



(10) **DE 11 2018 000 927 T5** 2019.10.31

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/155332**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 000 927.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/005459**  
(86) PCT-Anmeldetag: **16.02.2018**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.08.2018**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **31.10.2019**

(51) Int Cl.: **H02P 3/18 (2006.01)**  
**F16H 61/32 (2006.01)**  
**H02P 6/30 (2016.01)**  
**H02P 27/08 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2017-029653**      **21.02.2017**    **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

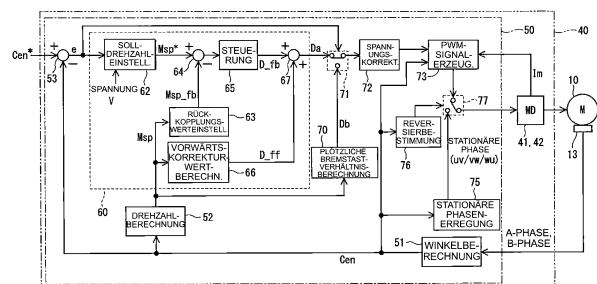
(74) Vertreter:  
**KUHLEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,  
DE**  
  
(72) Erfinder:  
**Kamio, Shigeru, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Schalbereichssteuerungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Schalbereichssteuerungsvorrichtung (40) schaltet einen Schalbereich durch Steuern des Antriebsvorgangs eines Motors (10) und beinhaltet eine erste Schaltsteuereinheit (71), eine Reversiersteuereinheit (76) und eine zweite Schaltsteuereinheit (77). Wenn eine Differenz zwischen einem Soll-Winkel, bei dem der Motor (10) gestoppt werden soll, und einem Ist-Winkel kleiner als ein Winkelbestimmungsschwellenwert wird, schaltet die erste Schaltsteuereinheit (71) von einer Rückkopplungssteuerung zu einer Steuerung mit festem Tastverhältnis um. Die Reversierbestimmungseinheit (76) bestimmt, ob der Motor (10) reversiert. Wenn bestimmt wird, dass der Motor (10) reversiert, schaltet das zweite Schaltsteuereinheit (77) von der Steuerung mit dem festen Tastverhältnis zu einer stationären Phasenanschnittsteuerung zum Betreiben des Motors (10) mit einer stationären Phase um.



**Beschreibung**QUERVERWEIS AUF EINE  
ZUGEHÖRIGE ANMELDUNG

**[0001]** Diese Anmeldung basiert auf der am 21. Februar 2017 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2017-029653, deren Offenbarung hierin durch Verweis aufgenommen ist.

## TECHNISCHES GEBIET

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

## STAND DER TECHNIK

**[0003]** Üblicherweise ist eine Schaltbereichumschaltvorrichtung bekannt, die einen Schaltbereich durch Steuern eines Motors als Reaktion auf eine Schaltbereichsschaltanforderung eines Fahrers schaltet. So wird beispielsweise in der Patentliteratur 1 ein geschalteter Reluktanzmotor als Antriebsquelle für einen Schaltbereichsschaltmechanismus verwendet. Im Folgenden wird der geschaltete Reluktanzmotor als „SR-Motor“ bezeichnet.

## LITERATUR ZUM STAND DER TECHNIK

## PATENTLITERATUR

**[0004]** Patentliteratur 1: JP-4385768-B2

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Ein SR-Motor, der keinen Permanentmagneten verwendet, ist einfach konfiguriert. Ein Motor mit einem Permanentmagneten, wie beispielsweise ein bürstenloser Gleichstrommotor, weist im Vergleich zum SR-Motor eine hohe Reaktionsfähigkeit auf, kann aber bei Stillstand des Motors zum Überschwingen kommen. Eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist es, eine Schaltbereichssteuerungsvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, den Antrieb eines Motors im Zusammenhang mit dem Schalten bzw. dem Umschalten eines Schaltbereichs angemessen zu steuern.

**[0006]** Die Schaltbereichssteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung schaltet einen Schaltbereich durch Steuern des Antriebsvorganges eines Motors und beinhaltet eine erste Schaltsteuereinheit, eine Reversierbestimmungseinheit und eine zweite Schaltsteuereinheit. Wenn eine Differenz zwischen einem Soll-Winkel, bei dem der Motor gestoppt werden soll, und einem Ist-Winkel kleiner als ein Winkelbestimmungsschwellenwert wird, schaltet das erste Schaltsteuereinheit von einer Rückkopplungssteuerung auf eine Steuerung mit festem Tastverhältnis um. Die Reversierbestimmungseinheit be-

stimmt, ob der Motor reversiert. Wenn die Reversierbestimmungseinheit bestimmt, dass der Motor reversiert, schaltet die zweite Schaltsteuereinheit von der Steuerung mit festem Tastverhältnis auf eine stationäre Phasenanschnittsteuerung zum Betreiben einer stationären Phase des Motors um. Dadurch ist es möglich, die Reaktionsfähigkeit zu verbessern, ein Überschwingen zu reduzieren und den Motor an einer Sollposition geeignet zu stoppen.

## Figurenliste

**[0007]** Die oben genannten und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren ersichtlich. In den Figuren ist das Folgende gezeigt:

**Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht, die ein Shift-by-Wire-System gemäß einer ersten Ausführungsform darstellt,

**Fig. 2** ist ein schematisches Konfigurationsdiagramm, das das Shift-by-Wire-System gemäß der ersten Ausführungsform darstellt,

**Fig. 3** ist ein Schaltplan, der einen Motor und einen Motortreiber gemäß der ersten Ausführungsform darstellt,

**Fig. 4** ist ein Blockdiagramm, das eine Schaltbereichssteuerungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform darstellt,

**Fig. 5** ist ein veranschaulichendes Diagramm, das eine Soll-Motordrehzahleinstellung gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht,

**Fig. 6A** ist ein veranschaulichendes Diagramm, das ein FF-Tastverhältnis zum Zeitpunkt einer Beschleunigungssteuerung gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht,

**Fig. 6B** ist ein veranschaulichendes Diagramm, das das FF-Tastverhältnis zum Zeitpunkt einer stationären Steuerung gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht,

**Fig. 6C** ist ein veranschaulichendes Diagramm, das das FF-Tastverhältnis zum Zeitpunkt einer Verzögerungssteuerung gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht,

**Fig. 7** ist ein veranschaulichendes Diagramm, das ein festes Tastverhältnis gemäß der ersten Ausführungsform darstellt,

**Fig. 8** ist ein Flussdiagramm, das ein Motorsteuerungsverfahren gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht,

**Fig. 9** ist ein Flussdiagramm, das ein Modusbestimmungsverfahren gemäß der ersten Ausführungsform veranschaulicht,

**Fig. 10** ist ein Flussdiagramm, das ein PWM-Steuerungsverfahren gemäß der ersten Ausführungsform darstellt,

**Fig. 11** ist ein Zeitdiagramm, das ein Motorsteuerungsverfahren gemäß der ersten Ausführungsform darstellt,

**Fig. 12** ist ein Flussdiagramm, das ein Motorsteuerungsverfahren gemäß einer zweiten Ausführungsform veranschaulicht, und

**Fig. 13** ist ein Zeitdiagramm, das ein Motorsteuerungsverfahren gemäß einer dritten Ausführungsform veranschaulicht.

#### AUSFÜHRUNGSFORMEN FÜR DIE AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Im Folgenden wird eine Schaltbereichssteuerungsvorrichtung anhand der Figuren beschrieben.

(Erste Ausführungsform)

**[0009]** Eine Schaltbereichssteuerungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform ist in den **Fig. 1** bis **Fig. 11** dargestellt. Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, beinhaltet ein Shift-by-Wire-System 1 einen Motor **10**, einen Schaltbereichsschaltmechanismus **20**, einen Parksperrmechanismus **30**, eine Schaltbereichssteuerungsvorrichtung **40** und dergleichen. Der Motor **10** dreht sich nach dem Empfangen bzw. Aufnehmen einer elektrischen Energie von einer Batterie **45** (siehe **Fig. 3**), die an einem Fahrzeug montiert ist (nicht dargestellt), und fungiert als Antriebsquelle für den Schaltbereichsschaltmechanismus **20**. Der Motor **10** kann die Größe eines Stroms durch eine Rückkopplungssteuerung ändern und für jede Phase einen Befehl ändern. Der Motor **10** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist ein bürstenloser Gleichstrommotor vom Typ eines Permanentmagneten. Wie in **Fig. 3** dargestellt, verfügt der Motor **10** über zwei Wicklungssätze **11** und **12**. Der erste Wicklungssatz **11** beinhaltet eine U1-Spule **111**, eine V1-Spule **112** und eine W1-Spule **113**. Der zweite Wicklungssatz **12** beinhaltet eine U2-Spule **121**, eine V2-Spule **122** und eine W2-Spule **123**.

**[0010]** Wie in **Fig. 2** dargestellt, erfasst der Encoder **13** eine Drehposition eines Rotors (nicht dargestellt) des Motors **10**. Der Encoder **13** ist beispielsweise ein magnetischer Drehgeber und beinhaltet einen Magneten, der sich integral mit dem Rotor dreht, einen Hall IC zur magnetischen Erkennung und dergleichen. Der Encoder **13** gibt Impulssignale der A- und B-Phase in jedem vorgegebenen Winkel synchron zur Drehung des Rotors aus. Das Untersetzungsgetriebe **14** ist zwischen einer Motorwelle des Motors **10** und einer Ausgangswelle **15** vorgesehen, und verzögert die Drehung des Motors **10** und gibt die verzögerte Drehung an die Ausgangswelle **15** aus. Dadurch wird die Drehung des Motors **10** auf den Schalt-

bereichsschaltmechanismus **20** übertragen. Die Antriebswelle **15** ist mit einem Ausgangswellensensor **16** zum Erfassen eines Winkels der Ausgangswelle **15** versehen. Der Ausgangswellensensor **16** ist z.B. ein Potentiometer.

**[0011]** Wie in **Fig. 1** dargestellt, beinhaltet der Schaltbereichsschaltmechanismus **20** eine Rastplatte **21**, eine Rastfeder **25** und dergleichen und überträgt eine vom Untersetzungsgetriebe **14** ausgegebene Drehantriebskraft auf ein Handventil **28** und einen Parksperrmechanismus **30**. Die Rastplatte **21** ist an der Ausgangswelle **15** befestigt und wird vom Motor **10** angetrieben. In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Richtung, in der die Rastplatte **21** von einer Basis der Rastfeder **25** entfernt ist, als Vorwärtsdrehrichtung und eine Richtung, die sich dem Basisabschnitt nähert, als Rückwärtsdrehrichtung bzw. als Reversierdrehrichtung definiert.

**[0012]** Die Rastplatte **21** ist mit einem Stift **24** versehen, der parallel zur Ausgangswelle **15** vorsteht. Der Stift **24** ist mit einem Handventil **28** verbunden. Wenn die Rastplatte **21** vom Motor **10** angetrieben wird, bewegt sich das Handventil **28** in axialer Richtung. Mit anderen Worten, der Schaltbereichsschaltmechanismus **20** wandelt eine Drehbewegung des Motors **10** in eine Linearbewegung um und überträgt die Linearbewegung auf das Handventil **28**. Das Handventil **28** ist in einem Ventilkörper **29** vorgesehen. Wenn sich das Handventil **28** in axialer Richtung bewegt, wird ein hydraulischer Versorgungsweg zu einer hydraulischen Kupplung (nicht dargestellt) geschaltet und ein Einrastzustand der hydraulischen Kupplung geschaltet, wodurch der Schaltbereich geändert wird. Die Rastfeder **25** Seite der Rastplatte **21** ist mit vier Aussparungsabschnitten **22** versehen, um das Handventil **28** an Positionen zu halten, die den jeweiligen Bereichen entsprechen. Die Aussparungsabschnitte **22** entsprechen den jeweiligen Bereichen von **D**, **N**, **R** und **P** von einer Basisabschnittsseite der Rastfeder **25**.

**[0013]** Die Rastfeder **25** ist ein elastisch verformbares plattenförmiges Element und ist an einer Spitze der Rastfeder **25** mit einer Rastrolle **26** versehen. Die Rastrolle **26** passt in einen der Aussparungsabschnitte **22**. Die Rastfeder **25** drückt die Rastrolle **26** zum Drehpunkt der Rastplatte **21**. Wenn eine vorbestimmte oder mehrfache Drehkraft auf die Rastplatte **21** aufgebracht wird, verformt sich die Rastfeder **25** elastisch, und die Rastrolle **26** bewegt sich auf den Aussparungsabschnitten **22**. Wenn die Rastrolle **26** in einen der Aussparungsabschnitte **22** eingebaut ist, wird die Schwenkbewegung der Rastplatte **21** geregelt, die axiale Position des Handventils **28** und der Zustand des Parksperrmechanismus **30** bestimmt und der Schaltbereich eines Automatikgetriebes **5** festgelegt.

**[0014]** Der Parksperrmechanismus **30** beinhaltet eine Parkstange **31**, einen konischen Körper **32**, eine Parksperrklinke **33**, einen Wellenabschnitt **34** und ein Parkgetriebe **35**. Die Parkstange **31** ist im Wesentlichen L-förmig ausgebildet, und ein Ende **311** der Parkstange **31** ist an der Rastplatte **21** befestigt. Der konische Körper **32** ist auf der anderen Seite des Endes **312** der Parkstange **31** vorgesehen. Der konische Körper **32** ist so geformt, dass der Durchmesser zum anderen Ende **312** hin abnimmt. Wenn die Rastplatte **21** in umgekehrter Drehrichtung schwenkt, bewegt sich der konische Körper **32** in eine Richtung eines Pfeils P.

