



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2004 037 617 A1 2005.03.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2004 037 617.4

(22) Anmeldetag: 03.08.2004

(43) Offenlegungstag: 24.03.2005

(51) Int Cl.7: B62D 6/00

B62D 1/16, B62D 3/02, B62D 5/04

(30) Unionspriorität:

2003-296843 20.08.2003 JP

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:

WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 80336 München

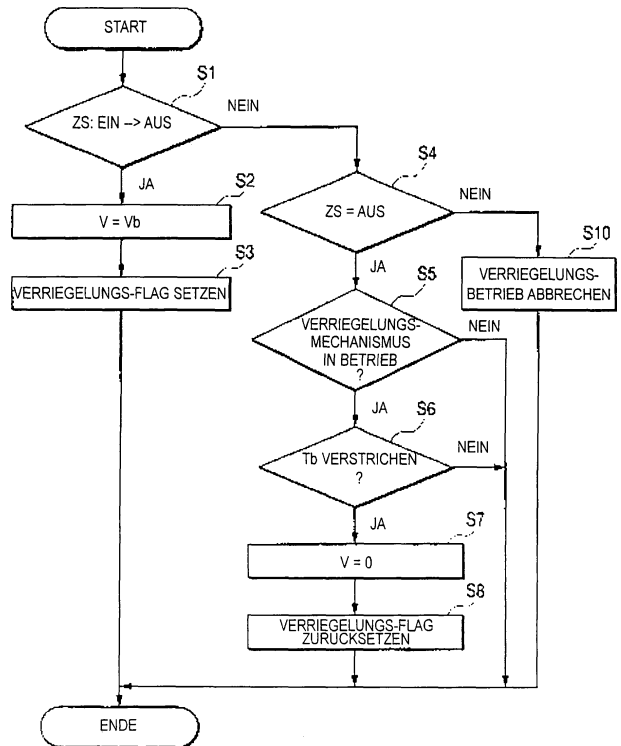
(72) Erfinder:

Hidaka, Kenichiro, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mit einem Übertragungsverhältnis-Einstellmechanismus ausgerüstete Lenkvorrichtung zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Ein Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus ändert ein Verhältnis eines Drehwinkels einer Abtriebswelle (12b) zu einem Drehwinkel einer Eingangswelle (12a). Ein Kopplungselement (60, 67, 70) ist zwischen einer verriegelten Position und einer entriegelten Position verschiebbar. Die Eingangswelle (12a) und die Abtriebswelle (12b) drehen als Einheit, wenn sich das Kopplungselement in der verriegelten Position befindet, während die Eingangswelle (12a) und die Abtriebswelle (12b) aus einem gekoppelten Zustand freigegeben werden und in einen entriegelten Zustand gebracht werden können. Das Übertragungsverhältnis des Drehwinkels der Abtriebswelle (12b) zum Drehwinkel der Eingangswelle (12a) kann durch den Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus (14) eingestellt werden, wenn sich das Kopplungselement in der entriegelten Position befindet. Ein elastisches Element (71) spannt das Kopplungselement elastisch in Richtung auf die verriegelte Position vor. Ein Solenoid (75) hält das Kopplungselement gegen eine elastische Kraft des elastischen Elementes (71) in der entriegelten Position. Eine Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung legt eine Ansteuerspannung an das Solenoid, um das Kopplungselement in der entriegelten Position positioniert zu halten, und verringert die Ansteuerspannung durch einen Spannungsdämpfungsvorgang, bevor das Kopplungselement schließlich die verriegelte Position erreicht. Während des Spannungsdämpfungsvorgangs erzeugt das Solenoid eine elektromagnetische ...



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine mit einem Übertragungsverhältnis-Einstellmechanismus ausgerüstete Lenkvorrichtung (im nachfolgenden als Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis bezeichnet), die bevorzugt in Kraftfahrzeugen verwendet wird und in der Lage ist, das Übertragungsverhältnis von einem Einschlagwinkel eines gelenkten Rades bzw. Reifens zu einem Lenkwinkel eines von einem Fahrer bzw. von einer Bedienperson gesteuerten bzw. betätigten Lenkrades einzustellen.

Stand der Technik

[0002] Einige moderne Kfz-Lenkungssteuervorrichtungen verwenden einen Mechanismus zum Ändern des Übertragungsverhältnisses, wie etwa VGRS (Variable Gear Ratio Steering; Lenkung mit variabler Übersetzung), der ein Lenkwinkel-Konversionsverhältnis (d. h. ein Übertragungsverhältnis von einem Einschlagwinkel eines gelenkten Rades zu einem Lenkwinkel eines Lenkrades) ändern kann. Es ist im allgemeinen wünschenswert, das Lenkwinkel-Konversionsverhältnis unter Bezugnahme auf Fahrbedingungen des Fahrzeugs einschließlich einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu ändern. Wenn ein Fahrzeug beispielsweise mit einer höheren Geschwindigkeit fährt, sollte das Lenkwinkel-Konversionsverhältnis verringert werden, um eine schnelle Änderung des Einschlagwinkels des Rades relativ zu einem Lenkwinkel des von einem Fahrer gesteuerten bzw. betätigten Lenkrades zu vermeiden, weil dann das Fahrverhalten des Fahrzeugs bei höheren Geschwindigkeiten stabilisiert ist.

[0003] Wenn das Fahrzeug hingegen mit einer niedrigeren Geschwindigkeit fährt, ist es wünschenswert, das Lenkwinkel-Konversionsverhältnis zu erhöhen, um einen erforderlichen minimalen Lenkwinkel des Lenkrades zu verkleinern, wenn ein Fahrer das Fahrzeug in eine Garage oder in einen begrenzten Parkraum manövrieren soll, und so die Belastung des Fahrers zu verringern, der das Lenkrad steuern bzw. betätigen muß.

[0004] Herkömmlicherweise ist die Verwendung vieler Arten von motorbetriebenen Lenkmechanismen zum Einstellen des Lenkwinkel-Konversionsverhältnisses weit verbreitet, da diese sich ausgezeichnet für ein voneinander unabhängiges Drehen und Antreiben einer Radlenkwelle eignen. Im besonderen ist ein Winkelerfassungsabschnitt zum Erfassen eines Lenkwinkels eines von einem Fahrer gesteuerten bzw. betätigten Lenkrades vorgesehen. Das Lenkwinkel-Konversionsverhältnis wird auf der Grundlage des erfaßten Lenkwinkels des Lenkrades und der tatsächlichen Fahrbedingungen des Fahrzeugs be-

stimmt. Mittels Computerverarbeitung wird ein letztlich erforderlicher Radlenkwinkel (d. h. Soll-Radwinkel) auf der Grundlage des bestimmten Lenkwinkel-Konversionsverhältnisses berechnet. In diesem Fall wird die Radlenkwelle, die mechanisch von der Lenkwelle des Lenkrades getrennt ist, von dem Motor gedreht bzw. angetrieben, um den Winkel des gelenkten Rades auf den Soll-Radwinkel einzustellen.

[0005] Gemäß dieser Art von Lenkungsregelsystem wird die Radlenkwelle nachführgeregelt, damit sie exakt mit einer Drehung der Lenkwelle übereinstimmt. Genauer gesagt wird die Drehgeschwindigkeit eines Radlenkwellen-Antriebsmotors gemäß einer Differenz zwischen einem Ist-Drehwinkel der Radlenkwelle (d. h. dem Ist-Radlenkwinkel) und einem Soll-Radlenkwinkel eingestellt. Die Nachführregelung sollte zügig erfolgen, damit der tatsächliche Lenkwellenwinkel schnellstmöglich mit einem Soll-Lenk Winkel übereinstimmt. Um jedoch zu verhindern, daß während einer Endphase dieser Art von Nachführregelung ein unerwünschtes Überschwingphänomen auftritt, ist es nötig, eine Drehgeschwindigkeit des Motors auf ausreichende Weise zu verlangsamen und präzise zu regeln. Andererseits kann es vorkommen, daß ein Fahrer das Lenkrad plötzlich dreht, um eine bevorstehende Gefahr zu vermeiden. In einem solchen Fall muß der Motor mit einer sehr hohen Geschwindigkeit drehen.

[0006] Weiterhin kann ein Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus eine Verriegelungseinrichtung aufweisen, gemäß der das Übertragungsverhältnis mechanisch auf einen vorgegebenen Wert festgelegt wird, falls in dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus ein Defekt auftritt. Eine Verriegelungseinrichtung weist beispielsweise einen bogenförmigen Verriegelungsarm auf, der verschwenkbar an einem Motorgehäuse des Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus getragen ist. Des weiteren ist ein scheibenförmiges Blockierorgan um eine Läuferwelle befestigt. Der Verriegelungsarm weist einen Vorsprung auf, der selektiv mit einer Aussparung dieses Blockierorgans in Eingriff bringbar ist. Wenn der Vorsprung des Verriegelungsarmes mit der Läuferwelle in Eingriff steht, ist eine Relativedrehung von Motorgehäuse und Läuferwelle gesperrt. Falls der Verbrennungsmotor angehalten wird, oder falls eine übermäßig große Kraft auf den Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus einwirkt, wird die Verriegelungseinrichtung daher in einen verriegelten Zustand gebracht, um das genaue und regulierte Verhältnis zwischen dem Lenkwinkel des Lenkrades und einem Einschlagwinkel des gelenkten Rades zuverlässig beizubehalten (s. JP-Patentveröffentlichungsschrift Nr. 11-34894).

[0007] Bei der Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis, die in dem obenstehend beschriebenen Stand der Technik offengelegt ist, gibt es

jedoch den Nachteil, daß der Verriegelungsarm und das Blockierorgan unangenehme Geräusche hervorrufen, wenn sie miteinander in Eingriff treten, um die Verriegelungseinrichtung in den Verriegelungszustand zu bringen.

Aufgabenstellung

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0008] In Anbetracht der oben genannten Probleme hat die vorliegende Erfindung die Aufgabe, eine Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis zur Verfügung zu stellen, die in der Lage ist, Geräusche zu unterdrücken, die durch einen Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus beispielsweise dann erzeugt werden, wenn während des Verriegelns eines Verriegelungsmechanismus ein Verriegelungsarm mit einem Blockierorgan in Eingriff tritt.

[0009] Um diese und weitere diesbezügliche Aufgaben zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung eine Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis zur Verfügung, welche eine Eingangswelle, eine Abtriebswelle, einen Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus, ein Kopplungselement, ein elastisches Element, ein Solenoid, und eine Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung aufweist. Die Eingangswelle ist mit einem Lenkrad verbunden. Die Abtriebswelle ist mit einem gelenkten Rad verbunden. Der Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus ändert ein Verhältnis eines Drehwinkels der Abtriebswelle zu einem Drehwinkel der Eingangswelle. Das Kopplungselement (z.B. ein Verriegelungsarm) ist zwischen einer verriegelten Position (d. h. der Position eines Blockierorgans) und einer entriegelten Position verschiebbar. Die Eingangswelle und die Abtriebswelle drehen als Einheit, wenn sich das Kopplungselement in der verriegelten Position befindet, während die Eingangswelle und die Abtriebswelle aus einem gekoppelten Zustand freigegeben werden und in einen entriegelten Zustand gebracht werden können. Das Übertragungsverhältnis des Drehwinkels der Abtriebswelle zum Drehwinkel der Eingangswelle kann durch den Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus eingestellt werden, wenn sich das Kopplungselement in der entriegelten Position befindet. Das elastische Element spannt das Kopplungselement elastisch in Richtung auf die verriegelte Position vor. Das Solenoid hält das Kopplungselement gegen eine elastische Kraft des elastischen Elementes in der entriegelten Position. Des Weiteren legt die Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung eine Ansteuerspannung an das Solenoid, um das Kopplungselement in der entriegelten Position positioniert zu halten, und verringert die Ansteuerspannung durch einen Spannungsdämpfungsvorgang, bevor das Kopplungselement schließlich die verriegelte Position erreicht. Während des Span-

nungsdämpfungsvorgangs erzeugt das Solenoid eine elektromagnetische Kraft, welche durch die elastische Kraft des elastischen Elementes überwunden wird und eine Geschwindigkeit der Verschiebung des Kopplungselementes auf dem Weg in die verriegelte Position verringert.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verringert die Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung im Verlauf der Verschiebung des Kopplungselementes aus der entriegelten Position in die verriegelte Position allmählich die an das Solenoid gelegte Ansteuerspannung, so daß das Kopplungselement schließlich in die verriegelte Position gelangen kann.

[0011] Im wesentlichen sind durch das Kopplungselement erzeugte Geräusche in etwa proportional zu einer von dem Kopplungselement erzeugten Auftreffkraft. Ferner ist eine Auftreffkraft des Kopplungselementes proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit seiner Verschiebung. Somit können Geräusche durch eine Verringerung der Geschwindigkeit der Verschiebung dieses Kopplungselementes unterdrückt werden.

[0012] Selbst wenn in der Praxis bei einer Regelung die an das Solenoid gelegte Spannung auf Null reduziert wird, um das Kopplungselement aus der entriegelten Position in die verriegelte Position zu verschieben, verringert sich die Ansteuerspannung des Solenoids aufgrund seiner Induktanz- und Widerstandskomponente nicht unverzüglich auf Null. Im Vergleich mit einem Fall, in dem eine an das Solenoid gelegte Spannung plötzlich auf Null abgesenkt wird, ist es jedoch wirkungsvoll, eine Absenkungsrate der an das Solenoid gelegten Spannung so zu regeln, daß sie geringer als eine Absenkungsrate der Spannung aufgrund ihrer Induktanz- und Widerstandskomponente ist, um eine niedrigere Geschwindigkeit der Verschiebung des Kopplungselementes zu bewirken und somit Geräusche zu unterdrücken (s. **Fig. 5A**).

[0013] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung im Verlauf des Verschiebens des Kopplungselementes aus der entriegelten Position in die verriegelte Position die an das Solenoid gelegte Ansteuerspannung so verringert, daß eine elektromagnetische Kraft des Solenoids eine elastische Kraft des elastischen Elementes auf einer Seite nahe der verriegelten Position aufhebt, um das Kopplungselement vorübergehend auf der Nahseite anzuhalten, bevor das Kopplungselement die verriegelte Position erreicht, und dann schließlich einen Wert der Ansteuerspannung auf Null verringert.

[0014] Selbst wenn die an das Solenoid gelegte Spannung so geregelt wird, daß das Kopplungselement aus der entriegelten Position in die verriegelte Position verschoben wird, kann eine tatsächliche An-

steuerspannung des Solenoids aufgrund der Induktanz- und Widerstandskomponente des Solenoids nicht unverzüglich auf einen anzulegenden Spannungswert eingestellt werden. Ein vorübergehendes Anhalten des Kopplungselementes ermöglicht es aber, eine Verzögerung in der Änderung der an das Solenoid gelegten Ansteuerspannung zu verringern. Wenn des weiteren die letztendlich an das Solenoid gelegte Spannung sich zu einem Zeitpunkt, an dem das Kopplungselement die verriegelte Position noch nicht erreicht hat, zu Null verringert, ist eine Auftreffkraft des Kopplungselementes im wesentlichen proportional zu dem Produkt aus einem Elastizitätsmodul des elastischen Elementes und einer Verschiebungsstrecke des Kopplungselementes. Von dem Kopplungselement bei seinem Verriegelungsbetrieb erzeugte Geräusche werden daher leise.

