare Rolle als Druckkissenbereich verwendet, um eine Zahnstangenwelle gegen eine Ritzelwelle zu drücken. Bei dem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung kann in solchen Fällen, in denen eine beträchtliche Last zwischen der Zahnstangenwelle und der Ritzelwelle aufgebracht wird, der mechanische Wirkungsgrad stark verbessert werden.

[0009] In Fällen, in denen der Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung mit der elektrischen Servolenkvorrichtung vom Säulen-Typ oder mit der elektrischen Servolenkvorrichtung vom Ritzel-Typ kombiniert wird, wird jedoch aufgrund der Tatsache, daß der Motor im Vergleich zu anderen herkömmlichen elektrischen Servolenkvorrichtungen nicht auf einen Rückschlag bzw. eine Rückwirkung von einer Fahrbahnoberfläche anspricht, eine übermäßige Last auf den Zahnstangen-und-Ritzel-Mechanismus aufgebracht.

[0010] Da ferner in diesem Fall die Dämpfung einer Rückschlagkraft gegenüber einem herkömmlichen Gleitsystem geringer ist, da die Wälz- bzw. Abrollbewegung auf der Gleitfläche auftritt, besteht ein Problem dahingehend, daß eine Neigung zu einem Klappergeräusch besteht.

[0011] Ferner besteht in diesem Fall ein weiteres Ziel bei der Verwendung des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung darin, die Radrückstelleigenschaft sowie ein das Geradeauslauf-Gefühl durch Reduzieren der Reibungskraft zu verbessern. Da jedoch der Einfluß einer Reibungskraft eines Motors größer ist als eine Verbesserung durch den Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung, besteht ein Problem dahingehend, daß die genannte Verbesserung nicht in dem Ausmaß erzielt werden konnte, daß das genannte Ziel erreicht wird.

[0012] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung einer elektrischen Servolenkvorrichtung, bei der die Entstehung einer übermäßigen Last in einem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus verhindert werden kann, die Entstehung eines Klappergeräuschs unterdrückt werden kann und der Einfluß der Reibungskraft eines Motors vermindert werden kann.

[0013] Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale, wie sie in Anspruch 1 angegeben sind.

[0014] Die vorliegende Erfindung schafft eine elektrische Servolenkvorrichtung mit einem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus zum Umwandeln einer Drehbewegung eines Lenkrads in eine lineare Bewegung durch Eingriff zwischen einer Ritzelwelle und einer Zahnstangenwelle, sowie mit einem Motor zum Unterstützen einer von einem Fahrer auf das Lenkrad aufgebrachten Lenkkraft, wobei es sich bei dem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus um einen mit Abrolleinrichtung bzw. um einen Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Andrückeingriff durch Abrolleinrichtung handelt und wobei ein elastischer Körper in eine von der Ritzelwelle zu einer Ausgangswelle des Motors führende Strecke oder Passage des Mechanismus eingesetzt wird, so daß sich die Zielsetzungen der vorliegenden Erfindung erreichen lassen.

[0015] Ferner besitzt die elektrische Servolenkvorrichtung ein Gelenk zum Koppeln einer Drehwelle des Lenkrads mit der Ritzelwelle des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus, und wenn es sich bei dieser Servolenkvorrichtung um eine des Säulen-Typs handelt, sind der Motor und ein Untersetzungsmechanismus des Motors zwischen dem Gelenk und dem Lenkrad angeordnet, so daß sich die Zielsetzungen der vorliegenden Erfindung in wirksamer Weise erreichen lassen.

[0016] Wenn es sich bei der elektrischen Servolenkvorrichtung mit einem Gelenk zum Koppeln einer Drehwelle des Lenkrads mit der Ritzelwelle des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus dagegen um eine des Ritzel-Typs handelt, sind der Motor und ein Untersetzungsmechanismus des Motors zwischen dem Gelenk und der Ritzelwelle des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus angeordnet, so dass sich die Zielsetzungen der vorliegenden Erfindung wiederum in wirksamer Weise erreichen lassen.

[0017] Ausserdem ist der elastische Körper in einer Strecke des Mechanismus eingesetzt, die von der Ausgangswelle des Motors zu einem Untersetzungsmechanismus des Motors führt.

[0018] Zusätzlich dazu besitzt die elektrische Servolenkvorrichtung eine Steuereinrichtung zum Steuern des Motors auf der Basis eines Lenkhilfen-Befehlswerts, der durch eine Recheneinrichtung auf der Basis eines Lenkdrehmoments, das an einer Drehwelle des Lenkrads erzeugt wird, sowie eines Stromsteuerwerts berechnet wird, der aus einem Stromwert des Motors berechnet wird, sowie eine Hilfs- bzw. Zusatzrecheneinrichtung zum Erzielen eines differenziellen Wertes eines Signals des Lenkdrehmoments und zum Addieren des Werts zu dem Lenkhilfen-Befehlswert.

[0019] Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfindung werden im folgenden anhand der zeichnerischen Darstellungen mehrerer Ausführungsbeispiele noch näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0020] Fig. 1 eine Schnittansicht unter Darstellung eines Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus einer herkömmlichen elektrischen Servolenkvorrichtung;

[0021] Fig. 2 eine Frontansicht unter Darstellung einer elektrischen Servolenkvorrichtung vom Säulen-Typ gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0022] Fig. 3 eine Frontansicht unter Darstellung einer elektrischen Servolenkvorrichtung vom Ritzel-Typ gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0023] Fig. 4 eine Frontansicht unter Darstellung eines Hauptbereichs eines Vorderrad-Lenkmechanismus, der eine elektrische Servolenkvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beinhaltet;

[0024] Fig. 5 eine Schnittansicht unter Darstellung eines Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung bei der elektrischen Servolenkvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0025] Fig. 6 eine fragmentarische Schnittansicht unter Darstellung eines Motors, der zu einer Antriebsquelle für die Servolenkung bei der elektrischen Servolenkvorrichtung des Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung wird, sowie unter Darstellung eines Untersetzungsmechanismus des Motors;

[0026] Fig. 7 ein Blockdiagramm unter Darstellung einer Steuereinheit zur Ausführung einer Reibungskompensationssteuerung eines Motors bei einer elektrischen Servolenkvorrichtung gemäss einem weiteren Ausfuhrungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

[0027] Fig. 8 eine Frontansicht unter Darstellung eines Hauptbereichs eines Vorderrad-Lenkmechanismus, der eine elektrische Servolenkvorrichtung gemass einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0028] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist bei Verwendung eines Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** mit Abrolleinrichtung für eine elektrische Servolenkvorrichtung vom Säulen-Typ, wie sie in **Fig.** 2 gezeigt ist, oder eine elektrische Servolenkvorrichtung vom Ritzel-Typ, wie sie in **Fig.** 3 gezeigt ist, aufgrund der Tatsache, dass ein elastischer Körper mit Dämpfungseigenschaft in eine Strecke von einer Ritzelwelle **6** des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** zu einem die Antriebsquelle der Servolenkung bildenden Motor **41** eingesetzt ist, eine Bewegung der Ritzelwelle **6** relativ zu dem Motor **41** ermöglicht. Auf diese Weise lässt sich verhindern, dass in dem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** mit Abrolleinrichtung übermässige Belastung erzeugt wird.