**[0015]** Die Parksperrklinke **33** stößt an eine konische Oberfläche des konischen Körpers **32**, und an der Seite des Parkgetriebes **35** der Parksperrklinke **33** ist ein Vorsprungsabschnitt **331** vorgesehen, der mit dem Parkgetriebe **35** in Eingriff kommen kann, der um den Wellenabschnitt **34** schwenkbar vorgesehen ist. Wenn sich die Rastplatte **21** in Rückwärtsdrehrichtung dreht und sich der Kegelkörper **32** in Pfeil-P-Richtung bewegt, wird die Parksperrklinke **33** nach oben geschoben und der Vorsprungsabschnitt **331** und das Parkgetriebe **35** greifen ineinander. Andererseits, wenn sich die Rastplatte **21** in Vorwärtsdrehrichtung dreht und sich der Kegelkörper **32** in Richtung eines Pfeils ohne P bewegt, wird der Eingriff zwischen dem Vorsprungsabschnitt **331** und dem Parkgetriebe **35** gelöst.

**[0016]** Das Parkgetriebe **35** ist auf einer Achse (nicht dargestellt) so angeordnet, dass es mit dem Vorsprungsabschnitt **331** der Parksperrklinke **33** in Eingriff gebracht werden kann. Wenn das Parkgetriebe **35** und der Vorsprungsabschnitt **331** ineinander greifen, wird die Drehung der Achse geregelt. Wenn der Schaltbereich der NotP-Bereich mit Ausnahme des Schaltbereichs P ist, wird das Parkgetriebe **35** nicht durch die Parksperrklinke **33** verriegelt, 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 Parksperrklinke **33** gesperrt und die Drehung der Achse geregelt.

**[0017]** Wie in den Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt, beinhaltet die Schaltbereichssteuerungsvorrichtung **40** die Motortreiber **41** und **42**, ein ECU **50** und dergleichen. Der Motortreiber **41** ist ein dreiphasiger Wechselrichter zum Schalten der Erregung des ersten Wicklungssatzes **11**, und die Schaltelemente **411** bis **416** sind über eine Brücke miteinander verbunden. Ein Ende der U1-Spule **111** ist mit einer Verbindungsstelle der U-Phasenschaltelemente **411** und **414** verbunden, die miteinander gekoppelt sind. Ein Ende der V1-Spule **112** ist mit einer Verbindungsstelle der V-Phasenschaltelemente **412** und **415** verbunden, die miteinander gekoppelt sind. Ein Ende der W1-Spule **113** ist mit einer Verbindungsstelle der W-

Phasenschaltelemente **413** und **416** verbunden, die miteinander gekoppelt sind. Die anderen Enden der Spulen **111** bis **113** sind durch einen Verbindungsabschnitt **115** miteinander verbunden.

**[0018]** Der Motortreiber **42** ist ein dreiphasiger Wechselrichter zum Schalten der Erregung des zweiten Wicklungssatzes **12**, und die Schaltelemente **421** bis **426** sind über eine Brücke miteinander verbunden. Ein Ende der U2-Spule **121** ist mit einer Verbindungsstelle der U-Phasenschaltelemente **421** und **424** verbunden, die miteinander gekoppelt sind. Ein Ende der V2-Spule **122** ist mit einer Verbindungsstelle der V-Phasenschaltelemente **422** und **425** verbunden, die miteinander gekoppelt sind. Ein Ende der W2-Spule **123** ist mit einer Verbindungsstelle der W-Phasenschaltelemente **423** und **426** verbunden, die miteinander gekoppelt sind. Die anderen Enden der Spulen **121** bis **123** sind durch eine Verbindungseinheit **125** miteinander verbunden. Die Schaltelemente **411** bis **416** und **421** bis **426** gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind MOSFET, können aber auch aus anderen Elementen wie einem IGBT gebildet werden.

**[0019]** Zwischen dem Motortreiber **41** und der Batterie **45** ist ein Motorrelais **46** vorgesehen. Zwischen dem Motortreiber **42** und der Batterie **45** ist ein Motorrelais **47** vorgesehen. Die Motorrelais **46** und **47** werden eingeschaltet, wenn ein Startschalter, wie beispielsweise ein Zündschalter oder dergleichen, eingeschaltet wird und eine elektrische Energieversorgung der Motorseite **10** erfolgt. Die Motorrelais **46** und **47** werden ausgeschaltet, wenn der Startschalter ausgeschaltet wird, und die Stromversorgung des Motors **10** wird unterbrochen. Ein Spannungssensor **48** zum Erfassen einer Batteriespannung V ist auf einer Hochspannungsseite der Batterie **45** vorgesehen. Die Schaltbereichssteuerungsvorrichtung **40** ist mit einem Stromsensor (nicht dargestellt) zum Erfassen eines Motorstroms Im versehen.

**[0020]** Die ECU **50** steuert den Antrieb des Motors **10** durch das Steuern der Ein-/Ausschaltungen der Schaltelemente **411** bis **416** und **421** bis **426**. Die ECU **50** steuert den Antrieb der hydraulischen Schaltmagnete **6** basierend auf einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Gasöffnungsgrad, einem vom Fahrer gewünschten Schaltbereich und dergleichen. Eine Getriebestufe wird durch Steuern der hydraulischen Schaltmagnete **6** gesteuert. Die Anzahl der schalthydraulischen Steuerer Magnete **6** entsprechend der Anzahl der Getriebestufen und dergleichen ist vorgesehen. In der vorliegenden Ausführungsform steuert ein ECU **50** den Antrieb des Motors **10** und der Magnete **6**, aber ein Motorsteuergerät zum Steuern des Motors **10** und eine Magnetsteuerung AT-ECU können voneinander getrennt werden. Im Folgenden wird im Wesentlichen die Antriebssteuerung des Motors **10** beschrieben.

**[0021]** Wie in **Fig. 4** dargestellt, beinhaltet die ECU **50** eine Winkelberechnungseinheit **51**, eine Drehzahlberechnungseinheit **52**, eine Winkelabweichungsberechnungseinheit **53**, eine Rückkopplungssteuereinheit **60**, eine plötzliche Bremstastverhältnisberechnungseinheit **70**, eine erste Schaltsteuereinheit **71**, eine stationäre Phasenanschnittsteuereinheit **75**, eine Reversierbestimmungseinheit **76**, eine zweite Schaltsteuereinheit **77** und dergleichen und wird hauptsächlich durch einen Mikrocomputer und dergleichen konfiguriert. Die Verarbeitung im ECU **50** kann eine Software-Verarbeitung durch Ausführen von Programmen sein, die im Voraus in einem persistenten Speicher gespeichert sind, wie beispielsweise ein ROM von einer CPU, oder eine Hardware-Verarbeitung durch eine spezielle elektronische Schaltung.

**[0022]** Die Winkelberechnungseinheit **51** berechnet aus den Impulsen der A-Phase und des B-Phasen-Ausgangs des Encoders **13** einen Ist-Zählwert  $C_{en}$ , der ein Zählwert des Encoders **13** ist. Der Ist-Zählwert  $C_{en}$  ist ein Wert, der einem tatsächlichen mechanischen Winkel und einem elektrischen Winkel des Motors **10** entspricht. Die Drehzahlberechnungseinheit **52** berechnet eine Motordrehzahl  $M_{sp}$ , das ist die Drehzahl des Motors **10**, basierend auf dem Ist-Zählwert  $C_{en}$ . Die Winkelabweichungsberechnungseinheit **53** berechnet eine Differenz zwischen einem Soll-Zählwert  $C_{en}^*$  und dem Ist-Zählwert  $C_{en}$  entsprechend der vom Fahrer gewünschten Eingabe des Schaltbereichs durch Betätigen eines Schalthebels (nicht dargestellt) oder dergleichen. Im Folgenden wird ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Soll-Zählwert  $C_{en}^*$  und dem Ist-Zählwert  $C_{en}$  als Winkelabweichung  $e$  bezeichnet. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Ist-Zählwert  $C_{en}$  auf den „Ist-Winkel“ und der Soll-Zählwert  $C_{en}^*$  auf den „Soll-Winkel“ eingestellt.

**[0023]** Die Rückkopplungssteuereinheit **60** beinhaltet eine Soll-drehzahleinstelleinheit **62**, eine Rückkopplungswerteinstelleinheit **63**, eine Drehzahlabweichungsberechnungseinheit **64**, eine Steuerung **65**, eine Vorwärtskorrekturwertberechnungseinheit **66**, eine Vorwärtskorrekturereinheit **67** und dergleichen. Im Folgenden wird die Rückkopplung bzw. das Feedback als „**FB**“ und die Vorwärtssteuerung bzw. das Feedforward als „**FF**“ bezeichnet.

**[0024]** Die Soll-drehzahleinstelleinheit **62** berechnet aus einer Winkelabweichung  $e$  eine Soll-Motordrehzahl  $M_{sp}^*$ , die eine Soll-drehzahl des Motors **10** ist. Die Soll-Motordrehzahl  $M_{sp}^*$  wird so eingestellt, dass sie größer ist, sowie die Winkelabweichung  $e$  größer ist, wenn die Winkelabweichung  $e$  gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Wert  $e_a$  ist, der beispielsweise auf einer Speicherabbildung in **Fig. 5** basiert, und diese wird auf einen vorbestimmten Maximalwert eingestellt, wenn die Winkelabweichung  $e$  größer als der vorbestimmte Wert  $e_a$  ist. Zusätzlich wird die Winkel-

abweichung  $e$  bei einem Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  auf eine eingestellte Drehzahl  $sp_1$  (z.B. 1000 U/min) eingestellt. Die Soll-Motordrehzahl  $M_{sp}^*$  wird so eingestellt, dass sie mit zunehmender Batteriespannung  $V$  steigt.

**[0025]** Wenn ein Steuerzustand des Motors **10** ein Modus **2** oder ein Modus **3** ist, der später beschrieben werden soll, d.h. eine stationäre Steuerung oder eine Verzögerungssteuerung, führt die **FB**-Werteinstelleinheit **63** eine Phasenvorschubkompensation zum Vorrücken einer Phase der Motordrehzahl  $M_{sp}$  durch und setzt einen Drehzahlphasenvorschubwert  $M_{sp\_pl}$  als Drehzahlrückkopplungswert  $M_{sp\_fb}$ . Wenn der Steuerzustand des Motors **10** der Modus **1**, d.h. die Beschleunigungsregelung ist, führt die **FB**-Werteinstelleinheit **63** die Phasenvorschubkompensation nicht durch und setzt die Motordrehzahl  $M_{sp}$  auf den Drehzahlrückkopplungswert  $M_{sp\_fb}$ . Der Drehzahlphasenvorschubwert  $M_{sp\_pl}$  ist auch in einem Konzept der „Motordrehzahl“ enthalten.

**[0026]** Die Drehzahlabweichungsberechnungseinheit **64** berechnet eine Drehzahlabweichung  $\Delta M_{sp}$  zwischen der Soll-Motordrehzahl  $M_{sp}^*$  und dem Drehzahlrückkopplungswert  $M_{sp\_fb}$ . Um die Soll-Motordrehzahl  $M_{sp}^*$  mit dem Drehzahlrückkopplungswert  $M_{sp\_fb}$  deckungsgleich zu bringen, berechnet die Steuerung **65** ein **FB**-Tastverhältnis  $D_{fb}$  z.B. durch eine P-Regelung oder eine PI-Regelung, so dass die Drehzahlabweichung  $\Delta M_{sp}$  0 wird.

**[0027]** Die **FF**-Korrekturwert-Berechnungseinheit **66** berechnet eine **FF**-Duty bzw. ein **FF**-Tastverhältnis  $D_{ff}$  entsprechend dem Steuerzustand des Motors **10**. Das **FF**-Tastverhältnis  $D_{ff}$  zum Zeitpunkt der Beschleunigungssteuerung ist ein maximales Beschleunigungstastverhältnis, das auf der Grundlage einer Speicherabbildung oder ähnlichem in **Fig. 6A** berechnet wird und mit zunehmender Motordrehzahl  $M_{sp}$  größer wird. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird das **FF**-Tastverhältnis  $D_{ff}$  so berechnet, dass das **FF**-Tastverhältnis zum maximalen Tastverhältnis wird, bis die Motordrehzahl  $M_{sp}$  gleich oder höher als die Soll-Motordrehzahl  $M_{sp}^*$  wird. Das **FF**-Tastverhältnis  $D_{ff}$  zum Zeitpunkt der stationären Steuerung wird auf eine Drehzahlerhaltungstastverhältnis eingestellt, das auf der Grundlage einer Speicherabbildung oder dergleichen in **Fig. 6B** berechnet wird. Das Drehzahlerhaltungstastverhältnis ist ein Tastverhältnis zum Halten der Motordrehzahl  $M_{sp}$  zum Zeitpunkt der Leerlaufbelastung und steigt mit zunehmender Motordrehzahl  $M_{sp}$ . Das **FF**-Tastverhältnis  $D_{ff}$  zum Zeitpunkt der Verzögerungssteuerung ist ein Verzögerungskorrekturtastverhältnis, der auf der Grundlage einer Speicherabbildung oder dergleichen in **Fig. 6C** berechnet wird. Das Verzögerungskorrekturtastverhältnis ist ein Korrekturtastverhältnis zur Realisierung der Soll-Motordreh-

zahl  $M_{sp}^*$ . Das Verzögerungskorrekturastverhältnis ist ein negativer Wert, wenn der Motor **10** in Vorwärtsrichtung dreht, und wird mit zunehmender Motordrehzahl  $M_{sp}$  kleiner. Mit anderen Worten, mit zunehmender Motordrehzahl  $M_{sp}$  wird das Verzögerungskorrekturastverhältnis als Absolutwert größer.

