



(10) **DE 101 93 475 B3** 2013.12.24

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **101 93 475.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP01/06319**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/008047**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.07.2001**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.01.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.12.2013**

(51) Int Cl.: **B62D 5/04 (2006.01)**
B62D 3/08 (2013.01)

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:
2000-220404 **21.07.2000** **JP**
2000-220405 **21.07.2000** **JP**

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

(74) Vertreter:
Dr. Weser & Kollegen, 81245, München, DE

(72) Erfinder:
Fukuda, Toshihiro, Maebashi, Gunma, JP; Endo, Shuji, Maebashi, Gunma, JP; Eda, Hiroshi, Maebashi, Gunma, JP; Tatewaki, Osamu, Maebashi, Gunma, JP; Hayakawa, Kenichi, Maebashi, Gunma, JP; Hatano, Hiroataka, Maebashi, Gunma, JP

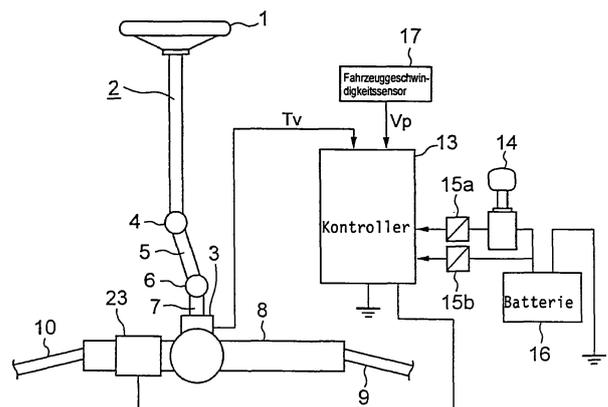
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE **37 12 154** **A1**
DE **37 35 517** **A1**

(54) Bezeichnung: **Elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung, aufweisend:
ein Gehäuse (308);
eine Kugelschraubenwelle (322), die sich innerhalb des Gehäuses (308) erstreckt und mit einem Lenkmechanismus verbunden ist;
eine Eingangswelle, auf die eine Lenkkraft eingegeben wird;
eine Ausgangswelle zum Aufnehmen der Lenkkraft von der Eingangswelle und zum Ausgeben der Lenkkraft an die Kugelschraubenwelle (322);
einen Drehmomentsensor (3) zum Detektieren eines Moments, das zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle übertragen wird;
einem Motor (323) einschließlich eines Rotors (323c); und
eine Kugelschraubenmutter (329) zum Ausüben einer Kraft in einer axialen Richtung auf die Kugelschraubenwelle (322) durch Aufnehmen einer Rotationskraft von dem Motor (323);
wobei ein elastisches Glied (335, 335'), das deformierbar und daher in der Lage ist, einen Stoß zu absorbieren, wie dieser von der Seite der Kugelschraubenwelle (322) her ausgeübt wird, auf einer Lastübertragungsstrecke zwischen der Kugelschraubenwelle (322) und dem Rotor (323c) des Motors (323) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass

die Kugelschraubenwelle (322) nur durch die Kugelschraubenmutter (329) gehalten wird; und
die Kugelschraubenmutter (329) nur in Rotationsrichtung bewegt wird, gemäß der elastischen Deformation des elastischen Glieds (335, 335').



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Servolenkvorrichtung eines Fahrzeugs unter Verwendung eines elektrischen Motors gemäß dem Oberbegriff nach Anspruch 1 bzw. nach dem Oberbegriff des Anspruchs 14.

Stand der Technik

[0002] In einer bekannten Ausführungsform einer elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung eines Fahrzeugs wird eine Kugelschraubenmutter, in die eine Zahnstange einer Zahnstangenlenkvorrichtung eingeführt ist, von einem elektrischen Motor koaxial zu der Zahnstange gedreht und deren Rotationsausgangsleistung wird durch einen Kugelschraubenmechanismus in einen Schub in longitudinaler Richtung der Zahnstange konvertiert.

[0003] In einer derartigen elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung ist die Kugelschraubenmutter so gelagert, dass sie bezüglich eines Gehäuses drehbar ist, was die Verwendung von Lagern beinhaltet. Diese Lager sind an beiden Seitenenden der Kugelschraubenmutter angeordnet und mit Druckgliedern versehen, um die Lager am Freikommen von der Kugelschraubenmutter zu hindern.

[0004] Das Druckglied ist mit einem Innengewinde versehen, das mit einem auf einer äußeren Peripherie der Kugelschraubenmutter ausgebildeten Außengewinde in Eingriff ist. Das Druckglied wird deshalb auf die Kugelschraubenmutter geschraubt und verhindert das Freikommen des Lagers.

[0005] Beispielsweise in einem allgemeinen Typ einer elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung kommt ferner ein Lenkrad, wenn man es immer weiter dreht, schließlich in Kontakt mit einem Lenkstopper, wodurch weitere Drehungen verhindert werden. Wenn ein Fahrer jedoch energisch das Lenkrad dreht, kann eine exzessive Last auf den Lenkstopper ausgeübt werden. In einem solchen Fall kann eine Last von ungefähr maximal 98,1 kN (10 Tonnen) auf die Zahnstange ausgeübt werden.

[0006] Falls ein derartig starker Stoß auftritt, könnte er eine axiale Anfangskraft des Pressglieds überschreiten, die ein Freikommen des Lagers von der Kugelschraubenmutter verhindert, und das Pressglied könnte sich lockern, wenn Fahroszillationen dazukommen.

[0007] Falls das Pressglied mit einem großen Drehmoment auf die Kugelschraubenmutter geschraubt ist, um die axiale Anfangskraft zu erhöhen, die das Pressglied am Lockern hindern soll, könnte sich ein

Kugelrollweg, der in der Kugelschraubenmutter ausgebildet ist, so weit deformieren, dass ein Verringern der Funktion der Kugelschraubenmutter bewirkt wird.

[0008] Ferner wurde eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung, die einen elektrischen Motor verwendet, zum Einsparen von Kraftstoffkosten in den vergangenen Jahren verwendet. In der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung bewirkt der Elektromotor, der mit elektrischer Leistung von einer Batterie versorgt wird, eine unterstützende Lenkkraft und die notwendige Leistung kann daher nicht direkt aus der Brennkraftmaschine entnommen werden. Folglich können Kraftstoffkosten eingespart werden.

[0009] Kollidiert beispielsweise bei der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung vom Zahnstangenlenktyp ein Laufrad mit dem Bordstein eines Bürgersteigs während der Bewegung des Fahrzeugs, so kann von den Zugstangen auf die Zahnstange ein großer Stoß ausgeübt werden. Ein solcher Stoß wird entlang des Lenkkrafttransferweges rückübertragen und kann eine große Last auf die entsprechenden Glieder ausüben. Wird daher eine ausreichende Steifigkeit gegenüber derartigen Stößen sichergestellt, so tritt das Problem auf, dass die entsprechenden Glieder sowohl in ihren Ausmaßen als auch in ihren Gewichten zunehmen.

[0010] DE 37 12 154 A1 offenbart eine motorbetriebene Servolenkanlage für ein Kraftfahrzeug, die eine Treibersteuereinrichtung zum Anlegen eines Treibersignals an einen Elektromotor hat, um ein unterstützendes Hilfsmoment an eine Ausgangswelle, basierend auf den Ausgangssignalen von einer Drehmomentdetektierereinrichtung anzulegen, die ein Lenkmoment detektiert, das auf eine Eingangswelle wirkt. Und DE 37 35 517 A1 offenbart eine Einrichtung zur Lenkung der Hinterräder eines Fahrzeugs mit vier lenkbaren Rädern, die ein Stabteil, dessen gegenüberliegende Enden mit den Spurstangen zur Drehung der Hinterräder verbunden sind, einen elektrischen Motor und einen Schraubenmechanismus zur Umwandlung der Drehung des elektrischen Motors in eine axiale Bewegung des Stabteiles aufweist.

Erläuterung der Erfindung

[0011] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung zu schaffen, die trotz niedriger Kosten ein ausgezeichnetes stoßsicheres Verhalten zeigt und die in der Lage ist, ein Freikommen eines Lagers von einer Kugelschraubenmutter zu verhindern.

[0012] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung zu schaffen, die einen Stoß überdauern kann.

[0013] Diese Aufgaben werden gelöst von den in Ansprüchen 1 und 14 offenbarten Servolenkvorrichtungen.

[0014] Auch offenbart ist eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung, die umfaßt ein Gehäuse, eine Kugelschraubenwelle, die sich innerhalb des Gehäuses erstreckt und mit einem Lenkmechanismus verbunden ist, eine Eingangswelle, auf die eine Lenkkraft eingegeben wird, eine Ausgangswelle zum Aufnehmen der Lenkkraft von der Eingangswelle und zum Ausgeben einer Lenkkraft auf die Kugelschraubenwelle, einen Drehmomentsensor zum Detektieren eines Drehmoments, das zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle übertragen wird, einen Motor einschließlich eines Rotors und einer Kugelschraubenmutter zum Ausüben einer Kraft in axialer Richtung auf die Kugelschraubenwelle durch Aufnehmen einer Rotationskraft des Motors, wobei ein elastisches Glied, das deformierbar und daher in der Lage ist, einen von der Seite des Kugelschraubenwelle her eingegebenen Stoß zu absorbieren, in einer Lastübertragungsstrecke zwischen der Kugelschraubenwelle und dem Rotor des Motors angeordnet ist. Ein Überstehen eines derartigen Stoßes ist daher ohne Zunahmen sowohl der Ausmaße als auch der Gewichte der entsprechenden Glieder möglich.

[0015] In dem Fall, in dem die Kugelschraubenwelle einstückig mit der Zahnstange ausgebildet ist, wird ferner eine Last, die auf ein Laufrad in Abhängigkeit von dem Zustand der Straßenoberfläche ausgeübt wird, auf die Zahnstange übertragen und daher kann sich die Zahnstange, das heißt, die Kugelschraubenwelle als Folge dieser Last in axialer Richtung verschieben. Falls das elastische Glied nicht vorgesehen ist, wird jedoch eine solche Verschiebung durch die Reibung und die Trägheit des Motors verhindert. Gemäß der vorliegenden Erfindung verformt sich jedoch das elastische Glied, wodurch sich die Zahnstange in der axialen Richtung verschieben kann, ohne dass sie von der Reibung und der Trägheit beeinflusst wird. Daher wird die Verschiebung auf die Zahnstange, das Ritzel, die Lenkwelle und das Lenkrad übertragen, wodurch der Fahrer präzise über den sogenannten Straßenzustand informiert werden kann, wie beispielsweise die auf den Reifen in Abhängigkeit von dem Zustand der Straßenoberfläche ausgeübte Last, deren Änderungen u. s. w.

[0016] Ferner ist es so, dass durch die Anordnung des elastischen Glieds zwischen der Kugelschraubenmutter und dem Rotor des Motors der von der Seite der Kugelschraubenwelle eingegebene Stoß von einem Torsionsdämpfungseffekt absorbiert wird.

