



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 11 602 T2** 2007.10.25

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 350 698 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 11 602.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 075 593.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **28.02.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.10.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.02.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B60R 25/02 (2006.01)**
B62D 5/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

100964 18.03.2002 US

(73) Patentinhaber:

Delphi Technologies, Inc., Troy, Mich., US

(74) Vertreter:

Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Thomas, Steven M., Saginaw, MI 48609, US; Card, James M., Lighthouse Point, FL 33064, US

(54) Bezeichnung: **Lenkssystem für Fahrzeuge**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Erfindung betrifft Lenksysteme für Fahrzeuge. Im spezielleren betrifft diese Erfindung ein mechanisches Reservesystem für ein Steer-by-wire-System für Fahrzeuge und ein zugehöriges Sicherungssystem.

HINTERGRUND

[0002] Kraftfahrzeuge sind herkömmlicherweise mit einem Paar Vorderräder ausgestattet, die gelenkt werden, um es dem Fahrzeug zu ermöglichen, bei der Fahrt über Land nach links und nach rechts zu steuern. Es ist ebenfalls bekannt, bei Kraftfahrzeugen Aktoren zum Lenken der Hinterräder zu schaffen. In der Vergangenheit verwendeten Fahrzeuglenksysteme üblicherweise eine mechanische Verbindung zwischen dem vom Bediener betätigten Handrad und den vorderen Straßenrädern eines Kraftfahrzeugs. Wenn der Fahrer das Handrad drehte, betätigte eine mechanische Verbindung, in manchen Fällen mit der Unterstützung eines Servolenkungsmotors oder eines Hydraulikkolbens, durch die Spurstangen des Fahrzeugs die Straßenräder.

[0003] Vor kurzem sind bei Kraftfahrzeugen so genannte "Steer-by-wire"-Lenksysteme vorgestellt worden, um die Lenkfunktion der Straßenräder wahrzunehmen. Ein typisches "Steer-by-wire"-Lenksystem umfasst einen Handrad-Aktor zur Überwachung der Winkelposition des Lenkrads und Straßenrad-Motoraktoren, die von Steuerungen in Ansprechen auf das Verfolgen der festgestellten Winkelverschiebung des Handrads in Bezug auf eine Zentralposition gesteuert werden. Im Gegensatz zu früheren Lenksystemen verzichtet das "Steer-by-wire"-Lenksystem auf eine mechanische Verbindung zwischen dem Lenkrad und den einzelnen Straßenrädern. Beispielhaft für solche Steer-by-wire-Systeme ist das gemeinschaftlich erteilte U.S.-Patent 6 176 341, ausgegeben am 23. Januar 2001 an Ansari. Andere vorgeschlagene Systeme sind in "Future Electrical Steering Systems: Realizations with Safety Requirements" von Harter, et al., und in "Steer-by-Wire" von Ebner beschrieben.

[0004] Da in einem Steer-by-wire-System keine mechanische Verbindung zwischen dem Handrad und den Straßenrädern vorhanden ist, können erweiterte Lenkfunktionen wie beispielsweise Regellenkung und Übersteuerungs-/Untersteuerungskorrektur auf einfache Weise implementiert werden, um die Lenkbarkeit und Sicherheit des Fahrzeugs zu verbessern. Gleichzeitig ist es bekannt, dass mechanische Reservesysteme bei einem Ausfall des elektronischen Steer-by-wire-Systems eine traditionelle, mechanische Lenkverbindung einkuppeln. Siehe z.B. "Steer-by-Wire" von Dr. Christian Ebner als typisches

Beispiel eines solchen Systems, welches einen Handrad-Aktor mit einer Lenkwelle und eine Lenksäule umfasst, die selektiv mit der Welle über eine Kupplung in Eingriff tritt, welche elektrisch betätigt wird. Es wäre wünschenswert, ein Steer-by-wire-System mit einer mechanischen Reservevorrichtung zu schaffen, die keine miteinander in Eingriff zu bringenden, beweglichen Teile benötigt, wodurch die allgemeine Zuverlässigkeit verbessert würde.