[0015] Wenn die Geschwindigkeit der Verschiebung des Kopplungselementes im Verlauf des Verschiebens des Kopplungselementes aus der entriegelten Position in die verriegelte Position langsam ist, sind von dem Kopplungselement bei seinem Verriegelungsbetrieb erzeugte Geräusche leise, jedoch wird eine lange Zeit benötigt, um den Verriegelungsbetrieb zu bewerkstelligen. In dieser Hinsicht ist die Verwendung der obenstehend beschriebenen Anordnung nicht nur im Hinblick auf die Unterdrückung von Geräuschen wirksam, sondern auch im Hinblick auf die Verkürzung einer erforderlichen Betätigungszeit, verglichen mit einem Fall, in dem die an das Solenoid gelegte Spannung einfach nur verringert wird.

[0016] Genauer gesagt, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dreht ein Gehäuse als Einheit mit der Eingangswelle. Der Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus ist ein Übertragungsverhältnis-Änderungsmotor, der in dem Gehäuse festgelegt ist und eine Drehwelle zum Übertragen einer Motordrehung an die Abtriebswelle über eine Untersetzungsgetriebeeinheit aufweist. Ein Drehelement ist koaxial und einstückig mit der Drehwelle des Übertragungsverhältnis-Änderungsmotors ausgebildet und weist mindestens eine an einer äußeren Umfangsfläche davon ausgebildete Eingriffsaussparung auf. Das Kopplungselement weist einen Eingriffshaken auf, der so am Gehäuse angebracht ist, daß er der äußeren Umfangsfläche des Drehelementes gegenüberliegt und zwischen der verriegelten Position und der entriegelten Position verschiebbar ist. Der Eingriffshaken steht in der verriegelten Position mit der Eingriffsaussparung in Eingriff. In der entriegelten Position löst sich der Eingriffshaken von der Eingriffsaussparung, so daß ein vorgegebener Abstand zwischen dem Eingriffshaken und der äußeren Umfangsfläche des Drehelementes eingehalten wird. Das elastische Element spannt das Kopplungselement elastisch in Richtung auf die verriegelte Position vor, in der der Eingriffshaken des Kopplungselementes mit der Eingriffsaussparung

des Drehelementes in Eingriff steht. Wenn das Solenoid aktiviert ist, verschiebt es das Kopplungselement gegen die elastische Kraft des elastischen Elementes und hält das Kopplungselement in der entriegelten Position, in der der Eingriffshaken des Kopplungselementes außer Eingriff mit der Eingriffsaussparung des Drehelementes ist und einen vorgegebenen Abstand von der äußeren Umfangsfläche des Drehelementes einhält. Ferner veranlaßt die Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung beim Spannungsdämpfungsvorgang aufgrund der elastischen Kraft des elastischen Elementes das in der entriegelten Position gehaltene Kopplungselement zu einer Verschiebung in Richtung auf die verriegelte Position, wodurch die Eingangswelle über das Gehäuse mit der Drehwelle des Übertragungsverhältnis-Änderungsmotors zu einer Einheit verbunden wird, und veranlaßt die Eingangswelle und die Abtriebswelle, über die Untersetzungsgetriebeeinheit als Einheit zu drehen.

[0017] Die obenstehend beschriebene Anordnung verwirklicht auf wirksame Weise eine Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis, welche in der Lage ist, Geräusche zu unterdrücken, die erzeugt werden, wenn das Kopplungselement in die entriegelte Position gebracht wird, und des weiteren in der Lage ist, die Eingangswelle (d. h. die Lenkwelle) fest mit der Abtriebswelle (d. h. der Radlenkwelle) zu verriegeln, so daß sie als Einheit drehen.

Ausführungsbeispiel

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0018] Diese und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich noch deutlicher aus der Lektüre der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen.

[0019] Es zeigt:

[0020] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0021] Fig. 2 eine Querschnittansicht eines Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus der Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0022] Fig. 3A und 3B Querschnittansichten zur Erläuterung des Betriebs eines Verriegelungsmechanismus in dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0023] Fig. 4 eine Querschnittansicht zur Erläute-

rung des verriegelten Zustands des Verriegelungsmechanismus in dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0024] Fig. 5A bis 5D Diagramme zur Erläuterung der Änderung einer an eine elektromagnetische Spule bzw. ein Solenoid gelegten Ansteuerspannung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0025] Fig. 6 ein Ablaufdiagramm für ein erstes Verfahren zum Anlegen der Ansteuerspannung an die elektromagnetische Spule bzw. an das Solenoid gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0026] Fig. 7 ein Ablaufdiagramm für ein zweites Verfahren zum Anlegen der Ansteuerspannung an die elektromagnetische Spule bzw. an das Solenoid gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0027] Fig. 8 ein Ablaufdiagramm für ein drittes Verfahren zum Anlegen der Ansteuerspannung an die elektromagnetische Spule bzw. an das Solenoid gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0028] Fig. 9A und 9B Querschnittansichten zur Erläuterung des Betriebs eines weiteren Verriegelungsmechanismus in dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0029] Fig. 10 eine Querschnittansicht zur Erläuterung des verriegelten Zustands des Verriegelungsmechanismus in dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0030] Fig. 11A und 11B Querschnittansichten zur Erläuterung des Betriebs eines modifizierten Verriegelungsmechanismus in dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0031] Fig. 12 eine Querschnittansicht zur Erläuterung des Betriebs eines modifizierten Verriegelungsmechanismus in dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0032] Im nachfolgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert.

Erste Ausführungsform

[0033] Es wird zuerst eine Lenkvorrichtung mit ein-

stellbarem Übertragungsverhältnis gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. **Fig. 1** zeigt eine schematische Anordnung für eine Lenkvorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Ein Lenkrad **10** ist an einem oberen Ende einer Lenkwelle **12a** befestigt (die einer Eingangswelle der vorliegenden Erfindung entspricht). Die Lenkwelle **12a** hat ein unteres Ende, das mit einem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus **14** verbunden ist. Ein oberes Ende einer Ritzelwelle **12b** (die einer Abtriebswelle der vorliegenden Erfindung entspricht) ist mit dem Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus **14** verbunden. Des Weiteren ist ein Ritzel (nicht gezeigt) an einem unteren Ende der Ritzelwelle **12b** vorgesehen. Dieses Ritzel wälzt mit einer in einem Lenkgetriebe **16** angeordneten Zahnstange **18** ab bzw. steht damit in Eingriff. Des Weiteren ist jedes Ende der Zahnstange **18** mit einem inneren Ende einer entsprechenden Spurstange **20** gekoppelt. Das äußere Ende einer jeden Spurstange **20** ist mit einem gelenkten Rad **24** über einen Spurhebel **22** verbunden. Diese Ausführungsform wendet eine Servolenkvorrichtung mit einem Servounterstützungsmechanismus (nicht gezeigt) an, der in der Lage ist, die Zahnstange **18** bei einer Bewegung zu unterstützen. Es wird beispielsweise ein hydraulischer, ein motorgetriebener, oder ein elektrohydraulischer Typ verwendet.

[0034] Des Weiteren ist ein Lenkwinkelsensor **25** zum Erfassen eines Lenkwinkels des Lenkrades **10** an der Lenkwelle **12a** angebracht. Der Lenkwinkelsensor **25** ist beispielsweise ein herkömmlich bekannter Drehgeber oder eine vergleichbare Winkelerfassungseinrichtung. Auf ähnliche Weise ist ein Ausgabewinkelsensor **26** zum Erfassen eines Einschlagwinkels des gelenkten Rades **24** an der Ritzelwelle **12b** angebracht. Der Ausgabewinkelsensor **26** ist beispielsweise ein herkömmlich bekannter Drehgeber oder eine vergleichbare Winkelerfassungseinrichtung. In diesem Fall ist es möglich, den Ausgabewinkelsensor **26** in den Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus **14** einzugliedern. Ein Lenkungsregelabschnitt **30** gibt einen vom Lenkwinkelsensor **25** erfaßten Lenkwinkel des Lenkrades **10** und einen vom Ausgabewinkelsensor **26** erfaßten Einschlagwinkel des gelenkten Rades **24** ein. Ferner gibt der Lenkungsregelabschnitt **30** eine vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **27** erfaßte Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs ein. Des Weiteren kann der Lenkungsregelabschnitt **30** als Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung der vorliegenden Erfindung dienen, die ein Regelsignal zum Regeln des Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus **14** erzeugt.

[0035] Des Weiteren besteht der Lenkungsregelabschnitt **30** aus einem allgemein bekannten Mikrocomputer mit einer CPU **31**, einem RAM **32**, einem ROM

33, und einer Eingabe-/Ausgabe-Schnittstelle **34**, welche über eine Busleitung **35** verbunden und in der Lage sind, miteinander zu kommunizieren. Ferner weist der ROM **33** einen Programmspeicherbereich **33a** und einen Datenspeicherbereich **33b** auf. Der Programmspeicherbereich **33a** speichert ein Lenkungsregelprogramm **33p**. Der Datenspeicherbereich **33b** speichert die Daten zur Verwendung bei der Lenkungsregelung.

[0036] Gemäß der Darstellung in **Fig. 2** weist der Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus **14** einen Motor **40** und eine Untersetzungsgetriebeeinheit **42** auf. Der Motor **40** weist einen Ständer **46** und einen Läufer **48** auf. Der Ständer **46** ist an einem Motorgehäuse **44** festgelegt. Die Untersetzungsgetriebeeinheit **42** besteht beispielsweise auf einem Planetengetriebemechanismus oder einem Oberwellengetriebemechanismus. Bei dem Planetengetriebemechanismus dreht eine Drehwelle **50** zusammen mit dem Läufer **48** und ist an einem Sonnenrad **52** befestigt. Eine vorgegebene Anzahl von Planetenrädern **54** ist um das Sonnenrad **52** und in gleichmäßigen Winkelabständen angeordnet. Jedes Planetenrad **54** wälzt mit dem Sonnenrad **52** auf der in Radialrichtung inneren Seite und des weiteren mit einem Hohlrad **56**, das auf der zylindrischen Innenfläche des Motorgehäuses **44** ausgebildet ist, ab. Des weiteren ist jedes Planetenrad **54** durch ein Zwischenrad **58** drehbar abgestützt.

[0037] Des weiteren ist ein Verriegelungsmechanismus (s. **Fig. 3A** und **3B**) im Motorgehäuse **44** vorgesehen. Der Verriegelungsmechanismus befindet sich auf einer Höhe, die einem Oberteil des Läufers **48** entspricht (d. h. auf der Höhe einer in **Fig. 2** gezeigten Linie A-A). Genauer gesagt weist der Verriegelungsmechanismus einen bogenförmigen Verriegelungsarm **60** auf (entspr. einem Kopplungselement der vorliegenden Erfindung), der im Motorgehäuse **44** angeordnet ist. Der Verriegelungsarm **60** entspricht höhenmäßig dem Oberteil des Läufers **48**. Der Verriegelungsarm **60** weist einen Eingriffsvorsprung **60a** (entspr. einem Eingriffshaken der vorliegenden Erfindung) auf, der auf der Innenseite seines bogenförmigen Körpers ausgebildet ist. Der Verriegelungsarm **60** hat ein Ende (d. h. ein Schwenkende oder proximales Ende), das mittels eines Stiftes **44a** verschwenkbar vom Motorgehäuse **44** getragen ist. Eine elektromagnetische Spule **62** ist an dem anderen Ende (d. h. einem freien Ende bzw. distalen Ende) des Verriegelungsarmes **60** vorgesehen. Des weiteren ist gemäß der Darstellung in **Fig. 2** ein Plattenmagnet **64** an einer oberen Begrenzungsfläche des Motorgehäuses **44** befestigt. Der Plattenmagnet **64** liegt der elektromagnetischen Spule **62** von oben eng benachbart gegenüber. Andererseits ist eine Metallplatte **66** am Ständer **46** befestigt und unter der elektromagnetischen Spule **62** in gegenüberliegender Beziehung angeordnet. Die elektromagnetische

Spule **62**, der Plattenmagnet **64** und die Metallplatte **66** stellen im Zusammenwirken ein Solenoid der vorliegenden Erfindung dar.

[0038] Des weiteren ist eine Feder **67** (entspr. dem elastischen Element der vorliegenden Erfindung) in der Nähe des freien Endes des Verriegelungsarmes **60** vorgesehen, wo die elektromagnetische Spule **62** vorgesehen ist. Ein Ende der Feder **67** ist mit dem Verriegelungsarm **60** verbunden, und das andere Ende der Feder **67** ist an der zylindrischen Innenfläche des Motorgehäuses **44** verankert. Der Verriegelungsarm **60** wird von der Feder **67** elastisch auf die Drehwelle **50** hin vorgespannt bzw. gezogen.

[0039] Weiterhin ist ein drehbares Blockierorgan **68** (entspr. einem Drehelement der vorliegenden Erfindung) auf der oberen Oberfläche des Läufers **48** des Motors **40** vorgesehen. Das Blockierorgan **68** ist an der Drehwelle **50** befestigt und dreht zusammen mit dem Läufer **48**. Das Blockierorgan **68** ist mit mindestens einer Eingriffsaussparung **68a** (entspr. einer Eingriffsaussparung der vorliegenden Erfindung) versehen, die mit dem Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** in Eingriff bringbar ist. Gemäß der in **Fig. 3A** und **3B** gezeigten Ausführungsform sind insgesamt vier Eingriffsaussparungen **68a** vorgesehen.

[0040] Das Motorgehäuse **44** des Motors **40** ist mit dem oberen Ende der Ritzelwelle **12b** verbunden. Das Zwischenrad (**58**) ist mit dem unteren Ende der Lenkwelle **12a** eines Kardangelenks (nicht gezeigt) verbunden.

[0041] Gemäß der Lenkvorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis dieser Ausführungsform gibt der Lenkungsregelabschnitt **30** eine vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **27** erfaßte Fahrzeug-Fahrgeschwindigkeit und einen vom Lenkwinkelsensor **25** erfaßten Lenkwinkel ein. Der Lenkungsregelabschnitt **30** berechnet einen Soll-Lenkwinkel auf der Grundlage der eingegebenen Fahrzeug-Fahrgeschwindigkeit und des Lenkwinkels gemäß dem von der CPU **31** ausgeführten Lenkungsregelprogramm **33p**. Der Lenkungsregelabschnitt **30** gibt ein Regelsignal, das dem bestimmten Soll-Lenkwinkel entspricht, an den Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus **14** aus. Der Motor **40** des Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus **14** wird auf der Grundlage des Regelsignals angesteuert, um den Ist-Einschlagwinkel des gelenkten Rades **24** an den Soll-Lenkwinkel anzugleichen.

[0042] Der obenstehend beschriebene Verriegelungsmechanismus arbeitet folgendermaßen.

[0043] Wenn die Brennkraftmaschine in Betrieb ist (d. h. wenn der Zündschalter auf EIN steht) und der Motor **40** nicht ausgefallen ist, liefert der Lenkungsre-

gelabschnitt **30** elektrische Leistung an die elektromagnetische Spule **62**. Die elektromagnetische Spule **62** erzeugt eine elektromagnetische Kraft, die in der Richtung parallel zu der unter dem Verriegelungsarm **60** angeordneten Metallplatte **66** wirkt. Der Verriegelungsarm **60** wird gegen die Federkraft der Feder **67** auf die zylindrische Innenwand des Motorgehäuses **44** hin gezogen. D. h., der Verriegelungsarm **60** verschiebt sich in der Richtung vom Blockierorgan **68** weg, und somit gerät der Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** außer Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** des Blockierorgans **68**, wie in **Fig. 3A** gezeigt ist (entspr. der entriegelten Position der vorliegenden Erfindung). Wenn über das gelenkte Rad **24** keine übermäßige Kraft eingegeben wird und der Motor **40** nicht ausgefallen ist, stellt der Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus einen Einschlagwinkel des gelenkten Rades **24** auf der Grundlage der erfaßten Fahrzeug-Fahrgeschwindigkeit ein.

