

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 005 032.7**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/033229**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/049993**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **07.09.2018**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.03.2019**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **02.07.2020**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **08.09.2022**

(51) Int Cl.: **H02P 29/00** (2016.01)  
**F16H 59/08** (2006.01)  
**F16H 61/32** (2006.01)

(30) Unionspriorität:			
<b>2017-174030</b>	<b>11.09.2017</b>	<b>JP</b>	

(73) Patentinhaber:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

(74) Vertreter:  
**KUHNEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Kamio, Shigeru, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2013 / 0 144 478	A1
JP	3 849 864	B2
JP	H10 - 210 788	A

(54) Bezeichnung: **Schaltbereichssteuervorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Schaltbereichssteuervorrichtung zum Schalten eines Schaltbereichs durch Steuerung des Antriebs eines Motors (10), wobei die Schaltbereichssteuervorrichtung das Folgende umfasst:

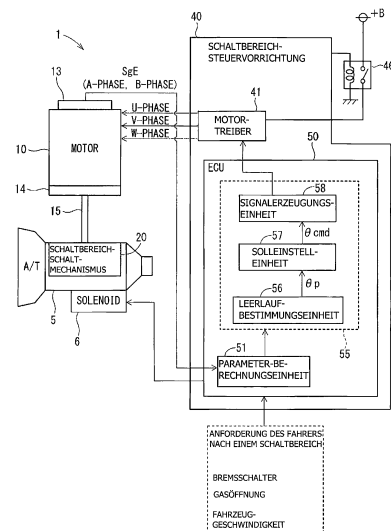
eine Winkelberechnungseinheit (51), die so konfiguriert ist, dass sie einen Motorwinkel basierend auf einem Motordrehwinkelsignal berechnet, das von einem Motordrehwinkelsensor (13) erfasst wird, der eine Drehposition des Motors erfasst;

eine Beschleunigungsberechnungseinheit (51), die so konfiguriert ist, dass sie eine Motorbeschleunigung auf der Grundlage des Motorwinkels berechnet;

eine Berechnungseinheit (51) für den gleitenden Mittelwert, die so konfiguriert ist, dass sie einen gleitenden Beschleunigungsmittelwert als gleitenden Mittelwert von mindestens einem von einem vorbestimmten elektrischen Winkelzyklus und einem vorbestimmten mechanischen Winkelzyklus der Motorbeschleunigung berechnet; und eine Antriebssteuereinheit (55), die so konfiguriert ist, dass sie den gleitenden Beschleunigungsmittelwert zur Steuerung des Antriebs des Motors übernimmt, so dass der Motorwinkel zu einem Motorwinkel-Sollwert geworden ist, der einem Sollschaltsbereich entspricht

wobei Spiel zwischen einer Motorwelle (105) als Drehwelle des Motors und einer Ausgangswelle (15), auf die die Drehung des Motors übertragen wird, vorhanden ist, und

wobei die Antriebssteuereinheit das Folgende enthält:  
eine Leerlaufbestimmungseinheit (56), die so konfiguriert  
ist, dass sie den gleitenden Beschleunigungsmittelwert ...



**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF EINE ÄHNLICHE ANMELDUNG**

**[0001]** Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2017-174030, die am 11. September 2017 eingereicht wurde und deren Offenbarung hier durch Verweis aufgenommen wird.

**TECHNISCHES GEBIET**

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Schaltbereichssteuervorrichtung.

**STAND DER TECHNIK**

**[0003]** Eine Schaltbereichsschaltvorrichtung kann einen Schaltbereich durch die Steuerung eines Motors als Reaktion auf eine Schaltbereichsumschaltanforderung von einem Treiber umschalten. In Patentliteratur 1 wird beispielsweise der erfasste Wert eines Ausgangswellensensors übernommen.

**LITERATUR DES STANDS DER TECHNIK****PATENTLITERATUR**

**[0004]** Patentliteratur 1: JP 3 849 864 B2

**[0005]** Die US 2013 / 0 144 478 A1 offenbart einen Schaltbereichsumschalter, welcher einen Motor zum Schalten eines Schaltbereichs und einen Controller zum Erregen des Motors enthält. Der Controller schätzt die Temperaturen des Motors und der Steuerung. Der Controller addiert zu der geschätzten Controller-Temperatur einen Wert, der der Wärmeabgabe des Motors entspricht. Der Controller subtrahiert von der geschätzten Controller-Temperatur einen Wert, der der Wärmeabgabe des Motors aufgrund des Abschaltens des Motors entspricht. Der Controller addiert zu der geschätzten Motortemperatur einen Wert, der der Wärmeentwicklung im Motor aufgrund der Einschaltung entspricht. Der Controller subtrahiert von der geschätzten Motortemperatur einen Wert, der der Wärmeabgabe des Motors aufgrund des Abschaltens der Stromversorgung entspricht. Der Controller verbietet oder beschränkt den Betrieb des Controllers und des Motors, wenn mindestens eine der geschätzten Temperaturen des Controllers oder des Motors eine zulässige Temperaturgrenze erreicht.

**[0006]** JP H10 - 210 788 A betrifft die Eliminierung des Einflusses eines Trägheitsmoments und damit die Verbesserung der Antriebspräzision eines von einem Motor angetriebenen Objekts. Dabei wird aus der Beschleunigung der Drehung der Abtriebswelle des Motors und der Rotationsträgheitsmasse des

Drehteils des Motors das Trägheitsmoment berechnet und entsprechend dem Trägheitsmoment ein erforderliches Drehmoment korrigiert. Dazu wird eine Mikrocomputereinheit (MCU) 3 verwendet, die aus einem Umdrehungserfassungsmittel 33 und einem Berechnungsmittel 34 besteht, das eine Drehgeschwindigkeit und eine Beschleunigung berechnet. Zunächst wird dabei ein Motor 11 um eine halbe Umdrehung mit einer niedrigen Geschwindigkeit gedreht, und die Drehgeschwindigkeit und die Beschleunigung werden berechnet. Die Beschleunigung wird unter anderem mit der Trägheitsmasse des Drehteils des Motors 11 multipliziert, die zuvor untersucht wird, um ein Trägheitsdrehmoment zu erhalten, und ein erforderliches Drehmoment wird entsprechend dem Trägheitsmoment korrigiert, um ein Zieldrehmoment einzustellen. Mit diesem Aufbau wird das Antriebsmoment des Motors 11 durch eine Drehmomentsteuereinrichtung 31 durch ein Motorantriebsmittel 32 gesteuert, um ein Objekt mit hoher Präzision anzutreiben.

**KURZFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0007]** In der Patentliteratur 1 kann es z.B. schwierig sein, eine hochgenaue Positioniersteuerung am Motor durchzuführen, wenn der erfasste Wert des Ausgangswellensensors nicht verwendet werden kann. Eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist die Bereitstellung einer Schaltbereichssteuervorrichtung für eine genaue Positionssteuerung bzw. Positionierungssteuerung.

**[0008]** Eine Schaltbereichssteuervorrichtung der vorliegenden Offenbarung schaltet einen Schaltbereich durch Steuerung des Antriebs eines Motors und umfasst eine Winkelberechnungseinheit, eine Beschleunigungsberechnungseinheit, eine Berechnungseinheit für den gleitenden Durchschnitt und eine Antriebssteuereinheit. Die Winkelberechnungseinheit berechnet einen Motorwinkel auf der Grundlage eines Motordrehwinkelsignals, das von einem Motordrehwinkelsensor erfasst wird, der eine Drehposition des Motors erfasst. Die Beschleunigungsberechnungseinheit berechnet eine Motorbeschleunigung basierend auf dem Motorwinkel. Die Berechnungseinheit für den gleitenden Mittelwert berechnet einen gleitenden Mittelwert der Beschleunigung, der ein gleitender Mittelwert von mindestens einem von einem vorbestimmten elektrischen Winkelzyklus und einem vorbestimmten mechanischen Winkelzyklus der Motorbeschleunigung ist. Die Antriebssteuereinheit verwendet den gleitenden Mittelwert der Beschleunigung, um den Antrieb des Motors so zu steuern, dass der Motorwinkel zu einem Motorwinkel-Sollwert wird, der einem Sollschaltbereich entspricht. Durch die Berechnung des gleitenden Mittelwertes der Beschleunigung bzw. des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes kann eine Schwingungskomponente der Motorbeschleuni-

gung reduziert werden, so dass durch die Übernahme des gleitenden Mittelwertes der Beschleunigung eine präzise Positioniersteuerung durchgeführt werden kann.