[0005] Gleichzeitig stellen mechanische Lenkschlösser, die als Diebstahlabschreckung und zur Fahrerunterstützung verwendet werden, indem sie verhindern, dass sich das Lenkrad beim Aus- und Einsteigen verdreht (wodurch ein Festhaltegriff geschaffen wird), insofern ein Problem dar, als ihre bequeme Anordnung Dieben die Möglichkeit gibt, sie zu deaktivieren, und darüber hinaus unerwünschtes Gewicht im oberen Bereich der Lenksäule hinzugefügt wird. Zusätzliches Gewicht in der Nähe des oberen Endes der Lenksäule erfordert eine starke Unterstützung und birgt Sicherheitsrisiken während eines Frontalzusammenstoßes.

[0006] Das Dokument DE-A-10046167 offenbart ein Lenkschloss mit einem elektrischen Aktor zum Versperren einer Lenkwelle an dem umgebenden Gehäuse.

ZUSAMMENFASSUNG

[0007] Die oben erwähnten und andere Nachteile und Unzulänglichkeiten des Stands der Technik werden durch die vorliegende Erfindung beseitigt oder gemindert, und zwar durch die Schaffung eines Lenksystems mit einem Handrad, das entsprechend angeordnet ist, um von einem Fahrer gehandhabt zu werden, und einer Lenkwelle, die sich von dem Handrad aus erstreckt, sowie mit einem magnetischen Lenkschloss. Die Lenkwelle wird durch ein Lenksäulengehäuse unterstützt, so dass sie sich um ihre eigene Achse drehen kann. Das magnetische Lenkschloss umfasst einen an der Lenkwelle angebrachten Rotor, einen an dem Säulengehäuse angebrachten Stator und magnetorheologisches Fluid (MR-Fluid), das einen Zwischenraum zwischen Rotor und Stator ausfüllt.

[0008] In einer Ausführungsform erstreckt sich die Lenkwelle von dem Handrad durch einen Handrad-Aktor mit einem Positionssensor und einem Motor zum Erzeugen von Fahrer-Rückmeldekräften. Eine Lenksäule erstreckt sich von einem unteren Abschnitt der Lenkwelle zu einer Zahnstange und umfasst an ihrem unteren Ende ein Ritzel, um mit der Zahnstange in Eingriff zu treten, so dass die Zahnstange sich nach rechts und links verschiebt, wenn das Ritzel in die entsprechenden Richtungen gedreht wird. Die Zahnstange ist mit den vorderen Straßenrädern verbunden und bewirkt eine Lenkung der vorde-

ren Straßenräder, wenn sie verschoben wird. Eine elektronische Steuerung empfängt Signale von dem Positionssensor, welche die Winkelposition des Handrads anzeigen, und ein mit der Lenk-Zahnstange verbundener Straßenrad-Aktor empfängt Signale von der elektronischen Steuerung und stellt die Lenk-Zahnstange in Ansprechen auf die von der elektronischen Steuerung kommenden Signale um. Eine magnetische Kupplung mit MR-Fluid ist vorgesehen, um die Lenkwelle selektiv mit der Lenksäule in Eingriff zu bringen.

[0009] Die weiter oben erörterten und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden, detaillierten Beschreibung und der Zeichnungen für einschlägig gebildete Fachleute erkenntlich und verständlich.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Die vorliegende Erfindung wird nun in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigeigten Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0011] [Fig. 1](#) eine schematische Übersicht eines Steer-by-wire-Systems zeigt;

[0012] [Fig. 2](#) eine vereinfachte Übersicht eines Steer-by-wire-Systems mit einem mechanischen Reservesystem zeigt;

[0013] [Fig. 3](#) einen anderen Aspekt eines Steer-by-wire-Systems mit einem mechanischen Reservesystem zeigt;