[0044] Bei abgestellter Brennkraftmaschine hingegen (d. h., wenn der Zündschalter auf AUS steht), oder wenn der Motor **40** ausgefallen ist, unterbricht der Lenkungsregelabschnitt **30** die Versorgung der elektromagnetischen Spule **62** mit elektrischer Leistung. Die Feder **67** drückt den Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** elastisch auf das Blockierorgan **68** hin und drückt den Eingriffsvorsprung **60a** in Eingriff mit dem Eingriffsaussparung **68a** des Blockierorgans **68**, wie in **Fig. 4** gezeigt ist (entspr. der entriegelten Position der vorliegenden Erfindung).

[0045] Ein Eingriff des Eingriffsvorsprungs **60a** und der Eingriffsaussparung **68a** wird folgendermaßen herbeigeführt.

[0046] Falls die Winkelposition des Eingriffsvorsprungs **60a** des Verriegelungsarmes **60** und diejenige der Eingriffsaussparung **68a** des Blockierorgans **68** in der Umfangsrichtung übereinstimmen, greift der Eingriffsvorsprung **60a** direkt und unmittelbar in die Eingriffsaussparung **68a** ein. Wenn der Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** nicht mit der Eingriffsaussparung **68a** des Blockierorgans **68** zusammenpaßt, kann der Verriegelungsbetrieb nicht sofort bewerkstelligt werden, und demzufolge kann das Blockierorgan **68** eine Weile relativ zum Verriegelungsarm **60** drehen, bis die Winkelpositionen des Eingriffsvorsprungs **60a** und der Eingriffsaussparung **68a** übereinstimmen. Somit greift der Eingriffsvorsprung **60a** sofort mit der Eingriffsaussparung **68a** ein, sobald die Winkelpositionen des Eingriffsvorsprungs **60a** und der Eingriffsaussparung **68a** übereinstimmen. Selbst wenn der Motor **40** ausgefallen ist, kann das Übertragungsverhältnis somit auf einen vorgegebenen Wert festgelegt werden, und demzufolge kann der Fahrer die Räder **24** sicher lenken.

[0047] Weiterhin verwendet diese Ausführungsform eine PWM (= Pulsbreitenmodulation)-Steuerung zum Einstellen einer Ansteuerspannung, die an die elektromagnetische Spule **62** gelegt wird. Der Lenkungsregelabschnitt **30** bestimmt die Ansteuerspannung, die an die elektromagnetische Spule **62** gelegt wird, gemäß dem Lenkungsregelprogramm **33p**, und erzeugt ein PWM-Signal auf der Grundlage eines Tastverhältnisses, das der angelegten Spannung entspricht.

[0048] Der Lenkungsregelabschnitt **30** (genauer gesagt, die CPU **31**) führt die Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus mit dem Lenkungsregelprogramm **33p** durch. Im nachfolgenden wird ein erstes Beispiel für das Lenkungsregelprogramm **33p** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm von **Fig. 6** in Verbindung mit **Fig. 3A**, **3B**, und **4** und dem Diagramm von **Fig. 5B** erläutert. Zuerst wird überprüft, ob der Zündschalter (in der Zeichnung nicht gezeigt) vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand gestellt wurde (s. Schritt S1). Wenn der Zustand des Zündschalters zum AUS-Zustand geändert wurde (d. h. JA in Schritt S1), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis so, daß die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung schrittweise von V_0 zu V_b abnimmt, wie in **Fig. 5B** gezeigt ist (s. Schritt S2). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** ein Verriegelungs-Flag, welches anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S3). In diesem Zustand verringert sich die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62** um einen Betrag, welcher der Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt wird die Federkraft der Feder **67** größer als die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62**, und demzufolge verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** auf das Blockierorgan **68** hin und wird an einem vorgegebenen Gleichgewichtspunkt gehalten. Genauer gesagt, wenn die Spannung V_0 an die elektromagnetische Spule **62** angelegt ist, liegt ein Spalt mit der Strecke d_{11} zwischen dem Eingriffsvorsprung **60a** und dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** vor, wie in **Fig. 3A** gezeigt ist (entspr. der entriegelten Position der vorliegenden Erfindung). Wenn hingegen die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung auf V_b reduziert wird, verkleinert sich der Spalt zwischen dem Eingriffsvorsprung **60a** und dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** auf die Strecke d_{12} , wie in **Fig. 3B** gezeigt ist (entspr. der Nahseitenposition der vorliegenden Erfindung). Zu diesem Zeitpunkt wird der Eingriffsvorsprung **60a** noch nicht in Berührung mit dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** gebracht, weshalb das Blockierorgan **68** kontinuierlich drehen kann.

[0049] Wenn der Zündschalter nicht aus dem

EIN-Zustand in den AUS-Zustand gestellt wurde (d. h. NEIN in Schritt S1), wird überprüft, ob sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (s. Schritt S4). Wenn sich der Zündschalter im EIN-Zustand befindet (d. h. NEIN in Schritt S4), wird der Verriegelungsbetrieb abgebrochen (s. Schritt S10). Der Lenkungsregelabschnitt **30** gibt den Verriegelungsarm **60** frei, wie in **Fig. 3A** gezeigt ist, und führt die Verarbeitung für die in einem normalen Zustand befindliche Lenkvorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis durch. Wenn sich der Zündschalter sich im AUS-Zustand befindet (d. h. JA in Schritt S4), wird überprüft, ob der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S5). Wenn der Verriegelungsmechanismus nicht in Betrieb ist (d. h. NEIN in Schritt S5), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich.

[0050] Wenn sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet und der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (d. h. JA in Schritt S5), wird überprüft, ob eine vorgegebene Zeitspanne T_b (z.B. 5 s) verstrichen ist, seit der Zündschalter vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand gestellt wurde (s. Schritt S6). Wenn die vorgegebene Zeitspanne T_b noch nicht verstrichen ist (d. h. NEIN in Schritt S6), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich. Wenn die vorgegebene Zeitspanne T_b bereits verstrichen ist (d. h. JA in Schritt S6), verringert der Lenkungsregelabschnitt **30** die Spannung V , die an die elektromagnetische Spule **62** gelegt wird, auf 0 V (s. Schritt S7). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** das Verriegelungs-Flag zurück, das anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S8). In diesem Fall erzeugt die elektromagnetische Spule **62** keine elektromagnetische Kraft. Somit veranlaßt die Kontraktionskraft der Feder **67** den Eingriffsvorsprung **60a** zu einer Verschiebung aus dem Zustand der **Fig. 3B** in denjenigen der **Fig. 4**. Der Eingriffsvorsprung **60a** tritt vollständig mit der Eingriffsaussparung **68a** in Eingriff. Anders ausgedrückt, der Verriegelungsarm **60** ist mit dem Blockierorgan **68** verriegelt.

[0051] T_b ist eine ausreichend lange Zeit im Vergleich mit der Zeit, die der Verriegelungsarm **60** braucht, um eine Verschiebungsbewegung aus dem in **Fig. 3A** gezeigten Zustand in den in **Fig. 3B** gezeigten Zustand auszuführen. In dem Zustand von **Fig. 3A** liegt ein Spalt mit der Strecke d_{11} zwischen dem Eingriffsvorsprung **60a** und einem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** vor. In dem Zustand von **Fig. 3B** verkleinert sich der Spalt zwischen dem Eingriffsvorsprung **60a** und dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** auf eine Strecke d_{12} . Ferner sollte T_b unter Berücksichtigung einer Zeitkonstante bestimmt werden, die sich nach einer Induktanz der elektromagnetischen Spule **62** und einer in der elektromagnetischen Spule **62** enthaltenen Widerstandskomponente richtet (d. h. einer Verzögerungs-

zeit der an die elektromagnetische Spule **62** gelegten Spannung, die sich von V_0 zu V_b ändert).

[0052] Im nachfolgenden wird ein zweites Beispiel für das Lenkungsregelprogramm **33p** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm von **Fig. 7** in Verbindung mit **Fig. 3A, 3B, und 4** und dem Diagramm von **Fig. 5C** erläutert. Der Lenkungsregelabschnitt **30** (genauer gesagt, die CPU **31**) führt die Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus mit diesem Lenkungsregelprogramm **33p** durch. Zuerst wird überprüft, ob der Zündschalter (in der Zeichnung nicht gezeigt) vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (s. Schritt S11). Wenn der Zustand des Zündschalters in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. JA in Schritt S11), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis, so daß die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung stufenweise von V_0 auf V_c abnimmt, wie in **Fig. 5C** gezeigt ist (s. Schritt S12). Daraufhin setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** ein Verriegelungs-Flag, das anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S13). In diesem Zustand nimmt die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62** um einen Betrag ab, welcher einer Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt, die Federkraft der Feder **67** wird größer als die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62**, und infolgedessen verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** auf das Blockierorgan **68** hin. Genauer gesagt, wenn die Spannung V_0 an die elektromagnetische Spule **62** gelegt ist, liegt ein Spalt mit der Strecke d_{11} zwischen dem Eingriffsvorsprung **60a** und einem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** vor, wie in **Fig. 3A** gezeigt ist (entspr. der entriegelten Position der vorliegenden Erfindung). Wenn hingegen die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung auf V_c verringert wird, verkleinert sich der Spalt zwischen dem Eingriffsvorsprung **60a** und dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** auf die Strecke d_{12} , wie in **Fig. 3B** gezeigt ist (entspr. der Nahseitenposition der vorliegenden Erfindung). Zu diesem Zeitpunkt ist der Eingriffsvorsprung **60a** noch nicht mit dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** in Eingriff gebracht, und daher kann das Blockierorgan **68** kontinuierlich drehen.

[0053] Wenn der Zündschalter nicht vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. NEIN in Schritt S11), wird überprüft, ob sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (s. Schritt S14). Wenn sich der Zündschalter im EIN-Zustand befindet (d. h. NEIN in Schritt S14), wird der Verriegelungsbetrieb abgebrochen (s. Schritt S21). Der Lenkungsregelabschnitt **30** gibt den Verriegelungsarm **60** frei, wie in **Fig. 3A** gezeigt ist, und führt die Verarbeitung für die in einem normalen Zustand befindliche Lenk-

vorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis durch. Wenn der Zündschalter im AUS-Zustand ist (d. h. JA in Schritt S14), wird sodann überprüft, ob der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S15). Wenn der Verriegelungsmechanismus nicht in Betrieb ist (d. h. NEIN in Schritt S15), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich.

[0054] Wenn der Zündschalter im AUS-Zustand ist und der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (d. h. JA in Schritt S15), überprüft der Lenkungsregelabschnitt **30** sodann in Schritt S16, ob es Zeit ist, die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V (d. h. das PWM-Tastverhältnis) zu ändern. Wenn es Zeit zum Ändern der Spannung ist (d. h. JA in Schritt S16), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis, so daß die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung um einen Betrag V_{cof} (z.B. 0,1 V) reduziert wird (s. Schritt S17). Die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62** verringert sich um einen Betrag, der einer Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt, die Federkraft der Feder **67** wird größer als die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62**, und infolgedessen verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** auf das Blockierorgan **68** hin und wird an einem neuen Gleichgewichtspunkt (näher am Blockierorgan **68**) gehalten. Wenn der Zeitpunkt zum Ändern der Spannung noch nicht gekommen ist (d. h. NEIN in Schritt S16), überspringt der Lenkungsregelabschnitt **30** den Schritt S17 und geht zu dem nächsten Schritt S18 weiter.

[0055] Gemäß den in Fig. 5C gezeigten Spannungscharakteristiken übersteigt die Kontraktionskraft der Feder **67** die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62**, wenn sich die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V an V_1 annähert. Die Feder **67** und die elektromagnetische Spule **62** können einen ausgeglichenen Zustand nicht beibehalten. Infolgedessen tritt der Eingriffsvorsprung **60a** mit dem Eingriffsaussparung **68a** in Eingriff (siehe Fig. 4).

[0056] Nach dem Ändern des PWM-Tastverhältnisses wird überprüft, ob die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V auf V_2 abgenommen hat (s. Schritt S18). Wenn die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V größer als V_2 ist (NEIN in Schritt S18), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung. Wenn die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V gleich oder kleiner als V_2 ist (JA in Schritt S18), verringert der Lenkungsregelabschnitt **30** die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V auf 0 V (s. Schritt S19). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** das Verriegelungs-Flag zurück, das anzeigt, daß sich der Verriegelungsmechanismus in Be-

trieb befindet (s. Schritt S20).

[0057] In diesem Fall ist die Spannung V_1 eine durchschnittliche Spannung, die nötig ist, damit die elektromagnetische Spule **62** den Eingriffszustand zwischen dem Eingriffsvorsprung **60a** und der Eingriffsaussparung **68a** aufrechterhält. Ferner ist die Spannung V_2 eine minimale (bzw. niedrigste) Spannung, die nötig ist, damit die elektromagnetische Spule **62** den oben beschriebenen Eingriffszustand aufrechterhält, wenn verschiedene Unterschiede von Bauteilen in Betracht zu ziehen sind.

[0058] Im nachfolgenden wird ein drittes Beispiel für das Lenkungsregelprogramm **33p** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm von Fig. 8 in Verbindung mit Fig. 3A, 3B, und 4 und das Diagramm von Fig. 5D erläutert. Der Lenkungsregelabschnitt **30** (genauer gesagt, die CPU **31**) führt die Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus mit diesem Lenkungsregelprogramm **33p** durch. Zuerst wird überprüft, ob der Zündschalter (in der Zeichnung nicht gezeigt) vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (s. Schritt S31). Wenn der Zustand des Zündschalters in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. JA in Schritt S31), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis so, daß die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung linear mit einer konstanten Rate von V_0 bis 0 abnimmt, wie in Fig. 5D gezeigt ist (s. Schritt S32). Genauer gesagt, im Ansprechen auf das Ausschalten des Zündschalters ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis so, daß sich die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung um einen Betrag V_{dof} verringert. Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** eine Verriegelungs-Flag, welches andeutet, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S33).

[0059] Wenn der Zündschalter nicht vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. NEIN in Schritt S31), wird überprüft, ob sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (s. Schritt S34). Wenn sich der Zündschalter im EIN-Zustand befindet (d. h. NEIN in Schritt S34), wird der Verriegelungsbetrieb abgebrochen (s. Schritt S41). Der Lenkungsregelabschnitt **30** gibt den Verriegelungsarm **60** frei, wie in Fig. 3A gezeigt ist, und führt die Verarbeitung für die in einem normalen Zustand befindliche Lenkvorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis durch. Wenn der Zündschalter im AUS-Zustand ist (d. h. JA in Schritt S34), wird überprüft, ob der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S35). Wenn der Verriegelungsmechanismus nicht in Betrieb ist (d. h. NEIN in Schritt S55), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich.

[0060] Wenn der Zündschalter im AUS-Zustand ist

und der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (d. h. JA in Schritt S35), überprüft der Lenkungsregelabschnitt **30**, ob es Zeit zum Ändern der an die elektromagnetische Spule **62** gelegten Spannung V (d. h. des PWM-Tastverhältnisses) ist. Wenn es Zeit zum Ändern der Spannung ist (d. h. JA in Schritt S36), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis so, daß die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung um einen Betrag V_{dof} abnimmt (s. Schritt S37). Wenn die Zeit zum Ändern der Spannung noch nicht gekommen ist (d. h. NEIN in Schritt S36), überspringt der Lenkungsregelabschnitt **30** den Schritt S37 und geht weiter zu dem nächsten Schritt S38. Infolgedessen verringert sich eine elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62** um einen Betrag, der einer Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt, die Federkraft der Feder **67** wird größer als die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62**, und infolgedessen verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** auf das Blockierorgan **68** hin und wird als Ergebnis an einem Gleichgewichtspunkt (näher am Blockierorgan **68**) gehalten.