**[0028]** In den **Fig. 6A**, **Fig. 6B** und **Fig. 6C** wird, wenn sich der Motor **10** in Vorwärtsrichtung dreht und der Motor **10** in Rückwärtsrichtung dreht, das Vorzeichen eines Wertes des FF-Tastverhältnisses  $D_{ff}$  umgekehrt. Gleiches gilt für ein feste Tastverhältnis  $D_b$ , das später beschrieben werden soll. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird das FF-Tastverhältnis  $D_{ff}$  basierend auf der Motordrehzahl  $M_{sp}$  berechnet, aber anstelle der Motordrehzahl  $M_{sp}$  kann das FF-Tastverhältnis  $D_{ff}$  basierend auf der Soll-Motordrehzahl  $M_{sp}^*$  berechnet werden.

**[0029]** Die FF-Term-Korrekturereinheit **67** korrigiert das FB-Tastverhältnis  $D_{fb}$  mit dem FF-Tastverhältnis  $D_{ff}$ , um einen Tastverhältniskommandowert zu berechnen. Die FF-Term-Korrekturereinheit **67** nach der vorliegenden Ausführungsform ist ein Addierer und addiert das FF-Tastverhältnis  $D_{ff}$  zum FB-Tastverhältnis  $D_{fb}$ , um ein korrigiertes FB-Tastverhältnis  $D_a$  zu berechnen.

**[0030]** In der Rückkopplungssteuerung der vorliegenden Ausführungsform können die Größen der Ströme und Momente, die durch die Spulen **111** bis **113** und **121** bis **123** fließen, durch Änderung des Tastverhältnisses durch PWM-Steuerung oder dergleichen geändert werden. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der Antrieb des Motors **10** durch eine Rechteckwellensteuerung mit  $120^\circ$  Erregung gesteuert. Bei der Rechteckwellensteuerung durch  $120^\circ$  Erregung werden das Schaltelement auf einer Hochspannungsseite der ersten Phase und das Schaltelement auf einer Niederspannungsseite der zweiten Phase eingeschaltet. Weiterhin wird die Einschaltphase durch Umschalten der Kombination aus erster Phase und zweiter Phase bei jedem elektrischen Winkel von  $60^\circ$  umgeschaltet. Dadurch wird in den Wicklungssätzen **11** und **12** ein rotierendes Magnetfeld erzeugt und der Motor **10** dreht sich. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Drehrichtung des Motors **10** beim Drehen der Ausgangswelle **15** in Vorwärtsdrehrichtung als Vorwärtsrichtung definiert. Darüber hinaus wird das Tastverhältnis, wenn der Motor **10** ein positives Drehmoment ausgibt, als positiv, das Tastverhältnis, wenn der Motor **10** ein negatives Drehmoment ausgibt, als negativ und ein verfügbarer Tastverhältnissbereich als  $-100\%$  bis  $100\%$  angenommen. Mit anderen Worten, wenn der Motor **10** in Vorwärtsrichtung gedreht wird, wird das Tastverhältnis positiv eingestellt, und wenn der Motor **10** in Rückwärtsrichtung gedreht wird, wird das Tastverhältnis negativ eingestellt. Wenn ein Bremsmoment (d.h. ein negatives Drehmoment) erzeugt wird, um

den Motor **10** zu stoppen, der sich in die positive Richtung dreht, ist die Drehrichtung des Motors **10** die Vorwärtsdrehrichtung, aber das Tastverhältnis ist negativ. Ebenso ist das Tastverhältnis positiv, wenn das Bremsmoment erzeugt wird, um den Motor **10** zu stoppen, der sich umgekehrt dreht.

**[0031]** Die plötzliche Bremsastverhältnissberechnungseinheit **70** berechnet das feste Tastverhältnis  $D_b$ , das ein Tastverhältnis zum Zeitpunkt der plötzlichen Bremssteuerung ist, gemäß einer Eildrehzahl  $M_{sp_i}$ , die eine Motordrehzahl  $M_{sp}$  zum Zeitpunkt des Beginns der plötzlichen Bremssteuerung ist, d.h. wenn die Winkelabweichung  $e$  kleiner wird als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$ . Wie in **Fig. 7** dargestellt, ist das feste Tastverhältnis  $D_b$ , wenn sich der Motor **10** in Vorwärtsrichtung dreht, ein negativer Wert, und wenn die Eildrehzahl  $M_{sp_i}$  kleiner als die vorbestimmte Drehzahl  $sp_2$  ist, ist der Absolutwert größer als die Eildrehzahl  $M_{sp_i}$ , und wenn die Eildrehzahl  $M_{sp_i}$  gleich oder größer als die vorbestimmte Drehzahl  $sp_2$  ist, beträgt das feste Tastverhältnis  $D_b - 100\%$ .

**[0032]** Die erste Schaltstueereinheit **71** schaltet, je nachdem, ob das für die Signalerzeugung verwendete Tastverhältnis das korrigierte FB-Tastverhältnis  $D_a$  ist oder das feste Tastverhältnis  $D_b$  ist. In der vorliegenden Ausführungsform, wenn die Winkelabweichung  $e$  gleich oder größer als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  ist, wird das FB-Tastverhältnis nach der Korrektur  $D_a$  ausgewählt, und wenn die Winkelabweichung  $e$  kleiner als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  ist, wird das feste Tastverhältnis  $D_b$  als der für die Signalerzeugung verwendete Tastverhältnis ausgewählt und an die Spannungskorrekturereinheit **72** ausgegeben. Die Spannungskorrekturereinheit **72** korrigiert das ausgewählte korrigierte FB-Tastverhältnis  $D_a$  oder feste Tastverhältnis  $D_b$  mit der Batteriespannung  $V$  und berechnet einen Tastverhältniskommandowert. Die PWM-Signalerzeugungseinheit **73** erzeugt ein Befehlssignal  $Sp_{wm}$  zum Umschalten der Schaltelemente **411** bis **416** und **421** bis **426** basierend auf dem Tastverhältniskommandowert und dem Ist-Zählwert  $C_n$ . Zusätzlich passt die PWM-Signalerzeugungseinheit **73** das Befehlssignal  $Sp_{wm}$  so an, dass der Motorstrom  $I_m$  einen Stromgrenzwert  $Em_{max}$  nicht überschreitet.

**[0033]** Die stationäre Phasenanschnittstueereinheit **75** führt die stationäre Phasenanschnittsteuerung durch. Die stationäre Phasenanschnittsteuerung ist eine Steuerung zum Stoppen der Drehung des Motors **10**, wählt eine stationäre Phase entsprechend einem elektrischen Winkel aus und erzeugt Befehlssignale  $S_{fix}$  zum Schalten der Schaltelemente **411** bis **416** und **421** bis **426**, so dass ein Strom in einer vorbestimmten Richtung der ausgewählten stationären Phase fließt. Dadurch wird eine Anregungspha-

se festgelegt. Wenn die Anregungsphase festgelegt ist, stoppt der Motor **10** in einem vorbestimmten elektrischen Winkel, der der Anregungsphase entspricht. Die stationäre Phasenanschnittsteuereinheit **75** wählt die stationäre Phase und die Anregungsrichtung basierend auf dem Ist-Zählwert Cen aus, um den Motor **10** in einem elektrischen Winkel zu stoppen, der der aktuellen Rotorposition am nächsten liegt. Bei der stationären Phasenanschnittsteuerung wird das Tastverhältnis nach Ablauf einer Tastverhältnisfixierungszeit Tf ab Beginn der stationären Phasenanschnittsteuerung schrittweise geändert. Insbesondere wird ein Absolutwert des Tastverhältnis verringert, so dass der Motorstrom Im nach Ablauf einer stationären Phasenerregungsdauer Ta 0 wird.

**[0034]** Die Reversierbestimmungseinheit **76** bestimmt anhand des Ist-Zählwertes Cen, ob die Drehung des Motors **10** reversiert wurde oder nicht. Die zweite Schaltsteuereinheit **77** schaltet die Signalausgabe an die Motortreiber **41** und **42**. In der vorliegenden Ausführungsform wählt die zweite Schaltsteuereinheit **78**, wenn sich der Motor **10** in der dem gewünschten Schaltbereich entsprechenden Drehrichtung dreht, d.h. vor der Umkehrung des Motors **10**, das von der PWM-Signalerzeugungseinheit **73** erzeugte Befehlssignal Spwm aus, und wenn der Motor **10** reversiert ist, wählt die zweite Schaltsteuereinheit **78** das von der stationären Phasenanschnittsteuereinheit **75** erzeugte Befehlssignal Sfix. Das ausgewählte Befehlssignal wird an die Motortreiber **41** und **42** ausgegeben.

**[0035]** Im Folgenden werden die Steuerungsmodi des Motors **10** zusammengefasst. Modus **1** ist eine „Beschleunigungssteuerung“ und beschleunigt die Drehung des Motors **10**. Modus **2** ist eine „stationäre Steuerung“, bei der die Drehzahl des Motors **10** im Wesentlichen konstant gehalten wird. Modus **3** ist eine „Verzögerungssteuerung“ zum Verzögern der Drehung des Motors **10**. Modus **4** ist eine „plötzliche Bremssteuerung“ und bremst plötzlich die Drehung des Motors **10** ab. Modus **5** ist eine „stationäre Phasenanschnittsteuerung“ und stoppt den Motor **10**. Modus **0** ist eine „Einschaltung aus“ und stoppt die Einschaltung des Motors **10**.

**[0036]** Das Motorsteuerungsverfahren wird anhand eines Flussdiagramms in **Fig. 8** beschrieben. Diese Verarbeitung wird von der ECU **50** in einem vorbestimmten Zyklus während einer Zeitdauer durchgeführt, in der ein Startschalter, der ein Zündschalter oder dergleichen ist, eingeschaltet wird. Im Folgenden entfällt der „Schritt“ von Schritt **S101** und ein Symbol „S“ wird einfach erwähnt. Das Gleiche gilt für die anderen Schritte.

**[0037]** In einem ersten S101 bestimmt die ECU **50**, ob ein Schalthebel (nicht dargestellt) vom Fahrer betätigt wird und ob der vom Fahrer gewünschte Schalt-

bereich geändert wird oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass sich der vom Fahrer angeforderte Schaltbereich nicht geändert hat (NEIN in S101), fährt das Verfahren mit S103 fort. Wenn festgestellt wird, dass sich der vom Fahrer angeforderte Schaltbereich geändert hat (JA in S101), fährt das Verfahren mit S102 fort.

**[0038]** In **S102** schaltet die ECU **50** ein Erregungsflag für den Motor **10** ein. Weiterhin setzt die ECU **50** den Steuerzustand auf den Modus **1**, der die Beschleunigungsregelung ist. In **S103** bestimmt die ECU **50**, ob das Erregungsflag eingeschaltet ist oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass das Erregungsflag ausgeschaltet ist (NEIN in **S103**), wechselt das Verfahren zu **S112**. Wenn bestimmt wird, dass das Erregungsflag eingeschaltet ist (JA in **S103**), wechselt das Verfahren zu **S104**. In **S104** stellt die Soll-drehzahleinheit **62** die Soll-Motordrehzahl **Msp\*** ein. In **S105** führt die ECU **50** ein Modusbestimmungsverfahren durch.

**[0039]** Das Modusbestimmungsverfahren wird mit Bezug auf **Fig. 9** beschrieben. In **S151** bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus der Modus **1** ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **1** ist (NEIN in **S151**), wechselt das Verfahren zu **S154**. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus der Modus **1** ist (JA in **S151**), wechselt das Verfahren zu **S152**.

**[0040]** In **S152** bestimmt die ECU **50**, ob die Soll-Motordrehzahl **Msp\*** kleiner als die aktuelle Motordrehzahl **Msp** ist oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass die Soll-Motordrehzahl **Msp\*** gleich oder höher als die aktuelle Motordrehzahl **Msp** (NEIN in **S152**) ist, wird der Modus **1** fortgesetzt. Wenn bestimmt wird, dass die Soll-Motordrehzahl **Msp\*** niedriger ist als die aktuelle Motordrehzahl **Msp** (JA in **S152**), fährt das Verfahren mit **S153** fort. In **S153** setzt die ECU **50** den Steuermodus als Modus **2**, der die stationäre Steuerung ist.

**[0041]** Wenn in **S154** bestimmt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **1** (NEIN in **S151**) ist, bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus der Modus **2** ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **2** ist (NEIN in **S154**), wechselt das Verfahren zu **S157**. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus der Modus **2** ist (JA in **S154**), wechselt das Verfahren zu **S155**.

**[0042]** In **S155** bestimmt die ECU **50**, ob der aktuelle Wert **Msp\*(n)** der Soll-Motordrehzahl kleiner als der vorherige Wert **Msp\*(n-1)** ist oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass das **Msp\*(n)** der Soll-Motordrehzahl gleich oder höher als der vorherige Wert **Msp\*(n-1)** (NEIN in **S155**) ist, wird der Modus **2** fortgesetzt. Wenn bestimmt wird, dass das **Msp\*(n)** der Soll-Motordrehzahl kleiner als der vorherige Wert

Msp\*(n-1) ist (JA in **S155**), fährt das Verfahren mit **S156** fort. In **S156** setzt die ECU **50** den Steuermodus als Modus **3**, also die Verzögerungssteuerung.