[0017] Ferner ist ein Verschiebungsbegrenzer zum Begrenzen eines vorbestimmten oder größeren Verformungsbetrags des elastischen Gliedes vorgesehen und ist konstruiert aus einem ausgesparten Ab-

schnitt, der im Rotor des Motors oder der Kugelschraubenmutter ausgebildet ist, und einem in dem jeweils anderen Teil ausgebildeten vorspringenden Abschnitt, wobei der vorspringende Abschnitt mit dem ausgesparten Abschnitt in Eingriff ist, wenn sich das elastische Glied um einen vorbestimmten Betrag verformt. Mit dieser Anordnung wird eine exzessive Verformung des elastischen Gliedes begrenzt und eine Beschädigung dieses elastischen Gliedes kann verhindert werden.

[0018] Auch offenbart ist eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung, die umfaßt ein Gehäuse, eine Kugelschraubenwelle, die sich innerhalb des Gehäuses erstreckt und mit einem Lenkmechanismus verbunden ist, eine Eingangswelle, auf der eine Lenkkraft eingegeben wird, eine Ausgangswelle zum Aufnehmen der Lenkkraft der Eingangswelle und zum Ausgeben der Lenkkraft auf eine Kugelschraubenwelle, einen Drehmomentsensor zum Detektieren eines zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle übertragenen Drehmoments, einen Motor einschließlich eines Rotors und einer Kugelschraubenmutter zum Übertragen einer in axialer Richtung wirkenden Kraft auf die Kugelschraubenwelle durch Aufnehmen einer Drehkraft von dem Motor, wobei ein elastisches Glied, das deformierbar ist und daher einen von der Seite der Kugelschraubenwelle her eingegebenen Stoß absorbieren kann, auf einem Lagerabschnitt der Kugelschraubenmutter angeordnet ist. Ein Abmildern eines Stoßes ist daher ohne Zunahme der Größe oder des Gewichts der entsprechenden Glieder möglich.

[0019] Der Rotor des Motors und die Kugelschraubenmutter sind durch den Eingriff einer Keilnut mit einem Keil verbunden, wobei zumindest eine mit Zähnen versehene Oberfläche mit einem Kunstharz beschichtet ist. Falls ein Stoß übertragen wird, kann die Emission eines Stoßgeräuschs wirksam vermindert werden.

[0020] Es wird bevorzugt, dass der Verschiebungsbegrenzer den vorbestimmten oder größeren Verformungsbetrag des elastischen Gliedes auf 40% oder weniger der maximalen Lenkkraft begrenzt, die durch den Motor bereitgestellt wird.

[0021] Es wird weiter bevorzugt, dass eine natürliche Oszillationsfrequenz des Systems, bestehend aus Rotor, Kugelschraubenmutter und elastischen Glied, auf einen Wert von 7 Hz oder höher eingestellt ist.

[0022] Auch offenbart ist eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung, die umfasst ein Gehäuse, eine Kugelschraubenwelle, die sich innerhalb des Gehäuses erstreckt und mit einem Lenkmechanismus verbunden ist, einen Motor mit einem Rotor, eine Kugelschraubenmutter, die mit dem Rotor des Mo-

tors verbunden ist, um eine Drehkraft des Rotors in eine in axialer Richtung wirkende Kraft umzuwandeln und zum Übertragen der selben Kraft auf die Kugelschraubenwelle, ein Lager zum Lagern der Kugelschraubenmutter, so dass diese bezüglich des Gehäuses drehbar ist, und ein Pressglied, das an die Kugelschraubenmutter geschraubt ist, um so das Lager gegen die Kugelschraubenmutter zu pressen, wobei das Pressglied ein Verbindungsglied zum Verbinden des Pressgliedes mit der Kugelschraubenmutter umfasst, so dass das Pressglied und die Kugelschraubenmutter sich nicht relativ zueinander drehen können. Falls ein großer Stoß auf die Kugelschraubenwelle aufgrund eines Auftreffens auf einen Lenkstopper auftritt, wird eine Drehung des Pressgliedes verhindert, selbst wenn eine auf das Kugellager des Pressgliedes wirkende axiale Kraft Null wird. Daher kann sich das Pressglied nicht lockern und eine vorbestimmte axiale Kraft kann wieder auf das Lager wirken, wenn der Stoß verschwindet.

[0023] Ferner wird bevorzugt, dass das Verbindungsglied das Pressglied mit der Kugelschraubenmutter verbindet, so dass diese sich nicht aufgrund der Scherkraft des Kunstharzmaterials relativ zueinander drehen können.

[0024] Ferner wird bevorzugt, dass das Verbindungsglied das Pressglied mit der Kugelschraubenmutter verbindet, so dass diese sich nicht aufgrund der Reibungskraft drehen können.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] **Fig. 1** zeigt eine schematische Ansicht einer Konfiguration einer elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;

[0026] **Fig. 2** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie eines bürstenlosen, koaxial zu einer Zahnstange ausgeführten Motors in dieser Ausführungsform;

[0027] **Fig. 3** zeigt eine Ansicht der Konfiguration der **Fig. 2** in Pfeilrichtung mit einem Schnitt entlang der Linie III-III;

[0028] **Fig. 4** zeigt eine vergrößerte Ansicht des IV-Abschnitts in der Konfiguration der **Fig. 2**;

[0029] **Fig. 5** zeigt eine Querschnittsansicht eines seitlichen Endes einer Kugelschraubenmutter in einem modifizierten Beispiel dieser Ausführungsform;

[0030] **Fig. 6** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen, koaxial zu der Zahnstange ausgeführten Motors in der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform;

[0031] **Fig. 7** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen, koaxial zu der Zahnstange ausgeführten Motors gemäß einer dritten Ausführungsform;

[0032] **Fig. 8** zeigt eine perspektivische Ansicht, die die Kugelschraubenmutter und einen Rotor des Motors getrennt darstellt;

[0033] **Fig. 9** zeigt eine perspektivische Ansicht eines modifizierten Beispiels dieser Ausführungsform;

[0034] **Fig. 10** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen, koaxial zur Zahnstange ausgeführten Motors in der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform; und

[0035] **Fig. 11** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen, koaxial zur Zahnstange ausgeführten Motors in der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform.

Bevorzugte Art der Ausführung der Erfindung

[0036] Eine erste Ausführungsform der Erfindung gemäß der vorliegenden Ausführung wird im folgenden ausführlich unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm und zeigt eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung in der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung. Bezugnehmend auf **Fig. 1** ist ein Lenkrad **1** mit einem oberen Seitenende einer Lenkwelle **2** verbunden.

[0037] Ein unteres Seitenende der Lenkwelle **2** ist über ein Universalgelenk **4** mit einem oberen Seitenende einer unteren Welle **5** verbunden und weiterhin ist ein unteres Seitenende der unteren Welle **5** über ein Universalgelenk **6** mit einem oberen Seitenende einer Ritzelwelle **7** verbunden. Ein nicht dargestelltes Ritzel ist mit einem unteren Seitenende der Ritzelwelle **7** verbunden und ist in Eingriff mit den Zahnstangenzähnen einer Kugelschraubenwelle, das heißt, einer Zahnstange **22** (**Fig. 22**). Ein 5-phasiger rechteckwellen-angetriebener bürstenloser, koaxial mit der Zahnstange ausgeführten Motors **23** ist in einem Zustand, der später erläutert werden wird, auf einem Zahnstangengehäuse **8** angeordnet, in das die Zahnstange **22** angeordnet ist.

[0038] Ein Drehmomentsensor **3** ist in der Umgebung der Ritzelwelle **7** angeordnet und detektiert ein an die Ritzelwelle **7** übertragenes Lenkmoment. Der Drehmomentsensor **3** ist so ausgelegt, dass er dieses beispielsweise in eine Änderung des Torsionswinkels eines Torsionsstabs (nicht dargestellt) konvertiert, der zwischen den zweigeteilten Ritzelwellen **7** angeordnet ist, und magnetomechanisch die Ände-

rung des Torsionswinkels detektiert. Daher gibt der Drehmomentsensor **3**, wenn ein Bediener das Lenkrad lenkt, ein Momentdetektionssignal T_v an einen Kontroller **13** aus, das aus Analogspannungen besteht, die dem Betrag einer Lenkkraft und einer Lenkrichtung entsprechen.

[0039] Insbesondere gibt der Drehmomentsensor **3**, beispielsweise wenn die Lenkung in einem neutralen Zustand ist, eine vorbestimmte neutrale Spannung als das Momentdetektionssignal T_v aus. Der Drehmomentsensor **3** gibt in dem Moment, in dem das Lenkrad von seinem neutralen Zustand aus nach rechts gedreht wird, eine Spannung entsprechend einem Lenkmoment aus, die größer ist als die neutrale Spannung und gibt in dem Moment, in dem das Lenkrad von seinem neutralen Zustand aus nach links gedreht wird, eine Spannung entsprechend einem Lenkmoment aus, die kleiner ist als die neutrale Spannung.

[0040] Der Kontroller **13** dient zum Steuern eines Antriebs des Motors **23** und zum Steuern einer Lenkunterstützungskraft eines Lenksystems. Der Kontroller **13** wird mit der Leistung von einer in einem Fahrzeug angeordneten Batterie **16** versorgt und wird auf diese Weise betrieben. Ein negativer Pol der Batterie **16** ist geerdet und ihr positiver Pol ist mit dem Kontroller **13** über einen Zündschalter **14** zum Starten einer Maschine und einer Sicherung **15a** verbunden und direkt mit dem Kontroller **13** über eine Sicherung **15b** verbunden. Die über diese Sicherung **15b** bereitgestellte Leistung wird zur Versorgung eines Speichers verwendet. Der Kontroller **13** kann den bürstenlosen Motor **23** während der Fahrt steuern auf der Basis eines Momentdetektionssignals T_v , das von dem Drehmomentsensor **3** übertragen wird, und, beispielsweise, eines Fahrzeuggeschwindigkeitssignal V_p , das von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **17** transmittiert wird, der auf einem Ausgangsschaft eines nicht dargestellten Getriebes angeordnet ist.

[0041] **Fig. 2** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen, koaxial zur Zahnstange ausgeführten Motors gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. Das Gehäuse, das heißt, das Zahnstangengehäuse **8**, ist an einer nicht dargestellten Fahrzeugkarosserie mittels einer Klammer befestigt. Die Zahnstange **22** ist innerhalb des Zahnstangengehäuses **8** angeordnet und an ihren beiden Seitenenden mit Zugstangen **9** (**Fig. 1**) und **10** verbunden. Die Zugstangen **9**, **10** sind mit einem nicht dargestellten Lenkmechanismus verbunden.

[0042] Ein Stator **23b** in der Form eines zylindrischen Rohres ist innerhalb des Zahnstangengehäuses **8** angeordnet, und eine Spule **23a**, die aus einer Vielzahl von auf einen Teil des Stators **23b** gewickelten Segmenten besteht, ist ebenfalls darin angeordnet. Ein Rotor **23c** in der Form eines langen

und dünnen zylindrischen Rohres ist so beschaffen, dass er in den Stator **23b** eingeführt wird. Ein zum Antreiben dienender zylindrischer Magnet **23d** ist gegenüber dem Stator **23b** auf einer äußeren Peripherie des Rotors **23c** angeordnet. Der Antriebsmagnet **23e** ist so magnetisiert, dass er N- und S-Pole alternierend in der Umfangsrichtung ausbildet. Die Zahnstange **23** erstreckt sich innerhalb des Rotors **23c**. Zu bemerken ist, dass der Stator **23b**, die Spule **23a**, der Rotor **23c** und der Antriebsmagnet **23d** den bürstenlosen elektrischen Motor **23** bilden.