[0061] Gemäß den in **Fig. 5D** gezeigten Spannungscharakteristiken übersteigt die Kontraktionskraft der Feder **67** die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule **62**, wenn die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V sich an V_1 annähert. Die Feder **67** und die elektromagnetische Spule **62** können einen ausgeglichenen Zustand nicht beibehalten. Infolgedessen tritt der Eingriffsvorsprung **60a** in Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** (siehe **Fig. 4**).

[0062] Nach dem Ändern des PWM-Tastverhältnisses wird überprüft, ob die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V auf 0 gesunken ist (s. Schritt S38). Wenn die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V größer als 0 ist (NEIN in Schritt S38), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung. Wenn die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V gleich oder kleiner als 0 ist (JA in Schritt S38), wird angenommen, daß die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V 0 V ist (s. Schritt S39). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** das Verriegelungs-Flag zurück, das anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S40).

[0063] Bei diesem dritten Beispiel steht V_{dof} für eine Absenkungsrate (V_0/T_d) der an die elektromagnetische Spule **62** gelegten Spannung V . Obgleich V_{dof} in diesem Beispiel als konstant eingestellt ist, ist es möglich, V_{dof} in der Endphase der Verschiebungsbewegung des sich an das Blockierorgan **68** annähernden Eingriffsvorsprungs **60a** zu ändern (z.B. wenn die Spannung V unter den Spannungswert V_1 abnimmt).

[0064] Neben der obenstehend beschriebenen Anordnung, und wie in **Fig. 11A** gezeigt ist, ist es möglich, an dem Eingriffsvorsprung **60a** ein Gummielement oder ein elastisches Element **60b** anzubringen, oder ein Gummielement oder ein elastisches Element **68b** an der Eingriffsaussparung **68a** anzubringen. Anders ausgedrückt ist es wünschenswert, ein Gummielement oder ein vergleichbares elastisches Element anzubringen, um Geräusche zu unterdrücken, die erzeugt werden, wenn der Eingriffsvorsprung **60a** in Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** tritt. Beispielsweise gestattet es diese Anordnung dem Lenkungsregelabschnitt **30**, die in **Fig. 5A** gezeigten Spannungscharakteristiken zu verwenden, anstatt die Betriebsverarbeitung für den obenstehend beschriebenen Verriegelungsmechanismus anzuwenden. Gemäß **Fig. 5A**, wenn sich der Zündschalter vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand verändert, fällt die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V unverzüglich auf 0 V ab. Selbst wenn sich die Spannung V abrupt verringert, kann das am Eingriffsvorsprung **60a** und/oder an der Eingriffsaussparung **68a** angebrachte elastische Element die Geräusche wirksam reduzieren, die erzeugt werden, wenn der Verriegelungsarm **60** mit dem Blockierorgan **68** in Eingriff tritt.

[0065] Wie weiterhin in **Fig. 11B** gezeigt ist, ist es möglich, die Feder **67** als Kombination aus zwei Federn **67a** und **67b** auszuführen, die in Reihe verbunden sind und einen unterschiedlichen Elastizitätsmodul aufweisen. Die Verwendung der Kombination aus den beiden Federn **67a** und **67b** ermöglicht es, die Geräusche, die erzeugt werden, wenn der Eingriffsvorsprung **60a** in Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** tritt, weiter abzuschwächen. Gemäß dieser Anordnung zieht sich zuerst eine Feder **67a** mit einem höheren Elastizitätsmodul zusammen, und dann zieht sich die andere Feder **67b** mit einem niedrigeren Elastizitätsmodul als nächste zusammen. Anders ausgedrückt, die Geschwindigkeit der Verschiebung des Verriegelungsarmes **60** nimmt in der Endphase des Kontraktionsvorgangs der Verbundfeder **67** ab. Dies nimmt wirksam den Aufprall auf (und unterdrückt somit wirksam Geräusche), der beim Eingriff des Eingriffsvorsprungs **60a** mit der Eingriffsaussparung **68a** auftritt. Beispielsweise erlaubt es diese Anordnung dem Lenkungsregelabschnitt **30**, die in **Fig. 5A** gezeigten Spannungscharakteristiken anzuwenden, anstatt die obenstehend beschriebene Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus anzuwenden. Wie obenstehend beschrieben ist, fällt gemäß **Fig. 5A** die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V im Ansprechen auf das Ausschalten des Zündschalters unverzüglich auf 0 V ab. Selbst wenn die Spannung V abrupt abnimmt, kann die Verbundfeder **67**, die aus zwei in Reihe verbundenen Federn **67a** und **67b** mit einem unterschiedlichen Elastizitätsmodul besteht, wirksam Geräusche unterdrücken, die erzeugt werden, wenn der

Verriegelungsarm **60** in Eingriff mit das Blockierorgan **68** tritt.

[0066] Ferner ist es möglich, beide der in **Fig. 11A** und **11B** gezeigten obenstehend vorgeschlagenen Anordnungen anzuwenden. In diesem Fall ist ein Gummielement bzw. ein elastisches Element an mindestens einem von dem Eingriffsvorsprung **60a** des Verriegelungsarmes **60** und der Eingriffsaussparung **68a** oder dem Blockierorgan **68** angebracht. Die Feder **67** besteht aus einer Kombination von zwei Federn **67a** und **67b**, die in Reihe verbunden sind und einen unterschiedlichen Elastizitätsmodul besitzen. Dies verringert weiter wirksam die Geräusche, die erzeugt werden, wenn der Eingriffsvorsprung **60a** in Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** tritt.

[0067] Diese Anordnung erlaubt es beispielsweise dem Lenkungsregelabschnitt **30**, die in **Fig. 5A** gezeigten Spannungscharakteristiken zu verwenden, anstatt die obenstehend beschriebene Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus anzuwenden. Wie obenstehend beschrieben ist, fällt gemäß **Fig. 5A** die an die elektromagnetische Spule **62** gelegte Spannung V im Ansprechen auf das Ausschalten des Zündschalters unverzüglich auf 0 V ab. Selbst wenn die Spannung V abrupt abnimmt, können das am Eingriffsvorsprung **60a** und/oder an der Eingriffsaussparung **68a** angebrachte elastische Element und die Verbundfeder **67**, die aus zwei in Reihe verbundenen Federn **67a** und **67b** mit einem unterschiedlichen Elastizitätsmodul besteht, wirksam Geräusche verringern, die erzeugt werden, wenn der Verriegelungsarm **60** in Eingriff mit das Blockierorgan **68** tritt.

Zweite Ausführungsform

[0068] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf **Fig. 9A** und **9B** und **10** eine Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. Die Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß der zweiten Ausführungsform unterscheidet sich von der in **Fig. 1** gezeigten ersten Ausführungsform dadurch, daß der Verriegelungsmechanismus (siehe **Fig. 2** oder **Fig. 3A** und **3B**) der Lenkvorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis durch eine in **Fig. 9A** und **9B** gezeigte Anordnung ersetzt ist. Demzufolge ist die Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß der zweiten Ausführungsform mit Ausnahme des Verriegelungsmechanismus baulich identisch mit der Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis der ersten Ausführungsform. Es werden daher für Bauteile, die mit denjenigen der Lenkvorrichtungen mit einstellbarem Übertragungsverhältnis **1** der ersten Ausführungsform, die bereits unter Bezugnahme auf **Fig. 1** to **8** erläutert wurde, identisch sind, gleiche Bezugszeichen ver-

wendet.

[0069] In **Fig. 9A** und **9B** ist ein Sperrstift **70** (entspr. einem Kopplungselement der vorliegenden Erfindung) drehbar an einem Drehsockel **72** angebracht. Der Drehsockel **72** ist am Motorgehäuse befestigt. Ein hinterer Endabschnitt **73** ist mit einem Solenoid **75** (entspr. einem Solenoid der vorliegenden Erfindung) verbunden. Weiterhin ist eine Schraubenfeder **71** (entspr. einem elastischen Element der vorliegenden Erfindung) um den Drehsockel **72** vorgesehen, um den Sperrstift **70** elastisch in seine ursprüngliche Lage zurückzustellen, wenn das Solenoid **75** deaktiviert ist. Gemäß dieser Anordnung erzeugt das Solenoid **75** eine elektromagnetische Kraft gemäß einer angelegten Spannung. Eine von dem Solenoid **75** erzeugte elektromagnetische Kraft veranlaßt den Sperrstift **70** gegen eine elastische Kraft der Schraubenfeder **71** zu einer Drehung um den Drehsockel **72**. Der Eingriffsvorsprung **70a** (entspr. einem Eingriffshaken der vorliegenden Erfindung) des Sperrstiftes **70** löst sich von, bzw. gerät außer Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** (entspr. einer Eingriffsaussparung der vorliegenden Erfindung) des Blockierorgans **68**. Diese Anordnung ermöglicht es, daß der Sperrstift **70** um den Drehsockel **72** dreht, so daß der Eingriffsvorsprung **70a** selektiv in bzw. außer Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** tritt. Das Solenoid **75** ist durch die PWM-Steuerung impulsgesteuert.

[0070] Der Lenkungsregelabschnitt **30** (genauer gesagt, die CPU **31**) führt die Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus mit dem Lenkungsregelprogramm **33p** durch. Im nachfolgenden wird ein erstes Beispiel für das Lenkungsregelprogramm **33p** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm von **Fig. 6** zusammen mit **Fig. 9A**, **9B**, und **10** und dem Diagramm von **Fig. 5B** erläutert. Zuerst wird überprüft, ob der Zündschalter (in der Zeichnung nicht gezeigt) vom EIN-Zustand zum AUS-Zustand geändert wurde (s. Schritt **S1**). Wenn der Zustand des Zündschalters zum AUS-Zustand geändert wurde (d. h. JA in Schritt **S1**), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis, so daß die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V schrittweise von V_0 auf V_b abnimmt, wie in **Fig. 5B** gezeigt ist (s. Schritt **S2**). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** ein Verriegelungs-Flag, welches anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt **S3**). In diesem Zustand verringert sich eine Zugkraft des Solenoids **75** um einen Betrag, welcher der Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt, die Federkraft der Schraubenfeder **71** wird größer als die Zugkraft des Solenoids **75**, und entsprechend verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **70a** des Sperrstift **70** in Richtung auf das Blockierorgan **68** und wird an einem vorgegebenen Gleichgewichtspunkt gehalten. Genauer ge-

sagt, wenn die Spannung V_0 an das Solenoid **75** angelegt ist, besteht ein Spalt mit der Strecke d_{21} zwischen dem Eingriffsvorsprung **70a** und einem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68**, wie in **Fig. 9A** gezeigt ist (entspr. der entriegelten Position der vorliegenden Erfindung). Wenn hingegen die an das Solenoid **75** gelegte Spannung auf V_b verringert wird, verringert sich der Spalt zwischen dem Eingriffsvorsprung **70a** und dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** auf die Strecke d_{22} , wie in **Fig. 9B** gezeigt ist (entspr. der Nahseitenposition der vorliegenden Erfindung). Zu diesem Zeitpunkt ist der Eingriffsvorsprung **70a** noch nicht in Berührung mit dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** gebracht, und infolgedessen kann das Blockierorgan **68** kontinuierlich drehen.

[0071] Wenn der Zündschalter nicht vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert ist (d. h. NEIN in Schritt S1), wird überprüft, ob sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (s. Schritt S4). Wenn sich der Zündschalter im EIN-Zustand befindet (d. h. NEIN in Schritt S4), wird der Verriegelungsbetrieb abgebrochen (s. Schritt S10). Der Lenkungsregelabschnitt **30** gibt den Sperrstift **70** frei, wie in **Fig. 9A** gezeigt ist, und führt die Verarbeitung für die im normalen Zustand befindliche Lenkvorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis durch. Wenn sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (d. h. JA in Schritt S4), wird überprüft, ob der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S5). Wenn der Verriegelungsmechanismus nicht in Betrieb ist, (d. h. NEIN in Schritt S5), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich.

[0072] Wenn sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet und der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (d. h. JA in Schritt S5), wird überprüft, ob eine vorgegebene Zeitspanne T_b (z.B. 5 s) verstrichen ist, seit der Zündschalter vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geschaltet wurde (s. Schritt S6). Wenn die vorgegebene Zeitspanne T_b noch nicht verstrichen ist (d. h. NEIN in Schritt S6), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich. Wenn die vorgegebene Zeitspanne T_b bereits verstrichen ist (d. h. JA in Schritt S6), verringert der Lenkungsregelabschnitt **30** die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V auf 0 V (s. Schritt S7). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** das Verriegelungs-Flag zurück, das anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S8). In diesem Fall erzeugt das Solenoid **75** keine Zugkraft. Somit veranlaßt eine Drehkraft der Schraubenfeder **71** den Eingriffsvorsprung **70a** zu einer Verschiebung aus dem Zustand von **Fig. 9B** in den Zustand von **Fig. 10**. Der Eingriffsvorsprung **70a** tritt vollständig in Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a**. Anders ausgedrückt, der Sperrstift **70** ist mit dem Blockierorgan **68** verriegelt.

[0073] T_b ist eine ausreichend lange Zeit im Vergleich mit einer Zeit, die der Sperrstift **70** braucht, um eine Verschiebungsbewegung aus dem in **Fig. 9A** gezeigten Zustand in den in **Fig. 9B** gezeigten Zustand zu bewerkstelligen. In dem Zustand von **Fig. 9A** besteht ein Spalt mit einer Strecke d_{21} zwischen dem Eingriffsvorsprung **70a** und einem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68**. In dem Zustand von **Fig. 9B** verringert sich der Spalt zwischen dem Eingriffsvorsprung **70a** und dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** auf eine Strecke d_{22} . Des weiteren sollte T_b unter Berücksichtigung einer Zeitkonstante bestimmt werden, die durch eine Induktanz des Solenoids **75** und eine in dem Solenoid **75** enthaltene Widerstandskomponente bestimmt ist (d. h. eine Verzögerungszeit der an das Solenoid **75** gelegten Ansteuerspannung, die sich von V_0 zu V_b ändert).

[0074] Im nachfolgenden wird ein zweites Beispiel für das Lenkungsregelprogramm **33p** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm von **Fig. 7** zusammen mit **Fig. 9A**, **9B**, und **10** und dem Diagramm von **Fig. 5C** erläutert. Der Lenkungsregelabschnitt **30** (genauer gesagt, die CPU **31**) führt die Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus mit diesem Lenkungsregelprogramm **33p** durch. Zuerst wird überprüft, ob der Zündschalter (in der Zeichnung nicht gezeigt) von EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (s. Schritt S11). Wenn der Zustand des Zündschalters in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. JA in Schritt S11), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis so, daß die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V schrittweise von V_0 zu V_c abnimmt, wie in **Fig. 5C** gezeigt ist (s. Schritt S12). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** ein Verriegelungs-Flag, welches anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S13). In diesem Zustand nimmt die Zugkraft des Solenoids **75** um einen Betrag ab, der einer Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt, eine Federkraft der Schraubenfeder **71** wird größer als die Zugkraft des Solenoids **75**, und infolgedessen verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **70a** des Sperrstift **70** in Richtung auf das Blockierorgan **68**. Genauer gesagt, wenn die Spannung V_0 an das Solenoid **75** gelegt ist, besteht ein Spalt mit der Strecke d_{21} zwischen dem Eingriffsvorsprung **70a** und einem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68**, wie in **Fig. 9A** gezeigt ist (entspr. der entriegelten Position der vorliegenden Erfindung). Wenn hingegen die an das Solenoid **75** gelegte Spannung auf V_c verringert ist, verringert sich der Spalt zwischen dem Eingriffsvorsprung **70a** und dem Außenumfangsabschnitt des Blockierorgans **68** auf eine Strecke d_{22} , wie in **Fig. 9B** gezeigt ist (entspr. der Nahseitenposition der vorliegenden Erfindung). Zu diesem Zeitpunkt ist der Eingriffsvorsprung **70a** noch nicht in Berührung mit dem Außenumfangsabschnitt

des Blockierorgans **68** gebracht, und infolgedessen kann das Blockierorgan **68** kontinuierlich drehen.