[0014] [Fig. 4](#) einen Aspekt eines Diebstahl-Ab-schreckungssystems zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0015] In [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), auf welche nun Bezug genommen wird, wird ein beispielhaftes Lenksystem **10** mit einem mechanischen Reservesystem beschrieben. Die Fahrereingabe erfolgt an das Handrad **12**, welches durch die Lenkwelle **16** mit dem Handrad-Aktor **20** verbunden ist. Der Handrad-Aktor **20** umfasst einen Positionssensor **22** zur Erfassung der Winkelverschiebung des Handrads **12**. Aus Redundanzgründen können mehrere Positionssensoren vorgesehen sein. Ein Signal, das die Winkelverschiebung des Handrads **12** anzeigt, wird von dem Positionssensor **22** generiert und zu der elektronischen Steuerung **30** geleitet, welche einen Mikroprozessor sowie verschiedene andere auf dem Gebiet der elektronischen Steuerung zur Bereitstellung von Speicher-, Eingabe-/Ausgabe- und Verarbeitungsfunktionen allgemein bekannte elektronische Komponenten umfasst. Die elektronische Steuerung **30** empfängt Signale von dem/den Handrad-Positionssensor(en)

22 in dem Handrad-Aktor **20** und bestimmt, welche Signale gegebenenfalls an den Straßenrad-Aktor **40** gesendet werden, so dass die Stellung der Straßenräder **38** (nur eines gezeigt) mit der Stellung des Handrads **12** übereinstimmt. Der Straßenrad-Aktor **40** steuert die Lenkstellung der Straßenräder **38** durch Erzeugen einer linearen Bewegung einer Zahnstangen-Anordnung innerhalb des Zahnstangengehäuses **34** mittels einer in der Technik bekannten Konfiguration bestehend aus Kugelumlaufspindel und Kugelmutter, wobei die Zahnstange dann ein Drehen der Räder **38** (nur eines gezeigt) durch die Spurstangen **36** (nur eine gezeigt) bewirkt.

[0016] Der Straßenrad-Aktor **40** umfasst Drehmoment- oder Dehnungssensoren (nicht gezeigt), um die Kraft zu messen, welche von dem Straßenrad-Aktor **40** benötigt wird, um die Straßenräder **38** in ihre gewünschte Stellung zu bringen und sie in dieser zu halten. Die Ausgangsinformation von den Straßenrad-Drehmomentsensoren (nicht gezeigt) wird an die elektronische Steuerung **30** übermittelt, welche daraufhin eine Fahrer-Rückmeldekraftinformation an den Handrad-Aktor **20** überträgt. Der Handrad-Aktor **20** umfasst einen Elektromotor **24** oder einen anderen Aktor, um eine Kraft-Rückmeldung an das Lenkrad **12** bereitzustellen und so dem Fahrer eine haptische Rückmeldung betreffend die Straßenverhältnisse zu geben. Der Motor **24** umfasst eine Schnecke **25**, die ein Schneckenrad **23** dreht, das an der Lenkwelle **16** befestigt ist. Der Handrad-Aktor **20** kann auch einen Drehmomentsensor (nicht gezeigt) umfassen, um ein Signal an die elektronische Steuerung bereitzustellen, um sicherzustellen, dass der Fahrer tatsächlich das korrekte Maß an Fahrer-Rückmeldekraften erhält.

[0017] Falls von der Steuerung **30** ein Fehler an irgendeiner kritischen Komponente des Lenksystems **10** festgestellt wird, sendet die Steuerung **30** ein Signal an die Kupplung **26**, durch welches das mechanische Reservesystem **15** in Eingriff gebracht wird. Das Reservesystem **15** umfasst eine Lenksäule **8**, die zumindest einen oberen Schaft **17** und einen durch ein Universalgelenk **18** verbundenen, unteren Schaft **19** umfasst, um eine relative Bewegung zwischen dem unteren Schaft **19** und dem Handrad **12** zu ermöglichen. Ein Ritzel in dem Ritzelgehäuse **32**, das an dem unteren Ende des unteren Schafts **19** befestigt ist, tritt mit einer Zahnstange in dem Zahnstangengehäuse **34** in Eingriff. Das Drehen des unteren Schafts **19** bewirkt eine Drehung des Ritzels und eine lineare Bewegung der Zahnstange in dem Zahnstangengehäuse **34**. An beiden Enden der Zahnstange sind Stangen **36** (nur eine gezeigt) verbunden, welche die Lenkdrehung der Straßenräder **38** steuern.