[0043] Der Rotor **23c** wird derart durch ein Kugellager und ein nicht dargestelltes Lager gelagert, dass er in Längsrichtung innerhalb des Zahnstangengehäuses **8** drehbar ist. Anzumerken ist, dass ein nicht dargestellter Rotor zum Detektieren einer Phase an der äußeren Peripherie des Rotors **23c** angebracht ist. Dieser Phasendetektionsrotor detektiert die Polarität des Antriebsmagneten **23d** und ist daher so angeordnet, dass er eine vorgegebene Korrelation mit der Polarität hat. Diese Polaritätsphase wird von einem Messwandler **R** (**Fig. 6**) detektiert, der gegenüber einem Positionsdetektiermagnet angeordnet ist, und ein elektrisches, diese Polaritätsphase angegebendes Signal wird an den Kontroller **13** gegeben.

[0044] Der Kontroller **13** versorgt und verteilt den elektrischen Strom sequentiell an die Segmente der entsprechenden Spulen **23a**, die in der Drehrichtung unterteilt sind, und auf diese Weise wird der bürstenlose Motor **23** als Antrieb gesteuert, um eine vorbestimmte Rotationsausgangsleistung zu erzielen.

[0045] Ein linkes Seitenende des Rotors **23c** ist mit einem rechten Seitenende einer Kugelschraubenmutter **29** verbunden, die im wesentlichen eine zylinderförmige rohrartige Form aufweist. Die Kugelschraubenmutter **29** hat eine innere schraubenförmige, von innen ausgebildete Schraubennut **29**, und die innere Schraubennut **29b** bildet einen Rollweg gegenüber einer externen Schraube **22a**, die in einem linken Seitenabschnitt der Zahnstangenwelle **22** ausgebildet ist, in der eine Vielzahl von Kugeln in dem Rollweg untergebracht sind.

[0046] Die Kugeln werden zum Reduzieren einer Reibungskraft verwendet, die erzeugt wird, wenn sich die Kugelschraubenmutter **29** und die Zahnstange **22** relativ zueinander drehen. Anzumerken ist, dass die Kugelschraubenmutter **29** einen Zirkulationsweg **29c** aufweist, wobei die Kugeln **30** in dem Zirkulationsweg **29c** zirkulieren können, wenn sich die Kugelschraubenmutter **29** dreht.

[0047] Ein linksseitiges Ende der Kugelschraubenmutter **29** wird durch ein Kugellager **25** des Winkelkontakttyps so gelagert, dass sie innerhalb des Gehäuses **8** längs drehbar ist.

[0048] **Fig. 3** zeigt eine Ansicht der Konfiguration der **Fig. 2** entlang eines Schnitts der Linie III-III in Pfeilrichtung. **Fig. 4** ist eine vergrößerte Ansicht des Abschnitts IV der in **Fig. 2** dargestellten Konfiguration. Wie in der **Fig. 4** dargestellt ist, ist ein Außengewinde **29a** auf der äußeren Peripherie des linksseitigen Endes der Kugelschraubenmutter **29** ausgebildet. Ein rechtsseitiges Ende eines zylindrischen Druckgliedes **31**, das mit einem Innengewinde **31a** versehen ist, welches mit dem Außengewinde **29** in Eingriff ist, wird im Kontakt mit einem inneren Ring des Lagers **25** gebracht.

[0049] Ein distales Ende (linksseitiges Ende in **Fig. 4**) des Druckgliedes **31** ist mit einem dünnen zylindrischen Abschnitt **31b** versehen, der sich nach außen in axialer Richtung erstreckt. Anzumerken ist, dass die äußere Peripherie des Druckgliedes **31**, wie dies in **Fig. 3** dargestellt ist, vier Kerben **31c** aufweist, die in peripherer Richtung gleich beabstandet ausgebildet sind. Diese Kerben **31c** dienen zum Rotieren des Druckgliedes **31**, wenn es mit einer Gleitstange in Eingriff ist.

[0050] Als nächstes wird der Betrieb dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert werden. Unter Bezug auf **Fig. 1** und der Annahme, dass das Fahrzeug sich in gerader Richtung bewegt und die Lenkkraft noch nicht von dem Lenkrad **3** auf die Zahnstange **22** gegeben ist, hat das Momentdetektionssignal T_v , das von dem Drehmomentensensor **3** ausgegeben wird, den Wert Null oder einen niedrigen Wert und daher führt der Controller **13** keine Drehsteuerung des bürstenlosen Motors **23** aus. Daher ist die vorliegende elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung in einem Zustand, in dem keine unterstützende Lenkkraft ausgegeben wird.

[0051] Andererseits wird, wenn das Fahrzeug eine Kurve beschreibt, das Lenkrad **1** gelenkt, und die Lenkkraft wird auf die Zahnstange **22** übertragen. Daher gibt der Drehmomentensensor **3** das Momentdetektionssignal T_v entsprechend einem Lenkmoment aus und der Controller **13** dreht den Rotor **23c** des bürstenlosen Motors **23** mit einem geeigneten Moment in einer Weise, die von dem vom Geschwindigkeitssensor **17** transmittierten Detektionssignal V_p abhängt. Wenn der Rotor **23c** sich dreht, dreht sich die Kugelschraubenmutter **29** ebenfalls, so dass die Zahnstange **22** sich in die linke oder rechte Richtung bewegt, wodurch die assistierende Lenkkraft generiert wird.

[0052] Ferner ist das Pressglied **31** an die Kugelschraubenmutter **29** angeschraubt, um zu verhindern, dass das Kugellager **25** sich von der Kugelschraubenmutter **29** löst. Falls das Pressglied **31** mit einem großen Moment zum Erhöhen einer axialen Anfangskraft befestigt wird, um ein Lösen des Druckgliedes **31** zu verhindern, wird jedoch der Zirkulationsweg **29c** deformiert, der innerhalb der Kugel-

schraubenmutter **29** ausgebildet ist. Dies kann eine Verringerung der Funktion der Kugelschraubenmutter **29** bewirken.

[0053] Eine Möglichkeit zum Überwinden dieses Problems ist gemäß dieser Ausführungsform, dass das Pressglied **31** an die Kugelschraubenmutter mit einem Moment angeschraubt wird, das klein genug ist, um keine Deformation des Zirkulationsweges **29c** zu bewirken, und anschließend wird der dünne zylindrische Abschnitt **31b** des Druckgliedes in radialer Richtung verstemmt und deformiert, so dass er stark gegen das Außengewinde **29a** der Kugelschraubenmutter **29** drückt. Das Pressglied **31** wird dadurch so verbunden, dass eine relative Drehung bezüglich der Kugelschraubenmutter **29** unmöglich ist, und es kann sich nicht lockern, selbst wenn eine starke Kraft von der Zahnstange **22** übertragen wird. In dieser Ausführungsform bildet die Verstemmung (C) ein Hindernismittel.

[0054] **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht des seitlichen Endes der Kugelschraubenmutter und zeigt ein modifiziertes Beispiel dieser Ausführungsform. Bezugnehmend auf **Fig. 5** sind ein Pressglied **131** und eine Kugelschraubenmutter **129** mit Löchern **131a**, **129a** versehen, die in radiale Richtungen penetrieren. Das Pressglied **131** ist nicht mit einem dünnen zylindrischen Abschnitt ausgestattet. Andere Begebenheiten sind identische denjenigen der oben diskutierten Ausführungsform und daher kann auf ihre erneute Erläuterung verzichtet werden.

[0055] In diesem modifizierten Beispiel werden die Löcher **131a**, **129a** mit einem geschmolzenen Kunstharz **132** gefüllt, nachdem eine geeignete Vorspannung durch Drehen des Druckgliedes **131** vorgegeben ist. Wenn das als Hindernismittel dienende Harz **132** ausgehärtet ist, ist das Pressglied **131** an der Kugelschraubenmutter **129** fixiert und kann nicht durch eine Scherkraft und eine Reibungskraft gelockert werden, selbst wenn eine starke Kraft von der Zahnstange **22** übertragen wird.

[0056] Wird dagegen ein Zerlegen des Kugellagers **25** gewünscht, so wird das Harz **132** abgeschert, wenn das Pressglied **131** durch eine starke Kraft gedreht wird, und daher können das Pressglied **131** und das Kugellager **25** von der Kugelschraubenmutter **129** entfernt werden. Beim Wiederausammenfügen der Komponenten wird das Harz **132** aus den Löchern **129a**, **131a** entfernt und die Komponenten können mit den gleichen Schritten wieder zusammengesetzt werden.

[0057] **Fig. 6** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen; axial mit der Zahnstange ausgeführten Motors in der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform. Der einzige Un-

terschied in der zweiten Ausführungsform betrifft eine Konfiguration der Peripherie der Kugelschraubenmutter. Daher wird die Diskussion auf diese Konfiguration begrenzt und die gleichen Komponenten wie diejenigen der ersten Ausführungsform sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass deren Erläuterung ausgelassen wird. Ein Zahnstangengehäuse **208**, bestehend aus einem Abschnitt **208a** mit einem kleinen Durchmesser und einem Abschnitt **208b** mit einem großen Durchmesser, ist an die nicht dargestellte Fahrzeugkarosserie mit einer nicht dargestellten Klammer befestigt. Die Zahnstange **22** ist in den Abschnitt **208b** mit großem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **208** eingesetzt und an ihren zwei Enden mit Zugstangen **9** (Fig. 1), **10** verbunden. Die Zugstangen **9**, **10** sind mit einem nicht dargestellten Lenkmechanismus verbunden.

[0058] Ein Rotor **123c** des bürstenlosen Motors **123**, der in dem Zahnstangengehäuse **208** eingesetzt ist, wird durch ein Lager **226** so gelagert, dass er innerhalb des Zahnstangengehäuses **208** längsrotierbar ist. Ein linksseitiges Ende des Rotors **123c** ist mittels eines Keils in Eingriff mit einem rechtsseitigen Ende einer Kugelschraubenmutter **229**, die im wesentlichen die Form eines zirkularen Rohrs aufweist, und der Rotor und die Schraubenmutter sind, obwohl einstückig drehbar, relativ in axialer Richtung beweglich. Ein Harz ist zumindest über eine der mit Zähnen versehene Oberfläche einer Klemmnut **226b** in der Kugelschraubenmutter **229** (oder dem Rotor **123c**) ausgebildet und eine mit Zähnen versehene Oberfläche eines Keils **123d**, der auf dem Rotor **123c** (oder in der Kugelschraubenmutter **229**) ausgebildet ist, sind miteinander in Eingriff. Mit dieser Vorrichtung absorbiert der Harzüberzug im Fall eines Stoßes, wie beispielsweise das Anschlagen auf einen Lenkstopper, den Stoß, wodurch eine Emission von Anschlaggeräuschen vermieden wird. Die Kugelschraubenmutter **229** hat eine innere schraubenförmige Schraubennut **229b**, die innen ausgebildet ist, und die innere Schraubennut **229b** bildet einen Rollweg gegenüber liegend einer externen Schraubennut **22a**, die in einem linksseitigen Abschnitt der Zahnstange **22** ausgebildet ist, so dass eine Vielzahl von Kugeln in dem Rollweg angeordnet ist.