[0029] Bei beiden Typen der elektrischen Servolenkvorrichtung, d. h. dem in **Fig.** 2 gezeigten Säulen-Typ und dem in **Fig.** 3 gezeigten Ritzel-Typ, lässt sich der Effekt der vorliegenden Erfindung erzielen durch Einsetzen eines elastischen Körpers mit Dämpfungseigenschaft zwischen dem Motor **41** und einem Schneckenrad **3** als Untersetzungsmechanismus des Motors **41**.

[0030] Ferner wird gemäss der vorliegenden Erfindung eine Unzulänglichkeit bei einer Rückschlagkraft-Dämpfungswirkung des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** mit Abrolleinrichtung durch die Dämpfungswirkung des elastischen Körpers mit Dämpfungseigenschaft kompensiert, so dass die Entstehung von Klappergeräuschen verhindert werden kann.

[0031] Ferner ist gemäss der vorliegenden Erfindung der elastische Körper mit Dämpfungseigenschaft zur Anordnung zwischen dem Motor **41** und dem Untersetzungsmechanismus des Motors **41** ausgebildet, so dass eine relative Rotationsbewegung einer Lenkwelle, die die Drehwelle des Motors **41** mit der Ritzelwelle **6** koppelt, innerhalb eines Elastizitätsbereichs des elastischen Körpers ermöglicht ist. Selbst in einem derartigen Zustand, in dem der Motor **41** beispielsweise durch eine Reibungskraft gestoppt wird, ist somit das Lenkrad **31** mit der Ritzelwelle **6** gekoppelt und lässt sich drehen. Somit kann der Einfluss der Reibungskraft des Motors **41** vermindert werden, und es ist möglich, die Wirkung einer Technik der Kombination des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** mit Abrolleinrichtung und der elektrischen Servolenkvorrichtung vom Säulen-Typ oder der elektrischen Servolenkvorrichtung vom Ritzel-Typ in effektiver Weise zu verwenden.

[0032] Zusätzlich dazu besitzt die vorliegende Erfindung noch einen weiteren Effekt. Bei der Reibungskompensationssteuerung unter Verwendung eines Drehmomentsensorsignals gemäß einer herkömmlichen Konstruktion wird Information über die Fahrbahnoberfläche durch den Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** oder den Motor **41** blockiert, so daß die Information über die Fahrbahnoberfläche nicht zu einem Drehmomentsensor übertragen wird und sich der Effekt der Reibungskompensationssteuerung nicht erzielen läßt. Da andererseits gemäß der Konstruktion der vorliegenden Erfindung die Information hinsichtlich der Straßenoberfläche bzw. Fahrbahnoberfläche zu dem Drehmomentsensor übermittelt wird, wird es möglich, die Reibung des Motors durch die Reibungskompensa-

tionssteuerung unter Verwendung des Drehmomentsensorsignals zu kompensieren, und die Entstehung von Klappergeräuschen aufgrund eines übermäßigen Betriebs des Motors kann in wirksamer Weise unterdrückt werden.

[0033] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[0034] **Fig.** 4 zeigt eine Frontansicht unter Darstellung eines Hauptbereichs eines Vorderrad-Lenkmechanismus, der eine elektrische Servolenkvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beinhaltet.

[0035] In **Fig.** 4 ist eine Lenkwelle **31** an einer vorbestimmten Stelle im Inneren eines Fahrzeuginnenraums in einem geneigten Zustand derart angebracht, daß ihr unterer Bereich weiter in Richtung nach vorne angeordnet ist, wobei die Lenkwelle **31** in einem zylindrischen Gehäuse **32** um einen axialen Kern drehbar gelagert ist. Ein nicht gezeigtes Lenkrad ist an einem oberen Endbereich der Lenkwelle **31** angebracht, die über eine vorbestimmte Länge von einem oberen Bereich des Gehäuses **32** wegragt.

[0036] Ein Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4**, der eine in Längsrichtung übertragene Betätigung in eine nach rechts und links gehende Richtung eines Fahrzeugs umwandelt, ist gebildet aus einem zylindrischen Zahnstangenwellengehäuse **36**, das nahezu horizontal in einem Motorraum in einem vorderen Bereich des Fahrzeugs vorgesehen ist, einer in das Zahnstangenwellengehäuse **36** eingeführten Zahnstangenwelle **13**, deren axialer Kern etwa übereinstimmend mit dieser ausgebildet ist und die in axialer Längsrichtung beweglich ist, einer Ritzelwelle **6**, die schräg zu dem axialen Kern der Zahnstangenwelle **13** innerhalb des Zahnstangenwellengehäuses **36** gehaltert ist und mit der Zahnstangenwelle **13** in Eingriff steht, usw.

[0037] **Fig.** 5 zeigt eine Schnittansicht unter Darstellung eines Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung bei der elektrischen Lenkvorrichtung gemäss dem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0038] In **Fig.** 5 handelt es sich bei einem oberen Bereich um eine Eingangswelle **18**, an der die Rotation des Lenkrads von der Seite der Lenkwelle **31** her über ein Universalgelenk **19** (siehe **Fig.** 4) übertragen wird, wobei die Ritzelwelle **6** in drehbarer Weise koaxial an einem unteren Bereich der Eingangswelle **18** angebracht ist. Ein Drehmomentsensorbereich **1** ist mit der Eingangswelle **18** gekoppelt und besitzt eine Funktion zum Detektieren einer Last eines Lenksystems, um ein Drehmomentsignal an eine nicht gezeigte elektrische Steuereinheit zu übertragen.

[0039] Wenn ein Strom angelegt wird, der auf der Basis eines Fahrzeuggeschwindigkeitssignals sowie des Drehmomentsignals berechnet wird und von der elektrischen Steuereinheit ausgegeben wird, wird ein nicht gezeigter Elektromotor rotationsmässig bewegt, wobei seine Rotationsbewegung auf eine Schnecke **2** übertragen wird. Die Schnecke **2** ist koaxial mit dem Elektromotor angeordnet, um eine Lenkkraft zu unterstützen. Ferner wird eine Rotationskraft der Schnecke **2** durch ein Schneckenrad **3** (siehe **Fig.** 6) reduziert, das auf der Eingangswelle **18** angebracht ist, um dadurch ein Drehmoment zu steigern, so dass die Rotationsbewegung der Ritzelwelle **6** unterstützt wird.

[0040] Die Ritzelwelle **6** ist im Inneren eines Getriebekastens durch Lager **5** und **15** gelagert. Ritzelzähne **6a** sind an dem Aussenumfang der Ritzelwelle **6** ausgebildet, und Zahnstangenzähne **13a** der Zahnstangenwelle **13** als Betätigungsmechanismus befinden sich in Eingriff mit den Ritzelzähnen **6a**, wobei die Zahnstangenwelle **13** in der axialen Längsrichtung (in **Fig.** 5 in Richtung in die Zeichnungsebene hinein sowie aus dieser heraus) verlagert wird, wobei dem zu lenkenden Rad (nicht gezeigt) ein gewünschter Lenkwinkel schliesslich über eine Spurstange bzw. Verbindungsstange **21** erteilt wird, wie diese in **Fig.** 4 dargestellt ist.