[0018] [Fig. 3](#) ist eine andere Ansicht des Lenksystems **10** mit einer übertrieben dargestellten Ansicht der Kupplung **26**. Bei der Kupplung **26** handelt es

sich um einen Typ, der magnetorheologisches Fluid (MR-Fluid) verwendet und somit nur zwei bewegliche Teile, einen Rotor **28** und einen Stator **29**, aufweist. Eine Dichtung **31** schließt MR-Fluid **33** zwischen dem Rotor **28** und dem Stator **29** der Kupplung **26** ein. MR-Fluid enthält typischerweise eine Zufalls-Dispersion von magnetisierbaren Partikeln, die in einer Basis-Trägerflüssigkeit wie beispielsweise Mineralöl, synthetischem Kohlenwasserstoff, Wasser, Siliconöl, veresterter Fettsäure, oder einer anderen, geeigneten, organischen Flüssigkeit schweben. Eine Silikamasse wird typischerweise zu der Suspension hinzugefügt, um der Suspension thixotrope Eigenschaften zu verleihen, wodurch verhindert wird, dass die magnetischen Partikel aus der Suspension ausgefällt werden. Die Partikel weisen eine charakteristische Härte auf und sind im allgemeinen von mikrosphärischer Struktur. Bei den Partikeln kann es sich um Carbonyleisen-Partikel handeln, die ein Tensid aufweisen, welches durch chemische Bindung auf deren Oberfläche aufgebracht ist. Andere Partikeltypen, die für das MR-Fluid verwendet werden können, umfassen Nickel, Cobalt und deren Legierungen, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

[0019] Unter normalen Bedingungen weist das MR-Fluid **33** die Merkmale einer Flüssigkeit mit relativ geringer Viskosität auf und ermöglicht es daher der Lenkwelle **16** und der Lenksäule **8**, sich in Bezug aufeinander frei zu drehen. Erfolgt jedoch eine Magnetisierung, so verändert sich das MR-Fluid **33**, so dass die darin dispergierten, mikrosphärischen Partikel sich zu fibrösen Strukturen ausrichten und das MR-Fluid ein Bingham-plastisches Fließverhalten annimmt. Bei einem Bingham-plastischen Fließverhalten wird zwischen der Scherspannung des Fluids und der Schergeschwindigkeit des Fluids ein lineares Verhältnis beibehalten, wie dies beim Newtonschen Fließen der Fall ist; bei einem Bingham-plastischen Fließverhalten ist jedoch eine begrenzte Scherspannung erforderlich, um das Fließen zu initiieren. In einem solchen Zustand ist die Scherspannung des MR-Fluids gleich der Fließgrenze des MR-Fluids plus dem Produkt aus der Viskosität des MR-Fluids und der Schergeschwindigkeit des MR-Fluids. Die Steuerung der Fließgrenze erfolgt durch die Anwendung eines Magnetfeldes auf das MR-Fluid. Wird das MR-Fluid einer Schergeschwindigkeit unter dem Einfluss eines Magnetfeldes unterzogen, so führt der Wechsel von einer Zufallsbeschaffenheit der Dispersion der mikrosphärischen Partikel zu der fibrösen Struktur der angeordneten mikrosphärischen Partikel zu einer erhöhten Viskosität. Somit ermöglicht die elektromagnetische Beschaffenheit des MR-Fluids eine selektive und variabel betätigbare Steuerung der von dem MR-Fluid aushaltbaren Scherspannung. MR-Fluide werden von Foister detailliert in dem U.S.-Patent 5 667 715 beschrieben, welches den Titel "Magnetorheological Fluids" trägt und hierin durch Bezugnahme miteingeschlossen ist.