[0059] Die Kugeln **30** werden zum Reduzieren einer Reibungskraft verwendet, die erzeugt wird, wenn sich die Kugelschraubenmutter **229** und die Zahnstange **22** relativ zueinander drehen. Anzumerken ist, dass die Kugelschraubenmutter **229** einen Zirkulationsweg **229c** aufweist, wobei die Kugeln **30** im dem Zirkulationsweg **229c** zirkulieren können, wenn sich die Kugelschraubenmutter **229** dreht.

[0060] Ein Schräglager **251** zum drehbaren Lagern der Kugelschraubenmutter **229** ist längs einer inneren Peripherie des Abschnitts **208a** mit kleinem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **208** mittels

eines dünnen zylindrischen Gleitbuchse **231** angeordnet. Das Lager **251** ist aus einem äußeren Ring **251a**, einem Paar innerer Ringe **251b**, **251c** und zwei Kugeln **251d**, die zwischen den zwei Ringen angeordnet sind, konstruiert.

[0061] Ein Paar mit Flanschen versehene zylindrische Metallkerne **252a**, **252b**, nachfolgend Kernmetalle genannt, von denen jeder im Querschnitt auf einer Seite eine L-Form hat, sind solchermaßen angeordnet, dass sie in Kontakt mit beiden seitlichen Enden des äußeren Rings **251a** des Lagers **251** gelangen. Ein ringförmiges elastisches Glied **235a** ist zwischen dem rechtsseitigen Kernmetall **252a** und einer Unterlegscheibe angeordnet, die an dem Abschnitt **208a** mit kleinem Durchmesser angepaßt ist. Andererseits ist das ringförmige elastische Glied **235b** zwischen dem rechtsseitigen Kernmetall **252b** und einer Nut **233** angeordnet, die auf den Abschnitt **208a** mit kleinem Durchmesser aufgeschraubt ist.

[0062] Die inneren Ringe **251b**, **251c** des Lagers **251** werden durch eine Mutter **227** an die Kugelschraubenmutter **229** angepaßt, die an äußere Peripherie des linksseitigen Endes der Kugelschraubenmutter **229** aufgeschraubt ist.

[0063] Gemäß dieser Ausführungsform wird die Mutter **227** auf die Kugelschraubenmutter **229** mit einem Moment aufgeschraubt, das klein genug ist, um keine Deformation des Zirkulationsweges **229c** zu bewirken. Danach wird der dünne zylindrische Abschnitt **227b**, der sich von der Mutter **227** in axialer Richtung erstreckt, in radialer Richtung verstemmt, um sich so dermaßen zu deformieren, dass er mit starker Kraft gegen die äußere Peripherie der Kugelschraubenmutter **229** gepresst wird. Die Mutter **227** wird auf diese Weise so verbunden, dass eine relative Drehung bezüglich der Kugelschraubenmutter **229** unmöglich ist, und keine Lockerung auftritt, selbst wenn eine Kraft von der Zahnstange **22** übertragen wird.

[0064] Falls eine große Belastung auf die Zahnstangenwelle **22** ausgeübt wird, die als Kugelschraubenwelle dient, wie ein Anschlagen an den Lenkstopper usw., kann sich gemäß dieser Ausführungsform die Kugelschraubenmutter **229** zusammen mit dem Lager **251** in axialer Richtung bewegen, während sie von der Gleitbuchse **231** gelagert wird. In solch einem Falle können jedoch, zusätzlich zu dem oben beschriebenen Effekt der Harzbeschichtung über die Keilzähne, die elastischen Glieder **235a**, **235b** effektiv die Last absorbieren und die Emission von Anschlaggeräuschen zurückhalten.

[0065] Die vorliegende Erfindung ist bisher anhand der Ausführungsformen diskutiert worden. Die vorliegende Erfindung sollte jedoch nicht so interpretiert werden, als dass sie auf diese oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt sei und kann natür-

lich geeignet modifiziert und verbessert werden. Beispielsweise kann das Hinderungsmittel, welches das Lösen des Druckglieds verhindert, ein Füllstoff sein, der zwischen dem Außengewinde und dem Innengewinde angeordnet ist, um die Reibungskraft zwischen den Gewindegängen zu erhöhen.

[0066] Fig. 7 zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie eines bürstenlosen, koaxial mit der Zahnstange ausgeführten Motors in der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform. Ein Zahnstangengehäuse **308**, bestehend aus einem Abschnitt **308a** mit kleinem Durchmesser und einem Abschnitt **308b** mit großem Durchmesser, ist an eine nicht dargestellte Fahrzeugkarosserie mit einer Klammer **321** befestigt, die einstückig mit dem Abschnitt **308a** mit kleinem Durchmesser ausgebildet ist. Eine Zahnstange **322** wird in den Abschnitt **308b** mit großem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **308** eingeführt und an ihren beiden Enden mit Zugstangen **9** (Fig. 1), **10** verbunden. Zugstangen **9**, **10** sind mit einem nicht dargestellten Lenkmechanismus verbunden. Anzumerken ist, dass die Zahnstange **22** einen Kugelschraubenwelle bildet.

[0067] Ein Stator **323b** in der Form eines zirkularen Rohres ist innerhalb des Zahnstangengehäuses **308** befestigt und eine Spule **323a**, bestehend aus einer Vielzahl von Segmenten, die auf einen Teil des Stators **323b** gewunden sind, ist ebenfalls dort angeordnet. Ein Rotor **323a** in der Form eines langen dünnen zirkularen Rohres ist so angeordnet, dass er in den Stator **321b** eingesetzt ist. Ein zylindrischer Magnet **323b** für den Antrieb ist gegenüberliegend dem Stator **323a** an einer äußeren Peripherie des Rotors **323c** angeordnet. Der Antriebsmagnet **323b** ist so magnetisiert, dass er in umfänglicher Richtung N- und S-Pole alternierend aufweist. Die Zahnstange **322** erstreckt sich innerhalb des Rotors **323c**. Anzumerken ist, dass der Stator **323b**, die Spule **323a**, der Rotor **323c** und der Antriebsmagnet **323d** den bürstenlosen elektrischen Motor **323** bilden.

[0068] Der Rotor **323c** wird durch Lager **326a**, **326b** so gelagert, dass er innerhalb des Zahnstangengehäuses **308** längs drehbar ist. Ein Netzwandler **327** zum Detektieren einer Polaritätsphase ist an die äußere Peripherie des Rotors **323c** in der Umgebung des Lagers **326b** angeordnet. Dieser Netzwandler **327** dient dazu, eine gegebene Korrelation zwischen der Polarität aufzuzeigen, um die Polarität des Antriebsmagneten **323d** zu detektieren. Ein von dem Netzwandler **327** detektiertes Signal, das die Polaritätsphase anzeigt, wird an den Controller **13** (Fig. 1) über eine nicht dargestellte Verbindung gegeben.

[0069] Der Controller **13** versorgt und verteilt den elektrischen Strom sequentiell an die Segmente der entsprechenden Spulen **323a**, die in Drehrichtung un-

terteilt sind, und als Ergebnis wird der bürstenlose Motor **323** antriebsgesteuert, um eine vorbestimmte Drehausgangsleistung zu erzeugen.

[0070] Ein linksseitiges Ende des Rotors **323c** ist in Eingriff mit einem rechtsseitigen Ende der Kugelschraubenmutter **329**, die im wesentlichen eine zirkulare, rohrförmige Gestalt hat, in einem Modus, der im folgenden beschrieben werden wird. Der Rotor **323c** und die Kugelschraubenmutter **329** drehen sich in einstückiger Weise. Die Kugelschraubenmutter **329** hat eine interne schraubenförmige Schraubennut **329b**, die innen ausgebildet ist, und die interne Schraubennut **329b** bildet einen Rollweg, der gegenüber einer externen Schraubennut **322a** angeordnet ist, die in einem linksseitigen Abschnitt der Zahnstange **322** ausgebildet ist, wodurch eine Vielzahl von Kugeln **330** in dem Rollweg angeordnet ist.

[0071] Die Kugeln **330** werden zum Reduzieren einer Reibungskraft verwendet, die erzeugt wird, wenn sich die Kugelschraubenmutter **329** und die Zahnstange **322** relativ zueinander drehen. Anzumerken ist, dass die Kugelschraubenmutter **329** ein Rohr **329c** aufweist, das als ein innen ausgebildeter Zirkulationsweg dient, wobei die Kugeln **330** in dem Rohr **329c** zirkulieren können, wenn die Kugelschraubenmutter **329** sich dreht. Ein zylindrisches Glied **329d** weist eine hohe Haltefunktion und eine Funktion des Verhinderns eines Leckens von Schmierfett auf.

[0072] Ein linksseitiges Ende der Kugelschraubenmutter **329** wird durch ein Kugellager **325** vom Vierpunkt-Kontakttyp gestützt, so dass es sowohl bezüglich des Abschnitts **308a** mit kleinem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **308** drehbar ist, als auch in seiner Position in der axialen Richtung einstellbar ist. Ein rechtsseitiges Ende der Kugelschraubenmutter **329** wird derart von einem Kugellager **328** gelagert, dass diese bezüglich des Abschnitts **308a** mit kleinem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **308** drehbar ist.

[0073] Ein zylindrisches Glied **331** mit einem inneren Flansch **331a** ist in das linksseitige Ende des Abschnitts **308a** mit kleinem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **308** geschraubt. Eine balgenartige staubdichte Schutzkappe **332** verbindet eine äußere Peripherie des zylindrischen Gliedes **331** mit einer äußeren Peripherie der Zugstange **10**. Ein Zahnstangenschlagdämpfer **333**, der aus einem Gummi oder einem Kunstharz besteht und der in seiner äußeren Peripherie eine darin ausgebildete Nut zum einfachen Deformieren aufweist, ist gegenüberliegend dem Flansch **331a** im Inneren des zylindrischen Glieds **331** unter Verwendung einer Pressplatte **334** eingepasst, die im wesentlichen im Querschnitt eine L-Form aufweist. Selbst wenn die Zahnstange **322** sich aktiv verschiebt und das verdickte Seitenende **322b** der Zahnstange **322** auf die Pressplatte **334**

auftrifft, wird das Aufschlagen des Seitenendes **322d** durch den Zahnstangenstoßdämpfer **333** gedämpft, der auf der Unterseite der Pressplatte **334** angeordnet ist, wodurch es möglich ist, Schäden an der Kugelschraubenmutter **329**, der Zahnstange **322** und den Lagern **325**, **328** zu verhindern.