#### Figurenliste

**[0009]** Der obige Gegenstand und andere Objekte, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen deutlicher hervorgehen. In der Zeichnung/In den Figuren:

**Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht, die ein Shift-by-Wire-System nach einer ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 2** ist eine schematische Darstellung der Konfiguration, die das Shift-by-Wire-System entsprechend der ersten Ausführungsform zeigt;

**Fig. 3** ist ein erläuterndes Diagramm zur Erläuterung eines Kennfeldes, das zur Berechnung eines Motordrehmoments gemäß der ersten Ausführungsform verwendet werden soll;

**Fig. 4** ist ein schematisches Diagramm zur Erklärung des Spiels zwischen einem Motor und einer Ausgangswelle entsprechend der ersten Ausführungsform;

**Fig. 5** ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung der Solleinstellverarbeitung gemäß der ersten Ausführungsform; und

**Fig. 6** ist ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Verarbeitung der Motorantriebssteuerung gemäß der ersten Ausführungsform.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

##### Erste Ausführungsform

**[0010]** Im Folgenden wird eine Vorrichtung zur Steuerung des Schaltbereichs bzw. eine Schaltbereichssteuervorrichtung mit Bezug auf die Figuren/Zeichnung beschrieben. Eine Schaltbereichssteuervorrichtung nach einer ersten Ausführungsform ist in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellt. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, umfasst ein Shift-by-Wire-System 1, das ein Schaltbereichsschaltmechanismus 20, einen Parksperrmechanismus 30, eine Schaltbereichssteuervorrichtung 40 und ähnliches. Der Motor 10 dreht sich, indem er von einer in einem Fahrzeug montierten Batterie (nicht abgebildet) mit Strom versorgt wird, und fungiert als Antriebsquelle für den Schaltbereichsschaltmechanismus 20. Der Motor 10 der vorliegenden Ausführungsform ist ein bürs-

tenloser Gleichstrommotor vom Typ Permanentmagnet.

**[0011]** Wie in **Fig. 2** dargestellt, erkennt ein Encoder 13 als Motordrehwinkelsensor die Drehposition eines Rotors (nicht dargestellt) des Motors 10. Der Encoder 13 ist zum Beispiel ein magnetischer Drehgeber bzw. Encoder und enthält einen Magneten, der sich integral mit dem Rotor dreht, einen integrierten Schaltkreis (IC) für die magnetische Detektionshalle und ähnliches. Der Encoder 13 gibt Pulssignale einer A-Phase und einer B-Phase unter vorbestimmten Winkeln synchron zur Rotation des Rotors aus. Das Signal vom Encoder 13 kann als Motordrehwinkelsignal SgE bezeichnet werden.

**[0012]** Ein Untersetzungsgetriebe 14 ist zwischen einer Motorwelle 105 (siehe **Fig. 4**) des Motors 10 und einer Ausgangswelle 15 vorgesehen, verlangsamt die Drehung des Motors 10 und gibt die Drehung an die Ausgangswelle 15 aus. Die Drehung des Motors 10 wird auf den Schaltbereichsschaltmechanismus 20 übertragen. In der vorliegenden Ausführungsform kann ein Ausgangswellensensor, der die Drehposition der Ausgangswelle 15 erfasst, weggelassen werden.

**[0013]** Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst der Schaltbereichsschaltmechanismus 20 die Rastplatte 21, eine Rastfeder 25 und Ähnliches und überträgt eine vom Drehzahlminderer 14 abgegebene Drehantriebskraft auf ein Hand- bzw. Manuellventil 28 und den Parksperrmechanismus 30. Die Rastplatte 21 ist an der Ausgangswelle 15 befestigt und wird vom Motor 10 angetrieben. In der vorliegenden Ausführungsform wird eine Richtung, in der die Rastplatte 21 von der Basis der Rastfeder 25 getrennt ist, als normale Drehrichtung und eine Richtung, in der sich die Rastplatte 21 der Basis nähert, als umgekehrte Drehrichtung definiert.

**[0014]** Die Rastplatte 21 ist mit einem Stift 24 versehen, der parallel zur Ausgangswelle 15 vorsteht. Der Stift 24 ist mit dem Manuellventil 28 verbunden. Die Rastplatte 21 wird vom Motor 10 angetrieben, wobei das Manuellventil 28 in axialer Richtung hin und her bewegt wird. Das heißt, der Schaltbereichsschaltmechanismus 20 wandelt die Drehbewegung des Motors 10 in eine lineare Bewegung um und überträgt die lineare Bewegung auf das manuelle Ventil 28. Das manuelle Ventil 28 ist auf einem Ventilgehäuse 29 angebracht. Ein hydraulischer Druckversorgungspfad zu einer hydraulischen Kupplung (nicht abgebildet) wird durch die Hin- und Herbewegung des Manuellventils 28 in axialer Richtung geschaltet, und der Schaltbereich wird durch das Schalten des Einrückzustands der hydraulischen Kupplung geändert. In der Rastplatte 21 an der Rastfeder 25 sind zwei Aussparungen 22, 23 vorgesehen. In der vorliegenden Ausführungsform ist die dem

Boden der Rastfeder 25 näher liegende Seite die Aussparung 22 und die davon weiter entfernte Seite die Aussparung 23. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht die Aussparung 22 einem Nicht-P-Bereich mit Ausnahme eines P-Bereichs, und die Aussparung 23 entspricht dem P-Bereich.

**[0015]** Die Rastfeder 25 ist ein elastisch verformbares plattenförmiges Element, und an der Spitze der Rastfeder 25 ist eine Rastrolle 26 vorgesehen. Die Rastfeder 25 spannt die Rastrolle 26 in Richtung des Drehzentrums bzw. der Drehmitte der Rastplatte 21. Wenn eine Drehkraft gleich oder größer als eine vorbestimmte Kraft auf die Rastplatte 21 ausgeübt wird, wird die Rastfeder 25 elastisch verformt, und die Rastrolle 26 bewegt sich zwischen den Aussparungen 22, 23. Durch das Einsetzen der Rastrolle 26 in die Aussparung 22 oder die Aussparung 23 wird ein Schwenken der Rastplatte 21 begrenzt, eine axiale Position des Manuellventils 28 und der Zustand des Parksperrmechanismus 30 bestimmt und der Schaltbereich eines Automatikgetriebes 5 festgelegt. Die Rastrolle 26 passt in die Aussparung 22, wenn der Schaltbereich der nicht-P-Bereich ist, und passt in die Aussparung 23, wenn der Schaltbereich der P-Bereich ist.

**[0016]** Der Parksperrmechanismus 30 umfasst eine Parkstange 31, einen Konus 32, eine Parksperrstange 33, einen Schaffteil 34 und ein Parkgetriebe 35. Die Parkstange 31 ist im Wesentlichen L-förmig ausgebildet, und ein Ende 311 ist an der Rastplatte 21 befestigt. Der Konus 32 ist am anderen Ende 312 der Parkstange 31 vorgesehen. Der Konus 32 ist so geformt, dass der Durchmesser zum anderen Ende hin abnimmt 312. Wenn die Rastplatte 21 in die entgegengesetzte Drehrichtung schwingt, bewegt sich der Konus 32 in eine P-Richtung.

**[0017]** Die Parksperrstange 33 steht in Kontakt mit der konischen Oberfläche des Konus 32. Ein Vorsprung 331, der in das Parkgetriebe 35 eingreift, ist an einer Seite der Parksperrstange 33 in der Nähe des Parkfahrwerks 35 vorgesehen, so dass er um den Wellenabschnitt 34 schwenken kann. Wenn sich die Rastplatte 21 in umgekehrter Drehrichtung dreht und sich der Konus 32 in Pfeilrichtung P bewegt, wird die Parksperrstange 33 nach oben geschoben, und der Vorsprung 331 und das Parkgetriebe 35 greifen ineinander. Wenn sich die Rastplatte 21 in normaler Drehrichtung dreht und sich der Konus 32 in Pfeilrichtung NotP bewegt, wird die Verbindung zwischen dem Vorsprung 331 und dem Parkgetriebe 35 gelöst.

**[0018]** Das Parkgetriebe 35 ist auf einer Achse (nicht abgebildet) angebracht und ist so vorgesehen, dass es in den Vorsprung 331 der Parksperrstange 33 eingreifen kann. Wenn das Parkgetriebe 35 und der Vorsprung 331 ineinander greifen, ist die Dre-

hung der Achse eingeschränkt. Wenn der Schaltbereich ein Nicht-P-Bereich ist, wird das Parkgetriebe 35 nicht durch die Parksperrstange 33 gesperrt und die Drehung der Achse wird nicht durch den Parksperrmechanismus 30 behindert. Wenn der Schaltbereich der P-Bereich ist, wird das Parkgetriebe 35 durch die Parksperrstange 33 gesperrt und die Drehung der Achse eingeschränkt.