[0075] Wenn der Zündschalter nicht vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. NEIN in Schritt S11), wird überprüft, ob sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (s. Schritt S14). Wenn sich der Zündschalter im EIN-Zustand befindet (d. h. NEIN in Schritt S14), wird der Verriegelungsbetrieb abgebrochen (s. Schritt S21). Der Lenkungsregelabschnitt **30** gibt den Sperrstift **70** frei, wie in **Fig. 9A** gezeigt ist, und führt die Verarbeitung für die im normalen Zustand befindliche Lenkvorrichtung **1** mit einstellbarem Übertragungsverhältnis durch. Wenn sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (d. h. JA in Schritt S14), wird sodann überprüft, ob der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S15). Wenn der Verriegelungsmechanismus nicht in Betrieb ist (d. h. NEIN in Schritt S15), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich.

[0076] Wenn sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet und der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (d. h. JA in Schritt S15), überprüft der Lenkungsregelabschnitt **30** dann in Schritt S16, ob es Zeit ist, die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V (d. h. das PWM-Tastverhältnis) zu ändern. Wenn es Zeit ist, die Spannung zu ändern (d. h. JA in Schritt S16), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis so, daß die an das Solenoid **75** gelegte Spannung um einen Betrag V_{cof} (z.B. 0,1 V) verringert wird (s. Schritt S17). Eine Zugkraft des Solenoids **75** nimmt um einen Betrag ab, der einer Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt, die Federkraft der Schraubenfeder **71** wird größer als die Zugkraft des Solenoids **75**, und infolgedessen verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **70a** des Sperrstiftes **70** in Richtung auf das Blockierorgan **68** und wird als Ergebnis an einem neuen Gleichgewichtspunkt (näher am Blockierorgan **68**) gehalten. Wenn die Zeit zum Ändern der Spannung noch nicht gekommen ist (d. h. NEIN in Schritt S16), überspringt der Lenkungsregelabschnitt **30** den Schritt S17 und geht weiter zum nächsten Schritt S18.

[0077] Gemäß den in **Fig. 5C** gezeigten Spannungscharakteristiken übersteigt die Drehkraft der Schraubenfeder **71** die Zugkraft des Solenoids **75**, wenn sich die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V an V_1 annähert. Die Schraubenfeder **71** und das Solenoid **75** können einen ausgeglichenen Zustand nicht aufrechterhalten. Infolgedessen tritt der Eingriffsvorsprung **70a** mit der Eingriffsaussparung **68a** in Eingriff (siehe **Fig. 10**).

[0078] Nach dem Ändern des PWM-Tastverhältnisses wird überprüft, ob die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V sich zu V_2 verringert hat (s. Schritt S18).

Wenn die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V größer als V_2 ist (NEIN in Schritt S18), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung. Wenn die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V gleich oder geringer als V_2 ist (JA in Schritt S18), verringert der Lenkungsregelabschnitt **30** die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V zu 0 V (s. Schritt S19). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** das Verriegelungs-Flag zurück, welches anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S20).

[0079] In diesem Fall ist die Spannung V_1 eine durchschnittliche Spannung, die nötig ist, damit das Solenoid **75** den Zustand des Eingriffs zwischen dem Eingriffsvorsprung **70a** und der Eingriffsaussparung **68a** aufrechterhält. Ferner ist die Spannung V_2 eine minimale (bzw. niedrigste) Spannung, die nötig ist, damit das Solenoid **75** den oben beschriebenen Eingriffszustand aufrechterhält, wenn verschiedene Unterschiede von Bauteilen in Betracht gezogen werden müssen.

[0080] Im nachfolgenden wird ein drittes Beispiel für das Lenkungsregelprogramm **33p** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf das Ablaufdiagramm von **Fig. 8** zusammen mit **Fig. 9A**, **9B**, und **10** und dem Diagramm von **Fig. 5D** erläutert. Der Lenkungsregelabschnitt **30** (genauer gesagt, die CPU **31**) führt die Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus mit diesem Lenkungsregelprogramm **33p** durch. Zuerst wird überprüft, ob der Zündschalter (in der Zeichnung nicht gezeigt) vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (s. Schritt S31). Wenn der Zustand des Zündschalters in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. JA in Schritt S31), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis, so daß die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V linear mit einer konstanten Rate von V_0 zu 0 abnimmt, wie in **Fig. 5D** gezeigt ist (s. Schritt S32). Genauer gesagt, im Ansprechen auf das Ausschalten des Zündschalters ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis, um die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V um einen Betrag V_{dof} zu verringern. Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** ein Verriegelungs-Flag, welches anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S33).

[0081] Wenn der Zündschalter nicht vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand geändert wurde (d. h. NEIN in Schritt S31), wird sodann überprüft, ob sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (s. Schritt S34). Wenn sich der Zündschalter im EIN-Zustand befindet (d. h. NEIN in Schritt S34), wird der Verriegelungsbetrieb abgebrochen (s. Schritt S41). Der Lenkungsregelabschnitt **30** gibt den Sperrstift **70** frei, wie in **Fig. 9A** gezeigt ist, und führt die Verarbeitung für die im normalen Zustand befindliche Lenkvorrichtung

1 mit einstellbarem Übertragungsverhältnis durch. Wenn sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet (d. h. JA in Schritt S34), wird überprüft, ob der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S35). Wenn der Verriegelungsmechanismus nicht in Betrieb ist (d. h. NEIN in Schritt S55), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung unverzüglich.

[0082] Wenn sich der Zündschalter im AUS-Zustand befindet und der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (d. h. JA in Schritt S35), überprüft der Lenkungsregelabschnitt **30**, ob es Zeit ist, die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V (d. h. das PWM-Tastverhältnis) zu ändern. Wenn es Zeit ist, die Spannung zu ändern (d. h. JA in Schritt S36), ändert der Lenkungsregelabschnitt **30** das PWM-Tastverhältnis so, daß die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V um einen Betrag V_{dof} abnimmt (s. Schritt S37). Wenn hingegen der Zeitpunkt zum Ändern der Spannung noch nicht gekommen ist, (d. h. NEIN in Schritt S36), überspringt der Lenkungsregelabschnitt **30** den Schritt S37 und geht weiter zu dem nächsten Schritt S38. Infolgedessen nimmt eine Zugkraft des Solenoids **75** um einen Betrag ab, der einer Verringerung der angelegten Spannung entspricht. Anders ausgedrückt, die Federkraft der Schraubenfeder **71** wird größer als die Zugkraft des Solenoids **75**, und infolgedessen verschiebt sich der Eingriffsvorsprung **70a** des Sperrstiftes **70** in Richtung auf das Blockierorgan **68** und wird als Ergebnis an einem Gleichgewichtspunkt (näher am Blockierorgan **68**) gehalten.

[0083] Gemäß der in **Fig. 5D** gezeigten Spannungscharakteristiken übersteigt die Drehkraft der Schraubenfeder **71** die Zugkraft des Solenoids **75**, wenn sich die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V an V_1 annähert. Die Schraubenfeder **71** und das Solenoid **75** können einen ausgeglichenen Zustand nicht aufrechterhalten. Infolgedessen tritt der Eingriffsvorsprung **70a** mit der Eingriffsaussparung **68a** in Eingriff (siehe **Fig. 10**).

[0084] Nach dem Ändern des PWM-Tastverhältnisses wird überprüft, ob sich die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V auf 0 verringert hat (s. Schritt S38). Wenn die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V größer als 0 ist (NEIN in Schritt S38), beendet der Lenkungsregelabschnitt **30** diese Verarbeitung. Wenn die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V gleich oder geringer als 0 ist (JA in Schritt S38), wird angenommen, daß die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V 0 V ist (s. Schritt S39). Sodann setzt der Lenkungsregelabschnitt **30** das Verriegelungs-Flag zurück, welches anzeigt, daß der Verriegelungsmechanismus in Betrieb ist (s. Schritt S40).

[0085] Bei diesem dritten Beispiel steht V_{dof} für eine Absenkungsrate (V_0/T_d) der an das Solenoid **75** gelegten Spannung V . Obgleich bei diesem Beispiel

V_{dof} konstant eingestellt ist, ist es möglich, V_{dof} in der Endphase der Verschiebungsbewegung des sich an das Blockierorgan **68** annähernden Eingriffsvorsprungs **70a** zu ändern (z.B. wenn die Spannung V unter den Spannungswert V_1 abnimmt).

[0086] Neben der obenstehend beschriebenen Anordnung, die in **Fig. 12** gezeigt ist, ist es möglich, ein Gummielement bzw. ein elastisches Element **70b** an dem Eingriffsvorsprung **70a** anzubringen oder ein Gummielement bzw. ein elastisches Element **68b** an der Eingriffsaussparung **68a** anzubringen. Anders ausgedrückt, es ist wünschenswert, ein Gummielement bzw. ein elastisches Element vorzusehen, um die Geräusche zu unterdrücken, die erzeugt werden, wenn der Eingriffsvorsprung **70a** in Eingriff mit der Eingriffsaussparung **68a** tritt. Beispielsweise erlaubt es diese Anordnung dem Lenkungsregelabschnitt **30**, die in **Fig. 5A** gezeigten Spannungscharakteristiken zu verwenden, anstatt die obenstehend beschriebene Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus anzuwenden. Gemäß **Fig. 5A**, wenn der Zündschalter vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand ändert, fällt die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V unverzüglich auf 0 V . Selbst wenn sich die Spannung V abrupt verringert, kann das am Eingriffsvorsprung **70a** und/oder an der Eingriffsaussparung **68a** angebrachte elastische Element wirksam die Geräusche verringern, die erzeugt werden, wenn der Sperrstift **70** in Eingriff mit das Blockierorgan **68** tritt.

[0087] Obgleich dies in der Zeichnung nicht gezeigt ist, ist es weiterhin möglich, die Schraubenfeder **71** durch eine Kombination von zwei Schraubenfedern aufzubauen, die in Reihe verbunden sind und einen unterschiedlichen Elastizitätsmodul besitzen. Die Verwendung der Kombination von zwei Schraubenfedern macht es möglich, die Geräusche, die erzeugt werden, wenn der Eingriffsvorsprung **70a** mit der Eingriffsaussparung **68a** in Eingriff tritt, weiter zu verringern. Gemäß dieser Anordnung dreht sich die Schraubenfeder mit einem höheren Elastizitätsmodul zuerst, und dann dreht sich als nächste die Schraubenfeder mit einem niedrigeren Elastizitätsmodul. Anders ausgedrückt, die Geschwindigkeit der Verschiebung des Sperrstiftes **70** wird in der Endphase des Drehens der Verbundschraubenfeder **71** niedrig. Dies ist wirksam bei der Aufnahme des Aufpralls (and infolgedessen beim Unterdrücken der Geräusche), der beim Eingriff des Eingriffsvorsprungs **70a** und der Eingriffsaussparung **68a** auftritt. Beispielsweise erlaubt es diese Anordnung dem Lenkungsregelabschnitt **30**, die in **Fig. 5A** gezeigten Spannungscharakteristiken zu verwenden, anstatt die obenstehend beschriebene Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus anzuwenden. Wie obenstehend beschrieben ist, fällt gemäß **Fig. 5A** die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V im Ansprechen auf das Ausschalten des Zündschalters unverzüglich auf 0 V .

[0088] Selbst wenn die Spannung V abrupt abnimmt, kann die Verbundschraubenfeder **71**, die aus zwei Schraubenfedern besteht, die in Reihe verbunden sind und einen unterschiedlichen Elastizitätsmodul besitzen, die Geräusche wirksam verringern, die erzeugt werden, wenn der Sperrstift **70** in Eingriff mit das Blockierorgan **68** tritt.

[0089] Weiterhin ist es möglich, beide der obenstehend vorgeschlagenen Anordnungen anzuwenden. In diesem Fall ist ein Gummielement bzw. ein elastisches Element an mindestens einem von dem Eingriffsvorsprung **70a** des Sperrstift **70** und der Eingriffsaussparung **68a** oder dem Blockierorgan **68** angebracht. Die Schraubenfeder **71** besteht aus einer Kombination von zwei Schraubenfedern, die in Reihe verbunden sind und einen unterschiedlichen Elastizitätsmodul besitzen. Dies ist wirksam, um die Geräusche, die erzeugt werden, wenn der Eingriffsvorsprung **70a** mit der Eingriffsaussparung **68a** in Eingriff tritt, weiter zu verringern. Beispielsweise erlaubt es diese Anordnung dem Lenkungsregelabschnitt **30**, die in **Fig. 5A** gezeigten Spannungscharakteristiken zu verwenden, anstatt die obenstehend beschriebene Betriebsverarbeitung für den Verriegelungsmechanismus anzuwenden. Wie obenstehend beschrieben ist, fällt gemäß **Fig. 5A** die an das Solenoid **75** gelegte Spannung V im Ansprechen auf das Ausschalten des Zündschalters unverzüglich auf 0 V . Selbst wenn die Spannung V abrupt abnimmt, kann das elastische Element, das an dem Eingriffsvorsprung **70a** und/oder der Eingriffsaussparung **68a** angebracht ist, und die Verbundschraubenfeder **71**, die aus zwei Schraubenfedern besteht, die in Reihe verbunden sind und einen unterschiedlichen Elastizitätsmodul besitzen, wirksam Geräusche verringern, die erzeugt werden, wenn der Sperrstift **70** in Eingriff mit das Blockierorgan **68** tritt.

[0090] Die obenstehend beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind lediglich praktische Beispiele, und daher ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt und kann auf verschiedene Weisen modifiziert werden, ohne den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis, welche aufweist:
eine mit einem Lenkrad (**10**) verbundene Eingangswelle (**12a**),
eine mit einem gelenkten Rad (**24**) verbundene Abtriebswelle (**12b**),
einen Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus (**14**) zum Ändern eines Verhältnisses eines Drehwinkels der Abtriebswelle (**12b**) zu einem Drehwinkel der Eingangswelle (**12a**),
ein Kopplungselement (**60, 68, 70**), das zwischen ei-

ner verriegelten Position und einer entriegelten Position verschiebbar ist, so daß die Eingangswelle (**12a**) und die Abtriebswelle (**12b**) als Einheit drehen, wenn sich das Kopplungselement in der verriegelten Position befindet, während die Eingangswelle (**12a**) und die Abtriebswelle (**12b**) aus einem gekoppelten Zustand freigegeben werden und in einen entriegelten Zustand gebracht werden, in dem das Übertragungsverhältnis des Drehwinkels der Abtriebswelle (**12b**) zum Drehwinkel der Eingangswelle (**12a**) durch den Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus (**14**) einstellbar ist, wenn sich das Kopplungselement in der entriegelten Position befindet,
ein elastisches Element (**67, 71**) zum elastischen Vorspannen des Kopplungselementes in Richtung auf die verriegelte Position,
ein Solenoid (**75**) zum Halten des Kopplungselementes in der entriegelten Position gegen eine elastische Kraft des elastischen Elementes (**71**), und
eine Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung zum Anlegen einer Ansteuerspannung an das Solenoid, um das Kopplungselement in der entriegelten Position positioniert zu halten, und zum Verringern der Ansteuerspannung durch einen Spannungsdämpfungsvorgang, bevor das Kopplungselement schließlich die verriegelte Position erreicht, so daß das Solenoid während des Spannungsdämpfungsvorgangs eine elektromagnetische Kraft erzeugt, die durch die elastische Kraft des elastischen Elementes (**71**) überwunden wird und eine Geschwindigkeit der Verschiebung des Kopplungselementes auf dem Weg in die verriegelte Position verringert.

2. Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß Anspruch 1, wobei die Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung im Verlauf des Verschiebens des Kopplungselementes aus der entriegelten Position in die verriegelte Position die an das Solenoid gelegte Ansteuerspannung allmählich verringert, so daß das Kopplungselement schließlich in die verriegelte Position gelangen kann.

3. Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß Anspruch 1, wobei die Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung im Verlauf des Verschiebens des Kopplungselementes von der entriegelten Position in die verriegelte Position die an das Solenoid gelegte Ansteuerspannung so verringert, daß eine elektromagnetische Kraft des Solenoids eine elastische Kraft des elastischen Elementes auf einer Seite nahe der verriegelten Position aufhebt, um das Kopplungselement vorübergehend auf der Nahseite anzuhalten, bevor das Kopplungselement die verriegelte Position erreicht, und dann schließlich einen Wert der Ansteuerspannung auf Null verringert.

4. Lenkvorrichtung mit einstellbarem Übertragungsverhältnis gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei

ein Gehäuse (44) als Einheit mit der Eingangswelle (12a) dreht,
der Übertragungsverhältnis-Änderungsmechanismus ein Übertragungsverhältnis-Änderungsmotor (40) ist, der in dem Gehäuse (44) festgelegt ist und eine Drehwelle (50) zum Übertragen einer Motordrehung auf die Abtriebswelle (12b) über eine Untersetzungsgetriebeeinheit (42) aufweist,
ein Drehelement (68) koaxial und einstückig mit der Drehwelle (50) des Übertragungsverhältnis-Änderungsmotors (40) ausgebildet ist und mindestens eine an seiner äußeren Umfangsfläche ausgebildete Eingriffsaussparung (68a) aufweist,
das Kopplungselement einen Eingriffshaken (60a, 70a) aufweist, der so an dem Gehäuse (44) angebracht ist, daß er der äußeren Umfangsfläche des Drehelementes (68) gegenüberliegt und zwischen der verriegelten Position, in der der Eingriffshaken in Eingriff mit der Eingriffsaussparung steht, und der entriegelten Position, in der der Eingriffshaken von der Eingriffsaussparung gelöst ist und einen vorgegebenen Abstand von der äußeren Umfangsfläche des Drehelementes beibehält, verschiebbar ist,
das elastische Element (71) das Kopplungselement in Richtung auf die verriegelte Position, in der der Eingriffshaken des Kopplungselementes mit der Eingriffsaussparung des Drehelementes in Eingriff steht, elastisch vorspannt,
das Solenoid (75) das Kopplungselement gegen die elastische Kraft des elastischen Elementes (71) verschiebt und das Kopplungselement in der entriegelten Position hält, in der der Eingriffshaken des Kopplungselementes von der Eingriffsaussparung des Drehelementes gelöst ist und einen vorgegebenen Abstand von der äußeren Umfangsfläche des Drehelementes beibehält, und
die Solenoid-Ansteuerungsregeleinrichtung beim Spannungsdämpfungsvorgang das in der entriegelten Position gehaltene Kopplungselement veranlaßt, sich aufgrund der elastischen Kraft des elastischen Elementes in Richtung auf die verriegelte Position zu verschieben, wodurch die Eingangswelle über das Gehäuse mit der Drehwelle des Übertragungsverhältnis-Änderungsmotors zu einer Einheit verbunden wird, und die Eingangswelle und die Abtriebswelle veranlaßt, über die Untersetzungsgetriebeeinheit als Einheit zu drehen.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

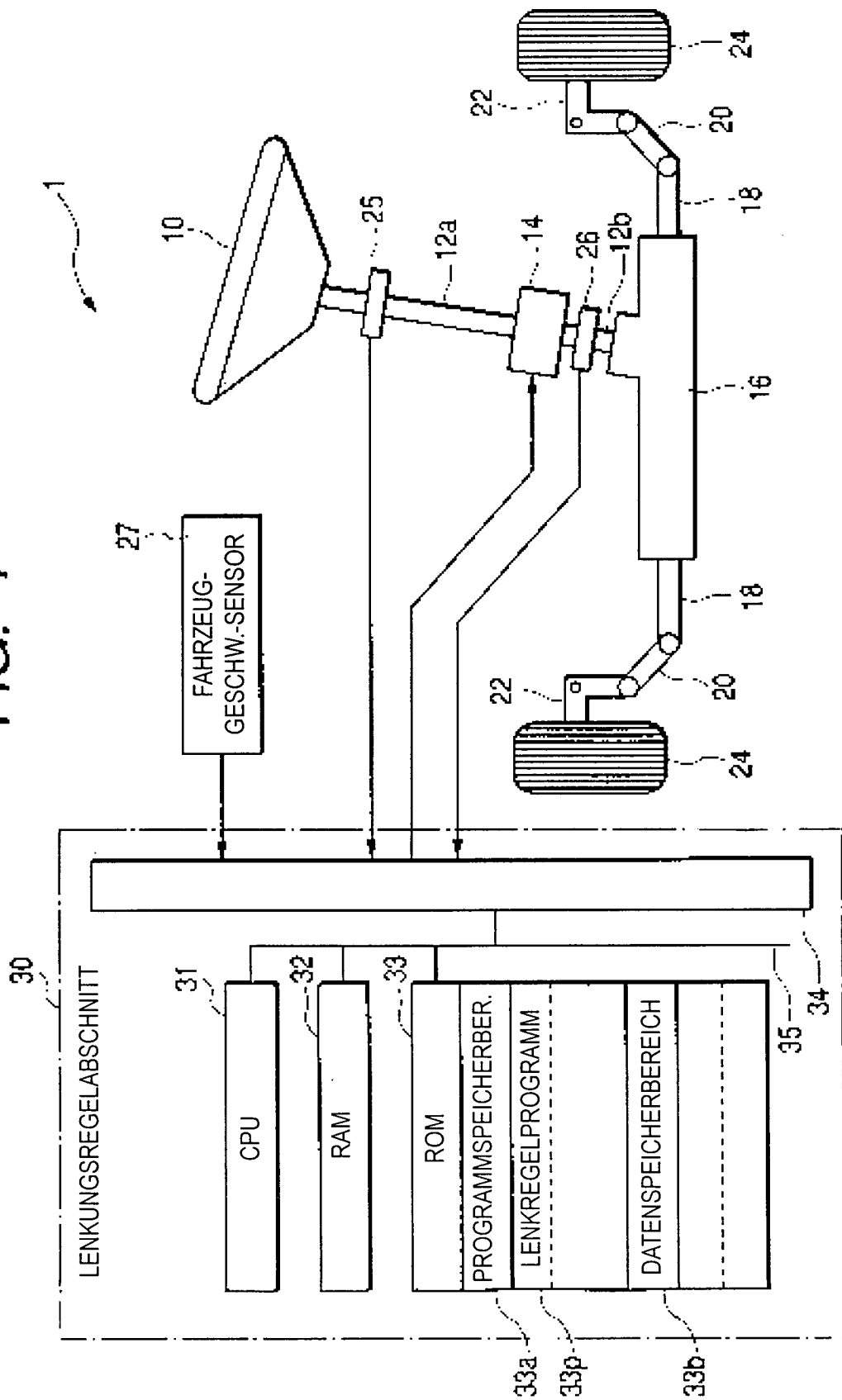


FIG. 2

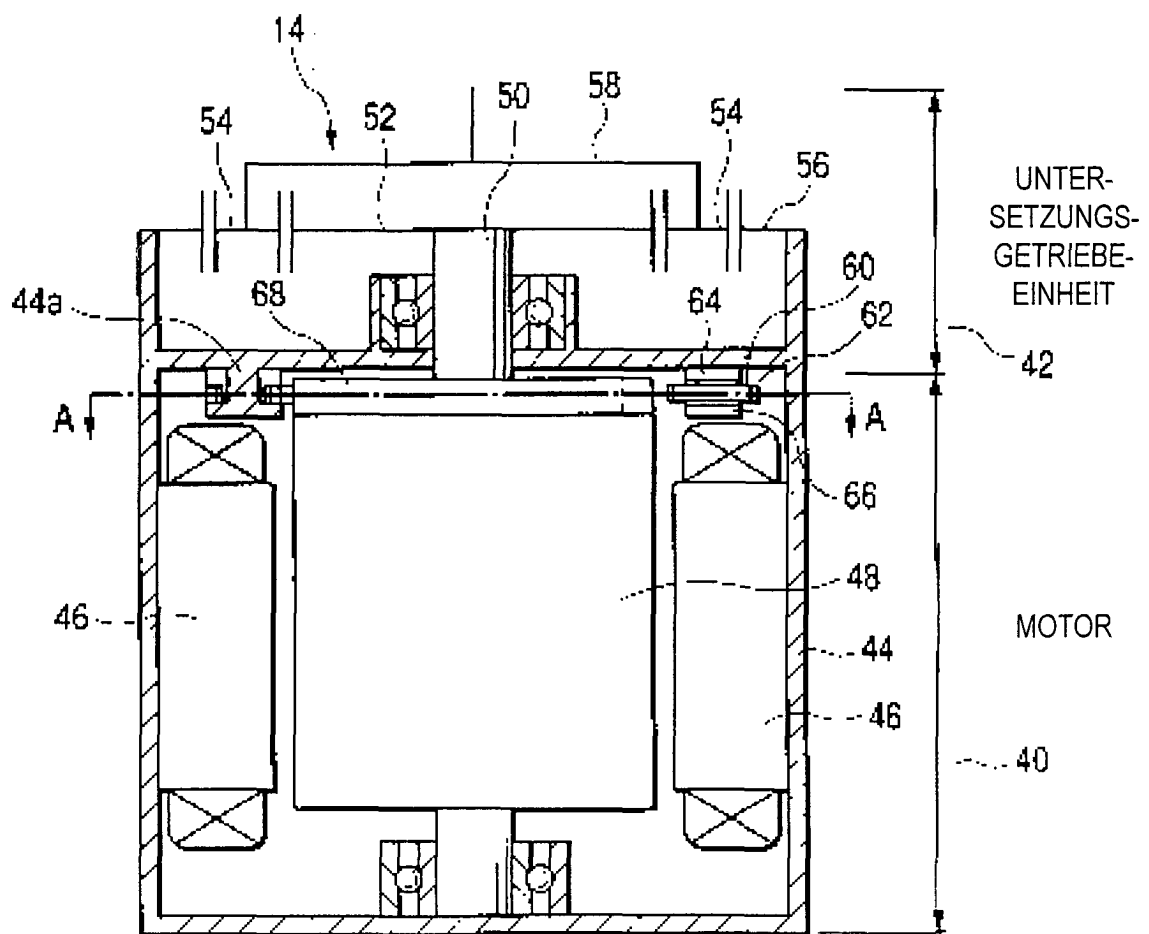


FIG. 3A

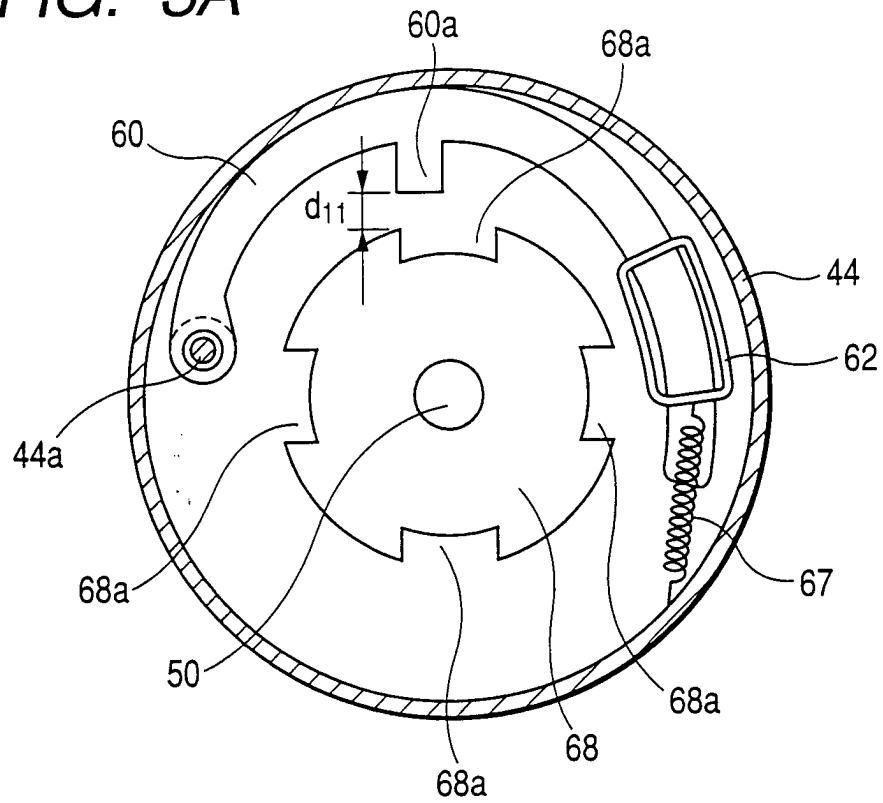


FIG. 3B

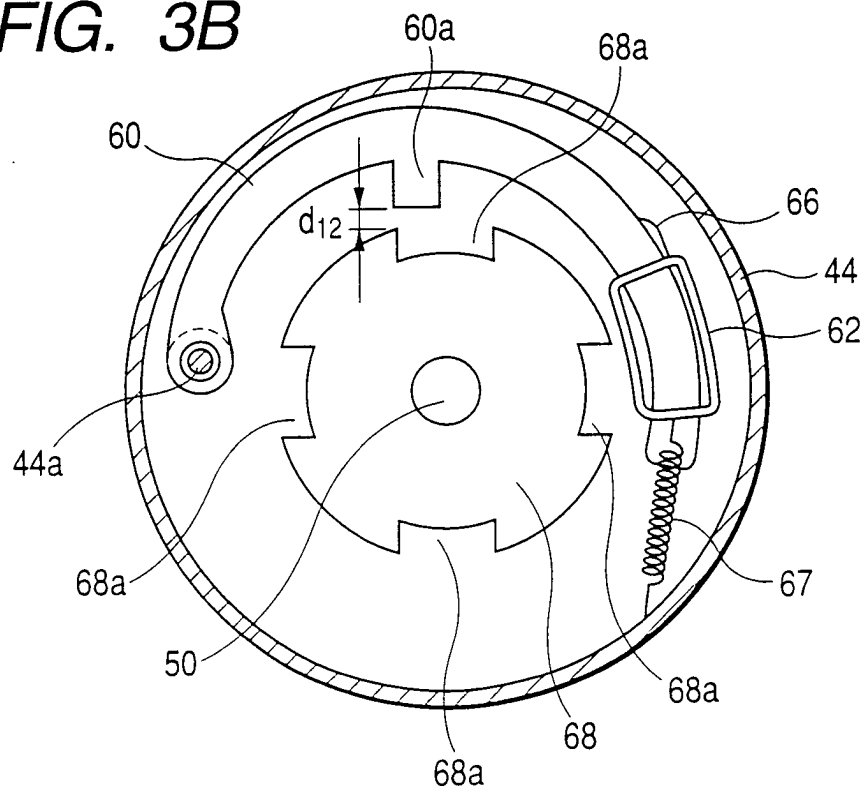
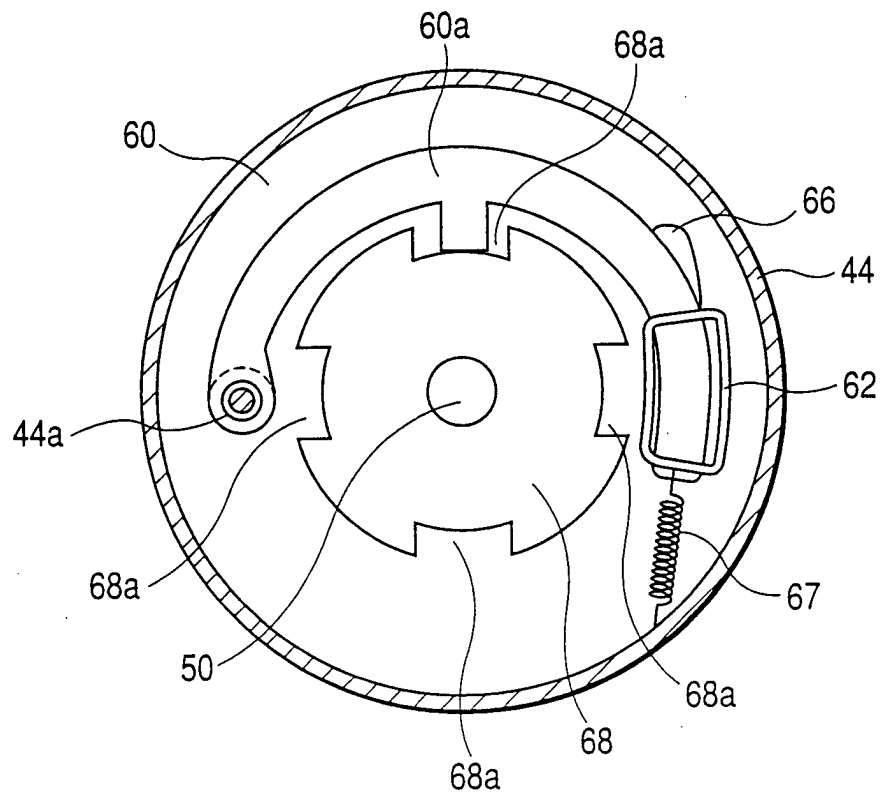