[0074] **Fig. 8** ist eine perspektivische Ansicht, die die Kugelschraubenmutter **329** und den Rotor **323c** des Motors **323** getrennt darstellt. In **Fig. 8** sind vier rechteckige Kerben **329e** in gleichen Intervallen in peripherer Richtung in dem seitlichen Endabschnitt der Kugelschraubenmutter **329** ausgebildet. Auf der anderen Seite sind rechteckige Vorsprünge **323e** in gleichen Intervallen in peripherer Richtung auf dem Seitenendabschnitt gegenüberliegend dem Rotor **323c** ausgebildet. Die Breite (eine Länge in peripherer Richtung) der Kerbe **329e** wird größer gewählt als die Breite (eine Länge in der peripheren Richtung) des Vorsprungs **323e**.

[0075] Ein elastisches Glied **335** ist zwischen der Kugelschraubenmutter **329** und dem Rotor **323c** angeordnet. Das elastische Glied **335** ist aus einem zylindrischen Kernmetall **335**, einem gummi- oder kunstharzartigen Flanschabschnitt **335b**, der an die äußere Peripherie des Kernmetalls **335a** geschweißt ist, und zwei elastischen Abschnitten (elastischen Gliedern) **335c** gebildet, von denen jeder einen im wesentlichen C-förmigen Vorsprung bildet. Ein äußerer Durchmesser des Kernmetalls **335a** ist ein wenig kleiner als ein innerer Durchmesser sowohl der Kugelschraubenmutter **329** und des Rotors **323c**. Die Flanschabschnitte **335b** nehmen eine diskontinuierliche Konfiguration in der peripheren Richtung an, entsprechend den Vorsprüngen **323e** des Rotors **323c**, und die elastischen Abschnitte **335c** sind in einem Zustand verbunden, in dem die (zwei) diskontinuierlichen Abschnitte (unter vier diskontinuierlichen Abschnitten) des Flanschabschnitts **335b** in axialer Richtung verschoben sind.

[0076] Wenn die Kugelschraubenmutter **329** und der Rotor **323c** durch die elastischen Glieder **335** verbunden sind, die als Verbindungsglieder dienen, sind die zwei gegenüber stehenden Vorsprünge **323e** des Rotors **323c** mit den Kerben **329e** der Kugelschraubenmutter **329** mit fast keinem Spiel derart verbunden, dass dazwischen elastische Abschnitte **335c** angeordnet sind. Andererseits sind die verbleibenden zwei Vorsprünge **323e** des Rotors **323c** in Eingriff mit den Kerben **329e** der Kugelschraubenmutter **329** mit einem vorbestimmten Spiel in peripherer Richtung, ohne dass der elastische Abschnitt **335c** dazwischen angeordnet ist. Anzumerken ist, dass der Flanschabschnitt **335b** zwischen den Endoberflächen der Kugelschraubenmutter **329** und der Endoberfläche des Rotors **323c** angeordnet ist und einen direkten Kontakt der Kugelschraubenmutter **329** und des Rotors **323c** auf diese Weise verhindert.

[0077] Als nächstes wird ein Betrieb dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert werden. Bezugnehmend auf **Fig. 1** unter der Annahme, dass das Fahrzeug geradeaus fährt und die Lenkkraft noch nicht auf die Zahnstange **322** (**Fig. 7**) von dem Lenkrad **1** gegeben ist, ist das Momentdetektionssignal T_v , das von dem Drehmomentsensor **3** ausgegeben wird, eine neutrale Spannung oder eine im wesentlichen neutrale Spannung und daher führt der Controller **13** keine Steuerung der Rotationssteuerung des bürstenlosen Motors **323** (**Fig. 7**) aus. Daher befindet sich die vorliegende elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung in einem Zustand, in dem keine assistierende Lenkkraft ausgegeben wird.

[0078] Wenn das Fahrzeug eine Kurve durchfährt, wird andererseits das Lenkrad **1** gelenkt und die Lenkkraft wird auf die Zahnstange **322** übertragen. Daher gibt der Drehmomentsensor **3** das Momentdetektionssignal T_v entsprechend einem Lenkmoment aus und der Controller **13** dreht den Rotor **323c** des bürstenlosen Motor **323** mit einem geeigneten Moment, wobei ein Detektionssignal V_p , das von einem Geschwindigkeitssensor **17** übertragen wird, in Betracht gezogen wird. Wenn der Rotor **323c** sich dreht, dreht sich die Kugelschraubenmutter **329** ebenfalls mit dem Ergebnis, dass die Zahnstange **322** sich in die linke oder rechte Richtung bewegt, wodurch die assistierende Lenkkraft generiert wird.

[0079] Falls das Laufrad mit einem Randstein des Bürgersteigs in der Umgebung der neutralen Position kollidiert, in der der Zahnstangenstoßdämpfer **333** nicht funktioniert, wird der Stoß auf die Zahnstange **322** übertragen. In einem solchen Falle wird das elastische Glied **335** torsionsmäßig deformiert und kann so den Stoß absorbieren. Wenn ferner die Kugelschraubenmutter **329** und der Rotor **323c** sich zueinander relativ durch vorbestimmte oder größere Winkel mit einer torsionsmäßigen Verformung des elastischen Gliedes **335** drehen, werden die Kerben **329e** als ausgesparter Abschnitt des elastischen Gliedes **335c** und der Vorsprung **323e** als Vorsprung, der als ein Verschiebungsbegrenzer wirkt, in Kontakt miteinander gebracht, wodurch eine Beschädigung des elastischen Gliedes **335** durch Begrenzen einer weiteren torsionsmäßigen Deformation des elastischen Gliedes **335** verhindert wird.

[0080] Zu bemerken ist, dass eine natürliche Oszillationsfrequenz der torsionsmäßigen Oszillationen des Systems, bestehend aus Rotor **323c** und Kugelschraubenmutter **329** einschließlich des elastischen Gliedes **335**, 5 Hz oder höher, vorzugsweise 7 Hz oder höher, insbesondere 8 Hz oder höher beträgt, so dass die Resonanz in dem System als Steuersystem wirkt.

[0081] **Fig. 9** zeigt eine perspektivische Ansicht eines modifizierten Beispiel dieser Ausführungsform. In **Fig. 9** hat ein seitliches Ende der Kugelschraubenmutter **329'** rechteckige Vorsprünge **329e'**, die in gleichen Intervallen in peripherer Richtung ausgebildet sind. Auf der anderen Seite gegenüberliegend dazu hat ein seitliches Ende eines Rotors **323c'** rechteckige Vorsprünge **323e'**, die in gleichen Intervallen in peripherer Richtung ausgebildet sind.

[0082] Ein elastisches Glied **335'** ist zwischen der Kugelschraubenmutter **329'** und dem Rotor **323c'** angeordnet. Das elastische Glied **335'** ist konstruiert aus einem zylindrischen Kernmetall **335a'**, einem gummi- oder kunstharzhaltigen Flanschabschnitt **335b'**, der sich über die gesamte äußere Peripherie des Kernmetalls **325a'** in peripherer Richtung an dessen Zentrum erstreckt, und einem gummi- oder kunstharzartigem Eingriffsabschnitt (elastisches Glied) **225c'**, dessen Finger alternierend sich auf beiden Seiten in axialer Richtung erstrecken, wobei dieser Eingriffsabschnitt einstückig mit dem Flanschabschnitt **335b'** ausgebildet ist. Ein äußerer Durchmesser des Kernmetalls **335a'** ist geringfügig kleiner als ein innerer Durchmesser sowohl der Kugelschraubenmutter **329'** als auch des Rotors **323c'**.

[0083] Falls die Kugelschraubenmutter **329'** und der Rotor **323c'** durch die elastischen Glieder **335'** verbunden sind, ist der Vorsprung **329e'** der Kugelschraubenmutter **329'** mit dem Eingriffsabschnitt **335c'** derart in Eingriff, dass fast kein Raum dazwischen verbleibt, während die Vorsprünge **323e'** des Rotors **323c'** ebenfalls mit dem Eingriffsabschnitt **325c'** derart in Eingriff sind, dass dort kein Raum verbleibt. Zu dieser Zeit ist der Flanschabschnitt **335b'** zwischen der Endoberfläche der Kugelschraubenmutter **329'** und der Endoberfläche des Rotors **323c'** angeordnet und verhindert einen direkten Kontakt der Kugelschraubenmutter **329'** und des Rotors **323c'**.

[0084] Falls das Laufrad mit dem Randstein eines Bürgersteigs in diesem modifizierten Beispiel kollidiert und der Stoß auf die Zahnstange **322** übertragen wird, verformt sich der Eingriffsabschnitt **335c'** des elastischen Gliedes **335'** in elastischer Weise, wodurch dieser Stoß absorbiert wird.

[0085] **Fig. 10** zeigt eine Querschnittsansicht in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen, koaxial zur Zahnstange ausgeführten Motors in der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform. Der Unterschied in der vierten Ausführungsform liegt nur in der Konfiguration der Peripherie der Kugelschraubenmutter. Daher wird die Diskussion auf diese Konfiguration beschränkt und gleiche Komponenten wie diejenigen der ersten Ausführungsform sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und deren Erklärung wird ausgelassen. Ein Zahnstangengehäuse **408**, bestehend

aus einem Abschnitt **408a** mit kleinem Durchmesser und einem Abschnitt **408b** mit großem Durchmesser, ist an eine nicht dargestellte Fahrzeugkarosserie mit einer nicht dargestellten Klammer befestigt. Die Zahnstange **322** ist in den Abschnitt **408b** mit großem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **408** eingeführt und an ihren beiden Seitenenden mit Zugstangen **9** (**Fig. 1**), **10** verbunden. Die Zugstangen **9**, **10** sind mit einem nicht dargestellten Lenkmechanismus verbunden.

[0086] Ein Rotor **423c** des bürstenlosen Motors **423** wird derart durch Lager **326a**, **326b** gelagert, dass er innerhalb des Zahnstangengehäuses **408** längs drehbar ist. Ein linksseitiges Ende des Rotors **423c** ist mit Keilen in Eingriff mit einem rechtsseitigen Ende einer Kugelschraubenmutter **429**, die im wesentlichen die Form eines zirkularen Rohres hat, und der Rotor und die Schraubenmutter drehen sich daher gemeinsam. Ein Kunstharz ist zumindest über eine der mit Zähnen versehenen Oberfläche der Keilnut und der Keile beschichtet, die miteinander in Eingriff stehen, wodurch eine Emission von Stoßgeräuschen vermieden wird. Die Kugelschraubenmutter **429** hat eine innere schraubenförmige Schraubnut **429b**, die innen ausgebildet ist und die interne Schraubnut **429b** bildet einen Rollweg gegenüber liegend einer externen Schraubnut **322a**, die in einem linksseitigen Abschnitt der Zahnstange **322** ausgebildet ist, wodurch eine Vielzahl von Kugeln **330** in dem Rollweg angeordnet sind.

[0087] Die Kugeln **330** dienen zum Reduzieren der Reibungskraft, die erzeugt wird, wenn sich die Kugelschraubenmutter **429** und die Zahnstange **322** relativ zueinander drehen. Zu bemerken ist, dass die Kugelschraubenmutter **429** einen innen ausgebildeten Zirkulationsweg **429c** aufweist, wobei die Kugeln **330** in dem Zirkulationsweg **429c** zirkulieren können, wenn sich die Kugelschraubenmutter **429** dreht.