**[0019]** Wie in **Fig. 2** dargestellt, enthält die Schaltbereichssteuervorrichtung 40 einen Motortreiber 41, die ECU 50 und Ähnliches. Der Motortreiber 41 verfügt über ein Schaltelement (nicht abgebildet) und schaltet die Stromzufuhr zu jeder Phase (U-Phase, V-Phase, W-Phase) des Motors 10 durch Ein- und Ausschalten des Schaltelements auf der Grundlage eines Befehls von der ECU 50. Der Motor 10 wird angetrieben. Ein Motorrelais 46 ist zwischen dem Motortreiber 41 und der Batterie vorgesehen. Das Motorrelais 46 wird eingeschaltet, wenn der Startschalter des Fahrzeugs, z.B. ein Zündschalter, eingeschaltet ist und der Motor 10 mit Strom versorgt wird. Das Motorrelais 46 wird bei ausgeschaltetem Startschalter abgeschaltet und die Stromversorgung des Motors 10 unterbrochen.

**[0020]** Die ECU 50 enthält einen Mikrocomputer oder ähnliches. Die ECU 50 enthält eine Zentraleinheit (CPU), einen Festwertspeicher (ROM), einen Ein-/Ausgang (I/O) (nicht abgebildet), eine Busleitung, die diese Geräte verbindet, und ähnliches. Jede Verarbeitung in der ECU 50 kann eine Software-Verarbeitung sein, die von der CPU ausgeführt wird, die ein Programm ausführt, das zuvor in einem greifbaren Speichergerät (d.h. einem lesbaren, nicht flüchtigen, greifbaren Aufzeichnungsmedium) wie einem ROM gespeichert wurde, oder eine Hardware-Verarbeitung, die von einer speziellen elektronischen Schaltung ausgeführt wird.

**[0021]** Die ECU 50 steuert die Umschaltung des Schaltbereichs, indem es den Antrieb des Motors 10 auf der Grundlage des vom Fahrer gewünschten Schaltbereichs, eines Signals von einem Bremsenschalter, einer Fahrzeuggeschwindigkeit und ähnlichem steuert. Die ECU 50 steuert außerdem den Antrieb eines hydraulischen Getriebesteuermagneten 6 auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit, einer Gaspedalöffnung, des vom Fahrer gewünschten Schaltbereichs und ähnlichem. Eine Getriebestufe wird durch die Steuerung des hydraulischen Getriebesteuermagneten 6 gesteuert. Die Anzahl der hydraulischen Getriebesteuermagnete 6 ist entsprechend der Anzahl der Getriebestufen vorgesehen. In der gegenwärtigen Ausführungsform steuert eine ECU 50 den Antrieb des Motors 10 und den Antrieb des Magneten 6, aber eine Motor-ECU zur Steuerung des Motors 10 und eine Automatikgetriebe (AT)-ECU zur Steuerung des Magneten können getrennt werden. Im Folgenden wird hauptsäch-

lich die Antriebssteuerung für den Motor 10 beschrieben.

**[0022]** Wie in **Fig. 2** dargestellt, enthält die ECU 50 eine Parameterberechnungseinheit 51, eine Antriebssteuereinheit 55 und ähnliches. Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet einen Encoderzählwert  $\theta_n$  als Zählwert des Encoders 13 auf der Grundlage des vom Encoder 13 ausgegebenen Motordrehwinkelsignals SgE. Der Encoderzählwert  $\theta_n$  ist ein Wert, der einem tatsächlichen mechanischen und elektrischen Winkel des Motors 10 entspricht. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht der Encoderzählwert  $\theta_n$  dem „Motorwinkel“. Der Encoderzählwert  $\theta_n$  wird für jeden flankengetriggerten Interrupt des Motordrehwinkelsignals SgE berechnet.

**[0023]** Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet eine Motordrehzahl SPM [Grad/s] für jede flankengetriggerte Unterbrechung des Motordrehwinkelsignals SgE (siehe Gleichung (1)). Eine Konstante  $k_e$  im Ausdruck ist ein Motordrehwinkel, der einer Zählung des Encoderzählwertes  $\theta_n$  entspricht,  $t_{(n)}$  ist die aktuelle Unterbrechungszeit und  $t_{(n-1)}$  die vorherige Unterbrechungszeit. Die Motordrehzahl SPM kann auch als ein Betrag der Änderung des Motorwinkels pro Zeiteinheit betrachtet werden.

$$SPM = k_e / (t_{(n)} - t_{(n-1)}) \quad (1)$$

**[0024]** Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet eine Motorbeschleunigung „a“ [Grad/s<sup>2</sup>] für jede flankengetriggerte Unterbrechung des Motordrehwinkelsignals SgE (siehe Gleichung (2)). In dem Ausdruck ist  $SPM_{(n)}$  die Motordrehzahl in der aktuellen Berechnung und  $SPM_{(n-1)}$  die Motordrehzahl in der vorherigen Berechnung. Beachten Sie, dass die Motordrehzahl SPM und die Motorbeschleunigung „a“ auf beliebige Weise berechnet werden können, z.B. durch Differenzierung des Motorwinkels. Außerdem kann ein Berechnungszyklus und ähnliches festgelegt werden.

$$a = (SPM_{(n)} - SPM_{(n-1)}) / (t_{(n)} - t_{(n-1)}) \quad (2)$$

**[0025]** Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet die gleitenden Mittelwerte der Beschleunigung A, AA, die gleitende Mittelwerte der Motorbeschleunigung „a“ für jede flankengetriggerte Unterbrechung des Motordrehwinkelsignals SgE sind. Der gleitende Mittelwert A der Beschleunigung ist ein gleitender Mittelwert für einen elektrischen Winkelzyklus (= 360°). Der gleitende Mittelwert A der Beschleunigung wird in Gleichung (3) berechnet. Die Motorbeschleunigung in der aktuellen Berechnung ist  $a_{(i)}$ . Die Motorbeschleunigung in der Berech-

nung j mal vorher ist  $a_{(i-j)}$ . Die Anzahl der Encoder-Interrupts pro elektrischem Winkelzyklus beträgt g.

$$A = \{a_{(i-g+1)} + a_{(i-g+2)} + \dots + a_{(i-1)} + a_{(i)}\} / g \quad (3)$$

**[0026]** Der gleitende Mittelwert AA der Beschleunigung ist ein gleitender Mittelwert für einen mechanischen Winkelzyklus (= 360°). Der gleitende Beschleunigungsmittelwert AA für einen mechanischen Winkelzyklus wird durch Gleichung (4) ausgedrückt. Der gleitende Beschleunigungsmittelwert A für einen elektrischen Winkelzyklus in der aktuellen Berechnung ist  $A_{(i)}$ . Der gleitende Mittelwert der Beschleunigung A in der Berechnung j-mal vorher ist  $A_{(i-j)}$ . Die Anzahl der Geberunterbrechungen pro mechanischem Winkelzyklus beträgt h. g und h in den Ausdrücken sind Werte, die entsprechend einer Auflösung des Encoders 13 und der Anzahl der Polpaare bestimmt werden, z.B. g = 12 und h = 96.

$$AA = \{A_{(i-h+1)} + A_{(i-h+2)} + \dots + A_{(i-1)} + A_{(i)}\} / h \quad (4)$$

**[0027]** Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet ein geschätztes Lastdrehmoment TL [Nm]. Das geschätzte Lastdrehmoment TL wird mit Gleichung (5) berechnet.

$$TL = TM_{(SPM)} - k_i \times AA \quad (5)$$

$TM_{(SPM)}$  in dem Ausdruck bedeutet, dass das Motordrehmoment TM eine Funktion ist, die auf der Motordrehzahl SPM basiert. In der vorliegenden Ausführungsform wird das Motordrehmoment TM anhand des in **Fig. 3** dargestellten Kennfeldes berechnet. Wie in **Fig. 3** dargestellt, steigt das Motordrehmoment TM mit abnehmender Motordrehzahl SPM. Eine Konstante  $k_i$  im Ausdruck ist ein Wert, der der Trägheit entspricht. Ein gefilterter Wert des berechneten geschätzten Lastdrehmoments TL wird für eine Leerlaufbestimmung verwendet. Im Folgenden ist das geschätzte Lastdrehmoment TL ein Wert nach der Filterung. Der von der Parameterberechnungseinheit 51 berechnete Wert wird für verschiedene Kontrollberechnungen verwendet.