FIG. 4



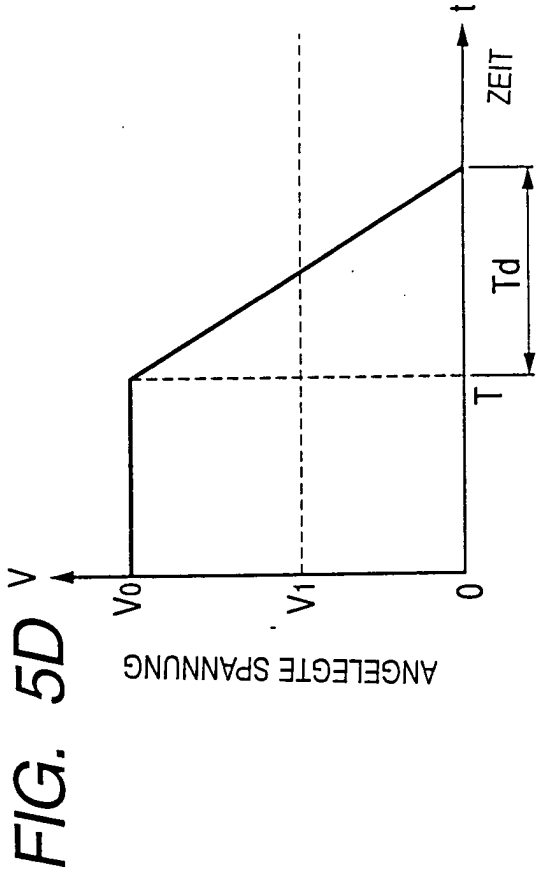
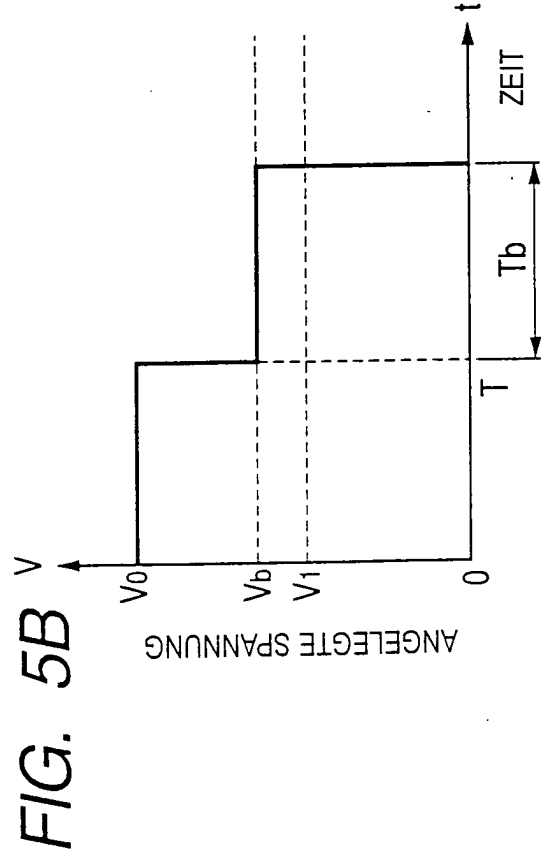
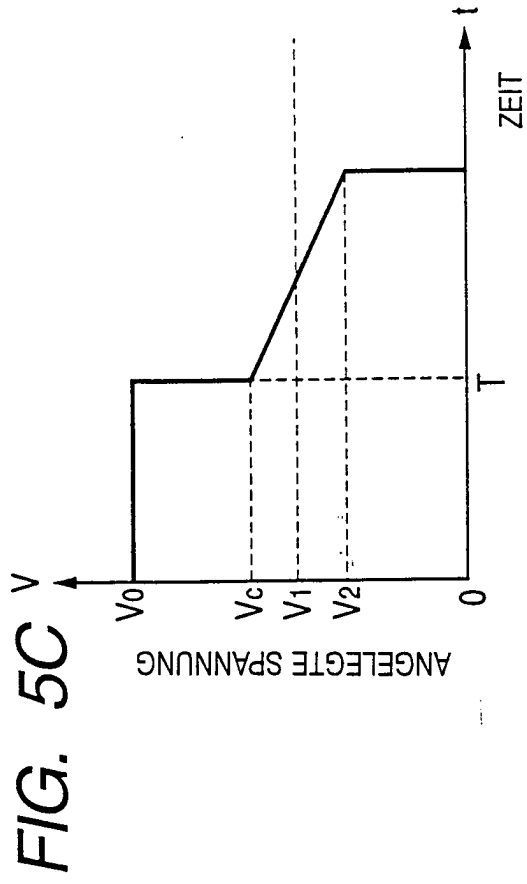
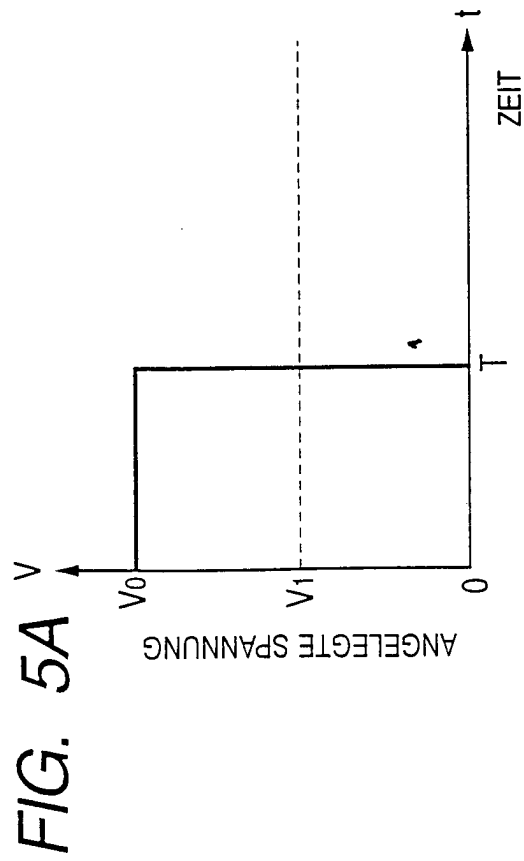