[0088] Ein gummiartiges oder kunstharzartiges Dämpfungsglied **440**, dessen Konfiguration der äußeren Peripherie der Zahnstange **322** entspricht, ist so an die innere Peripherie des linksseitigen Endes der Kugelschraubenmutter **429** angepaßt, so dass es in Kontakt mit der äußeren Peripherie der Zahnstange **322** kommt. Falls beispielsweise die Zahnstange **322** durch das auf der unebenen Oberfläche der Straße laufende Rad in Schwingung versetzt wird, werden Geräusche erzeugt, wenn die Kugeln durch ein Spiel zwischen der Rolloberfläche und der Kugeln **330** springen und auf die Rolloberfläche auftreffen. Es ist jedoch möglich, die Emission der Geräusche durch das Anordnen eines Dämpfungsglieds **440** zu begrenzen, durch das die Oszillationen der Zahnstange **322** aufgrund des Springens der Kugeln **330** begrenzt werden. Ferner ist ein innen angeordneter diametraler Abschnitt des Dämpfungsgliedes mit einer Außengewindenut versehen, die in Eingriff

ist mit einer externen Gewindenut der Zahnstange **322**, und dies bewirkt eine sogenannte Abdichtfunktion, die verhindert, dass Schmierfett in der Kugelschraubenmutter **329** nach außen leckt.

[0089] Die äußere Peripherie der Umgebung des rechtsseitigen Endes der Kugelschraubenmutter **429** wird von einer Vielzahl von Schrägkugellagerzügen **425** gelagert, so dass diese bezüglich des Abschnitts **408a** mit kleinem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **408** drehbar und in ihrer Position in axialer Richtung einstellbar ist. Auf der anderen Seite wird die äußere Peripherie des linksseitigen Endes der Kugelschraubenmutter **429** von einem Rollenlager **426** so gestützt, dass es bezüglich des Abschnitts **408a** mit kleinem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **408** drehbar ist.

[0090] Ein innerer Ring **425b** des Schrägkugellagers **425** ist mittels einer Mutter **425** angepaßt, die an die äußere Peripherie der Kugelschraubenmutter **429** angeschraubt ist. Die Mutter **427** wird später erläutert werden. Ein äußerer Ring **425a** des Schrägkugellagers **425** ist an die innere Peripherie des Abschnitts **408a** mit kleinem Durchmesser durch eine dünne zylindrische Gleitbüchse **431** befestigt. Jedes elastische Glied **435**, das mit beiden Seiten des äußeren Rings **425a** kontaktiert, umfaßt ein mit einem Flansch versehenes zylindrisches Kernmetall **435a**, das auf einer Seite im Querschnitt im wesentlichen L-förmig und an die innere Peripherie des Abschnitts **408a** mit kleinem Durchmesser angeordnet ist, und ein gummi- oder kunstharzförmiges elastisches Glied **435b**. Zu bemerken ist, dass ein Gewindeglied **433**, das in Kontakt mit dem rechtsseitigen elastischen Glied **435b** kommt, so an den Abschnitt **418a** mit kleinem Durchmesser angebracht ist, dass es justierbar ist, um ein Intervall zwischen den elastischen Gliedern **435** zu schaffen.

[0091] Eine balgenförmige, staubdichte Schutzkappe **332** verbindet eine äußere Peripherie des linksseitigen Endes des Abschnitts mit kleinem Durchmesser mit einer äußeren Peripherie der Zugstange **10**. Ein gummi- oder harzförmiger Zahnstangenstoßdämpfer **333**, der eine Kurve in seiner äußeren Peripherie zum einfachen Deformieren ausgebildet hat, ist gegenüberliegend einem Flansch **408c** des Abschnitts **408a** mit kleinem Durchmesser durch die Verwendung einer mit einem Flansch versehenen zylindrischen Pressplatte **334**, die auf einer Seite im Querschnitt im wesentlichen eine L-Form annimmt, angeordnet. Selbst falls sich die Zahnstange **322** aktiv verschiebt und ein verdicktes Seitenende **322b** der Zahnstange **322** auf die Pressplatte **334** auftrifft, wird das Auftreffen des Seitenendes **322b** von dem Zahnstangenstoßdämpfer **333** gedämpft, der auf der Unterseite der Pressplatte **334** angeordnet ist, wodurch es möglich ist, Beschädigungen an der Kugelschraubenmutter **429** und dem Lager **425** zu vermeiden.

[0092] Falls das laufende Rad mit dem Randstein eines Bürgersteigs in der Umgebung der neutralen Position kollidiert, in der der Zahnstangenstoßdämpfer **333** nicht funktioniert, und der Stoß auf die Zahnstange **322** übertragen wird, deformiert der elastische Abschnitt **435b** des elastischen Gliedes **435** in axialer Richtung in elastischer Weise, wodurch der Stoß absorbiert werden kann.

[0093] Falls sich die Kugelschraubenmutter **429** und der Rotor **423c** relativ zueinander durch vorbestimmte Winkel drehen, ist anzumerken, dass weitere Drehungen vorzugsweise durch nicht dargestellte Stopper verhindert werden. Der Grund dafür ist, dass mit dieser Maßnahme eine Beschädigung des elastischen Abschnitts **435b** verhindert wird, indem eine exzessive Verformung des elastischen Abschnitts **435b** vermieden wird.

[0094] Ferner wird gemäß dieser Ausführungsform die Mutter **427** an die Kugelschraubenmutter **429** mit einem Moment geschraubt, das klein genug ist, keine Deformation des Zirkulationsweges **429c** zu bewirken und danach wird der dünne zylindrische Abschnitt **427a**, der sich in axialer Richtung von der Mutter **427** erstreckt, in radialer Richtung verstemmt, um sich so in einer Weise zu verformen, dass dieser mit großer Kraft gegen die äußere Peripherie der Kugelschraubenmutter **429** gepresst wird. Die Mutter **427** ist daher derart gekoppelt, dass eine relative Drehung bezüglich der Kugelschraubenmutter **429** unmöglich ist und es gibt kein Spiel, selbst wenn eine starke Kraft von der Zahnstange **322** übertragen wird.

[0095] [Fig. 11](#) zeigt eine Querschnittsdarstellung in axialer Richtung der Peripherie des bürstenlosen, koaxial mit der Zahnstange ausgeführten Motors in der elektrisch angetriebenen Servolenkvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform. Die Differenz bezüglich der vierten Ausführungsform liegt in einer Konfiguration der Peripherie der Kugelschraubenmutter. Daher wird die Diskussion sich auf diese Konfiguration beschränken und gleiche Komponenten wie diejenigen in der ersten Ausführungsform sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen, deren Erläuterung ausgelassen wird. Ein Zahnstangengehäuse **508**, umfassend einen Abschnitt **508a** mit kleinem Durchmesser und einen Abschnitt **508b** mit großem Durchmesser, ist an eine nicht dargestellte Fahrzeugkarosserie mit einer nicht dargestellten Klammer befestigt. Die Zahnstange **322** ist in den Abschnitt **508b** mit großem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **508** eingesetzt und an ihren beiden Seitenenden mit Zugstangen **9** ([Fig. 1](#)), **10** verbunden. Die Zugstangen **9**, **10** sind mit einem nicht dargestellten Lenkmechanismus verbunden.

[0096] Ein Rotor **423c** eines bürstenlosen Motors **423** wird von Lagern **526** so gelagert, dass er innerhalb des Zahnstangengehäuses **508** längs drehbar

ist. Ein linksseitiges Ende des Rotors **423c** ist in Eingriff mit Keilen mit einem rechtsseitigen Ende einer Kugelschraubenmutter **529**, die im wesentlichen die Form eines zirkularen Rohrs aufweist, wodurch Rotor und Schraubenmutter einstückig rotieren können. Ein Kunstharz ist zumindest über eine der mit Zähnen versehenen Oberflächen der Keilnut und der Keile aufgebracht, die miteinander in Eingriff stehen, wodurch eine Emission von Stoßgeräuschen vermieden wird. Die Kugelschraubenmutter **529** hat eine interne schraubenförmige Schraubennut **529b**, die innen ausgebildet ist, und die interne Schraubennut **529b** formt einen Rollweg gegenüberliegend einer externen Schraube **322a**, die in einem linksseitigen Abschnitt der Zahnstange **322** ausgebildet ist, wodurch eine Vielzahl von Kugeln in dem Rollweg angeordnet ist.

[0097] Die Kugeln **330** werden zum Reduzieren der Reibungskraft verwendet, die erzeugt wird, wenn sich die Kugelschraubenmutter **429** und die Zahnstange **322** relativ zueinander drehen. Anzumerken ist, dass die Kugelschraubenmutter **529** einen innen ausgebildeten Zirkulationsweg (nicht dargestellt) aufweist, wobei die Kugeln **330** in dem Zirkulationsweg **429c** zirkulieren können, wenn sich die Kugelschraubenmutter **529** dreht.

[0098] Ein Lager **551** zum drehbaren Lagern der Kugelschraubenmutter **529** ist auf einer inneren Peripherie f des Abschnitts **508a** mit kleinem Durchmesser des Zahnstangengehäuses **508** mittels einer dünnen zylindrischen Gleitbuchse **531** angeordnet. Das Lager **551** ist konstruiert aus einem äußeren Ring **551a**, einem Paar innerer Ringe **551b**, **551c** und zwei Kugelzügen **551d**, die zwischen den beiden Ringen angeordnet sind.

[0099] Ein mit Flanschen versehener zylindrischer Abstandshalter **552a**, der auf einer Seite im Querschnitt eine L-Form aufweist, und ein elastisches Glied **535a** sind zwischen dem linksseitigen Ende des äußeren Rings **551a** des Lagers **551** und dem Abschnitt **508a** mit kleinem Durchmesser angebracht. Ein mit Flanschen versehener zylindrischer Abstandshalter **552b**, der auf einer Seite im Querschnitt eine L-Form aufweist, und ein elastisches Glied **535b** sind zwischen einem seitlichen Ende des L-förmigen Ringes **551a** des Lagers **551** und einem Gewindeglied **533** angeordnet, das auf den Abschnitt **508a** mit kleinem Durchmesser aufgeschraubt ist.

[0100] Die inneren Ringe **551b**, **551c** des Lagers **551** sind an die Kugelschraubenmutter **529** durch eine Mutter **527** angepaßt, die auf die äußere Peripherie des linksseitigen Endes der Kugelschraubenmutter **529** aufgeschraubt ist. Anzumerken ist, dass die Breite der inneren Ringe **551b**, **551c** größer gewählt ist als ein axialer Bereich der oberen Löcher zum Zirkulieren der Kugeln, wodurch das Lecken von

Schmierfett und das Entfernen der Abdeckungen verhindert wird.

[0101] Falls das laufende Rad mit dem Randstein eines Bürgersteigs in der Umgebung der neutralen Position kollidiert, in der der Zahnstangenstoßdämpfer **333** nicht funktioniert, und der Stoß auf die Zahnstange **322** übertragen wird, deformiert irgendeiner der elastischen Glieder **535a**, **535b** in axialer Richtung, wodurch der Stoß absorbiert werden kann. Anzumerken ist, dass ein Seitenende des Abstandshalters **552a** oder **552b**, der als ein Verschiebungsbegrenzer dient, einen Tiefpunkt erreicht hat, wenn jedes elastische Glied **535a**, **535b** mit Überschreiten eines vorbestimmten Betrags sich verformt, wodurch weitere Deformationen der elastischen Glieder **535a**, **535b** vermieden werden.