**[0043]** Wenn in **S157** bestimmt wird, dass der Steuermodus nicht die Modi **1** und **2** ist (NEIN in **S154**), bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus der Modus **3** ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **3** (NEIN in **S157**) ist, wechselt das Verfahren zu **S160**. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus der Modus **3** ist (JA in **S157**), wechselt das Verfahren zu **S158**.

**[0044]** In **S158** bestimmt die ECU **50**, ob die Winkelabweichung  $e$  kleiner als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  ist oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass die Winkelabweichung  $e$  gleich oder größer als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  (NEIN in **S158**) ist, wird der Modus **3** fortgesetzt. Wenn bestimmt wird, dass die Winkelabweichung  $e$  kleiner als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  (JA in **S158**) ist, fährt das Verfahren mit **S159** fort. In **S159** stellt die ECU **50** den Steuermodus als Modus **4** ein, der die plötzliche Bremssteuerung ist.

**[0045]** Wenn in **S160** bestimmt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **1** bis der Modus **3** ist (NEIN in **S157**), bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus der Modus **4** ist oder nicht. Wenn festgestellt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **4** (NEIN in **S160**) ist, wechselt das Verfahren zu **S163**. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus der Modus **4** ist (JA in **S160**), wechselt das Verfahren zu **S161**.

**[0046]** In **S161** bestimmt die ECU **50**, ob der Motor **10** durch die Reversierbestimmungseinheit **76** reversiert wurde oder nicht. In diesem Beispiel wird bei einer Drehung des Motors **10** in eine Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung, die aufgrund der Bereiche vor und nach dem Umschalten des Schaltbereichs bestimmt wird, bestimmt, dass der Motor **10** reversiert wurde. Wenn festgestellt wird, dass der Motor **10** nicht reversiert wurde (NEIN in **S161**), wird der Modus **4** fortgesetzt. Wenn bestimmt wird, dass der Motor **10** reversiert wurde (JA in **S161**), fährt das Verfahren mit **S162** fort. In **S162** setzt die ECU **50** den Steuermodus auf den Modus **5**, der die stationäre Phasenanschnittsteuerung ist.

**[0047]** Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus nicht die Modi **1** bis **4** (NEIN in **S160**) ist, erhöht die ECU **50** in **S163**, wo der Steuermodus der Modus **5** ist, den Zeitwert  $T_c$ , der den Zählwert des Timers zum Zählen der Dauer der stationären Phasenanschnittsteuerung ist. In **S164** bestimmt die ECU **50**, ob der Timerwert  $T_c$  größer als ein Zeitbestimmungsschwellenwert  $T_{th1}$  ist oder nicht. Der Zeitdauerbestimmungsschwellenwert  $T_{th1}$  ist ein Wert, der entsprechend der stationären Phasenanzugsdauer  $T_a$  (z.B. 100 ms) eingestellt wird, während dem die sta-

tionäre Phasenanschnittsteuerung fortgesetzt wird. Wenn bestimmt wird, dass der Timerwert  $T_c$  gleich oder kleiner als der Dauerbestimmungsschwellenwert  $T_{th1}$  (NEIN in **S164**) ist, wird der Modus **5** fortgesetzt. Wenn bestimmt wird, dass der Zeitwert  $T_c$  größer als der Schwellenwert  $T_{th1}$  (JA in **S164**) ist, fährt das Verfahren mit **S165** fort. In **S165** setzt die ECU **50** den Steuermodus auf den Modus **0**, der die Erregungs-Aus-Steuerung ist.

**[0048]** Rückkehrend zu **Fig. 8**, wird in **S106** auf das Modusbestimmungsverfahren gewechselt, und es bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus einer der Modi **1** bis **4** ist oder nicht. Wenn der Steuermodus die Modi **1** bis **4** ist, wird der Motor **10** PWM-gesteuert. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus von den Modi **1** bis **4** verschieden ist (NEIN in **S106**), wechselt das Verfahren zu **S108**. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus einer der Modi **1** bis **4** ist (JA in **S106**), wechselt das Verfahren zu **S107**.

**[0049]** In **S107** steuert die ECU **50** den Antrieb des Motors **10** über eine PWM-Steuerung. Das PWM-Steuerungsverfahren wird mit Bezug auf **Fig. 10** beschrieben. In **S171** bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus einer der Modi **1** bis **3** ist oder nicht. Wenn der Steuermodus die Modi **1** bis **3** ist, wird der Motor **10** rückkopplungsgesteuert. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **1** zum Modus **3** ist, d.h. der Modus **4** (NEIN in **S171**), wechselt das Verfahren zu **S178**. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus einer der Modi **1** bis **3** ist (JA in **S171**), wechselt das Verfahren zu **S172**.

**[0050]** In **S172** bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus der Modus **1** ist oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus der Modus **1** ist (JA in **S172**), wechselt das Verfahren zu **S173**. Wird festgestellt, dass der Steuermodus nicht der Modus **1** ist, d.h. der Modus **2** oder der Modus **3** (NEIN in **S172**), wechselt das Verfahren zu **S174**.

**[0051]** In **S173** gibt die Rückkopplungswerteinstelleinheit **63** die Motordrehzahl Msp als Drehzahlrückkopplungswert Msp fb an die Drehzahlabweichungsberechnungseinheit **64** aus. In **S174** gibt die Rückkopplungswerteinstelleinheit **63** den Phasenverschiebungskompensationswert  $M_{sp\_pl}$  der Motordrehzahl Msp als Drehzahlrückkopplungswert Msp fb an die Drehzahlabweichungsberechnungseinheit **64** aus.

**[0052]** In **S175** berechnet die Steuerung **65** das Rückmeldetastverhältnis  $D_{fb}$ . In **S176** berechnet die Vorwärtskorrekturberechnungseinheit **66** das Vorwärtstastverhältnis  $D_{ff}$  gemäß den Steuerungsmodi. In **S177** addiert die Vorwärtskorrekturereinheit **67** das Rückmeldetastverhältnis  $D_{fb}$  und das Vor-

wärtstastverhältnis  $D_{ff}$ , um das korrigierte Rückmeldetastverhältnis  $Da$  zu berechnen.

**[0053]** In **S178**, in dem der Steuermodus in den Modus **4** (NEIN in **S171**) wechselt, setzt die plötzliche Bremstastverhältnisberechnungseinheit **70** das feste Tastverhältnis  $Db$  entsprechend der Eildrehzahl  $Msp_i$ . Wenn das feste Tastverhältnis  $Db$  eingestellt ist, wird der Sollwert beibehalten. In **S179** erzeugt die PWM-Signalerzeugungseinheit **73** das Befehlssignal Spwm basierend auf dem berechneten korrigierten Rückmeldetastverhältnis  $Da$  oder des festen Tastverhältnisses  $Db$ . Die ECU **50** steuert den Antrieb des Motors **10** basierend auf dem erzeugten Befehlssignal Spwm.

**[0054]** Zurück zu **Fig. 8**, in **S108**, wo der Steuermodus als von den Modi **1** bis **4** verschieden bestimmt wird (NEIN in **S106**), bestimmt die ECU **50**, ob der Steuermodus der Modus **5** ist oder nicht. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus nicht der Modus **5** ist, d.h. der Modus **0** (NEIN in **S108**), wechselt das Verfahren zu **S112**. Wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus der Modus **5** ist (JA in **S108**), wechselt das Verfahren zu **S109**.

**[0055]** In **S109** bestimmt die ECU **50**, ob der Timerwert  $Tc$  größer als ein Fixierungsbestimmungsschwellenwert  $Tth2$  ist oder nicht. Der Fixierungsbestimmungsschwellenwert  $Tth2$  wird entsprechend der Tastverhältnisfixierungszeit  $Tf$  (z.B. 20 ms) eingestellt, während das maximale Tastverhältnis durch die stationäre Phasenanzugsdauer  $Ta$  bestimmt wird, dass der Zeitwert  $Tc$  gleich oder kleiner als der Fixierungsbestimmungsschwellenwert  $Tth2$  (NEIN in **S109**) ist, fährt das Verfahren mit **S110** fort. Wenn bestimmt wird, dass der Timerwert  $Tc$  größer als der Fixierungsbestimmungsschwellenwert  $Tth2$  (JA in **S109**) ist, fährt das Verfahren mit **S111** fort.

**[0056]** In **S110** erzeugt die stationäre Phasenanschnittsteuereinheit **75** das Befehlssignal Sfix zum Einschalten der stationären Phase entsprechend dem Ist-Zählwert Cen bei maximalem Tastverhältnis. Die ECU **50** steuert den Antrieb des Motors **10** basierend auf den erzeugten Befehlssignalen Sfix. In **S111** erzeugt die stationäre Phasenanschnittsteuereinheit **75** das Befehlssignal Sfix zum Erregen der stationären Phase entsprechend dem Ist-Zählwert Cen bei einem eingestellten Tastverhältnis, so dass der Strom allmählich kleiner wird, so dass ein Strom nach Ablauf der stationären Phasenanzugsdauer  $Ta$  auf 0 gesetzt wird. Die ECU **50** steuert den Antrieb des Motors **10** basierend auf den erzeugten Befehlssignalen Sfix.

**[0057]** In **S112** wird gewechselt, wenn bestimmt wird, dass das Erregungsflag AUS ist (NEIN in **S103**), oder wenn bestimmt wird, dass der Steuermodus

nicht die Modi **1** bis **5** ist, d.h., dass der Steuermodus der Modus **0** ist (NEIN in **S108**), schaltet die ECU **50** die Erregung des Motors **10** ab. Wenn die Stromversorgung des Motors **10** ausgeschaltet ist, wird ein Ausschaltzustand fortgesetzt. Darüber hinaus ist das Erregungsflag deaktiviert.

**[0058]** Das Motorsteuerungsverfahren wird anhand eines Zeitdiagramms in **Fig. 11** beschrieben. **Fig. 11** zeigt den vom Fahrer gewünschten Schaltbereich, das Erregungsflag, den Winkel des Motors **10**, die Motordrehzahl, das Tastverhältnis, den Motorstrom und den Steuermodus von oben, wobei die gemeinsame Zeitachse die horizontale Achse ist. In **Fig. 11** wird ein Winkel des Motors **10** durch einen Zählwert des Encoders **13** angezeigt. Gleiches gilt für **Fig. 13**.

**[0059]** Wie in **Fig. 11** dargestellt, wird, wenn der vom Fahrer angeforderte Schaltbereich vor der Zeit  $x1$  im P-Bereich gehalten wird, der Steuerzustand des Motors **10** auf die Erregungs-Aus-Steuerung des Modus **0** gesetzt. Zum Zeitpunkt  $x1$ , wenn der vom Fahrer angeforderte Schaltbereich vom P-Bereich in den D-Bereich wechselt, wird das Erregungsflag eingeschaltet und der Steuerzustand auf die Beschleunigungssteuerung des Modus **1** umgeschaltet. Weiterhin wird der Soll-Zählwert  $Cen^*$  entsprechend dem vom Fahrer gewünschten Schaltbereich eingestellt. In der Beschleunigungssteuerung treibt die ECU **50** den Motor **10** durch die PWM-Steuerung mit maximalem Tastverhältnis an. Weiterhin wird bei der Beschleunigungsregelung die Motordrehzahl  $Msp$ , bei der die Phasenvorschubkompensation nicht durchgeführt wird, zurückgeführt.

**[0060]** Wenn die Motordrehzahl  $Msp$  höher wird als die Soll-Motordrehzahl  $Msp^*$  zu einem Zeitpunkt  $x2$ , wird der Steuerzustand auf die stationäre Steuerung des Modus **2** geschaltet. In der stationären Steuerung wird der Phasenvorschubkompensationswert  $Msp_{p1}$ , der ein Wert ist, der der Phasenvorschubkompensation unterworfen ist, zurückgespeist. Zum Zeitpunkt  $x3$ , wenn die Soll-Motordrehzahl  $Msp^*$  fällt, wird der Steuerzustand auf die Verzögerungssteuerung des Modus **3** umgeschaltet. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Phasenvorschubkompensationswert  $Msp_{pl}$ , der der Phasenvorschubkompensation unterworfen ist, in einen stationären Zustand und einen Verzögerungszustand, in dem die Nachverfolgung aufgrund der Erfassungsverzögerung des Drehwinkels und der Auflösung der Erfassung wahrscheinlich auftritt, zurückgeführt. Dadurch wird das Verfolgen im stationären Zustand und im Verzögerungszustand reduziert.

**[0061]** Zu einem Zeitpunkt  $x4$ , zu dem die Winkelabweichung  $e$  kleiner als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  wird, wird der Steuermodus auf die plötzliche Bremssteuerung des Modus **4** umgeschaltet. Zum Zeitpunkt der plötzlichen Bremssteuerung

zung wird der Antrieb des Motors **10** basierend auf dem festen Tastverhältnis  $Db$  gesteuert, das entsprechend der Eildrehzahl  $Msp_i$  eingestellt ist. Das Überschwingen kann durch die plötzliche Bremssteuerung reduziert werden. Der Antrieb des Motors **10** wird von der PWM-Steuerung während einer Zeitdauer von der Zeit  $x1$  bis zu einer Zeit  $x5$  gesteuert, in dem die Steuerung zur stationären Phasenanschnittsteuerung übergeht.