**[0028]** Die Antriebssteuereinheit 55 umfasst eine Leerlaufbestimmungseinheit 56, eine Solleinstelleinheit 57 und eine Signalerzeugungseinheit 58. Die Leerlaufbestimmungseinheit 56 bestimmt, ob es sich um einen Leerlaufzustand handelt, in dem sich der Motor 10 in einem Spielbereich zwischen der Motorwelle 105 und der Ausgangswelle 15 dreht oder nicht. Insbesondere erkennt die Leerlaufbestimmungseinheit 56 anhand der Leerlaufbestimmung den Zeitpunkt, an dem der Leerlaufzustand endet. In der vorliegenden Ausführungsform wird die Leerlaufbestimmung auf der Grundlage des geschätzten

Lastdrehmoments TL durchgeführt, das unter Verwendung des gleitenden Beschleunigungsmittelwerts AA berechnet wurde.

**[0029]** Die Solleinstellungseinheit 57 legt einen Sollschaltbereich auf der Grundlage des vom Fahrer gewünschten Schaltbereichs fest, der auf einem Schaltschalter und dergleichen, einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Signal von einem Bremsschalter und dergleichen basiert. Außerdem legt die Solleinstellungseinheit 57 einen Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  als einen Motorwinkel-Sollwert fest, der dem Sollschaltbereich und ähnlichem entspricht. Der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  wird am Ende des Leerlaufs mit einem Winkelkorrekturwert  $\theta_p$  korrigiert, der dem Encoderzählwert  $\theta_{en}$  entspricht.

**[0030]** Die Signalerzeugungseinheit 58 erzeugt ein Steuersignal, das mit der Antriebssteuerung für den Motor 10 durch Rückkopplungssteuerung oder ähnliches in Beziehung steht, so dass der Motor 10 an einer Drehposition anhält, an der der Encoderzählwert  $\theta_{en}$  zum Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  wird. Das erzeugte Steuersignal wird an den Motortreiber 41 ausgegeben. Die Details der Antriebssteuerung für den Motor 10 können alles sein.

**[0031]** Fig. 4 zeigt die Beziehung zwischen der Motorwelle 105, die eine drehende Welle des Motors 10 ist, der Ausgangswelle 15 und der Rastplatte 21. Fig. 4 zeigt schematisch einen Zustand, in dem sich der Motor 10 von einem durch eine durchgezogene Linie angezeigten Zustand in einen durch eine Zwei-Punkt-Kettenlinie angezeigten Zustand dreht, wobei die Rastrolle 26 über die Spitze 210 zwischen den Aussparungen 22, 23 der Rastplatte 21 gelangt und entsprechend dem vom Treiber gewünschten Schaltbereich in die Ausnehmungen 22, 23 passt. Im Folgenden wird ein Beispiel für den Wechsel vom P-Bereich in den Nicht-P-Bereich beschrieben. Die Beschreibung erfolgt unter der Annahme, dass die Drehrichtung des Motors 10 und der Ausgangswelle 15 in der Zeichnung von Fig. 4 jeweils eine Rechts-Links-Richtung ist. Fig. 4 ist ein schematisches Diagramm, das konzeptionell das „Spiel“ zeigt, unter der Annahme, dass die Ausgangswelle 15 und das Untersetzungsgetriebe 14 integriert sind und sich die Motorwelle 105 innerhalb des Spielbereichs des Untersetzungsgetriebes 14 bewegen kann. Es kann jedoch so konfiguriert werden, dass die Motorwelle 105 und das Untersetzungsgetriebe 14 integriert sind und zwischen dem Untersetzungsgetriebe 14 und der Ausgangswelle 15 „Spiel“ besteht.

**[0032]** Wie in Fig. 4 dargestellt, ist das Untersetzungsgetriebe 14 zwischen der Motorwelle 105 und der Ausgangswelle 15 vorgesehen, und zwischen der Motorwelle 105 und der Ausgangswelle 15 gibt es „Spiel“ einschließlich des Getriebespiels. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Motor 10 ein

bürstenloser Gleichstrommotor, und wenn die Erregung des Motors 10 aufgrund des Einflusses eines Rastmoments oder ähnlichem gestoppt wird, kann sich die Motorwelle 105 innerhalb des Spielbereichs drehen, und die Motorwelle 105 und das Untersetzungsgetriebe 14 können voneinander getrennt werden.

**[0033]** Wie durch Pfeil Yg angezeigt, befindet sich der Motor 10 in einem Zustand, in dem die Motorwelle 105 und das Untersetzungsgetriebe 14 in Drehrichtung getrennt sind, bis die Motorwelle 105 und das Untersetzungsgetriebe 14 miteinander in Kontakt kommen, in einem Leerlaufzustand, und die Drehung des Motors 10 wird nicht auf die Ausgangswelle 15 übertragen. Ein Zustand, in dem die Drehung des Motors 10 nicht innerhalb des Spielbereichs auf die Ausgangswelle 15 übertragen wird, wird als „spielfreier Leerlaufzustand“ oder als „Leerlaufzustand“ bezeichnet, und ein Abschnitt, in dem der Zustand der spielfreie Leerlaufzustand ist, ist ein „Leerlaufabschnitt“. Die Situation, in der der spielfreie Leerlaufzustand endet, wird als „Spielraumende“ bezeichnet.

**[0034]** Wenn der spielfreie Leerlauf endet, drehen sich der Motor 10, die Ausgangswelle 15 und die Rastplatte 21 integral miteinander. Als Folge davon überwindet die Rastrolle 26 die Spitze 210 zwischen den Aussparungen 22, 23 und bewegt sich in die Aussparung 22. Ein Abschnitt, in dem sich die Rastrolle 26 nach dem Ende des spielfreien Leerlaufzustands zwischen den Aussparungen 22, 23 bewegt, kann als „Tal-Tal-Drehungsabschnitt“ bezeichnet werden. Ferner wird ein Abschnitt vom Ende des spielfreien Leerlaufzustands bis zu einem Punkt, bevor die Rastrolle 26 über die Spitze 210 hinausgeht, als „Integraldrehungsabschnitt“ bezeichnet.

**[0035]** Wenn die Erregung gestartet wird, um den Schaltbereich von einem Zustand, in dem die Erregung des Motors 10 ausgeschaltet ist, umzuschalten, kann es schwierig sein, die Position der Motorwelle 105 innerhalb des „Spielbereichs“ festzulegen. Wenn die Motorwelle 105 und das Untersetzungsgetriebe 14 in Drehrichtung voneinander getrennt sind, ist im Vergleich zum Fall der Drehung des Motors 10 aus einem Zustand, in dem die Motorwelle 105 und das Untersetzungsgetriebe 14 in Kontakt sind, eine zusätzliche Drehung des Motors 10 für den spielfreien Leerlauf erforderlich.

**[0036]** In der Patentliteratur 1 kann beispielsweise ein Spielbetrag durch Ausführen der Anstoßsteuerung gelernt werden. Bei der Stoßsteuerung wird der Motor 10 mit einem relativ großen Drehmoment in eine Endstellung eines beweglichen Bereichs gedreht, so dass ein Rastmechanismus des Schaltbereichsschaltmechanismus 20 mit Spannung beaufschlagt wird. Daher muss der Schaltbereichsschaltmechanismus 20 so ausgelegt sein, dass

selbst bei Belastung der Stoßsteuerung keine Schäden auftreten.

**[0037]** In der vorliegenden Ausführungsform wird der Antrieb des Motors 10 ohne Verwendung von Informationen über die Drehposition der Ausgangswelle 15 auf der Grundlage des Ausgangswellensensors und ohne Ausführung der Stoßsteuerung geregelt. Insbesondere wird das Ende des spielfreien Leerlaufs auf der Grundlage des geschätzten Lastdrehmoments TL erkannt und der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  korrigiert, um die Genauigkeit der Positionsregelung zu gewährleisten.

**[0038]** Im Folgenden wird die Solleinstellverarbeitung der vorliegenden Ausführungsform anhand eines Flussdiagramms in **Fig. 5** beschrieben. Im Folgenden wird „Schritt“ in Schritt S101 weggelassen und einfach als „S“ bezeichnet. Dies gilt auch für die anderen Schritte. In der Abbildung ist ein Zustand, in dem ein Flag gesetzt wurde, „1“ und ein Zustand, in dem das Flag nicht gesetzt wurde, „0“. In S101 erwirbt die Leerlaufbestimmungseinheit 56 einen Parameter, der von der Parameterberechnungseinheit 51 berechnet wird. In der vorliegenden Ausführungsform wird das geschätzte Lastdrehmoment TL erfasst.