[0102] Ferner wird gemäß dieser Ausführungsform die Mutter **527** an die Kugelschraubenmutter **529** mit einem Moment aufgeschraubt, das klein genug ist, keine Verformung der Zirkulationswege zu verursachen und danach wird der dünne zylindrische Abschnitt **527a**, der sich in axialer Richtung von der Mutter **527** aus erstreckt, in radialer Richtung verstemmt, dass er sich in einer solchen Art verformt, um mit großer Kraft gegen die äußere Peripherie der Kugelschraubenmutter **529** zu pressen. Die Mutter **527** ist so gekoppelt, dass eine relative Bewegung bezüglich der Kugelschraubenmutter **529** unmöglich ist und sie lockert sich nicht, selbst wenn eine starke Kraft von der Zahnstange **322** übertragen wird.

Patentansprüche

1. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung, aufweisend:
 - ein Gehäuse (**308**);
 - eine Kugelschraubenwelle (**322**), die sich innerhalb des Gehäuses (**308**) erstreckt und mit einem Lenkmechanismus verbunden ist;
 - eine Eingangswelle, auf die eine Lenkkraft eingegeben wird;
 - eine Ausgangswelle zum Aufnehmen der Lenkkraft von der Eingangswelle und zum Ausgeben der Lenkkraft an die Kugelschraubenwelle (**322**);
 - einen Drehmomentsensor (**3**) zum Detektieren eines Moments, das zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle übertragen wird;
 - einem Motor (**323**) einschließlich eines Rotors (**323c**); und
 - eine Kugelschraubenmutter (**329**) zum Ausüben einer Kraft in einer axialen Richtung auf die Kugelschraubenwelle (**322**) durch Aufnehmen einer Rotationskraft von dem Motor (**323**);
 - wobei ein elastisches Glied (**335**, **335'**), das deformierbar und daher in der Lage ist, einen Stoß zu absorbieren, wie dieser von der Seite der Kugelschraubenwelle (**322**) her ausgeübt wird, auf einer Lastübertragungsstrecke zwischen der Kugelschraubenwelle

(322) und dem Rotor (323c) des Motors (323) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Kugelschraubenwelle (322) nur durch die Kugelschraubenmutter (329) gehalten wird; und die Kugelschraubenmutter (329) nur in Rotationsrichtung bewegt wird, gemäß der elastischen Deformation des elastischen Glieds (335, 335').

2. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach Anspruch 1, worin das elastische Glied (335, 335') zwischen der Kugelschraubenmutter (329) und dem Rotor (323c) des Motors (323) angeordnet ist und der von der Seite der Kugelschraubenwelle (322) ausgeübte Stoß durch einen Torsionsdämpfereffekt absorbiert wird.

3. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, in der ein Verschiebungsbegrenzer zum Begrenzen eines vorbestimmten oder größeren Verformungsbetrags des elastischen Gliedes (335) angeordnet und gebildet ist durch einen ausgesparten Abschnitt (329e), der entweder in dem Rotor (323c) des Motors (323) oder in der Kugelschraubenmutter (329) ausgebildet ist, und einen vorspringenden Abschnitt (323e), der im jeweils anderen dieser Teile ausgebildet ist, wobei der vorspringende Abschnitt (323e) mit dem ausgesparten Abschnitt (329e) in Eingriff ist, wenn das elastische Glied (335) sich um den vorbestimmten Betrag verformt.

4. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin das elastische Glied (335, 335') an einem Metallkern (335a, 335a') befestigt ist.

5. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin das elastische Glied (335, 335') aus einem Gummi oder einem Kunstharz gebildet wird.

6. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, worin das elastische Glied (335, 335') mit wenigstens einem Flanschabschnitt (335b, 335b') und Vorsprüngen (335c, 335c') versehen ist.

7. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, worin das elastische Glied (335') mit Eingriffsabschnitten (335c') mit sich in axialer Richtung wechselnder Ausdehnung versehen sind.

8. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, worin ein äußerer Durchmesser des Metallkerns (335a, 335a') kleiner ist als ein innerer Durchmesser der Kugelschraubenmutter (329).

9. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, worin ein Glied das durch das elastische Glied (335, 335') ein Drehmoment überträgt, sich entlang der Achsenrichtung der Kugelschraubenmutter (329) erstreckt.

10. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Drehmomentsensor (3) zum Detektieren einer Torsion eines die Eingangswelle mit der Ausgangswelle verbindenden Torsionsstabs ausgelegt ist.

11. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, worin das elastische Glied (335, 335') nur an einer Seite der Kugelschraubenmutter (329) vorgesehen ist.

12. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, worin die Kugelschraubenmutter (329) direkt vom Gehäuse (308) gestützt wird.

13. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, worin die Kugelschraubenmutter (329) und der Rotor (323c) durch je wenigstens ein Lager (325, 328) gestützt werden.

14. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung, aufweisend:
ein Gehäuse (8, 208);
eine Kugelschraubenwelle (22), die sich innerhalb des Gehäuses (8, 208) erstreckt und mit einem Lenkmechanismus verbunden ist;
einen Motor (23, 123) mit einem Rotor (23c, 123c);
eine Kugelschraubenmutter (29, 229), die mit dem Rotor (23c, 123c) des Motors (23, 123) verbunden ist, zum Konvertieren einer Rotationskraft des Rotors (23c, 123c) in eine Kraft, die in eine axiale Richtung wirkt, und zum Übertragen der selben Kraft auf die Kugelschraubenwelle (22);
ein Lager (25, 251) zum Stützen der Kugelschraubenmutter (29, 229), so dass diese drehbar bezüglich des Gehäuses (8, 208) ist; und
ein Pressglied (31, 131, 227), das auf die Kugelschraubenmutter (29, 229) geschraubt ist, um so das Lager (25, 251) gegen die Kugelschraubenmutter (29, 229) zu pressen,
wobei das Pressglied (31, 131, 227) ein Gewinde (31a) zum Eingreifen mit einem Gewinde (29a) der Kugelschraubenmutter (29, 229) hat;
dadurch gekennzeichnet, dass
das Pressglied (31, 131, 227) eine Verbindungsvorrichtung (C, 132, 227b) hat, die geeignet ist zur Begrenzung einer relativen Drehung zwischen dem Pressglied (31, 131, 227) und der Kugelschraubenmutter (29, 229), selbst wenn die Verbindungskraft zwischen den Gewinden (29a, 31a) verloren gegangen ist.

15. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach Anspruch 14, worin das Verbindungsglied (**132**) die relative Drehung zwischen dem Pressglied (**131**) und der Kugelschraubenmutter (**129**) begrenzt, unter Verwendung der Scherkraft eines Kunstharzglieds, das in sich entsprechende Verbindungslöcher (**131a**, **129a**) im Pressglied (**131**) und der Kugelschraubenmutter (**129**) eingefüllt wurde.

16. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, worin das Verbindungsglied (**C**) die relative Drehung zwischen dem Pressglied (**31**, **227**) und der Kugelschraubenmutter (**29**, **129**) dadurch begrenzt, dass ein Teil des Pressglieds (**31**, **227**) gegen die Kugelschraubenmutter (**229**) deformiert ist.

17. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, worin die relative Drehung zwischen dem Pressglied (**227**) und der Kugelschraubenmutter (**229**) durch eine Reibungskraft zwischen einem deformierten dünnen zylindrischen Teil (**227b**) und der Kugelschraubenmutter (**229**) begrenzt wird.

18. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, worin ein Füllstoff auf dem Gewinde des Pressglieds (**31**, **227**) angeordnet ist.

19. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, worin das Pressglied (**31**) das Innengewinde (**31a**) und die Kugelschraubenmutter (**29**) das Außengewinde (**29a**) hat, das mit dem Innengewinde (**31a**) in Eingriff steht.

20. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 19, worin das Pressglied (**31**, **227**) gegen das Lager (**25**, **251**) stößt, das die Kugelschraubenmutter (**29**, **229**) drehbar hält.

21. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 20, worin das Pressglied (**31**) ein Teil (**31c**) hat, mit dem ein Mittel zum Rotieren des Pressglieds (**31**) in Eingriff steht.

22. Eine elektrisch angetriebene Servolenkvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 21, worin das Pressglied (**227**) an die Kugelschraubenmutter (**229**) mit einem Moment angeschraubt ist, das klein genug ist, um keine Deformation eines Zirkulationswegs in der Kugelschraubenmutter (**229**) zu bewirken.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