**[0062]** Wenn die Umkehrung des Motors **10** zum Zeitpunkt  $x5$  bestimmt wird, wird der Steuermodus auf die stationäre Phasenanschnittsteuerung des Modus **5** umgeschaltet. In der vorliegenden Ausführungsform wird die stationäre Phasenanschnittsteuerung von der Zeit  $x5$  bis zu einer Zeit  $x7$  fortgesetzt, zu der die stationäre Phasenanzugsdauer  $Ta$  abläuft. Dadurch kann der Motor **10** entsprechend angehalten werden.

**[0063]** Da der Motor **10** ein Federmassensystem ist, wie durch eine Zweipunkt-Kettenleitung angezeigt, wird beim Abschalten der Erregung zu einem Zeitpunkt  $x7$ , nachdem die Erregung der stationären Phase mit dem maximalen Tastverhältnis für die Erregungsdauer der stationären Phase  $Ta$  fortgesetzt wird, die Motorwelle plötzlich freigegeben, um Vibrationen zu erzeugen. Wenn die Motorwelle durch die Vibration angetrieben wird, kann auch die Ausgangswelle **15** angetrieben werden.

**[0064]** Daher wird in der vorliegenden Ausführungsform die stationäre Phasenanzugsdauer bei maximalem Tastverhältnis in der ersten Zeitdauer vom Beginn der stationären Phasenanzugsdauer bis zum Zeitpunkt  $x6$ , zu dem die Tastverhältnisfixierungszeit  $Tf$  abläuft, durchgeführt. Darüber hinaus wird in der zweiten Zeitdauer bis zum Erreichen der stationären Phasenanzugsdauer  $Ta$  nach Ablauf der Tastverhältnisfixierungszeit  $Tf$  in der stationären Phasenanschnittsteuerung, d.h. in der zweiten Zeitdauer von der Zeit  $x6$  bis zur Zeit  $x7$ , das Tastverhältnis langsam auf 0 umgestellt, so dass der Motorstrom  $I_m$  zu dem Zeitpunkt  $x7$ , an dem die stationäre Phasenanzugsdauer  $Ta$  endet, 0 beträgt. In **Fig. 11** wird das Tastverhältnis graduell linear geändert, kann aber auch graduell nichtlinear oder schrittweise graduell geändert werden. Dadurch wird die Vibration der Motorwelle beim Umschalten von der Erregung der stationären Phase auf die Erregung aus reduziert, und ein Zustand, in dem die Motorwelle und die Ausgangswelle **15** gestoppt werden, kann zum Zeitpunkt der Erregung aus angemessen aufrechterhalten werden.

**[0065]** Wie vorstehend beschrieben, schaltet die Schaltbereichssteuerungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform den Schaltbereich durch Steuern des Antriebs des Motors **10** und beinhaltet die erste Schaltsteuereinheit **71**, die Reversierbestimmungseinheit **76** und die zweite Schalt-

steuereinheit **77**. Wenn die Winkelabweichung  $e$ , die die Differenz zwischen dem Soll-Zählwert  $Cen^*$  und dem Ist-Zählwert  $Cen$  darstellt, kleiner wird als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$ , schaltet die erste Schaltsteuereinheit **71** von der Rückkopplungssteuerung zur Steuerung mit dem festen Tastverhältnis  $Db$ . Das feste Tastverhältnis  $Db$  der vorliegenden Ausführungsform ist ein plötzliches Bremsastverhältnis, das die Drehung des Motors **10** stoppt. Insbesondere, wenn das Tastverhältnis zum Zeitpunkt der Beschleunigungsregelung oder der stationäre Steuerung nach Beginn der Rückkopplungssteuerung positiv ist, ist das feste Tastverhältnis  $Db$  negativ. Somit ist das feste Tastverhältnis  $Db$  invertiert im Positiven und Negativen gegenüber dem Tastverhältnis zum Zeitpunkt der Drehung des Motors **10** entsprechend der Umschaltrichtung des gewünschten Schaltbereiches.

**[0066]** Die Reversierbestimmungseinheit **76** bestimmt, dass der Motor **10** reversiert wurde. Wenn bestimmt wird, dass der Motor **10** reversiert wird, schaltet die zweite Schaltsteuereinheit **77** die Steuerung von der Steuerung mit dem festen Tastverhältnis  $Db$  auf die stationäre Phasenanschnittsteuerung zum Einschalten der stationären Phase des Motors **10** um. Dadurch ist es möglich, die Reaktionsfähigkeit zu verbessern, das Überschwingen zu reduzieren und den Motor **10** an der Zielposition entsprechend zu stoppen.

**[0067]** Das feste Tastverhältnis  $Db$  wird entsprechend der Eildrehzahl  $Msp_i$  eingestellt, die die Drehzahl des Motors **10** ist, wenn bestimmt wird, dass die Winkelabweichung  $e$  kleiner als der Winkelbestimmungsschwellenwert  $e_{th}$  ist. Dadurch kann das Überschwingen entsprechend der Motordrehzahl  $Msp$  reduziert und der Motor **10** an der Zielposition entsprechend angehalten werden.

**[0068]** Die Schaltbereichssteuerungsvorrichtung **40** schaltet die Einschaltung ab, wenn die stationäre Phasenanzugsdauer  $Ta$  seit Beginn der stationären Phasenanschnittsteuerung verstrichen ist. Die stationäre Phasenanschnittsteuerung wird über die stationäre Phasenanzugsperiode  $T1$  fortgesetzt und kann so den Motor **10** zuverlässig stoppen. Darüber hinaus kann eine Leistungsaufnahme reduziert werden, indem die Stromversorgung nach Ablauf der stationären Phasenanzugsperiode  $Ta$  abgeschaltet wird.

**[0069]** In der Zeitdauer, in der die stationäre Phasenanschnittsteuerung fortgesetzt wird, wird das Tastverhältnis in der ersten Zeitdauer bis zum Ablauf der Tastverhältnisfixierungszeit  $Tf$ , die eine vorgegebene Zeit ist, als konstant eingestellt, und das Tastverhältnis wird schrittweise so geändert, dass der Strom des Motors **10** in der zweiten Zeitdauer vom Ablauf der Tastverhältnisfixierungszeit  $Tf$  bis zum Ende der

stationären Phasenanschnittsteuerung sich 0 annähert. Dies ermöglicht es, die Schwingung der Motorwelle beim Umschalten von der stationären Phasenanschnittsteuerung auf die Abschaltung zu reduzieren und den Zustand, in dem die Ausgangswelle **15** an einer gewünschten Position angehalten wird, auch zum Zeitpunkt der Abschaltung beizubehalten.

(Zweite Ausführungsform)

**[0070]** Eine zweite Ausführungsform ist in den **Fig. 12** und **Fig. 13** dargestellt. Da sich eine stationäre Phasenanschnittsteuerung von der oben beschriebenen Ausführungsform unterscheidet, wird in der vorliegenden Ausführungsform hauptsächlich der Unterschied beschrieben und eine Beschreibung der anderen Abschnitte weggelassen. **Fig. 12** ist ein Flussdiagramm, das ein Motorsteuerungsverfahren gemäß der vorliegenden Ausführungsform darstellt. **Fig. 12** ist ähnlich wie **Fig. 8**, mit der Ausnahme, dass **S210** und **S211** durch **S110** und **S111** ersetzt sind, die von **S109** verschoben sind.

**[0071]** Wenn in **S109** bestimmt wird, dass ein Zeitwert  $T_c$  gleich oder kleiner als ein Fixierungsbestimmungsschwellenwert  $T_{th2}$  (NEIN in **S109**) ist, geht das Verfahren zu **S210** über. In **S210** erzeugt eine stationäre Phasenanschnittsteuereinheit **75** ein Befehlssignal  $S_{fix}$  zum Betreiben einer stationären Phase, die einem Ist-Zählwert  $C_{en}$  entspricht, mit einem ersten Tastverhältnis **D1**. In der vorliegenden Ausführungsform ist das erste Tastverhältnis **D1** beispielsweise -100[%], was das maximale Tastverhältnis ist. Die ECU **50** steuert den Antrieb des Motors **10** basierend auf den erzeugten Befehlssignalen  $S_{fix}$ .

**[0072]** Wenn in **S109** bestimmt wird, dass der Timerwert  $T_c$  größer als ein Fixierungsbestimmungsschwellenwert  $T_{th2}$  (JA in **S109**) ist, geht das Verfahren weiter zu **S211**. In **S211** erzeugt die Phasenanschnittsteuereinheit **75** das Befehlssignal  $S_{fix}$  zum Erregen der stationären Phase entsprechend dem Ist-Zählwert  $C_{en}$  bei einem zweiten Tastverhältnis **D2** mit dem gleichen Bezugszeichen wie der des ersten Tastverhältnis **D1** und einem kleineren Absolutwert als der des ersten Tastverhältnis **D1**, um den Strom im Vergleich zu vor dem Ablauf einer Tastverhältnisfixierungszeit  $T_f$  zu reduzieren. Das zweite Tastverhältnis **D2** ist ein beliebiger vorgegebener Wert (z.B. -30[%]). Die ECU **50** steuert den Antrieb des Motors **10** basierend auf den erzeugten Befehlssignalen  $S_{fix}$ .

**[0073]** **Fig. 13** ist ein Zeitdiagramm, das ein Motorsteuerungsverfahren gemäß der vorliegenden Ausführungsform darstellt. Die Verarbeitung bis zu einer Zeit  $x_6$  ist die gleiche wie bei der ersten Ausführungsform. Wie in **Fig. 13** dargestellt, wird bei der stationären Phasenanschnittsteuerung die stationäre Phasenanschnittsteuerung bei dem ersten Tastverhältnis **D1**, das das maximale Tastverhältnis ist, in einer ersten Zeit-

dauer bis zu dem Zeitpunkt  $x_6$  durchgeführt, an dem die Tastverhältnisfixierungszeit  $T_f$  abläuft. Weiterhin wird in einer zweiten Zeitdauer, da die Tastverhältnisfixierungszeit  $T_f$  in der stationären Phasenanschnittsteuerung vergeht, bis eine stationäre Phasenanschnittsteuerungsdauer  $T_a$  erreicht ist, d.h. in der zweiten Zeitdauer von der Zeit  $x_6$  bis zur Zeit  $x_7$ , die stationäre Phasenanschnittsteuerung durchgeführt, wobei das zweite Tastverhältnis **D2** einen Absolutwert aufweist, der kleiner ist als derjenige des ersten Tastverhältnisses **D1**. Mit einem Wechsel von dem ersten Tastverhältnis **D1** zum zweiten Tastverhältnis **D2** wird der Motorstrom  $I_m$  in der zweiten Zeitdauer kleiner als in der ersten Zeitdauer, und somit kann die Vibration der Motorwelle beim Umschalten in den Abschaltzustand der Erregung im Vergleich zum Fall der fortgesetzten Erregung des ersten Tastverhältnisses **D1** reduziert werden.

**[0074]** In der vorliegenden Ausführungsform wird das Tastverhältnis in der ersten Zeitdauer bis die Tastverhältnisfixierungszeit  $T_f$ , die eine vorbestimmte Zeit ist, in der Zeitdauer verstrichen ist, in der die stationäre Phasenanschnittsteuerung fortgesetzt wird, als erstes Tastverhältnis **D1** eingestellt, und das zweite Tastverhältnis **D2**, das absolut kleiner als das erste Tastverhältnis **D1** ist, wird in der zweiten Zeitdauer vom Ablauf der Tastverhältnisfixierungszeit  $T_f$  bis zum Ende der stationären Phasenanschnittsteuerung eingestellt. Dies ermöglicht es, die Schwingung der Motorwelle beim Umschalten von der stationären Phasenanschnittsteuerung auf die Abschaltung zu reduzieren und den Zustand, in dem die Ausgangswelle **15** an einer gewünschten Position angehalten wird, auch zum Zeitpunkt der Abschaltung beizubehalten.

(Andere Ausführungsformen)

**[0075]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist der Motor ein dreiphasiger bürstenloser Motor vom Typ eines Permanentmagneten. In einer weiteren Ausführungsform kann der Motor jeder Motor sein, der in der Lage ist, zwischen der Rückkopplungssteuerung und der stationären Phasenanschnittsteuerung zu wechseln. In der oben beschriebenen Ausführungsform ist der Motor mit den beiden Wicklungssätzen versehen. In einer weiteren Ausführungsform können die Wicklungssätze des Motors ein Satz oder drei oder mehr Sätze sein. In der oben beschriebenen Ausführungsform, in der Rückkopplungssteuerung, wird die Rechteckwellenregelung durch die 120°-Erregung durchgeführt. In einer weiteren Ausführungsform, in der Rückkopplungssteuerung, kann die Rechteckwellensteuerung durch Erregung bei 180° durchgeführt werden. Darüber hinaus ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die Rechteckwellensteuerung beschränkt, und eine PWM-Steuerung kann durch ein Dreiecksvergleichs-

verfahren oder ein momentanes Vektorauswahlverfahren durchgeführt werden.

**[0076]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird ein Encoder als Drehwinkelsensor zum Erfassen des Drehwinkels des Motors verwendet. In einer weiteren Ausführungsform ist der Drehwinkelsensor nicht auf den Encoder beschränkt, und es kann jeder Sensor, wie beispielsweise ein Resolver, verwendet werden. Anstelle des Zählwertes des Encoders kann ein anderer Wert als der Encoder-Zählwert, der in den Drehwinkel des Motors umgerechnet werden kann, zurückgegeben werden. Das Gleiche gilt für die Auswahl der stationären Phase in der stationären Phasenanschnittsteuerung.