**[0039]** In S102 bestimmt die Leerlaufbestimmungseinheit 56, ob ein Erregungsflag gesetzt wurde oder nicht. Das Erregungsflag wird gesetzt, wenn der Sollschaltbereich geändert wird, und das Erregungsflag wird zurückgesetzt, nachdem festgestellt wurde, dass der Motor 10 gestoppt wurde. Wenn das Erregungsflag gesetzt wird, wird der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  auf einen temporären Wert  $\theta_t$  gesetzt und der Antrieb des Motors 10 gestartet. Wenn festgestellt wird, dass das Erregungsflag nicht gesetzt wurde (S102: NEIN), geht die Verarbeitung zu S103 über. Wenn festgestellt wird, dass das Erregungsflag gesetzt wurde (S102: JA), geht die Verarbeitung zu S104 über.

**[0040]** In S103 speichert die Leerlaufbestimmungseinheit 56 den aktuellen Encoderzählwert  $\theta_{en}$  als Antriebsinitialwert  $\theta_{init}$  im RAM (nicht dargestellt) oder ähnlichem. Außerdem setzt die Leerlaufbestimmungseinheit 56 das Lernflag Xgata zurück. Wenn das Lernflag Xgata zurückgesetzt wird, wird der zurückgesetzte Zustand gehalten.

**[0041]** In S104 bestimmt die Leerlaufbestimmungseinheit 56, ob das Lernflag Xgata gesetzt ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass das Lernflag Xgata gesetzt ist (S104: JA), wird diese Routine beendet. Wenn festgestellt wird, dass das Lernflag Xgata nicht gesetzt wurde (S104: NEIN), geht die Verarbeitung zu S105 über.

**[0042]** In S105 bestimmt die Leerlaufbestimmungseinheit 56, ob das geschätzte Lastdrehmoment TL größer als ein Lastbestimmungsschwellwert TLth ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass das geschätzte Lastdrehmoment TL gleich oder kleiner als der Lastbestimmungsschwellwert TLth (S105: NEIN) ist, wird festgestellt, dass der spielfreie Leerlauf stattfindet, und diese Routine wird beendet. Wenn festgestellt wird, dass das geschätzte Lastdrehmoment TL größer als der Lastbestimmungsschwellwert TLth (S105: JA) ist, wird festgestellt, dass der Leerlaufzustand beendet ist, und die Verarbeitung wird bis S106 fortgesetzt.

**[0043]** In S106 speichert die Leerlaufbestimmungseinheit 56 den aktuellen Encoderzählwert  $\theta_{en}$  als Winkelkorrekturwert  $\theta_p$  in einer Speichereinheit wie dem RAM (nicht abgebildet). In S107 berechnet die Solleinstelleinheit 57 den Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  auf der Grundlage des Winkelkorrekturwertes  $\theta_p$  und eines Tal-Tal-Designwinkelwertes  $\theta_{det}$  (siehe Gleichung (6)). In S108 setzt die Leerlaufbestimmungseinheit 56 das Lernflag Xgata.

$$\theta_{cmd} = \theta_{init} + \theta_p + \theta_{det} \quad (6)$$

**[0044]** Die Verarbeitung der Motorantriebssteuerung der vorliegenden Ausführungsform wird anhand eines Zeitdiagramms in **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6** zeigt von oben einen Motorwinkel, das Motordrehmoment TM, die Motordrehzahl SPM, eine Motorbeschleunigung und das geschätzte Lastdrehmoment TL. Hinsichtlich der Beschleunigung zeigt die durchgezogene Linie die Motorbeschleunigung „a“, die gestrichelte Linie den gleitenden Beschleunigungsmittelwert A für einen elektrischen Winkelzyklus und die Kettenlinie den gleitenden Beschleunigungsmittelwert AA für einen mechanischen Winkelzyklus an. In **Fig. 6** werden eine Zeitskala und Ähnliches richtig geändert. Hier wird eine Beschreibung unter der Annahme gemacht, dass sich der Motor 10 in eine positive Richtung dreht.

**[0045]** Wenn der Sollschaltbereich zum Zeitpunkt x10 geändert wird, wird das Erregungsflag gesetzt, der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  auf den temporären Wert  $\theta_t$  gesetzt und der Antrieb des Motors 10 gestartet. Da der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  korrigiert wird, bevor die Rastrolle 26 die Spitze 210 überwindet, kann der temporäre Wert  $\theta_t$  auf einen beliebigen Wert eingestellt werden, mit dem die Rastrolle 26 die Spitze 210 überwinden kann. Wenn der Antrieb des Motors 10 gestartet wird, erhöhen sich der Encoderzählwert  $\theta_{en}$  und die Motordrehzahl SPM. Außerdem wird die Motorbeschleunigung „a“ bei einem bestimmten Wert im Wesentlichen konstant. Wenn die Motordrehzahl SPM steigt, nimmt das Motordrehmoment TM gegenüber dem anfänglichen Antriebsmoment ab. Wenn der spielfreie Leerlaufzustand endet und der Motor 10 und die Ausgangswelle 15 integral

rotieren, nehmen die Änderungsbeträge der Motordrehzahl SPm und des Motordrehmoments TM ab. Außerdem nimmt die Motorbeschleunigung ab und das geschätzte Lastdrehmoment TL steigt.

**[0046]** Im Folgenden wird das geschätzte Lastdrehmoment TL beschrieben. Wenn sich der Motor 10 innerhalb des Spielbereichs dreht, wird die Motorreibung zu einer Last. Wenn sich der Motor 10 integral mit der Ausgangswelle 15 dreht, werden zusätzlich zur Motorreibung die Reibung der Ausgangswelle und eine Federkraft der Rastfeder 25 zu Belastungen. Daher ist ein Lastdrehmoment T2 im Integraldrehungsabschnitt größer als ein Lastdrehmoment T1 im Leerlaufabschnitt. Das heißt,  $T1 < T2$ .

**[0047]** In der vorliegenden Ausführungsform wird der Lastbestimmungsschwellenwert TLth, der zwischen den Lastdrehmomenten T1, T2 liegt, eingestellt und es wird festgestellt, dass der Leerlaufzustand zum Zeitpunkt x11 beendet ist, wenn das geschätzte Lastdrehmoment TL größer als der Lastbestimmungsschwellenwert TLth ist. Dann wird der Encoderzählwert  $\theta_{en}$  zu diesem Zeitpunkt als Winkelkorrekturwert  $\theta_p$  eingestellt, und der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  wird basierend auf dem Winkelkorrekturwert  $\theta_p$  berechnet (siehe Gleichung (6)). In **Fig. 6** kann eine Berechnungsverzögerung und Ähnliches ignoriert werden, und es kann angenommen werden, dass der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  zur gleichen Zeit berechnet wird, wie der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  zum Zeitpunkt x11 geändert wird. Der Zeitpunkt, zu dem der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  vom temporären Wert  $\theta_t$  umgeschaltet wird, kann jedoch ein beliebiger Zeitpunkt sein, bevor die Rastrolle 26 die Spitze 210 der Rastplatte 21 überwindet.

**[0048]** In der vorliegenden Ausführungsform wird die Motorbeschleunigung zur Berechnung des geschätzten Lastdrehmoments TL verwendet. Wie in **Fig. 6** dargestellt, kann die Motorbeschleunigung „a“ ein unerwünschter Wert mit einer großen Schwingungskomponente sein, insbesondere im Tal-Tal-Drehungsabschnitt. Wenn das geschätzte Lastdrehmoment TL unter Verwendung der Motorbeschleunigung „a“ mit vielen unerwünschten Komponenten berechnet wird, hat das geschätzte Lastdrehmoment TL ebenfalls viele unerwünschte Komponenten, und das Ende des spielfreien Leerlaufzustands wird möglicherweise nicht richtig bestimmt.

**[0049]** Die Motorbeschleunigung „a“ vibriert aufgrund einer Drehmomentwelligkeit des Motors im elektrischen Winkelzyklus von  $360^\circ$  und einer Drehmomentwelligkeit entsprechend dem Getriebewirkungsgrad im mechanischen Winkelzyklus von  $360^\circ$ . Wie die gestrichelte Linie in **Fig. 6** zeigt, kann durch die Berechnung des gleitenden Mittelwertes der Beschleunigung A für den elektrischen Winkel von  $360^\circ$  eine hochfrequente Schwingungskompo-

nente der Motorbeschleunigung „a“ reduziert werden. Weiterhin kann durch die Berechnung des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes AA für den mechanischen Winkel von  $360^\circ$  unter Verwendung des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes A für den elektrischen Winkel von  $360^\circ$  eine niederfrequente Schwingungskomponente der Motorbeschleunigung „a“ reduziert werden. In der vorliegenden Ausführungsform wird das geschätzte Lastdrehmoment TL unter Verwendung des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes AA berechnet, um die unerwünschten Komponenten zu reduzieren, die im geschätzten Lastdrehmoment TL enthalten sind, und somit kann das Ende des Leerlaufspiels unter Verwendung des geschätzten Lastdrehmoments TL korrekt bestimmt werden.

