

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Steuern einer Drosselklappe einer Fahrzeugmaschine unter Verwendung eines bürstenlosen Motors und eines Getriebes.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] In einer allgemeinen Fahrzeugmaschinen-Steuereinrichtung ist ein Drosselventil (im Folgenden auch: Drosselklappe) in einem Einlaßkanal zum Ansaugen von Luft, die einer Maschine zugeführt werden soll, vorgesehen und öffnet oder schließt sich im Ansprechen auf die Betätigung eines Gaspedals oder Gashebels durch einen Fahrer, um die Ansaugluftmenge für die Maschine in Abhängigkeit von dem Betätigungsbetrag des Gaspedals zu steuern. Die Steuerung der Luftansaugmenge für die Maschine kann durch Verbinden des Drosselventils und des Gaspedals durch eine mechanische Verbindungseinrichtung, beispielsweise durch ein Gelenk oder einen Draht, erreicht werden. Jedoch ist in einem Verbindungsverfahren unter Verwendung einer derartigen mechanischen Verbindungseinrichtung der Zusammenhang zwischen dem Betätigungsbetrag des Gaspedals und der Öffnung des Drosselventils fest vorgegeben, da keinerlei Freiheit in der Steuerung des Drosselventils besteht, und die Positionsbeziehung zwischen dem Drosselventil und dem Gaspedal ist beschränkt, wodurch die Installationsposition der Verbindungseinrichtung bei Installation in einem Kraftfahrzeug begrenzt ist.

[0003] Eine Steuereinrichtung für das Fahren bei konstanter Geschwindigkeit, eine Traktions-Steuereinrichtung und dergleichen, sind in vergangener Zeit in einem Kraftfahrzeug installiert worden, um automatisch den Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs zu steuern. Deshalb muß das Drosselventil unabhängig von der Betätigung des Gaspedals durch den Fahrer gesteuert werden und die Steuerung des Drosselventils wird ausgeführt, indem das Drosselventil elektrisch mit einem Motor oder dergleichen verbunden wird. Beispielsweise offenbart JP 1-315641 A ein Verfahren zum Steuern der Öffnung eines Drosselventils unter Verwendung eines bürstenlosen Motors. Wenn ein Motor mit einem Bürstenkommutator verwendet wird, wird ein Hysteresedrehmoment in einer Richtung entgegengesetzt zu der normalen Richtung eines Rotors durch den Druck einer Bürstenausrichtungseinrichtung erzeugt, wodurch eine Steuerung der Position eines Drosselventils erschwert wird. Das Verfahren der obigen Veröffentlichung besteht darin, die Öffnung des Drosselventils dadurch zu steuern, daß der bürstenlose Motor schrittweise angesteuert

wird. Die JP 5-240070 A offenbart eine Technologie zum Verbessern der Steuerungsfähigkeit eines Drosselventils durch Verbinden des Rotors eines bürstenlosen Motors und der Drehwelle eines Drosselventils über eine Geschwindigkeits-Verringerungseinrichtung oder ein Getriebe. Diese Veröffentlichung offenbart auch eine Technologie zum Umschalten eines Stroms, der an die Phase eines bürstenlosen Motors geführt werden soll, mit einem Umkehrspannungs-Detektor zum Erfassen einer in der Statorspule erzeugten Umkehrspannung (die nachstehend als eine "Phase" bezeichnet wird) des bürstenlosen Motors oder mit einem Stromänderungs-Detektor ohne Verwendung eines Rotationsdetektors mit hoher Genauigkeit.

[0004] Da jedoch in der oben beschriebenen herkömmlichen Einrichtung zum Steuern der Luftansaugmenge für eine Maschine durch Steuern eines Drosselventils ein Umkehrspannungs-Detektor oder ein Stromänderungs-Detektor benötigt wird, um die Erregungsphase eines bürstenlosen Motors zu ändern, weist ein Drossel-Stellglied, gebildet durch das Drosselventil und den bürstenlosen Motor zum Ansteuern des Drosselventils, einen komplizierten und großen Aufbau auf, und die Anzahl von Komponenten des Signaleingabeinterfaceabschnitts einer Steuereinrichtung zum Steuern des Motors nimmt zu.