**[0077]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform, wenn der Drehzahlzustand die stationäre Steuerung oder die Verzögerungssteuerung ist, wird der dem Phasenvorfilterverfahren unterworfenen Phasenvorschubwert zurückgeführt. In einer weiteren Ausführungsform kann der durch das Phasenvorfilterverfahren erhaltene Wert auch dann zurückgeführt werden, wenn der Geschwindigkeitszustand die Beschleunigungssteuerung ist. Darüber hinaus kann das Phasenvorfilterverfahren in mindestens einem der Zustände Dauerbetrieb und Verzögerung entfallen. Das Bestimmungsverfahren des Drehzahlzustandes ist nicht auf das Verfahren der obigen Ausführungsform beschränkt, und es kann jedes beliebige Verfahren verwendet werden, z.B. das Bestimmen mit einem Differenzwert der Motordrehzahl.

**[0078]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird mit einem Winkelbestimmungsschwellenwert das Umschalten von der Rückkopplungssteuerung auf die plötzliche Bremssteuerung mit einem festen Tastverhältnis bestimmt. In anderen Ausführungsformen kann der Winkelbestimmungsschwellenwert entsprechend der Motordrehzahl variabel sein, z.B. wird der Winkelbestimmungsschwellenwert mit zunehmender Motordrehzahl weiter erhöht. In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird das feste Tastverhältnis in der plötzlichen Bremssteuerung entsprechend der Eildrehzahl eingestellt. In einer weiteren Ausführungsform kann das feste Tastverhältnis ein vorbestimmter Wert (z.B. ein maximales Tastverhältnis) unabhängig von der Eildrehzahl sein.

**[0079]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform, in der stationären Phasenanschnittsteuerung, ist das Tastverhältnis bis zum Ablauf der Tastverhältnisfixierungszeit das maximale Tastverhältnis. In einer weiteren Ausführungsform kann das Tastverhältnis bis zum Ablauf der Tastverhältnisfixierungszeit in der stationären Phasenanschnittsteuerung nicht die maximale Betriebszeit sein. In einer weiteren Ausführungsform kann das Tastverhältnisänderungsverfahren in der stationären Phasenanschnitt-

steuerung entfallen und das Tastverhältnis während der stationären Phasenanschnittsteuerung konstant gehalten werden.

**[0080]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist die Rastplatte mit vier Aussparungsabschnitten versehen. In einer weiteren Ausführungsform ist die Anzahl der Aussparungsabschnitte nicht auf vier begrenzt und kann eine beliebige Anzahl sein. So können beispielsweise zwei Aussparungsabschnitte der Rastplatte verwendet werden, um zwischen dem P-Bereich und dem NotP-Bereich zu wechseln. Der Schaltbereichsschaltmechanismus, der Parksperrmechanismus und dergleichen können sich von denen der oben beschriebenen Ausführungsform unterscheiden.

**[0081]** Wie vorstehend beschrieben, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und kann in verschiedenen Formen umgesetzt werden, ohne vom Geist der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

**[0082]** Obwohl die vorliegende Offenbarung mit Bezug auf deren Ausführungsformen beschrieben wurde, ist zu verstehen, dass die Offenbarung nicht auf die Ausführungsformen und Konstruktionen beschränkt ist. Die vorliegende Offenbarung soll verschiedene Änderungen und gleichwertige Regelungen abdecken. Darüber hinaus sind zwar die verschiedenen Kombinationen und Konfigurationen, aber auch andere Kombinationen und Konfigurationen, einschließlich mehr, weniger oder nur eines einzigen Elements, im Sinne und Umfang der vorliegenden Offenbarung.

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2017029653 [0001]
- JP 4385768 B2 [0004]

## Patentansprüche

1. Schaltbereichssteuerungsvorrichtung, die einen Schaltbereich durch Steuern eines Antriebsvorgangs eines Motors (10) schaltet, wobei die Schaltbereichssteuerungsvorrichtung das Folgende umfasst:

eine erste Schaltsteuereinheit (71), die von einer Rückkopplungssteuerung zu einer Steuerung mit festem Tastverhältnis wechselt, wenn eine Differenz zwischen einem Soll-Winkel, bei dem der Motor gestoppt werden soll, und einem Ist-Winkel kleiner als ein Winkelbestimmungsschwellenwert wird;

eine Reversierbestimmungseinheit (76), die bestimmt, ob der Motor reversiert; und

eine zweite Schaltsteuereinheit (77), die von der Steuerung mit dem festen Tastverhältnis zu einer stationären Phasenanschnittsteuerung wechselt, um eine stationäre Phase des Motors zu aktivieren, wenn die Reversierbestimmungseinheit bestimmt, dass der Motor reversiert.

2. Schaltbereichssteuerungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei:

das feste Tastverhältnis entsprechend einer Drehzahl des Motors eingestellt wird, wenn bestimmt wird, dass die Differenz zwischen dem Soll-Winkel und dem Ist-Winkel kleiner als der Winkelbestimmungsschwellenwert ist.

3. Schaltbereichssteuerungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei:

die Stromversorgung abgeschaltet wird, wenn eine stationäre Phasenanzugsdauer seit Beginn der stationären Phasenanschnittsteuerung verstrichen ist.

4. Schaltbereichssteuerungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei:

in einer Zeitdauer, während der die stationäre Phasenanschnittsteuerung fortgesetzt wird, ein Tastverhältnis in einer ersten Zeitdauer, bis eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist, konstant ist, und das Tastverhältnis allmählich geändert wird, so dass ein Strom des Motors in einer zweiten Zeitdauer von einem Ablauf der vorbestimmten Zeit bis zu einem Ende der stationären Phasenanschnittsteuerung Null erreicht.

5. Schaltbereichssteuerungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei:

in einer Zeitdauer, in der die stationäre Phasenanschnittsteuerung fortgesetzt wird, ein Tastverhältnis in einer ersten Zeitdauer, bis eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist, als ein erste Tastverhältnis eingestellt wird, und das Tastverhältnis in einer zweiten Zeitdauer, von einem Ablauf der vorbestimmten Zeitdauer bis zu einem Ende der stationären Phasenanschnittsteuerung, als ein zweites Tastverhältnis mit einem Absolutwert der kleiner als das erste Tastverhältnis ist eingestellt wird.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