[0041] Ein Teil des Endbereichs der Zahnstangenwelle **13** ist im Schnitt halbzylindrisch ausgebildet, und die Zahnstangenzähne **13a** sind in einen Abflachungsbereich **13b** in Axialrichtung der Zahnstangenwelle **13** eingebracht. Die Zahnstangenzähne **13a** und die Ritzelzähne **6a** befinden sich in derartigem Eingriff miteinander, dass die Rotationsbewegung der Ritzelwelle **6** in eine lineare Bewegung der Zahnstangenwelle **13** umgewandelt wird. Zum Aufrechterhalten des Eingriffszustands übt ein Druckkissenbereich **20** eine Drückkraft durch die Zahnstangenwelle **13** auf den Eingriffsbereich aus. Ein Mechanismus zum Ausüben der Drückkraft auf den Eingriffsbereich ist an einem nahezu zylindrischen Gehäuse **16** vorgesehen, das von dem Getriebekasten **4** in einer zu der Axialrichtung der Ritzelwelle **6** orthogonalen Richtung wegragt.

[0042] Der Druckkissenbereich **20** beinhaltet eine Rolle **10**, ein Nadellager **11**, eine Stifteinrichtung bzw. Stiftwelle **12** sowie einen Lagerhalter **14**, wobei der Druckkissenbereich **20** die Zahnstangenwelle **13** mit einer vorbestimmten Drückkraft gegen die Ritzelwelle **6** drückt, so daß der Eingriff zwischen den Ritzelzähnen **6a** und den Zahnstangenzähnen **13a** aufrechterhalten bleibt.

[0043] Der Druckkissenbereich **20** ist derart ausgebildet, daß die Stifteinrichtung **12** durch den Lagerhalter **14** an einer vorbestimmten Stelle positioniert wird und die Rolle **10** um die Stifteinrichtung **12** dreh-

bar wird, wenn sich die Zahnstangenwelle **13** in Axialrichtung bewegt. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel führt nur die Rolle **10** eine Gleitbewegung bzw. Abrollbewegung auf der Außenumfangsfläche **13c** der Zahnstangenwelle **13** aus. Das heißt, die Konstruktion ist derart ausgebildet, daß die Rolle **10** auf der Zahnstangenwelle **13** abrollt.

[0044] Wenn der Druckkissenbereich **20** im Inneren des Gehäusebereichs **16** untergebracht ist, kann sich der Druckkissenbereich **20**, der durch den Lagerhalter **14**, die Stift-, einrichtung **12**, das Nadellager **11** und die Rolle **10** gebildet ist, in Form eines eine Einheit bildenden Körpers in dem Gehäuse **16** in Axialrichtung bewegen.

[0045] Weiterhin ist eine Schraubenfeder **9** als elastisches Element in dem Druckkissenbereich **20** auf der der Zahnstangenwelle **13** gegenüberliegenden Seite angeordnet. Das eine Ende der Schraubenfeder **9**, das zum Ausüben einer Druckkraft auf den Druckkissenbereich **20** dient, liegt an dem Druckkissenbereich **20** (der Oberfläche des Lagerhalters **14**) an, und das andere Ende liegt an einer Stellschraube **8** an, die sich mit einer Verriegelungsmutter **7** mit dem Ende des Gehäuses **16** in Eingriff befindet.

[0046] Durch Einstellen der Stellschraube **8** und Bewegen derselben in Axialrichtung ist es somit möglich, eine Drückkraft einzustellen, die durch die sich im Inneren des Gehäuses **16** erstreckende Schraubenfeder **9** auf den Druckkissenbereich **20** ausgeübt wird.

[0047] Bei einem derartigen Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung lässt sich bei Aufbringen einer beträchtlichen Last zwischen der Zahnstangenwelle und der Ritzelwelle die mechanische Effizienz stark verbessern.

[0048] **Fig.** 6 zeigt eine fragmentarische Schnittansicht unter Darstellung eines Motors als Antriebsquelle der Servolenkung bei der elektrischen Servolenkvorrichtung gemäss dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei ferner ein Untersetzungsmechanismus des Motors dargestellt ist. Dieses Ausführungsbeispiel besitzt das Merkmal, dass ein Gummielement **60** als elastischer Körper zwischen einem Schneckenlager **35** sowie den beiden Endbereichen der Schnecke **2** angeordnet ist, so dass die Schnecke **2** in dem Untersetzungsmechanismus des Motors **41** in Richtung der Schneckenwelle beweglich wird.

[0049] In einem Elastizitätsbereich (beweglichen Bereich) des Gummielements **60** wird eine Rotationsbewegung des Schneckenrads **3** zu einer Verlagerung der Schnecke in Axialrichtung, bis ein an der Schnecke **2** erzeugtes Drehmoment eine Reibungskraft des Motors **41** sowie die Trägheit überwindet, wobei die Rotationsbewegung des Motors **41** und die Rotationsbewegung des mit der Ritzelwelle **6** gekoppelten Schneckenrads **3** nicht miteinander gekoppelt sind. Das heißt, eine solche Konstruktion ist derart ausgebildet, daß dann, wenn das Schneckenrad **3** einen Rückschlag von der Fahrbahnoberfläche erhält, die Schnecke **2** zur Ausführung einer Gleitbewegung veranlaßt wird und der Schlag von dem Rückstoß von dem Gummielement **60** absorbiert wird.

[0050] Da bei einer derartigen Konstruktion in dem durch das Gummielement **60** geschaffenen Bewegungsbereich der Schnecke **2** die Rückschlagkraft in Rotationsrichtung der Ritzelwelle **6** freigesetzt werden kann, ohne daß die Rückschlagkraft in konzentrierter Form auf den Motor **41** übertragen wird, läßt sich somit eine Konzentration einer Last an dem Zahnstangen-und-Ritzel-Mechanismus verhindern. Da bei einer derartigen Konstruktion ferner die Vibrationssteuerfunktion des Gummielements **60** Unzulänglichkeiten bei der Vibrationssteuerfunktion als Defekt des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung kompensiert, läßt sich die Entstehung von Klappergeräuschen verhindern.

[0051] **Fig.** 7 zeigt ein Blockdiagramm unter Darstellung einer Steuereinheit **40** zur Ausführung einer Reibungskompensationssteuerung eines Motors bei einer elektrischen Servolenkvorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0052] Zum Zweck der Verbesserung des Ansprechens eines Hilfsmoments sowie zum Verbessern der Stabilität des Drehmomentsteuersystems addiert die Steuereinheit **40** einen Wert proportional zu einer Differenz eines Lenkmomentsignals zu einem Hilfsbetrag (Lenkhilfe-Befehlswert), um das Ansprechen des Steuersystems zu erhöhen. Gleichermaßen wird dem Hilfsbetrag ein Signal hinzuaddiert, das durch Differenzieren eines Drehmomentbetrags gebildet ist. Es wird eine negative Verstärkung zu dem Zeitpunkt aufgebracht, wenn das Lenkmoment hoch ist und ein Rad zurückgestellt wird, das heißt, wenn ein Lenkwinkel θ reduziert wird, so daß eine abrupte Verminderung des Hilfsbetrags (Lenkhilfe-Befehlswert) verhindert wird und als Ergebnis hohe Hystereseeigenschaften in einem Bereich mit hohem Drehmoment sowie niedrige Hystereseeigenschaften in einem Bereich mit geringem Drehmoment in der Nähe eines Neutralpunkts geschaffen werden.