**[0050]** Wie oben beschrieben, schaltet die Schaltbereichssteuervorrichtung 40 der vorliegenden Ausführungsform den Schaltbereich durch Steuerung des Antriebs des Motors 10 und beinhaltet die Parameterberechnungseinheit 51 und die Antriebssteuereinheit 55. Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet den Encoderzählwert  $\theta_{en}$  als Motorwinkel auf der Grundlage des Motordrehwinkelsignals SgE, das vom Encoder 13, der die Drehposition des Motors 10 erfasst, erfasst wird. Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet die Motorbeschleunigung „a“ auf der Grundlage des Encoderzählwertes  $\theta_{en}$ . Die Parameterberechnungseinheit 51 berechnet die gleitenden Mittelwerte der Beschleunigung A, AA, die gleitende Mittelwerte des vorgegebenen elektrischen Winkelzyklus und des vorbestimmten mechanischen Winkelzyklus der Motorbeschleunigung „a“ sind. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht die Parameterberechnungseinheit 51 der „Winkelberechnungseinheit“, der „Beschleunigungsberechnungseinheit“ und der „Berechnungseinheit des gleitenden Durchschnitts“. Die Antriebssteuereinheit 55 verwendet die gleitenden Mittelwerte der Beschleunigung A, AA, um den Antrieb des Motors 10 so zu steuern, dass der Encoderzählwert  $\theta_{en}$  zum Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  wird, der dem Sollschaltbereich entspricht. Durch die Berechnung der gleitenden Beschleunigungsmittelwerte A, AA kann die Schwingungskomponente der Motorbeschleunigung „a“ reduziert werden, so dass es möglich ist, den Antrieb des Motors 10 mit den gleitenden Beschleunigungsmittelwerten A, AA zu steuern, ohne den erfassten Wert des Ausgangswellensensors zu verwenden. Dementsprechend kann eine hochpräzise Positionierungssteuerung durchgeführt werden.

**[0051]** Beim Shift-by-Wire-System 1 besteht Spiel zwischen der Motorwelle 105, d.h. der drehenden Welle des Motors 10, und der Ausgangswelle 15, auf die die Drehung des Motors 10 übertragen wird. Die Antriebssteuereinheit 55 umfasst die Leerlaufbestimmungseinheit 56 und die Solleinstelleinheit 57. Die Leerlaufbestimmungseinheit 56 verwendet



den gleitenden Beschleunigungsmittelwert AA, um das Ende eines Leerlaufzustands zu bestimmen, in dem sich der Motor 10 innerhalb des Spielbereichs dreht. Die Solleinstelleinheit 57 verwendet den Winkelkorrekturwert  $\theta_p$ , der dem Encoderzählwert  $\theta_{en}$  am Ende des Leerlaufzustands entspricht, um den Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  einzustellen.

**[0052]** In der vorliegenden Ausführungsform wird das Ende des Leerlaufzustands auf der Grundlage des Motordrehwinkelsignals SgE als Signal vom Encoder 13 bestimmt, und der Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  wird auf der Grundlage des Encoderzählwerts  $\theta_{en}$  am Ende des Leerlaufs eingestellt. Daher ist es möglich, den Sollzählwert  $\theta_{cmd}$  korrekt einzustellen, ohne dass eine Lernverarbeitung für einen Spielbetrag durch die Anlageregler ausgeführt wird, und eine hochpräzise Positionierungssteuerung durchzuführen. Außerdem wird bei der Ausführung der Anschlagsteuerung der Rastmechanismus mit Spannung beaufschlagt, da die Rastrolle 26 mit einem relativ großen Drehmoment an der Rastplatte 21 anliegt. Dies macht es notwendig, den Rastmechanismus o.ä. so zu konstruieren, dass er durch die anstoßende Steuerung nicht beschädigt wird. In der vorliegenden Ausführungsform, in der die anliegende Steuerung nicht notwendig ist, kann der Schaltbereichsschaltmechanismus 20 vereinfacht werden.

**[0053]** Da der Ausgangswellenwinkel als Drehstellung bzw. Drehposition der Ausgangswelle 15 nicht für die Bestimmung des Leerlaufendes und die Einstellung des Sollzählwertes  $\theta_{cmd}$  verwendet wird, kann der Ausgangswellensensor zur Erfassung der Drehstellung der Ausgangswelle 15 entfallen oder die Erfassungsgenauigkeit vermindert werden. Darüber hinaus ist es durch die Verwendung des gleitenden Mittelwertes AA der Beschleunigung bei reduzierter Schwingungskomponente möglich, das Ende des Leerlaufs richtig zu bestimmen.

**[0054]** Wenn festgestellt wird, dass das geschätzte Lastdrehmoment TL, das auf der Grundlage des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes AA berechnet wurde, größer als der Lastbestimmungsschwellenwert TLth (S105: JA in **Fig. 5**) ist, stellt die Leerlaufbestimmungseinheit 56 fest, dass der Leerlaufzustand beendet ist. Durch die Verwendung des geschätzten Lastdrehmoments TL kann das Ende des Leerlaufzustands durch relativ einfache Verarbeitung genau bestimmt werden. Die Motorbeschleunigung „a“ wird für jeden Impulsflanken-getriggerten Interrupt des Motordrehwinkelsignals SgE berechnet. Daher ist es möglich, die Motorbeschleunigung „a“ korrekt zu berechnen.

(Andere Ausführungsformen)

**[0055]** In der oben beschriebenen Ausführungsform wurde der gleitende Beschleunigungsmittelwert AA

für einen mechanischen Winkelzyklus zur Berechnung des geschätzten Lastdrehmoments verwendet. In einer anderen Ausführungsform kann der gleitende Mittelwert A der Beschleunigung für einen elektrischen Winkelzyklus zur Berechnung des geschätzten Lastdrehmoments verwendet werden. Die Berechnung des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes für einen vorbestimmten elektrischen Winkelzyklus oder die Berechnung des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes für einen vorbestimmten mechanischen Winkelzyklus kann entfallen. Darüber hinaus ist der Wert, der zur Berechnung des gleitenden Beschleunigungsmittelwertes A oder AA verwendet wird, nicht auf einen Wert für einen elektrischen oder mechanischen Winkelzyklus beschränkt, sondern kann ein Wert für eine beliebige Anzahl von Zyklen sein, z.B. zwei Zyklen oder einen halben Zyklus.

**[0056]** In der obigen Ausführungsform wird das geschätzte Lastdrehmoment unter Verwendung der gleitenden Mittelwerte A, AA der Beschleunigung berechnet und das Ende des Leerlaufs auf der Grundlage des geschätzten Lastdrehmoments bestimmt. In einer anderen Ausführungsform kann das Ende des Leerlaufs mit einer beliebigen Methode unter Verwendung der gleitenden Mittelwerte A, AA für die Beschleunigung bestimmt werden. Darüber hinaus variiert beispielsweise die Beschleunigung in Abhängigkeit von der Motortemperatur, selbst wenn die Steuerung mit der gleichen Aufgabe ausgeführt wird. Daher kann der gleitende Mittelwert der Beschleunigung für andere Verarbeitungen im Zusammenhang mit der Motorsteuerung als die Bestimmung des Leerlaufs verwendet werden, z.B. für die Änderung einer Steuerkonstante in Übereinstimmung mit dem gleitenden Mittelwert der Beschleunigung.

**[0057]** In der obigen Ausführungsform ist der Motor der bürstenlose Gleichstrommotor. In einer anderen Ausführungsform kann der Motor ein beliebiger Motor sein, z.B. ein geschalteter Reluktanzmotor. In der obigen Ausführungsform wird die Anzahl der Wicklungssätze des Motors nicht erwähnt, aber es können ein Wicklungssatz oder mehrere Wicklungssätze verwendet werden. In der obigen Ausführungsform ist der Motordrehwinkelsensor ein Encoder. In einer anderen Ausführungsform ist der Motordrehwinkelsensor nicht auf den Encoder beschränkt, sondern es kann auch jedes andere Gerät, wie z.B. ein Resolver, verwendet werden. Das heißt, der Motorwinkel ist nicht auf den Encoderzählwert beschränkt, sondern kann jeder beliebige Wert sein, der in einen Motorwinkel umgewandelt werden kann.