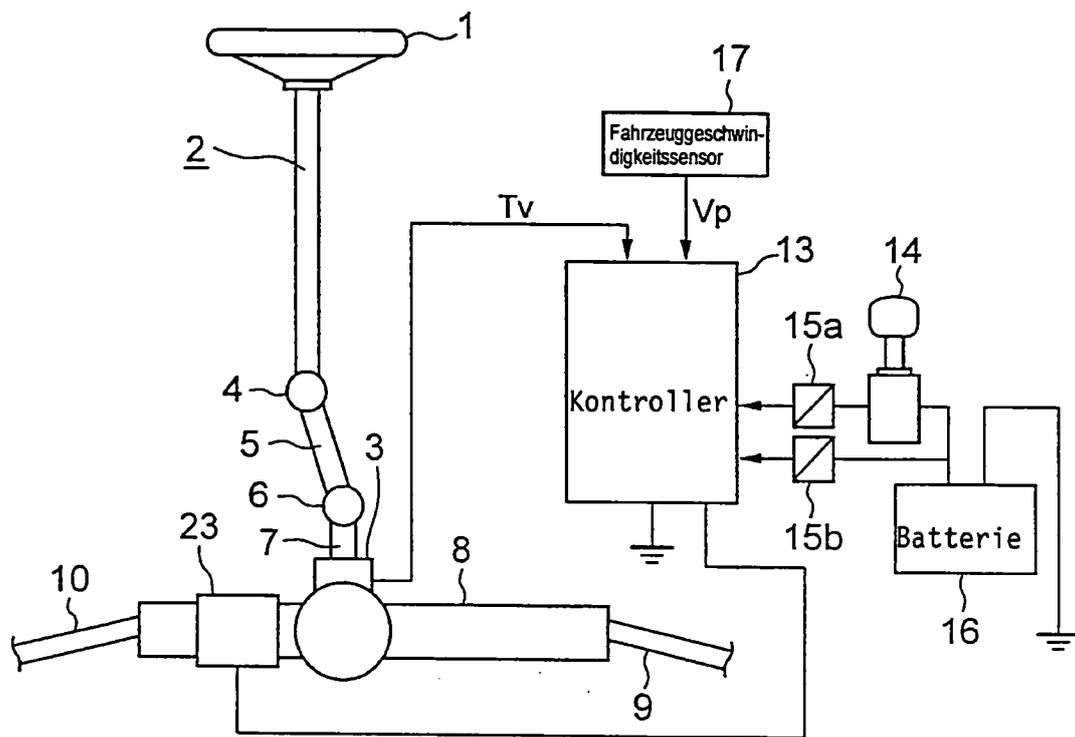


FIG. 2

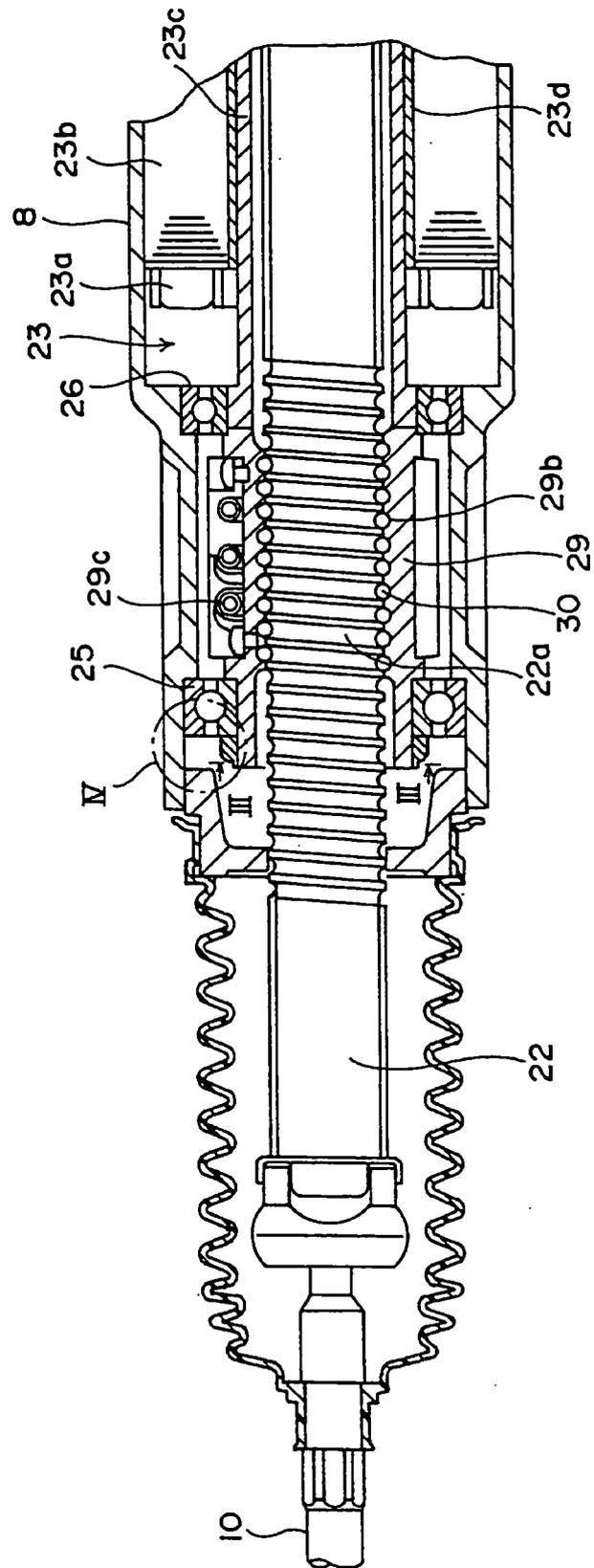


FIG. 3

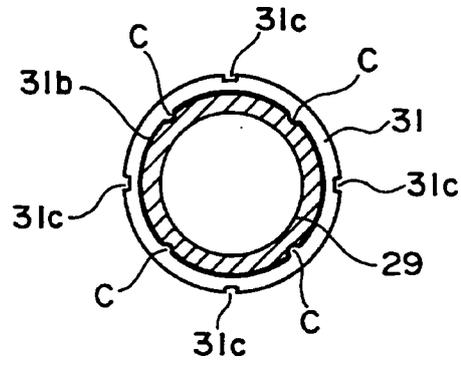


FIG. 4

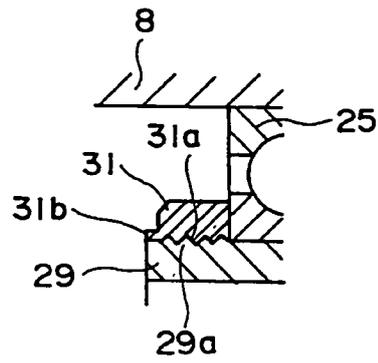


FIG. 5

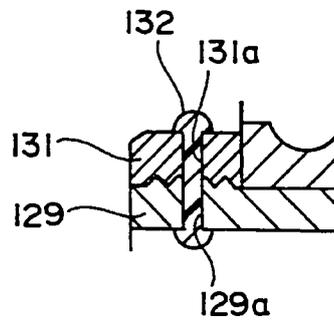


FIG. 8

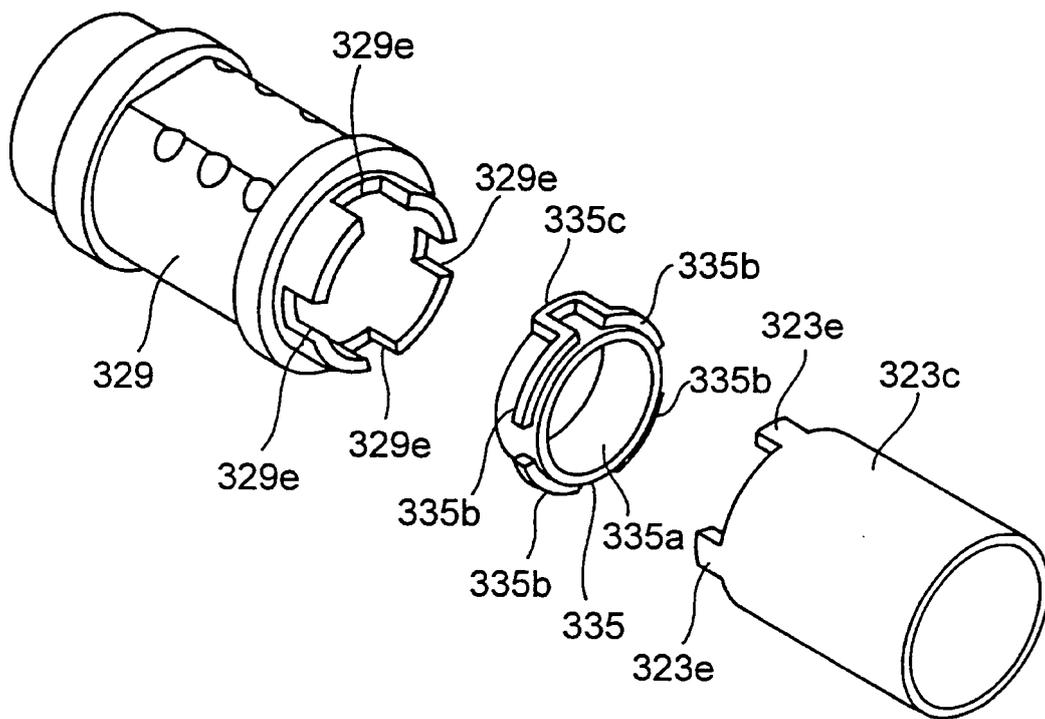


FIG. 9

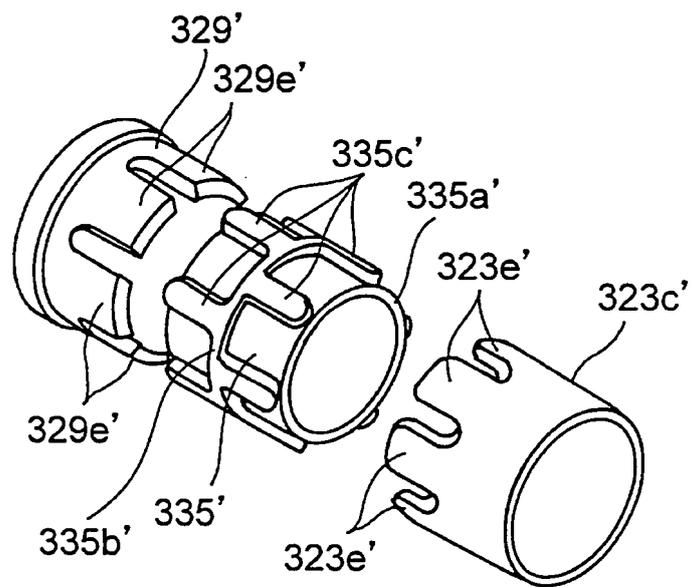


FIG. 10

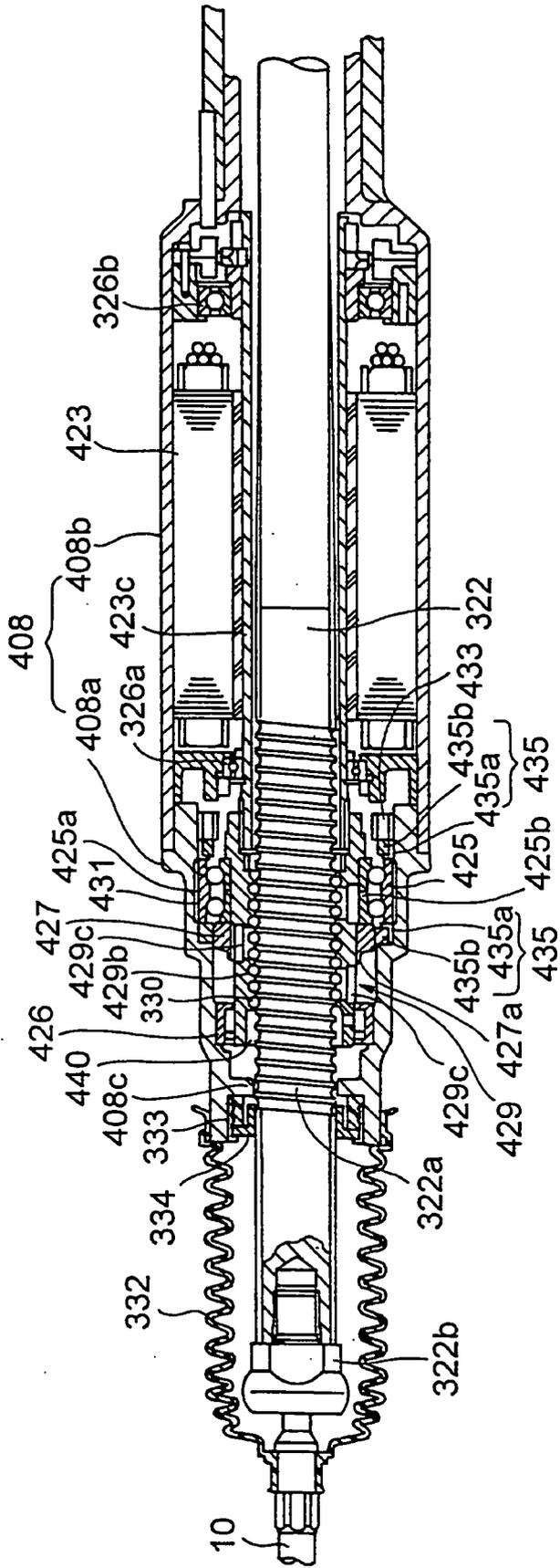


FIG. 11