[0053] Genauer gesagt führt die Steuereinheit **40** eine Reibungskompensationssteuerung auf der Basis eines Drehmomentsignals Tr als Drehmoment-Erfassungswert zum Zweck der Kompensation eines Einflusses der Reibung des Motors **41** aus. Die Reibungskompensationssteuerung beschleunigt das

Ansprechen der Drehmomentsteuerung in der Nähe des Zentrums, wo das Lenkmoment gering ist, und arbeitet in eine Richtung, in der eine Verwindung eines ein Lenkmoment detektierenden Torsionsstabs auf einen geringen Wert unterdrückt wird. Andererseits arbeitet die Reibung des Motors **41** in einer Richtung, in der die Verwindung des Torsionsstabs zunimmt. Wenn die Reibung des Motors **41** als Verwindung des Torsionsstabs detektiert wird, wird es somit möglich, eine Reibungskompensation durch die Reibungskompensationssteuerung mittels der Steuereinheit **40** auszuführen.

[0054] Da jedoch der Torsionsstab näher bei der Radseite als der Motor **41** angeordnet ist, läßt sich eine Reibungskompensation zwar gegenüber einem Eingang bzw. einer Eingangsgröße von der Radseite durchführen, jedoch ist eine Kompensation gegenüber einer Eingangsgröße von der Fahrbahnoberfläche, wie zum Beispiel einem Rückschlag, schwierig. Aus diesem Grund war es bisher nicht möglich, das Klappergeräusch des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** durch die Reibungskompensationssteuerung zu reduzieren.

[0055] Andererseits kann in dem Elastizitätsbereich des Gummis **60** des elastischen Körpers, wie er in **Fig.** 6 gezeigt ist, eine Eingangsgröße von der Fahrbahnoberfläche durch den Drehmomentsensor detektiert werden, so daß die Reibungskompensationssteuerung auch für die Eingangsgröße von der Fahrbahnoberfläche wirksam wird. Wenn die Reibungskompensationssteuerung von der Steuereinheit **40** einmal von der Steuereinheit **40** durchgeführt worden ist, ist die Reibung des Motors **41** kompensiert, und es wird möglich, die Eingangsgröße von der Fahrbahnoberfläche durch den Drehmomentsensor zu detektieren. Das heißt, es wird möglich, die den Elastizitätsbereich des Gummis **60** übersteigende Rückschlagkraft von dem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** durch das Gummielement **60** und die Reibungskompensationssteuerung auf die Radseite freizusetzen. Durch Abstimmen der Reibungskompensationssteuerung mit der Steuereinheit **40** wird es ferner möglich, eine derartige Abstimmung vorzunehmen, daß das Klappergeräusch des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** unterdrückt wird und Information über die Fahrbahnoberfläche in geeigneter Weise zu dem Lenkrad übertragen wird.

[0056] Selbst wenn der aus Gummi bestehende elastische Körper in der in **Fig.** 6 gezeigten Weise in einer beliebigen Position zwischen dem Untersetzungsmechanismus des Motors **41** und dem Mechanismus zum Erzeugen von Reibung oder Trägheit des Motors **41** angeordnet ist, lassen sich folgende Wirkungen erzielen: Die Erzeugung einer übermäßigen Belastung an dem genannten Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung lässt sich verhindern, eine Unzulänglichkeit bei der Dämpfungswirkung der Rückschlagkraft des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus mit Abrolleinrichtung lässt sich kompensieren, die Erzeugung von Klappergeräuschen lässt sich verhindern, und der Einfluss der Reibungskraft des Motors lässt sich reduzieren.

[0057] Fig. 8 zeigt eine Frontansicht unter Darstellung eines Hauptbereichs eines Vorderrad-Lenkmechanismus mit einer elektrischen Servolenkvorrichtung gemäss einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein aus Gummi gebildeter elastischer Körper **60** (wie er in **Fig.** 6 gezeigt ist) an einem Gelenk **51** zum Koppeln einer Ritzelwelle **6** eines Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus **4** mit einer Ausgangswelle **50** eines Untersetzungsmechanismus eines Motors **41** angeordnet.

Patentansprüche

1. Elektrische Servolenkvorrichtung mit einem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (**4**) zum Umwandeln einer Rotationsbewegung eines Lenkrads in eine lineare Bewegung durch Eingriff zwischen einer Ritzelwelle (**6**) und einer Zahnstange (**13**), und mit einem Motor (**41**) zum Unterstützen einer von einem Fahrer auf das Lenkrad ausgeübten Lenkkraft durch einen Untersetzungsmechanismus (**2**, **3**) des Motors (**41**),
wobei es sich bei dem Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (**4**) um einen Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (**4**) mit Abrolleinrichtung (**10**, **11**) handelt,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Untersetzungsmechanismus (**2**, **3**) durch eine mit dem Motor (**41**) gekoppelte Schnecke (**2**) und ein Schneckenrad (**3**) gebildet ist, das koaxial zu einer Lenkwelle (**31**) angeordnet ist,
dass ein elastischer Körper (**60**) in einer sich von der Ausgangswelle des Motors (**41**) zu dem Untersetzungsmechanismus (**2**, **3**) erstreckenden Strecke des Mechanismus angeordnet ist, wobei der elastische Körper (**60**) auf einer Schneckenwelle derart angeordnet ist, dass die Schnecke (**2**) in Richtung der Schneckenwelle beweglich wird derart, dass eine Rückschlagkraft von einer Fahrbahnoberfläche in Rotationsrichtung der Ritzelwelle (**6**) freigesetzt werden kann, ohne dass die Rückschlagkraft auf den Motor (**41**) übertragen wird.

2. Elektrische Servolenkvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass ein Gelenk (**51**) zum Koppeln einer Drehwelle des Lenkrads mit der Ritzelwelle (**6**) des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (**4**) vorhan-

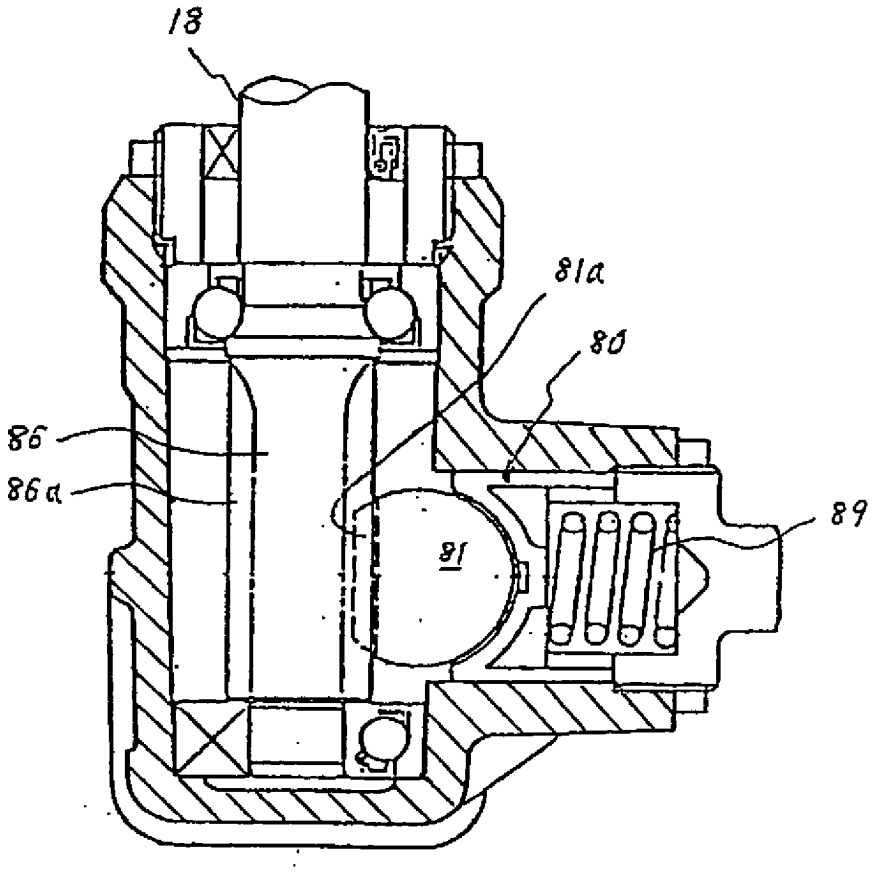
den ist, wobei es sich bei der Vorrichtung um eine Servolenkvorrichtung des Säulen-Typs handelt, bei der der Motor (**41**) und der Untersetzungsmechanismus (**2**, **3**) des Motors (**41**) zwischen dem Gelenk (**51**) und dem Lenkrad angeordnet sind.