**[0058]** In der obigen Ausführungsform entfällt der Ausgangswellensensor. In einer anderen Ausführungsform kann ein Sensor für die Ausgangswelle vorgesehen werden, der die Drehposition der Aus-

gangswelle erfasst. Wenn beispielsweise der Ausgangswellensensor normal ist, kann das Ende des Leerlaufzustands unter Verwendung der erfassten Werte des Motordrehwinkelsensors und des Ausgangswellensensors bestimmt werden, und wenn der Ausgangswellensensor aufgrund eines Fehlers oder ähnlichem nicht verwendet werden kann, kann das Ende des Leerlaufzustands wie in der obigen Ausführungsform auf der Grundlage des gleitenden Beschleunigungsmittelwerts bestimmt werden.

**[0059]** In der obigen Ausführungsform ist die Rastplatte mit zwei Aussparungen versehen. In einer anderen Ausführungsform ist die Anzahl der Aussparungen nicht auf zwei begrenzt, sondern kann beliebig groß sein. So können beispielsweise vier Aussparungen vorgesehen werden, die den jeweiligen Bereichen P (Parken), R (Rückwärtsfahrt), N (Neutralfahrt bzw. Leerlauf), D (Fahrt) entsprechen. Außerdem können sich der Schaltbereichsschaltmechanismus, der Parksperremechanismus und ähnliches von denen in der obigen Ausführungsform unterscheiden.

**[0060]** In der obigen Ausführungsform ist das Untersetzungsgetriebe zwischen der Motorwelle und der Ausgangswelle vorgesehen. Obwohl die Einzelheiten des Untersetzungsgetriebes in der obigen Ausführungsform nicht erwähnt werden, kann das Untersetzungsgetriebe jede beliebige Konfiguration haben, z.B. eine Konfiguration mit einem Zykloiden- oder Planetengetriebe oder einem Stirnradgetriebe, das ein Drehmoment von einem im Wesentlichen koaxial zur Motorwelle verlaufenden Untersetzungsmechanismus auf die Antriebswelle überträgt, und eine Konfiguration, bei der diese Getriebe in Kombination verwendet werden. In einer anderen Ausführungsform kann das Untersetzungsgetriebe zwischen Motorwelle und Ausgangswelle entfallen oder ein anderer Mechanismus als das Untersetzungsgetriebe vorgesehen werden. Das heißt, in der obigen Ausführungsform wurde die Beschreibung hauptsächlich auf den Fall bezogen, dass ein „Spiel“ zwischen der Motorwelle und der Ausgangswelle zwischen dem Getriebe des Getriebes und der Motorwelle besteht. Das „Spiel“ kann jedoch auch als die Summe aus Spiel, Umkehrspiel und ähnlichem betrachtet werden, das zwischen der Motorwelle und der Ausgangswelle besteht. Wie oben erwähnt, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die oben genannten Ausführungsformen beschränkt, sondern kann in verschiedenen Formen in dem nicht von ihrem Kern abweichenden Umfang umgesetzt werden.

**[0061]** Während die vorliegende Offenbarung mit Bezug auf Ausführungsformen davon beschrieben wurde, ist es zu verstehen, dass die Offenbarung nicht auf die Ausführungsformen und Konstruktionen beschränkt ist. Die vorliegende Offenbarung soll ver-

schiedene Modifikationen und gleichwertige Regelungen abdecken. Darüber hinaus liegen die verschiedenen Kombinationen und Konfigurationen, aber auch andere Kombinationen und Konfigurationen, darunter mehr, weniger oder nur ein einzelnes Element, im Sinne und Umfang der vorliegenden Offenbarung.

## Patentansprüche

1. Schaltbereichssteuervorrichtung zum Schalten eines Schaltbereichs durch Steuerung des Antriebs eines Motors (10), wobei die Schaltbereichssteuervorrichtung das Folgende umfasst: eine Winkelberechnungseinheit (51), die so konfiguriert ist, dass sie einen Motorwinkel basierend auf einem Motordrehwinkelsignal berechnet, das von einem Motordrehwinkelsensor (13) erfasst wird, der eine Drehposition des Motors erfasst; eine Beschleunigungsberechnungseinheit (51), die so konfiguriert ist, dass sie eine Motorbeschleunigung auf der Grundlage des Motorwinkels berechnet; eine Berechnungseinheit (51) für den gleitenden Mittelwert, die so konfiguriert ist, dass sie einen gleitenden Beschleunigungsmittelwert als gleitenden Mittelwert von mindestens einem von einem vorbestimmten elektrischen Winkelzyklus und einem vorbestimmten mechanischen Winkelzyklus der Motorbeschleunigung berechnet; und eine Antriebssteuereinheit (55), die so konfiguriert ist, dass sie den gleitenden Beschleunigungsmittelwert zur Steuerung des Antriebs des Motors übernimmt, so dass der Motorwinkel zu einem Motorwinkel-Sollwert geworden ist, der einem Sollschaltsbereich entspricht wobei Spiel zwischen einer Motorwelle (105) als Drehwelle des Motors und einer Ausgangswelle (15), auf die die Drehung des Motors übertragen wird, vorhanden ist, und wobei die Antriebssteuereinheit das Folgende enthält: eine Leerlaufbestimmungseinheit (56), die so konfiguriert ist, dass sie den gleitenden Beschleunigungsmittelwert annimmt, um das Ende eines Leerlaufzustands zu bestimmen, in dem sich der Motor innerhalb eines Bereichs des Spiels dreht; und eine Solleinstelleinheit (57), die so konfiguriert ist, dass sie einen Winkelkorrekturwert annimmt, der dem Motorwinkel am Ende des Leerlaufzustands entspricht, um den Motorwinkel-Sollwert einzustellen.

2. Schaltbereichssteuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Leerlaufbestimmungseinheit ferner so konfiguriert ist, dass sie das Ende des Leerlaufzustands als Reaktion auf die Bestimmung eines geschätzten Lastdrehmoments bestimmt, das auf der Grundlage des gleitenden Beschleunigungs-

mittelwerts berechnet wird, der größer als ein Lastbestimmungsschwellenwert ist.

3. Schaltbereichssteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Motorbeschleunigung für jede Impulsflanken-getriggerte Unterbrechung des Motordrehwinkelsignals berechnet wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