[0020] Wenn die Steuerung **30** ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)) eine Fehlfunktion bei einer kritischen Komponente feststellt, versorgt sie den Elektromagnet **35** mit Strom, welcher das MR-Fluid **33** einem Magnetfeld aussetzt, das wiederum bewirkt, dass sich das Fluid von einer Flüssigkeit in einen Binghamplastischen Körper verwandelt und dabei den Rotor **33** und den Stator **29** im Wesentlichen zueinander feststellt, so dass sie sich als ein Teil drehen, wodurch die Lenkwelle **16** und die Lenksäule **8** miteinander verbunden werden. Somit wird, wenn der Elektromagnet **35** mit Strom versorgt wird, das Handrad **12**, wie weiter oben beschrieben, über die Kupplung **26** mechanisch mit den Straßenrädern **38** verbunden. Der Magnet **35** stellt ein genügend starkes Magnetfeld bereit, um zu bewirken, dass das Bruch-Drehmoment entsprechend hoch ist, so dass das zur manuellen Lenkung des Fahrzeugs im Notzustand erforderliche Drehmoment aufrecht erhalten werden kann.

[0021] [Fig. 4](#) zeigt ein Lenksäulengehäuse **14** mit einem Lenkschloss **50** mit MR-Fluid, das entfernt von dem Zündschalter **52** angeordnet ist. Das Lenkschloss **50** funktioniert in ähnlicher Weise wie die weiter oben unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschriebene Kupplung **26**, außer dass der Stator **29** an dem Säulengehäuse befestigt ist und darin einen Elektromagnet (nicht gezeigt) umfasst. Beim Abziehen des Schlüssels **53** von dem Zündschalter **52** wird das Lenkschloss **50** aktiviert, wodurch die Lenkwelle **16** im Wesentlichen daran gehindert wird, sich zu drehen und das Handrad **12** somit in seiner Stellung blockiert wird. Eine Steuerung (nicht gezeigt) zum Feststellen und Lösen des Lenkschlusses **50** kann bei dem Lenkschloss, bei dem Zündschalter oder entfernt davon angeordnet sein. Somit ist eine direkte Verbindung **54** von dem Zündschalter **42** zu dem Lenkschloss **50** nicht erforderlich.

[0022] Der Schlüssel **53** kann einen Mikrochip oder eine andere Sicherheitsvorrichtung umfassen, welcher) von dem Steuersystem (nicht gezeigt) erkannt und authentifiziert wird, bevor das Lenkschloss **50** gelöst wird. Solche Sicherheitsmaßnahmen mit elektronischen Schlüsseln sind auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugsicherheit bekannt und bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung. Zusätzlich zu der so geschaffenen, erhöhten Sicherheit hält das Lenkschloss **50** das Handrad **12** in einer fixierten Stellung und macht es somit möglich, es als zuverlässigen Festhaltegriff beim Betreten und Verlassen des Fahrzeugs zu verwenden.

[0023] Obgleich hier bevorzugte Ausführungsformen gezeigt und beschrieben wurden, können verschiedenen Modifikationen und Ersetzungen vorgenommen werden, ohne dass dadurch vom Umfang der Erfindung abgewichen wird, wie er in den Ansprüchen definiert ist. Demgemäß versteht es sich, dass die bevorzugte Ausführungsform hier im Sinne einer

Veranschaulichung und nicht einer Beschränkung beschrieben wurde.

Patentansprüche

1. Lenksystem, umfassend:
ein Handrad (12), das entsprechend angeordnet ist, um von einem Fahrer gehandhabt zu werden;
eine Lenkwelle (16), die sich von dem Handrad (12) aus erstreckt, wobei die Lenkwelle (16) von einem Lenksäulengehäuse (14) unterstützt ist, so dass sie sich um ihre eigene Achse drehen kann, gekennzeichnet durch
ein magnetisches Lenkschloss (50) mit einem Rotor (28), der an der Lenkwelle (16) befestigt ist, einem Stator (29), der an dem Säulengehäuse (14) befestigt ist, sowie mit magnetorheologischem Fluid (33), welches einen Zwischenraum zwischen dem Rotor (28) und dem Stator (29) ausfüllt.

2. Lenksystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend:
einen Zündschalter (52), durch den das Lenkschloss (50) festgestellt wird und der verhindert, dass die Lenkwelle (16) sich dreht, nachdem ein Zündschlüssel (53) von dem Zündschalter (52) entfernt worden ist.