3. Elektrische Servolenkvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass ein Gelenk (**51**) zum Koppeln einer Drehwelle des Lenkrads mit der Ritzelwelle (**6**) des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (**4**) vorhanden ist, wobei es sich bei der Vorrichtung um eine Servolenkvorrichtung vom Ritzel-Typ handelt, bei der der Motor (**41**) und der Untersetzungsmechanismus (**2**, **3**) des Motors (**41**) zwischen dem Gelenk (**51**) und der Ritzelwelle (**6**) des Zahnstangen-und-Ritzel-Bewegungsumwandlungsmechanismus (**4**) angeordnet sind.

4. Elektrische Servolenkvorrichtung nach einem der vorausgehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
eine Berechnungseinrichtung zum Berechnen eines Lenkhilfen-Befehlswerts auf der Basis eines Lenkmoments, das an einer Drehwelle des Lenkrads erzeugt wird, sowie eines Stromsteuerwerts von einem Stromwert des Motors (**41**);
eine Steuereinrichtung (**40**) zum Steuern des Motors (**41**) auf der Basis des Lenkhilfen-Befehlswerts und des Stromsteuerwerts; und durch
eine Zusatz-Berechnungseinrichtung zum Erzielen eines differenziellen Wertes eines Signals des Lenkmoments und zum Addieren des Werts zu dem Lenkhilfen-Befehlswert.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