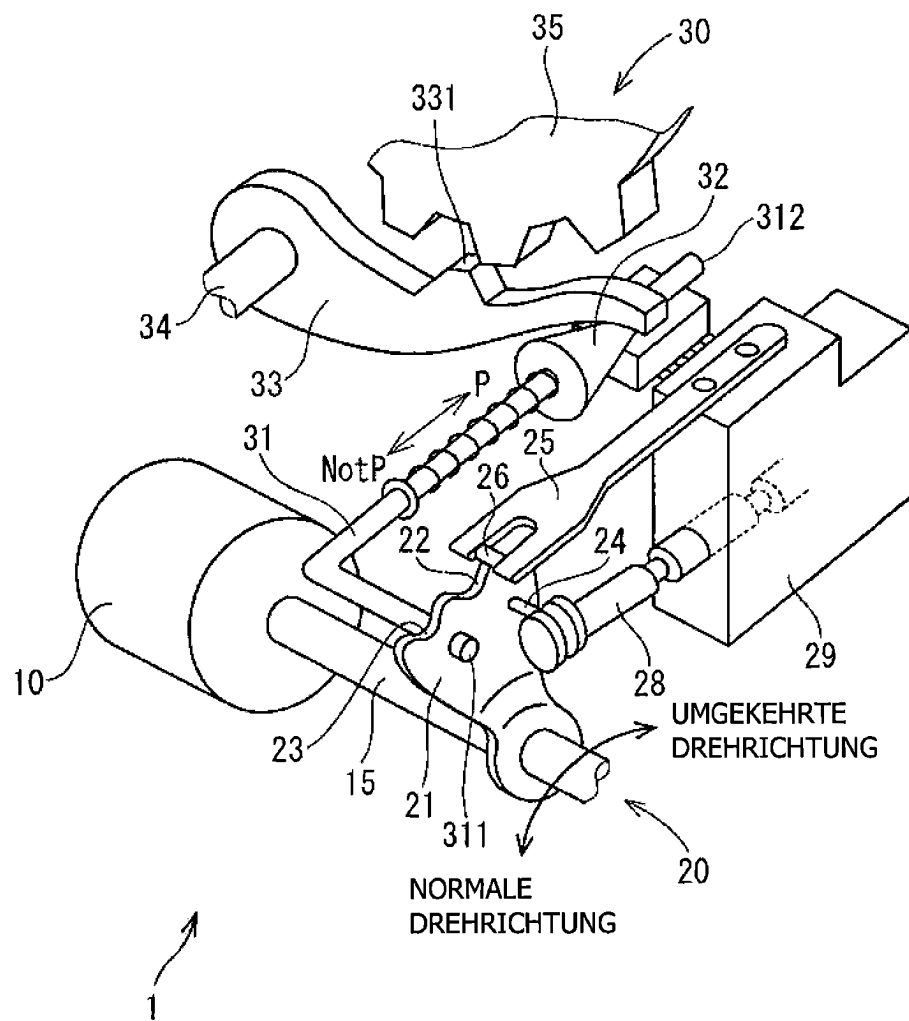


FIG. 2

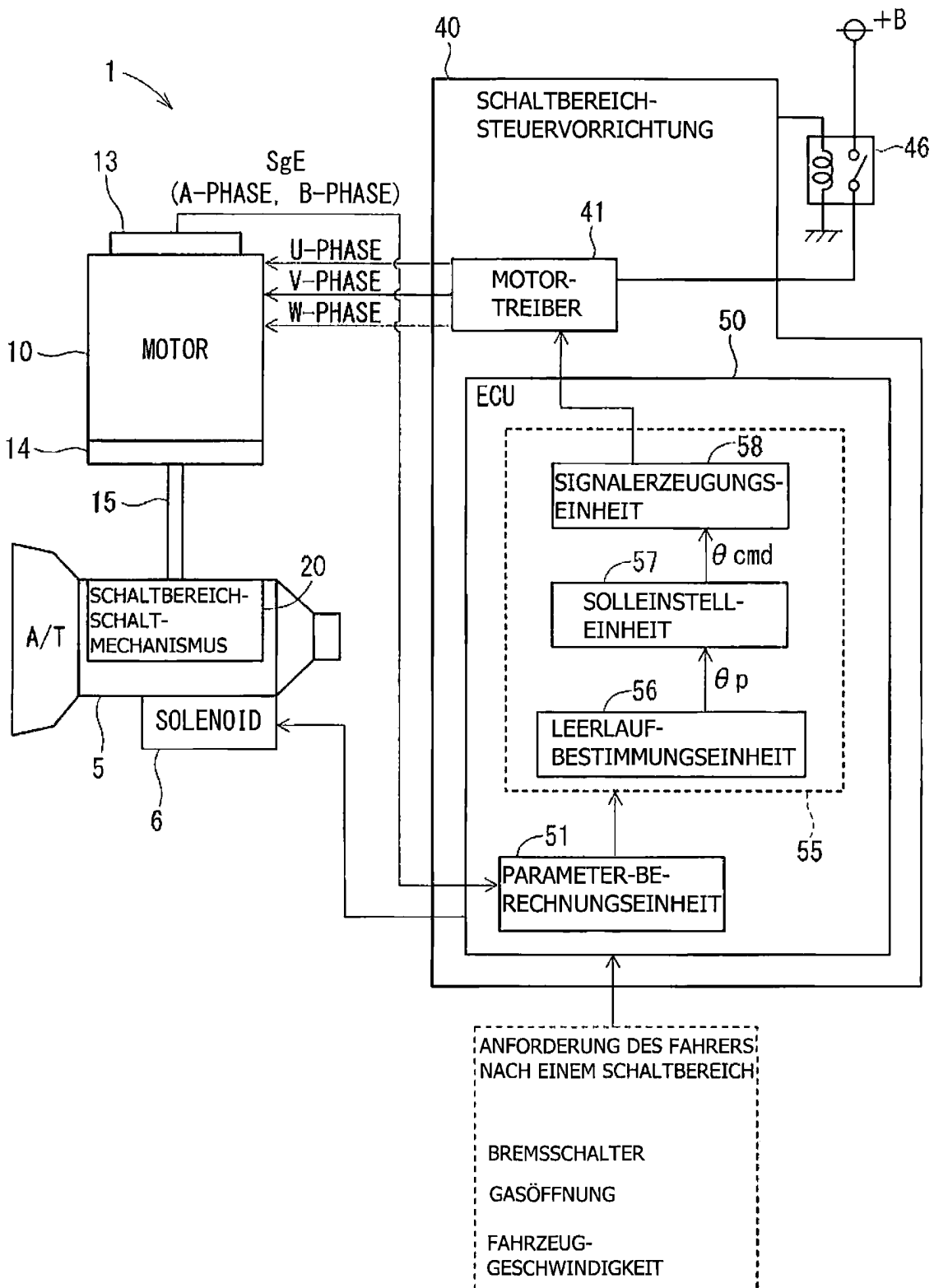
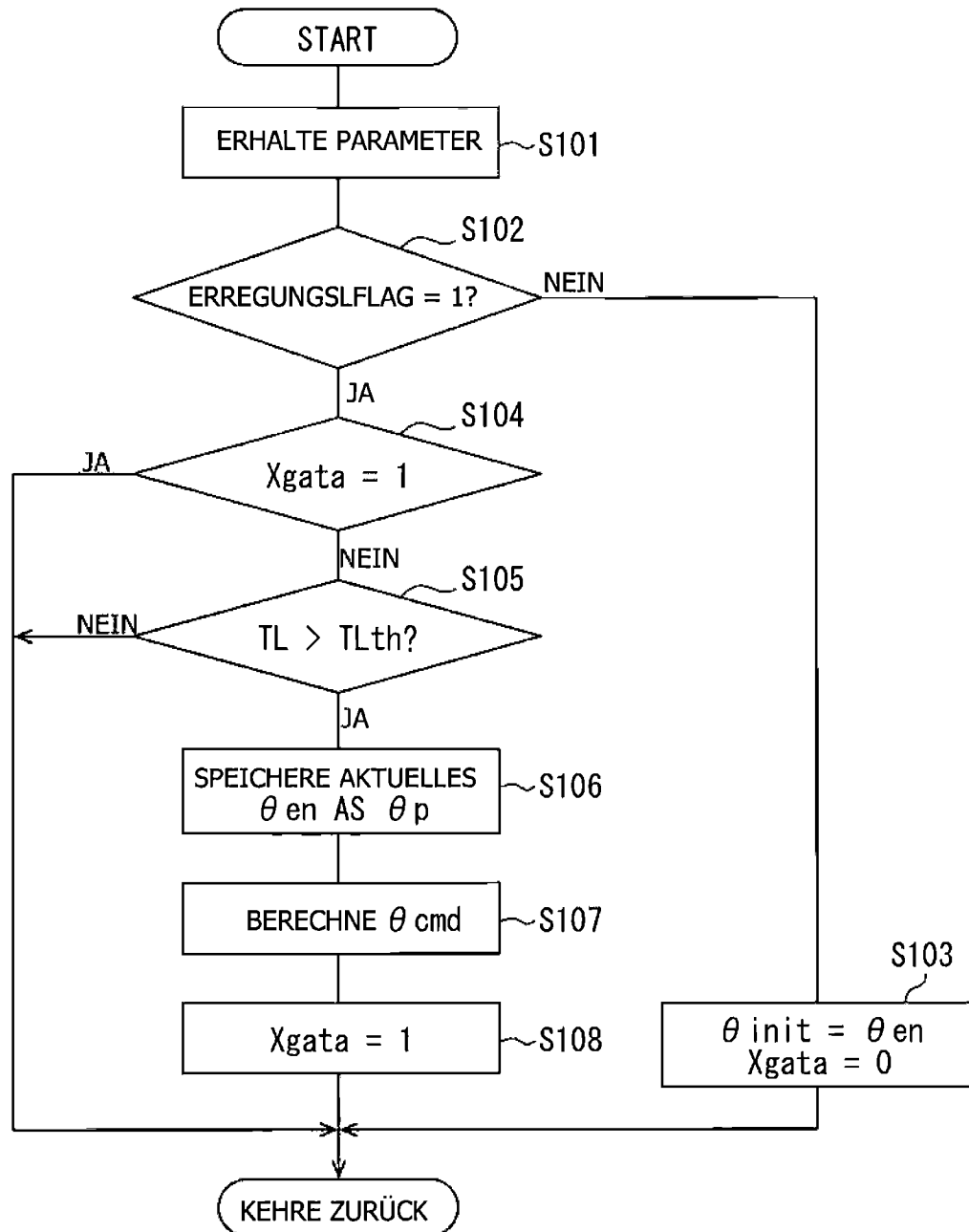




FIG. 5



**FIG. 6**