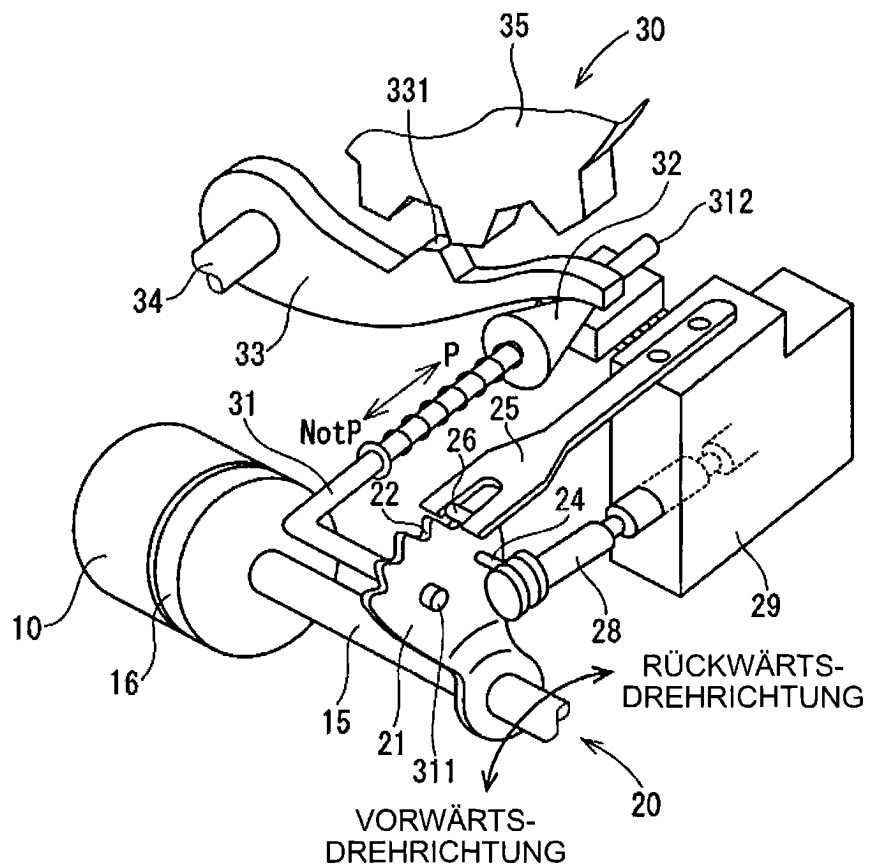


FIG. 2

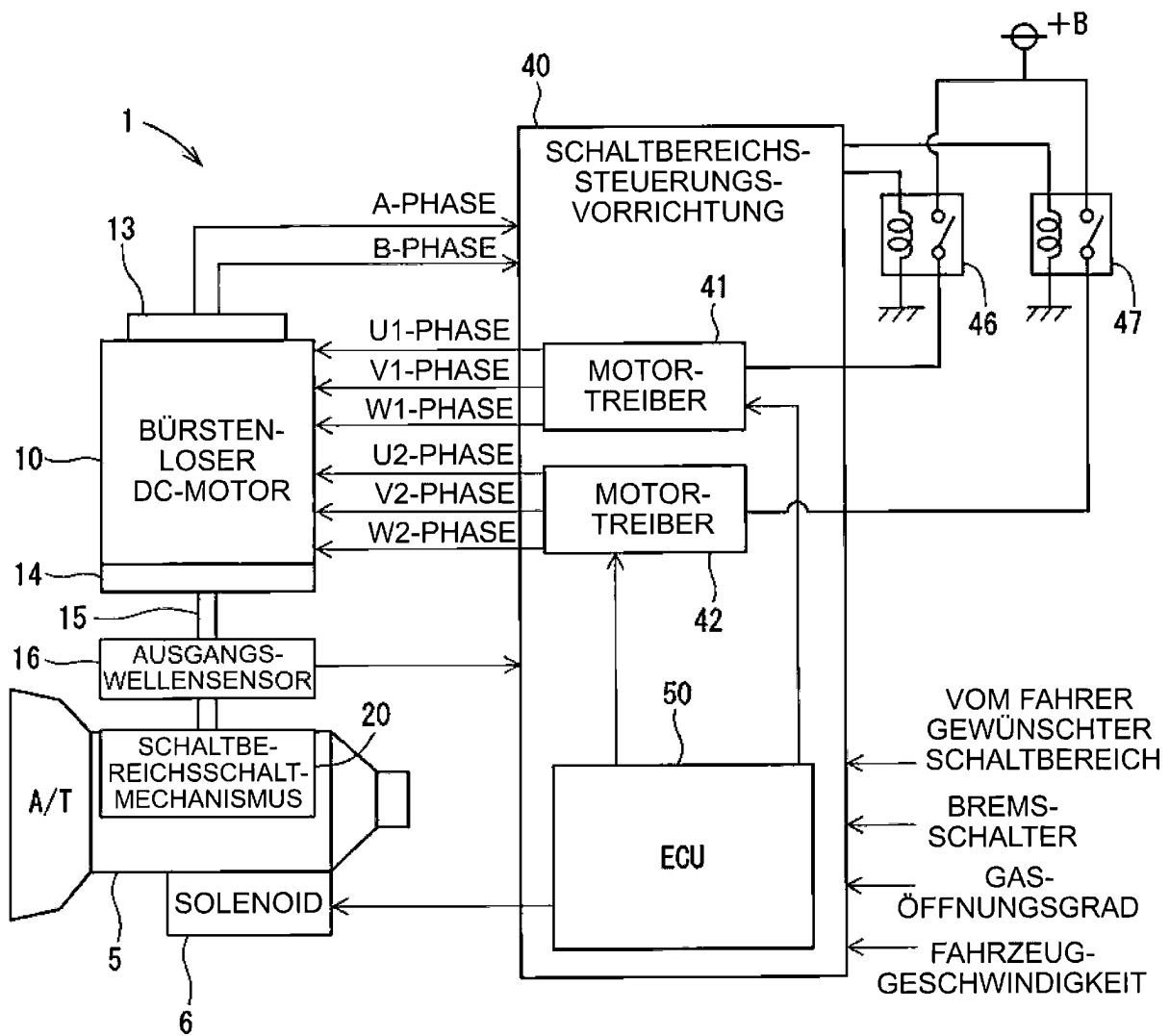


FIG. 3

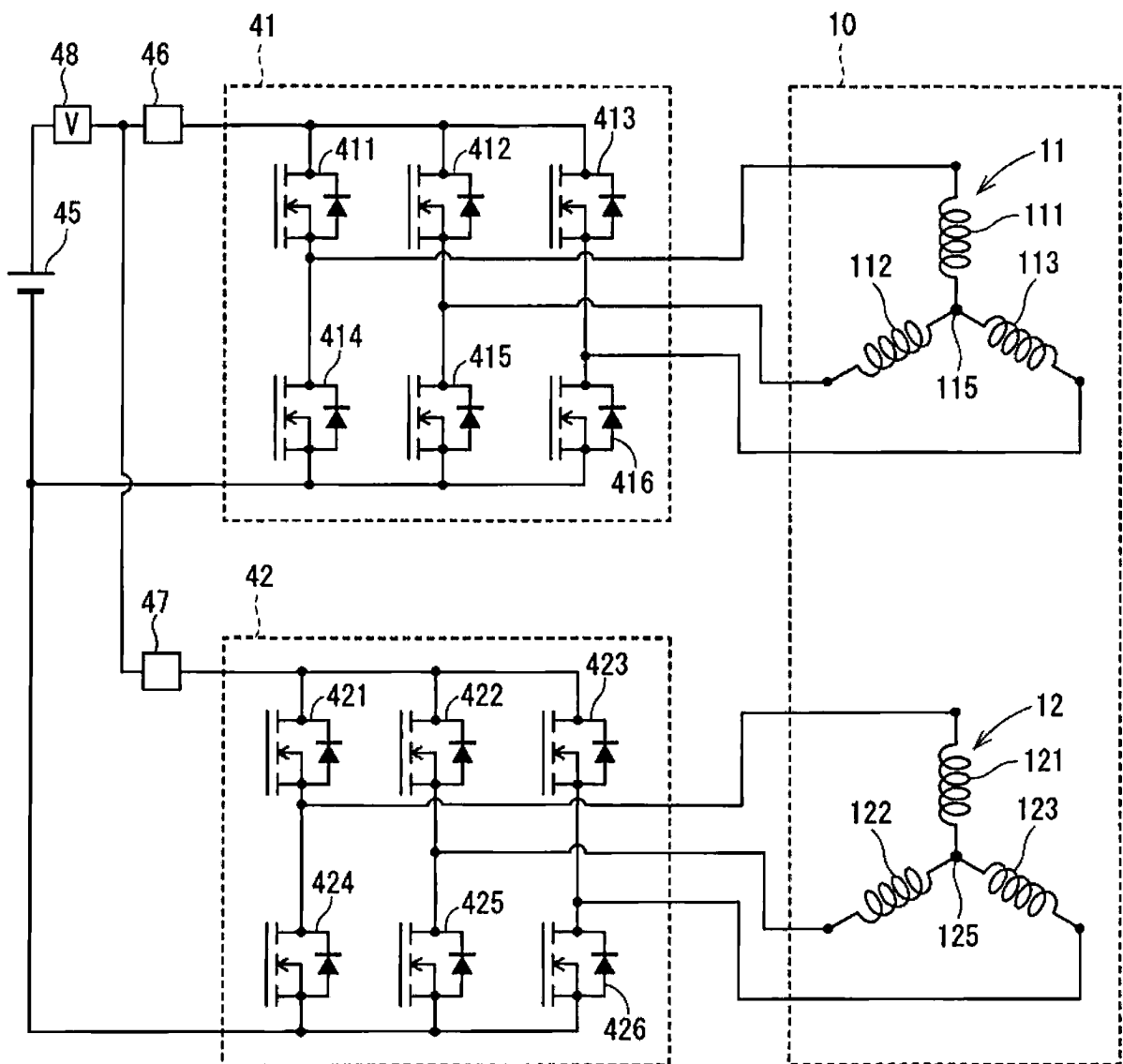
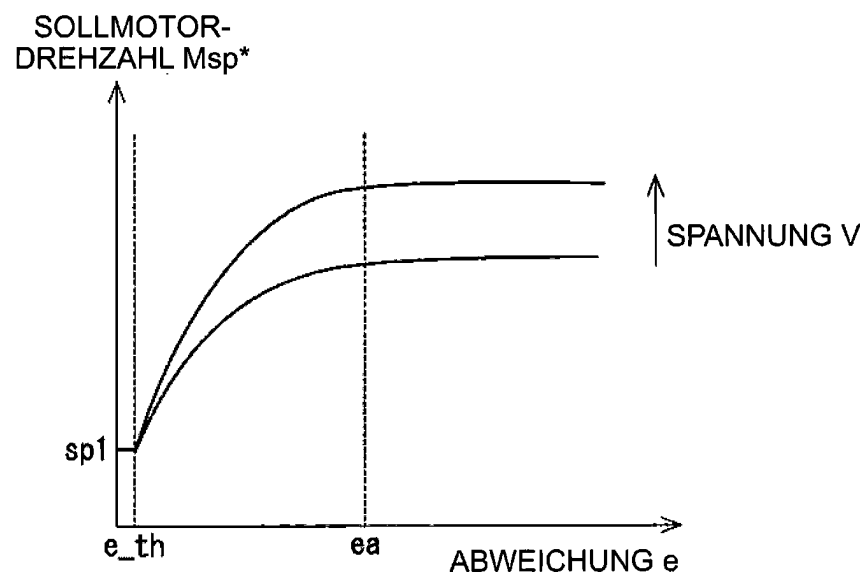
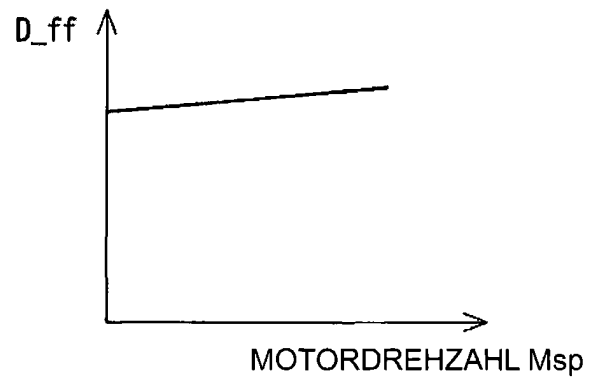