STAND DER TECHNIK

FIG. 1

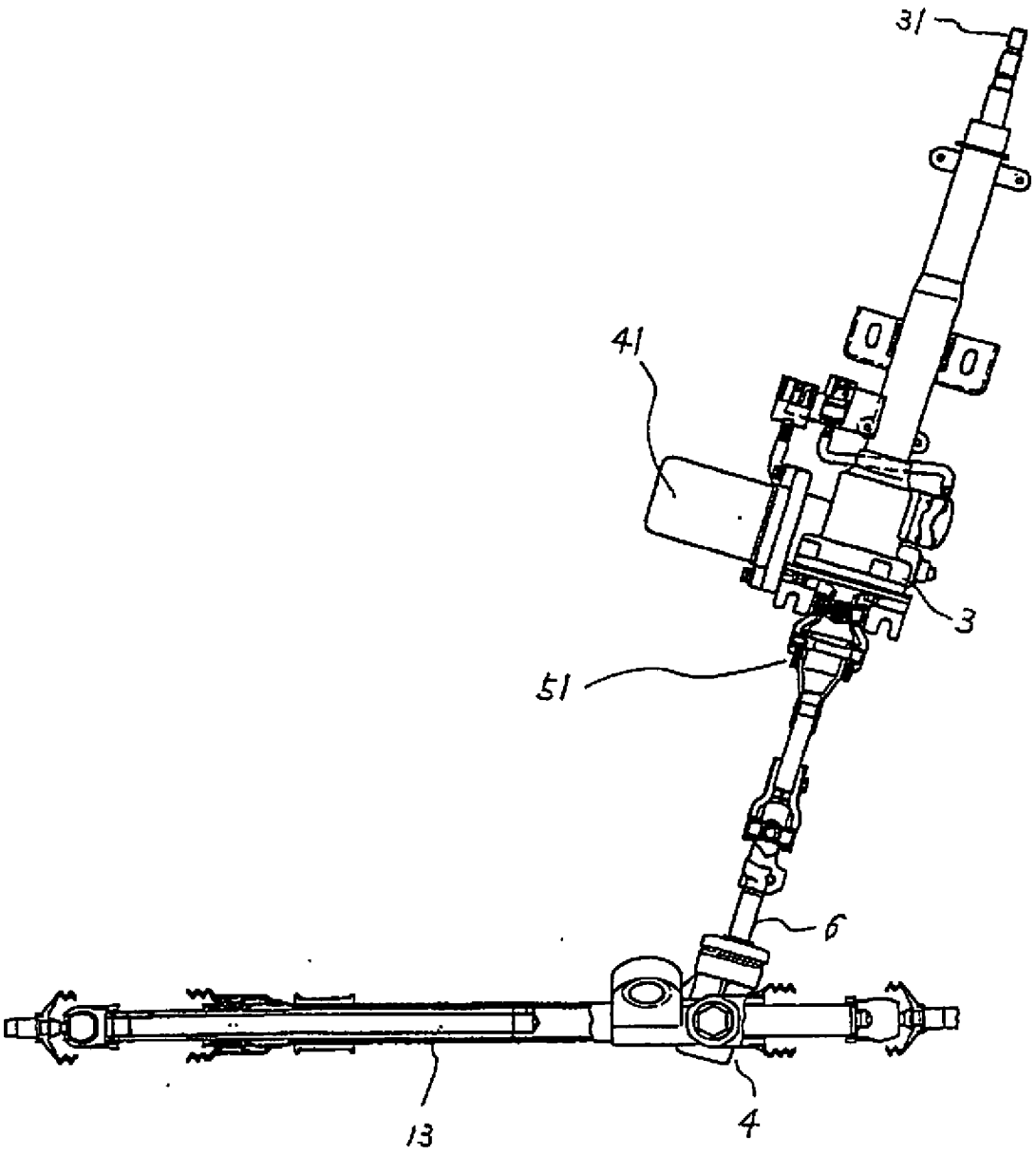


FIG. 2

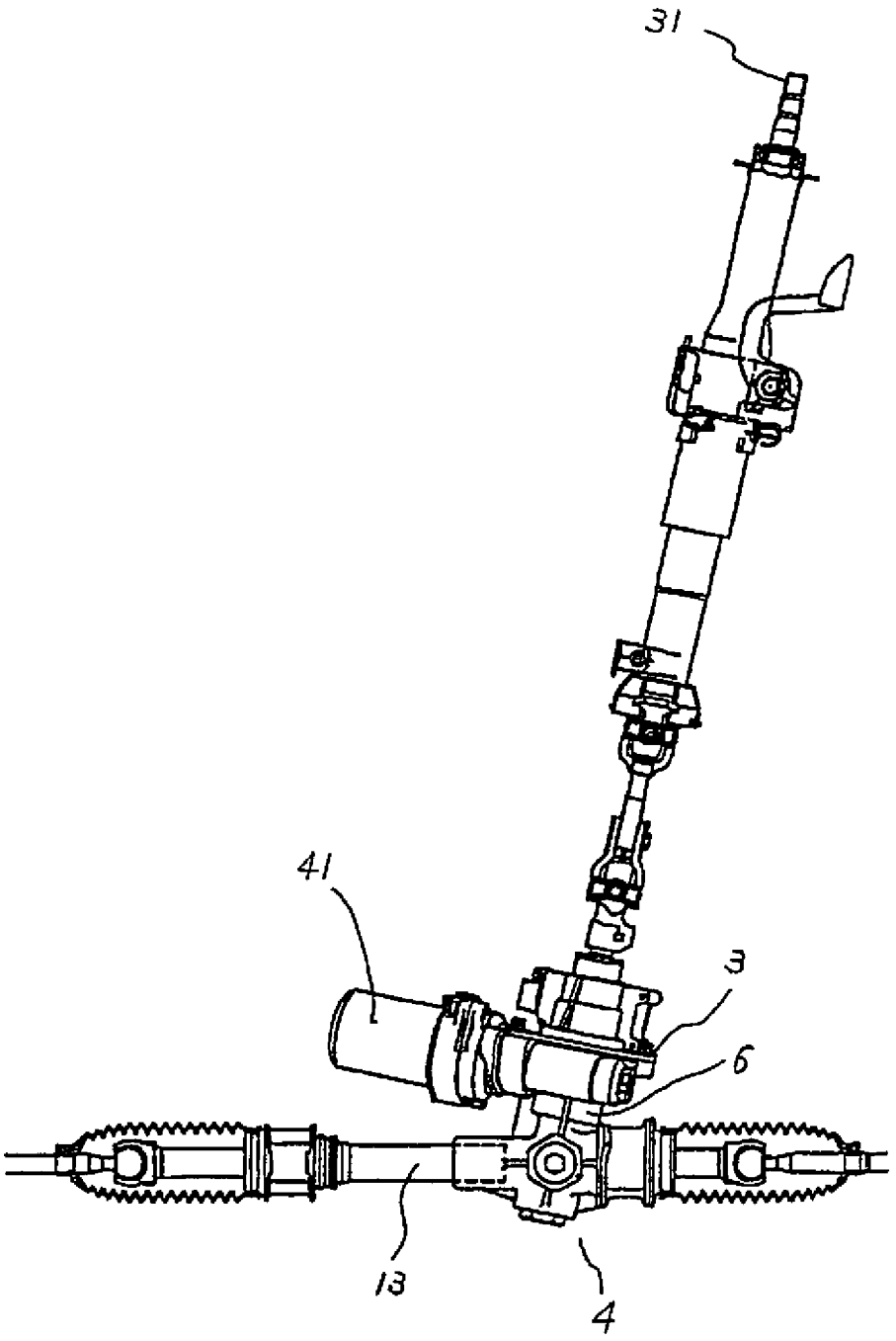


FIG. 3

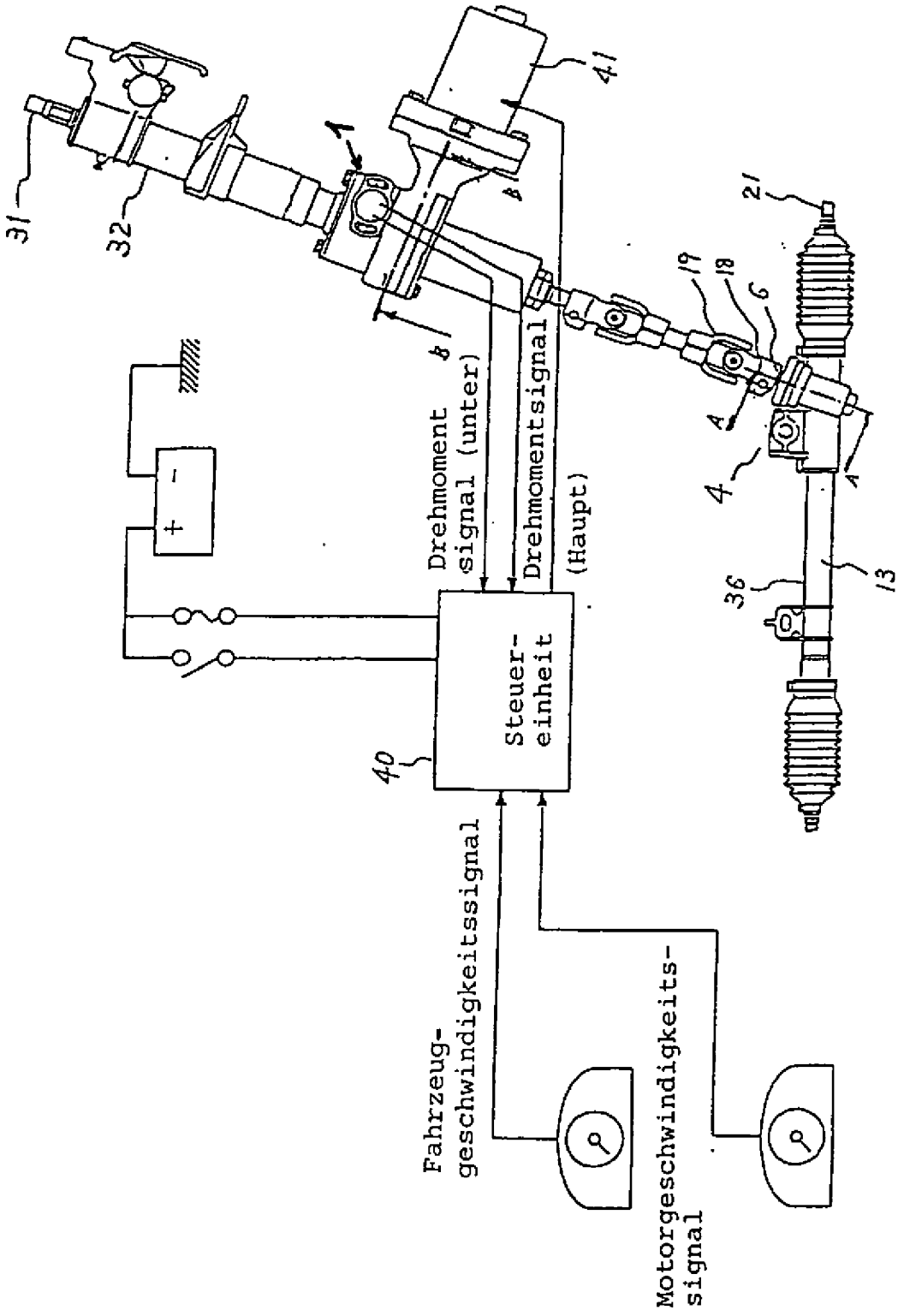

31
32
1
41
21
19
18
6
4
4
36
13
Drehmoment signal (unter)
Drehmomentsignal (Haupt)
Steuer-einheit
40
Fahrzeug-geschwindigkeitssignal
Motorgeschwindigkeits-signal