FIG. 6

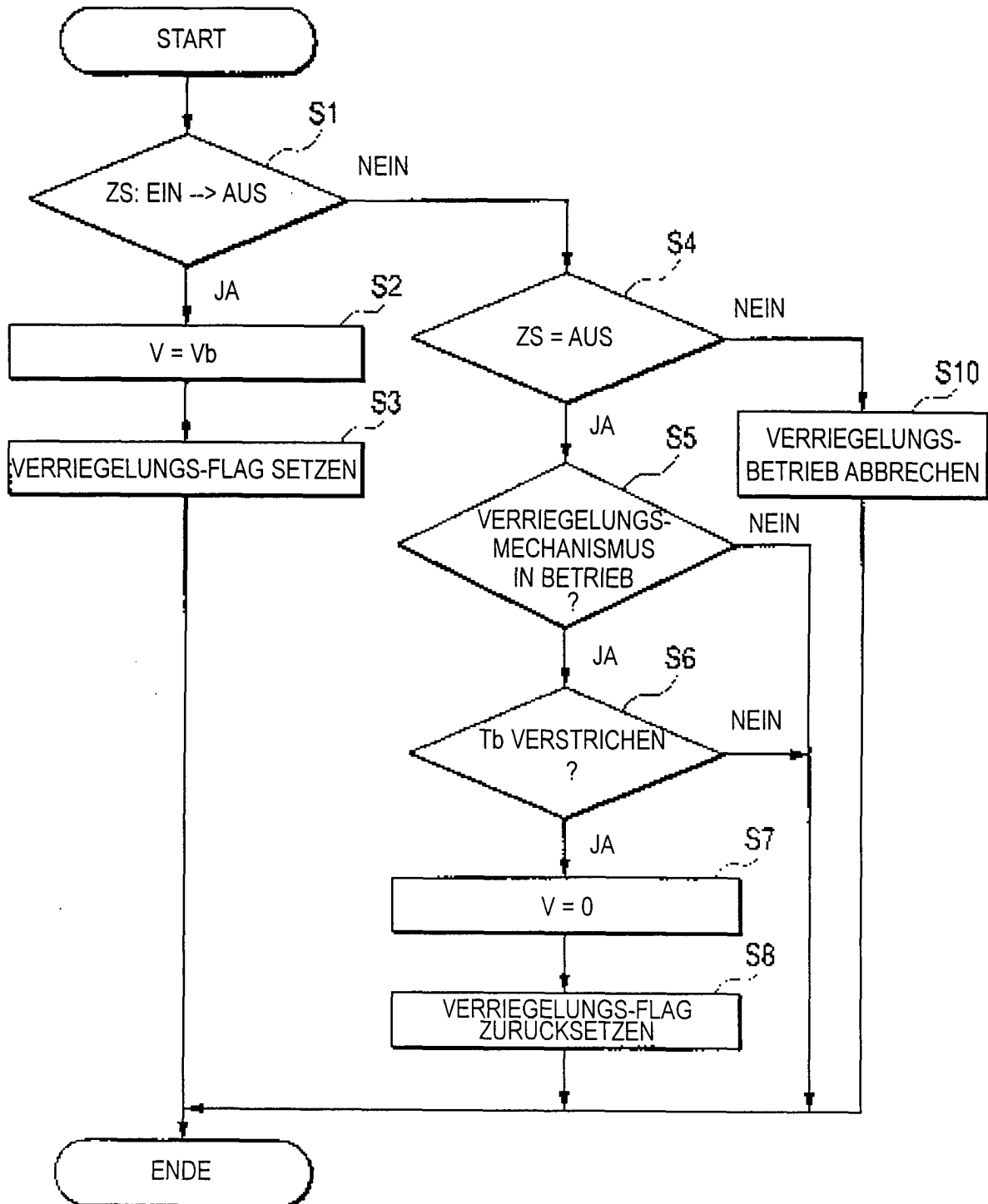


FIG. 7

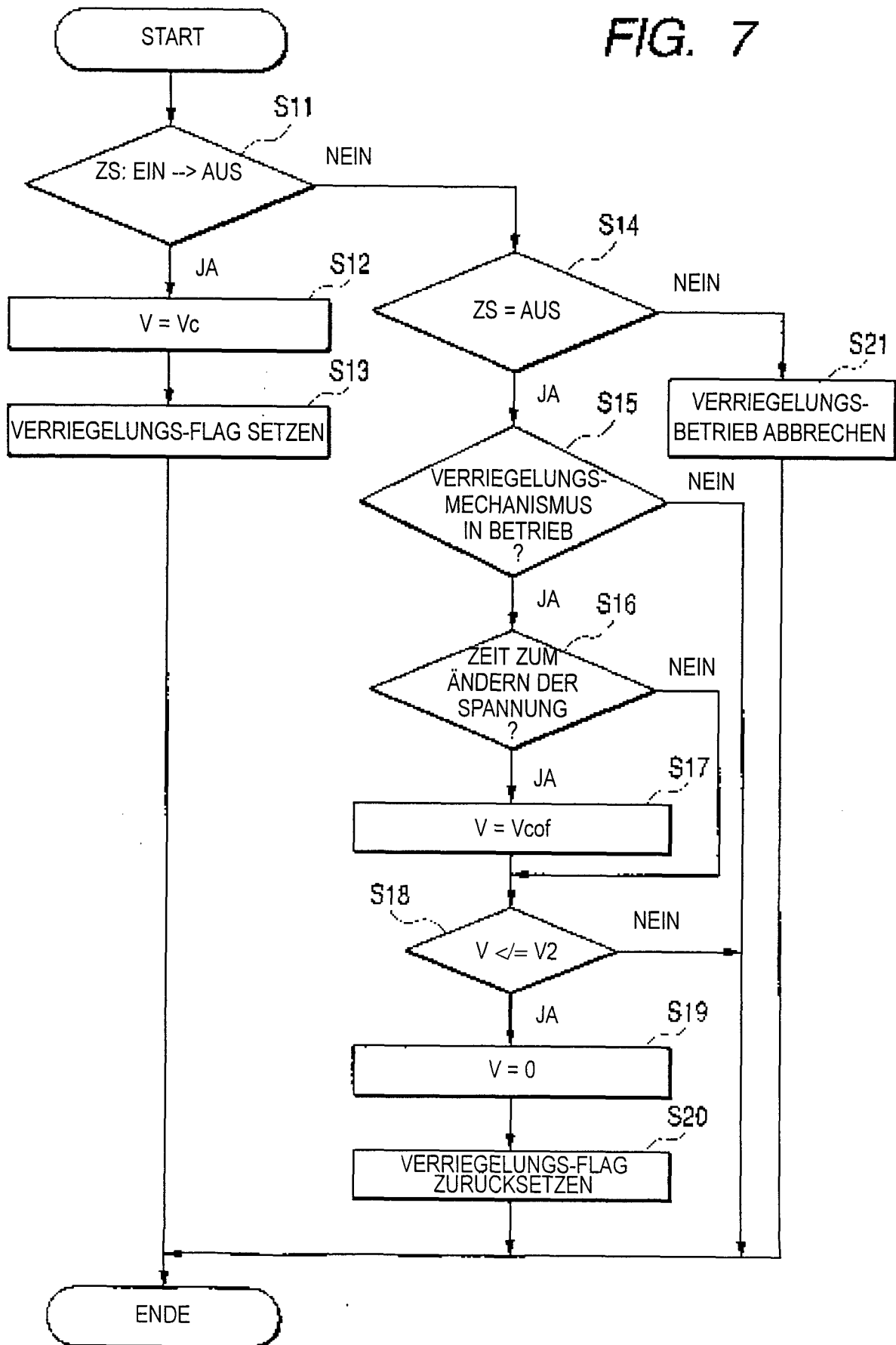


FIG. 8

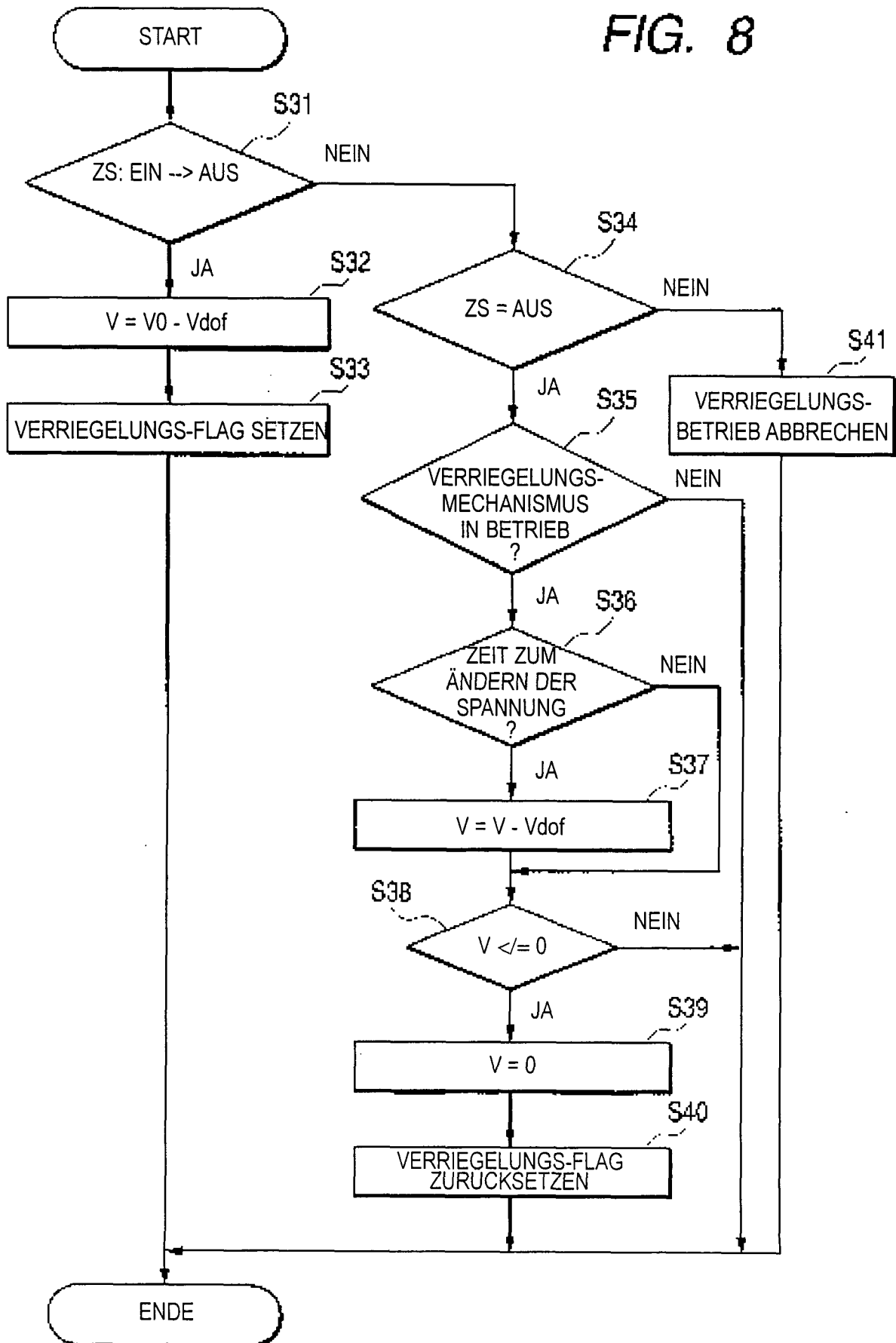


FIG. 9A

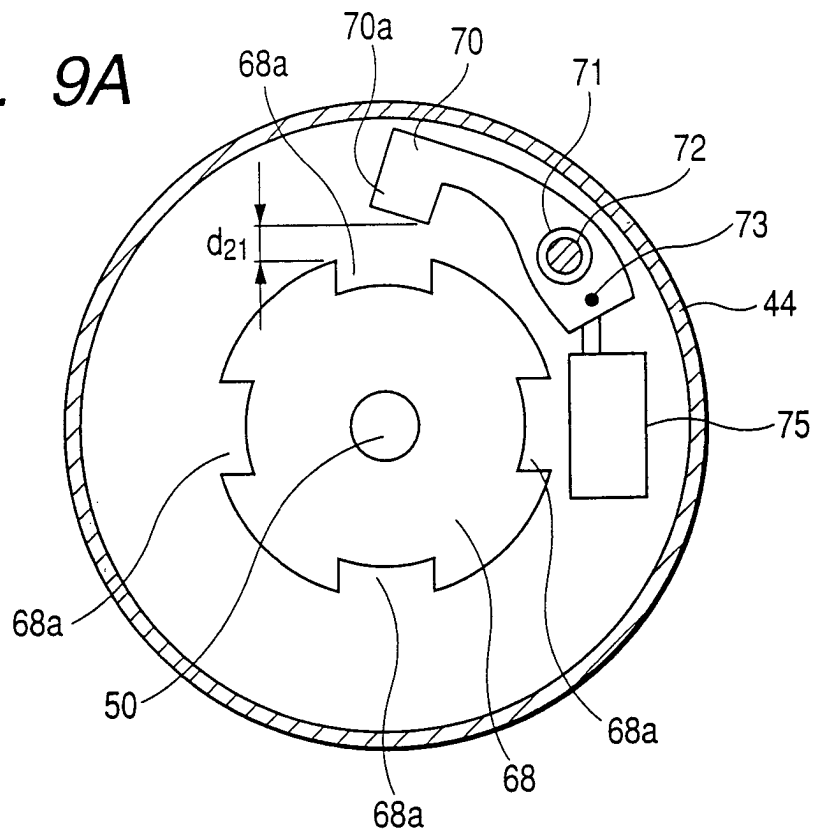


FIG. 9B

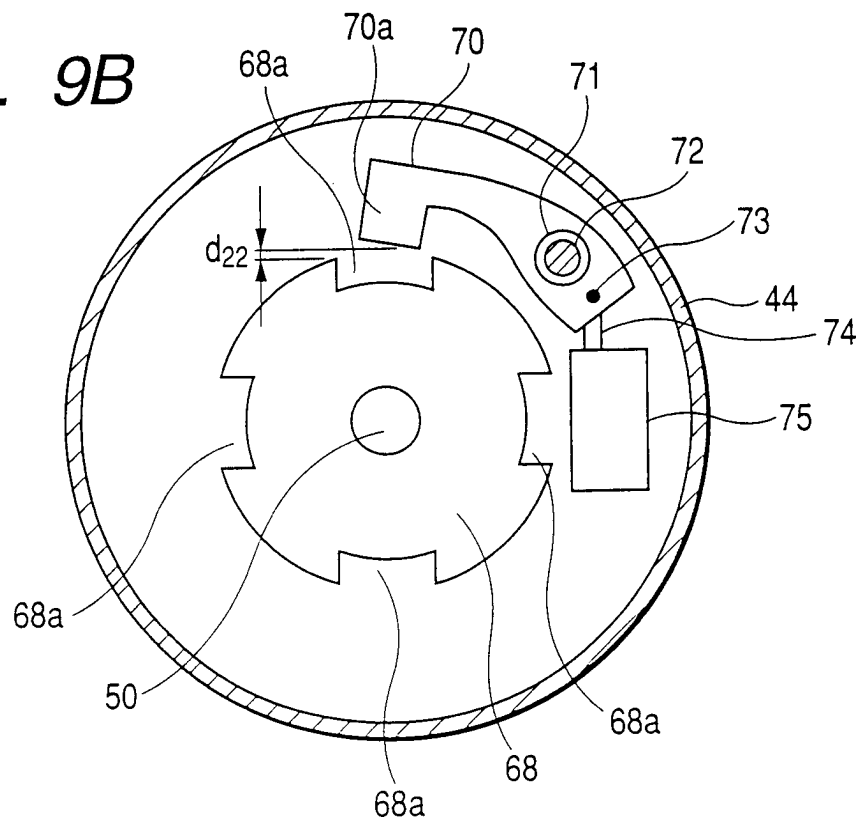


FIG. 10

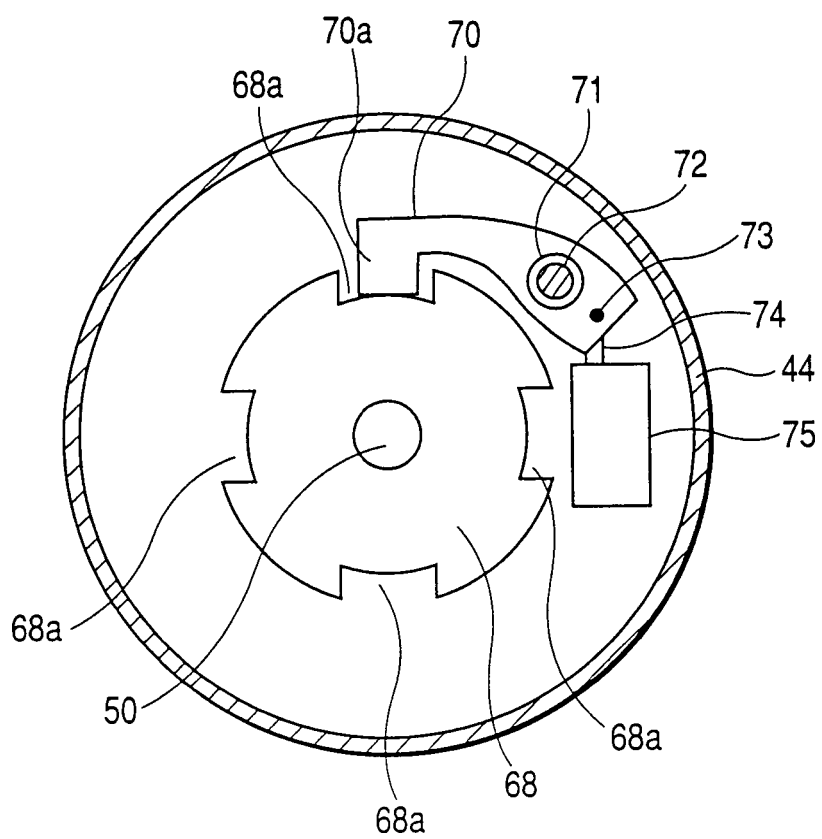


FIG. 11A

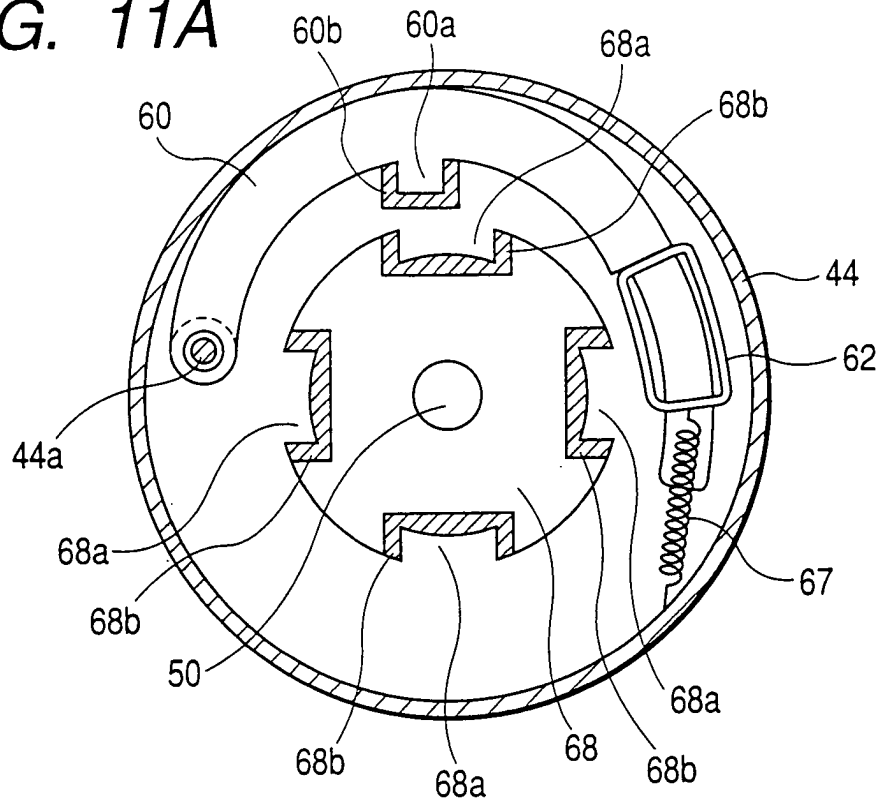


FIG. 11B

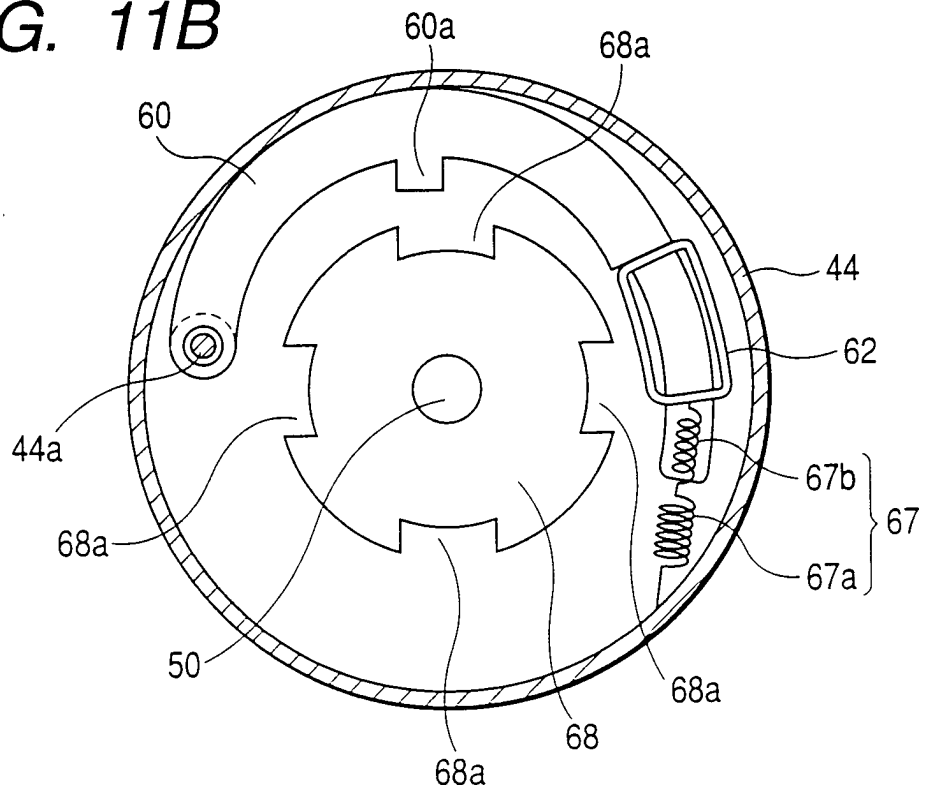


FIG. 12