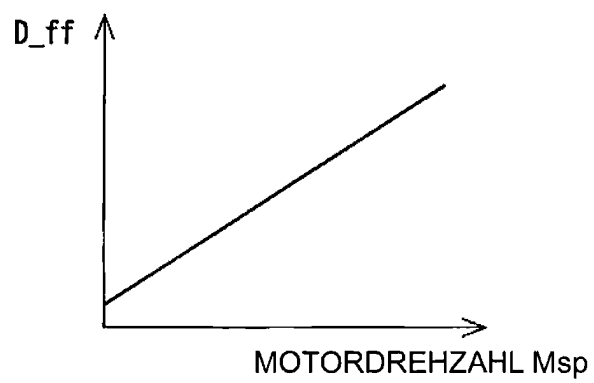
FIG. 5



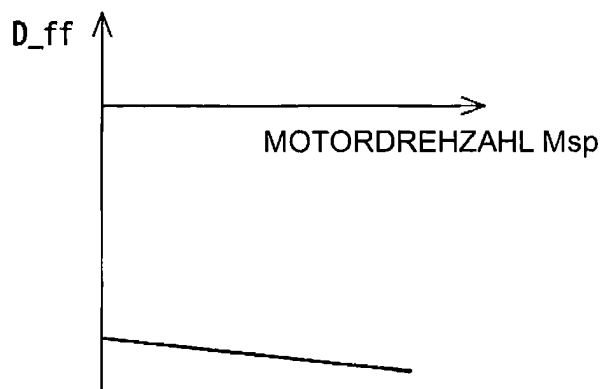
**FIG. 6A**



**FIG. 6B**



**FIG. 6C**



**FIG. 7**

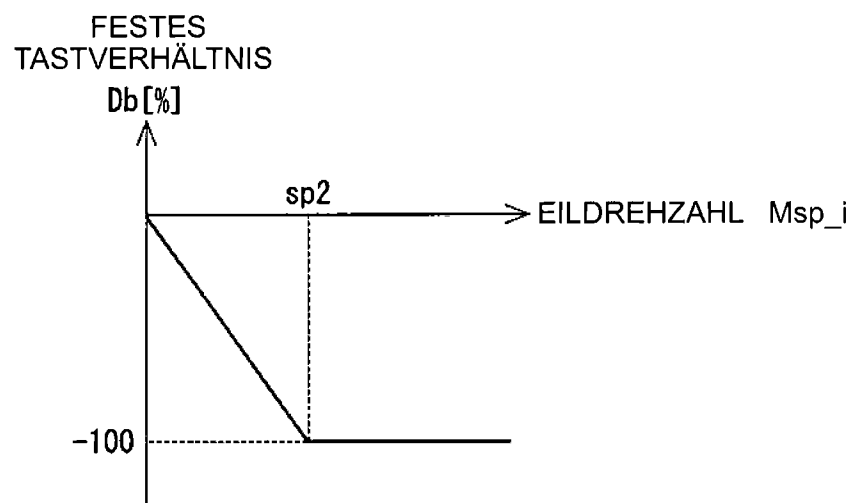


FIG. 8

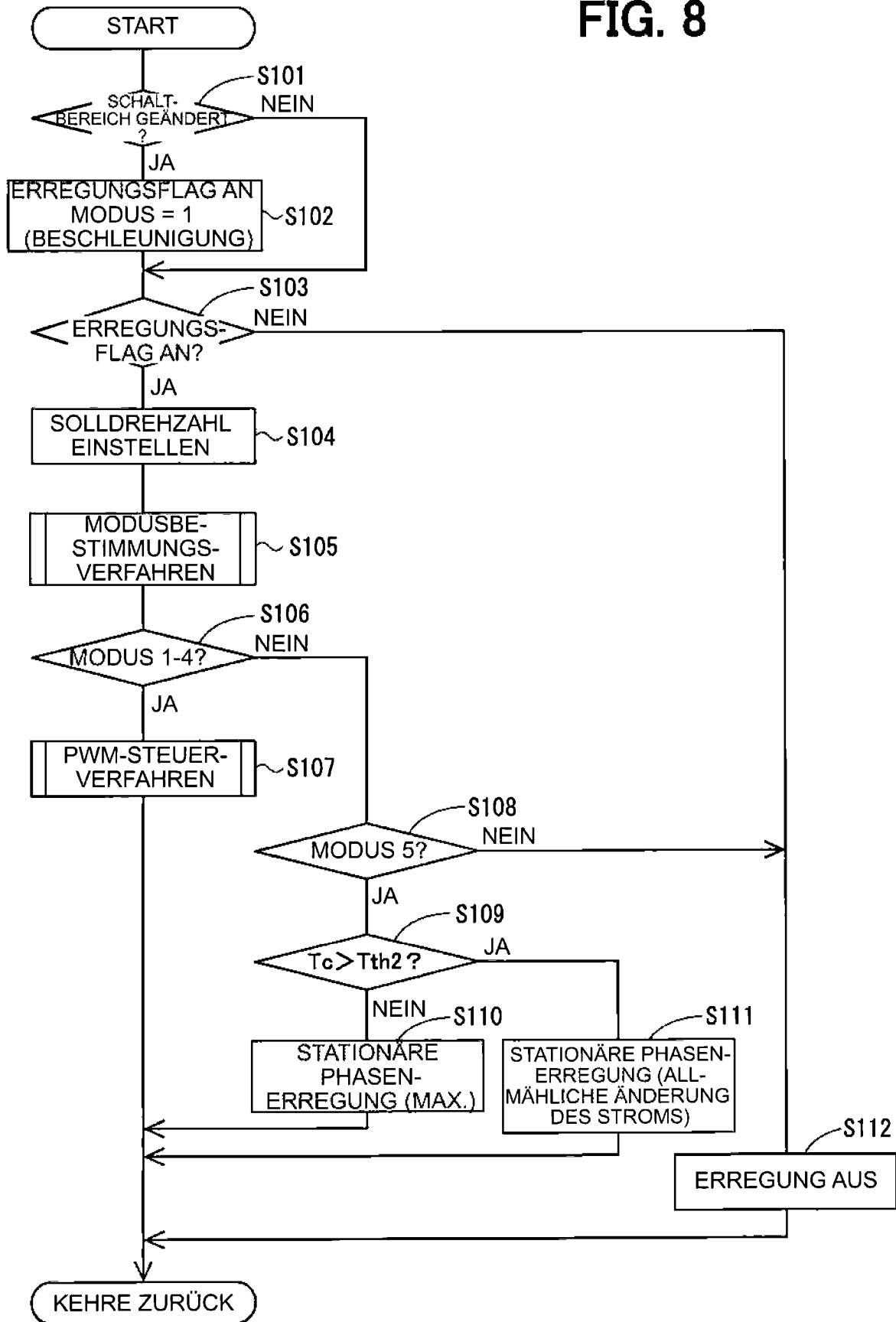


FIG. 9

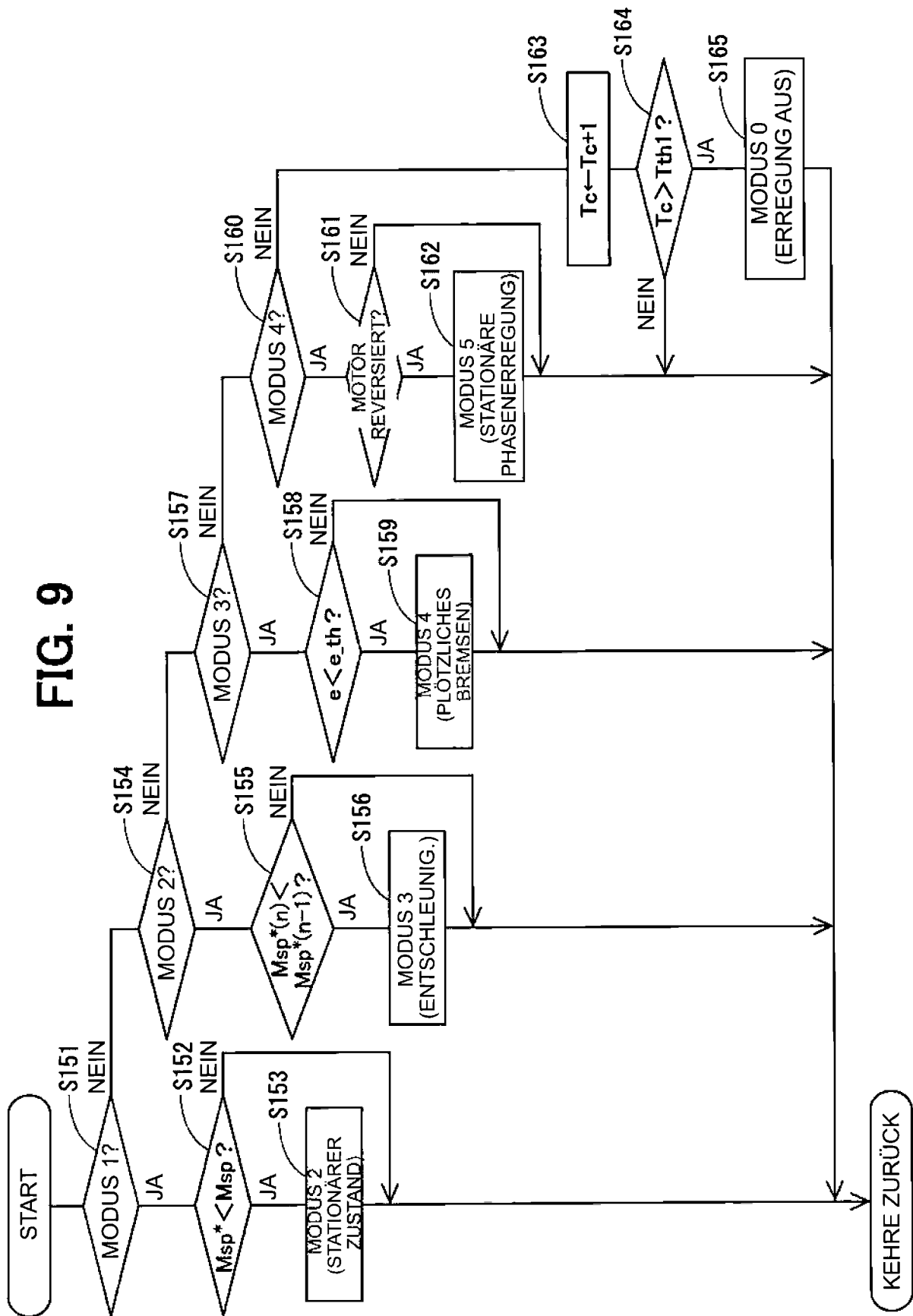
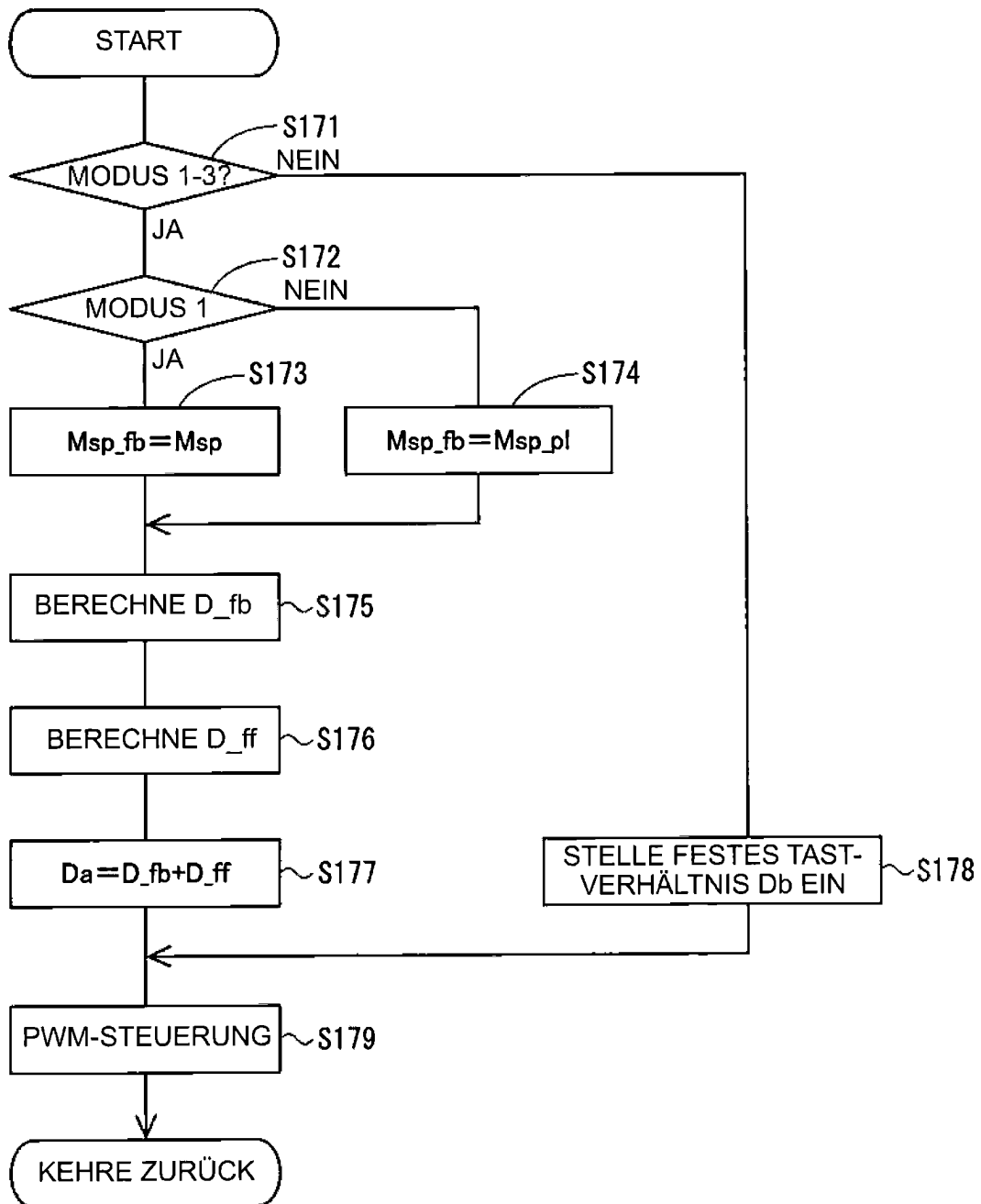


FIG. 10



**FIG. 11**

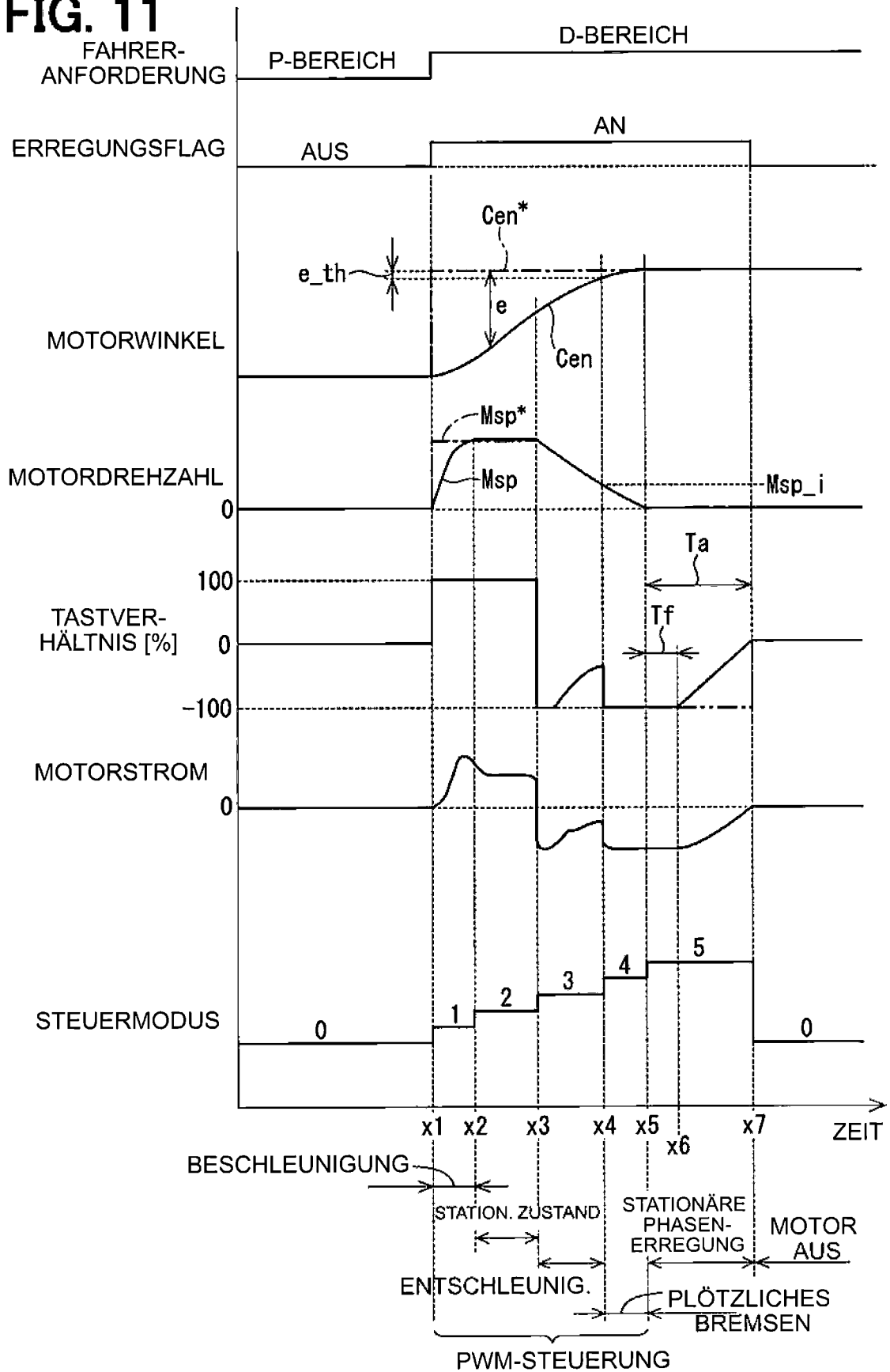
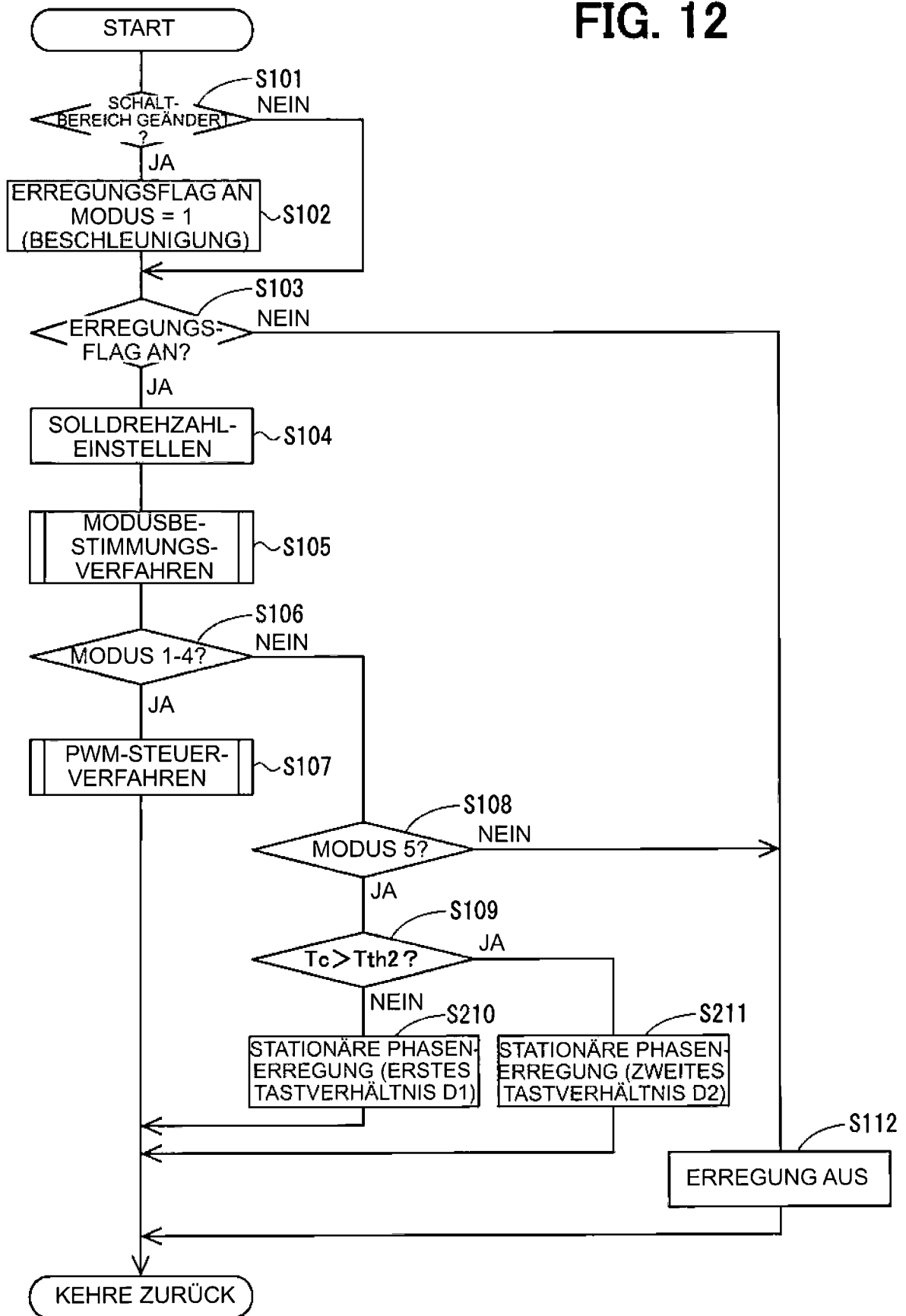


FIG. 12



**FIG. 13**