FIG. 4

FIG. 5

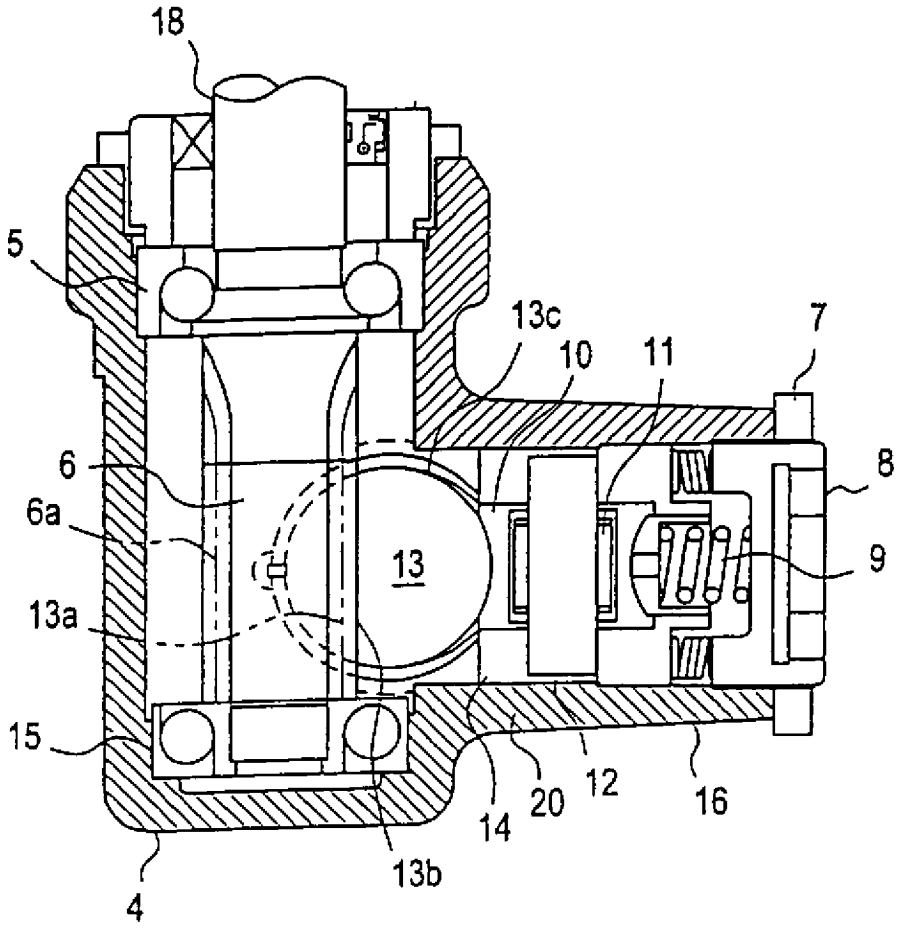
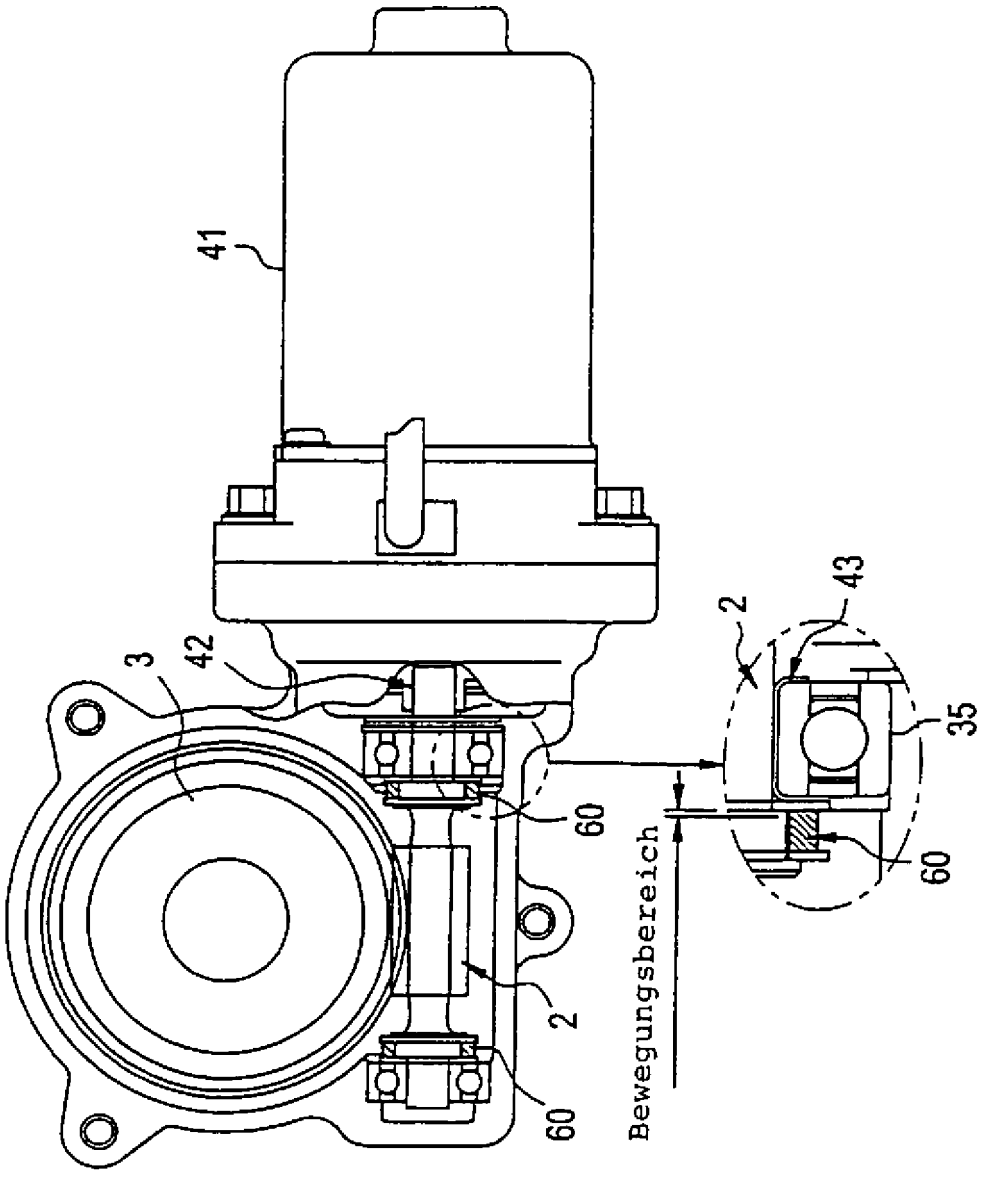