3. Lenksystem nach Anspruch 2, wobei das magnetische Lenkschloss (50) entfernt von dem Zündschalter (52) positioniert ist.

4. Lenksystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend:
eine Lenksäule (14) die sich von einem unteren Abschnitt (19) der Lenkwelle (16) zu einer Zahnstange (34) hin erstreckt, wobei die Lenksäule (14) an ihrem unteren Ende (19) ein Ritzel (32) aufweist, um mit der Zahnstange (34) in Eingriff zu treten, so dass die Zahnstange (34) sich nach links und rechts verschiebt, wenn das Ritzel (32) in die entsprechenden Richtungen gedreht wird, wobei die Zahnstange (34) mit den vorderen Straßenrädern (38) verbunden ist und eine Lenkung der vorderen Straßenräder (38) bewirkt, wenn sie verschoben wird.

5. Lenksystem nach Anspruch 4, wobei:
die Lenkwelle (16) sich durch einen Handrad-Aktor (20) mit einem Positionssensor (22) und einem Motor (24) zum Erzeugen von Fahrer-Rückmeldekräften hindurch erstreckt;
das Lenksystem (10) weiterhin eine elektronische Steuerung (30), die Signale, welche die Winkelverschiebung des Handrads (12) anzeigen, von dem Positionssensor (22) empfängt;
ein Straßenrad-Aktor (40), der mit der Lenk-Zahnstange (34) verbunden ist, wobei der Straßenrad-Aktor (40) Signale von der elektronischen Steuerung (30) empfängt und die Lenk-Zahnstange (34) in Ansprechen auf die Signale von der elektronischen

Steuerung (30) umstellt, und
eine magnetische Kupplung (26), die MR-Fluid (33) aufweist, um die Lenkwelle (16) selektiv mit der Lenksäule (14) in Eingriff zu bringen, umfasst.

6. Lenksystem nach Anspruch 5, wobei die magnetische Kupplung (26) in Eingriff gebracht wird, wenn die elektronische Steuerung (30) einen Fehler in dem Lenksystem (10) feststellt.

7. Lenksystem nach Anspruch 5, wobei die magnetische Kupplung (26) folgendes umfasst: einen Rotor (28), der mit einem der Elemente bestehend aus der Lenkwelle (16) und der Lenksäule (14) verbunden ist, einen Stator (29), der mit einem jeweils anderen der Elemente bestehend aus der Lenkwelle (16) und der Lenksäule (14) verbunden ist, wobei das MR-Fluid (33) zwischen dem Rotor (28) und dem Stator (29) angeordnet ist; wobei die Kupplung (26) weiterhin einen Elektromagnet umfasst, der in der Nähe des Rotors (28) und des Stators (29) angeordnet ist, so dass der Elektromagnet, wenn er mit Strom versorgt wird, ein Magnetfeld erzeugt, das durch das MR-Fluid (33) hindurch verläuft und bewirkt, dass das MR-Fluid (33) Bingham-plastische Eigenschaften annimmt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1.

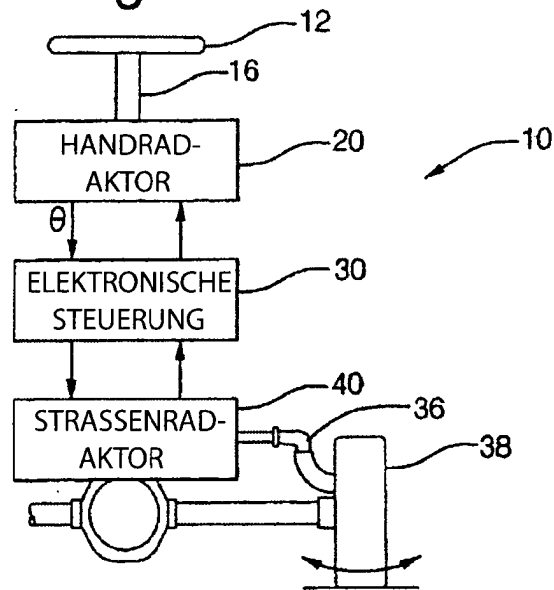


Fig.2.