FIG. 6



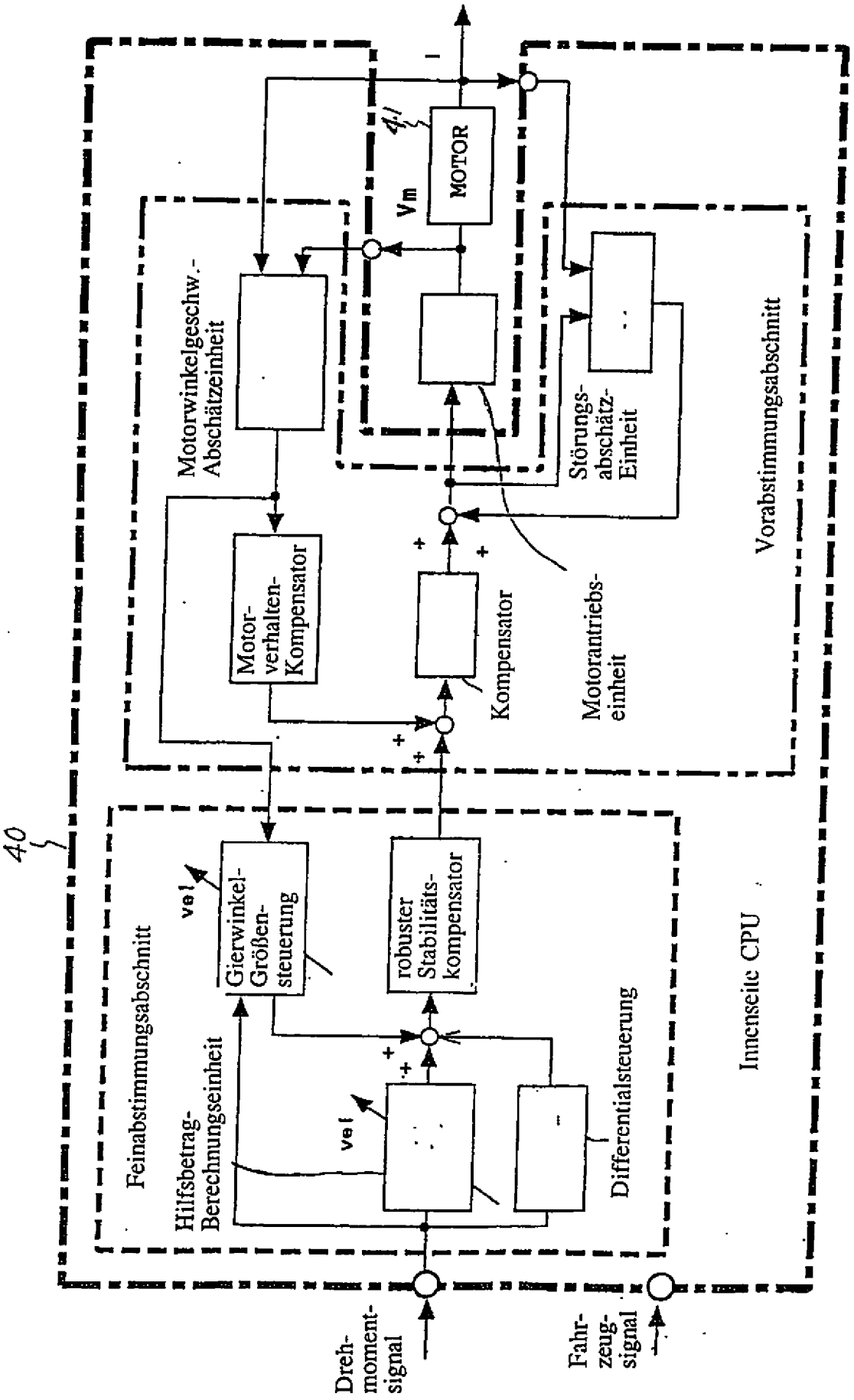

40
Feinabstimmungsabschnitt
Hilfsbetrag-Berechnungseinheit
Gierwinkel-Größen-steuerung
ve!
robuster Stabilitäts-kompensator
Differentialsteuerung
Innenseite CPU
Drehmoment-signal
Fahrzeug-signal
Motorwinkelgeschw.-Abschätzeinheit
Motor-verhalten-Kompensator
Kompensator
Motorantriebs-einheit
Störungs-abschätz-Einheit
Vorabstimmungsabschnitt
MOTOR
41
Vm
I

FIG. 7

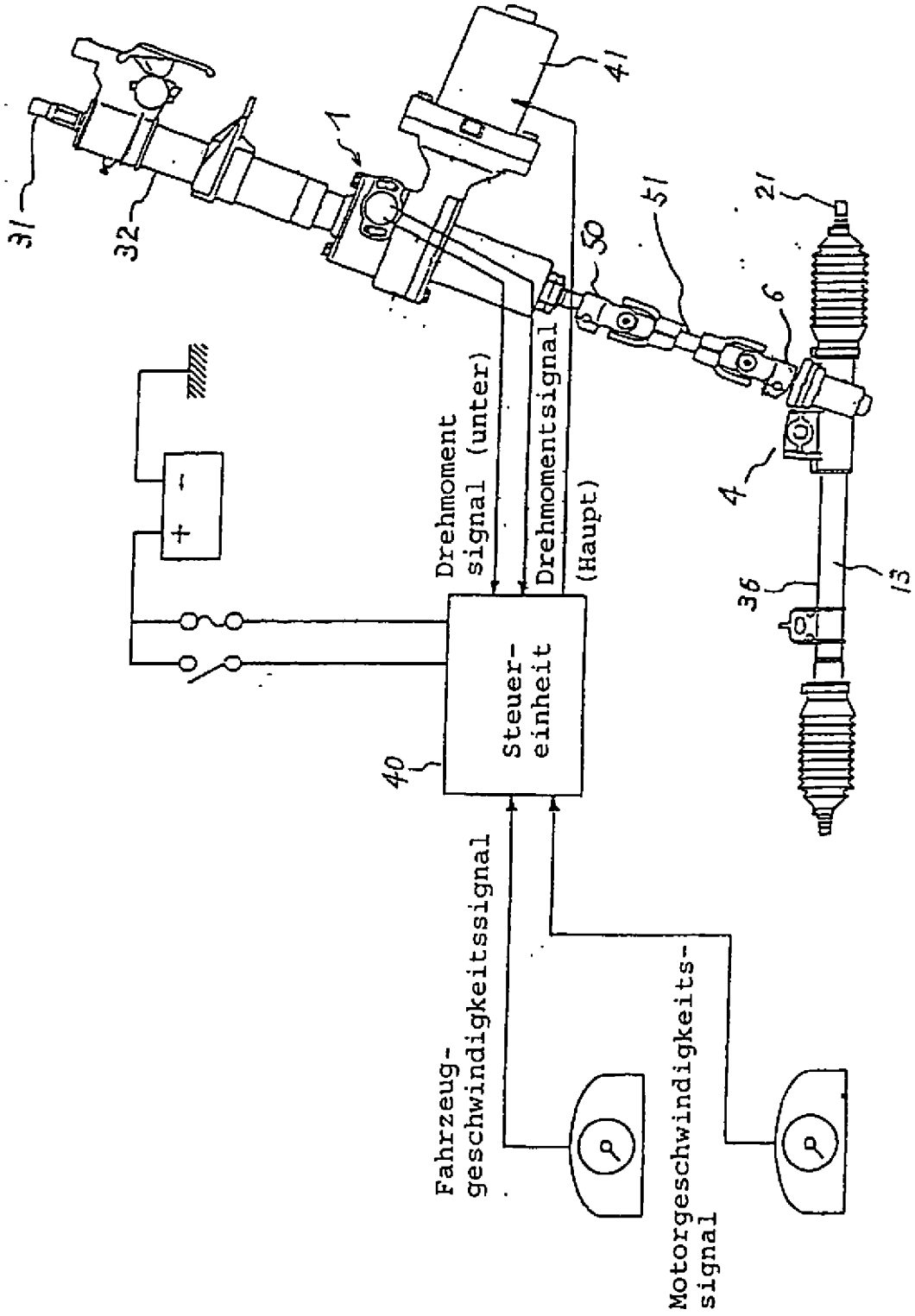

31
32
1
41
51
50
21
6
4
36
13
Drehmoment signal (unter)
Drehmomentsignal (Haupt)
Steuer- einheit
40
Fahrzeug- geschwindigkeitssignal
Motorgeschwindigkeits- signal
+
-

FIG. 8