[0005] Wenn die Erregungsphase nur auf der Grundlage des Ausgangssignals des Drosselöffnungssensors geändert wird, treten Verschiebungen der Umschaltposition der Erregungsphase bedingt durch Toleranzen der Eigenschaften einer Geschwindigkeitsverringerungseinrichtung und des Drosselöffnungssensors auf.

[0006] Wenn die Erregungsphase auf Grundlage des Ausgangs des Umkehrspannungs-Detektors oder Stromänderungs-Detektors von einer Phase auf eine andere geändert wird, ändert sich ferner ein Strom, der durch die Phase fließt, abrupt. Wenn das Signal des Detektors durch eine Änderung in einem an die Phase angelegten Magnetfeld verschoben wird, werden deshalb die erzeugten Drehmomente des Motors diskontinuierlich, wodurch das Öffnen der Drossel abrupt geändert wird. Um dieses Problem zu behandeln, kann ein Dreiphasen-Erregungssystem zum Zuführen von Erregungsströmen an die U-, V- und W-Phasen des bürstenlosen Motors durch unabhängige sinusförmige Wellen verwendet werden. Jedoch wird ein Detektor zum genauen Messen des Drehwinkels des Motors für dieses Dreiphasen-Erregungssystem benötigt, wodurch der Aufbau des Drossel-Stellglieds kompliziert und groß wird.

[0007] DE 689 18 337 T2 beschreibt ein Verfahren zum Steuern eines bürstenlosen Motors zum Stellen der Drosselklappe einer Fahrzeugmaschine. Wenn festgestellt wird, dass die Erfassung der Magnetpol-

position mittels Detektoren fehlerhaft ist, wird der bürstenlose Motor als Schrittmotor aufgrund von Signalen unabhängig von der erfassten Magnetpolposition schrittweise betrieben. Jedoch geht DE 689 18 337 T2 nicht auf den Fall ein, dass zwischen dem Motor und der Drosselklappe ein Getriebe zwischengeschaltet ist.

[0008] DE 43 13 391 A beschreibt in Bezug auf die Steuerung eine Drosselklappe eine Regeleinrichtung für einen Schrittmotor, die es ermöglicht eine Ist-Schrittzahl einer Soll-Schrittzahl genau nachzuführen. Dazu wird vorübergehend eine kürzere Erregungsdauer festgelegt und die Soll-Schrittzahl nach der kürzeren Erregungsdauer nochmals überprüft und die endgültige Erregungsdauer bestimmt. Mit der Positionsbestimmung der Magnetpole des Schrittmotors im Zusammenhang mit dem Einsatz eines Getriebes zwischen Schrittmotor und Drosselklappe beschäftigt sich DE 43 13 391 A1 nicht.

[0009] DE 44 17 000 A1 beschreibt eine Schrittmotor-Steuereinheit zur Steuerung der Drosselklappe in einer Fahrzeugmaschine, die den Schrittmotor bei Abweichungen entsprechend einem Beschleunigungs- oder Abbremsprogramm steuert, um den Schrittmotor beim Sollwert zu stoppen. Auch die DE 44 17 00 A1 beschäftigt sich nicht mit der Positionsbestimmung der Magnetpole des Schrittmotors im Zusammenhang mit dem Einsatz eines Getriebes zwischen Schrittmotor und Drosselklappe.

[0010] Eine Antriebsvorrichtung für einen Schrittmotor, bei der eine Initialisierung nach dem Abschalten der Fahrzeugmaschine durchgeführt wird, beschreibt DE 44 26 457 A1, ohne das Problem der Positionsbestimmung der Magnetpole des Schrittmotors im Zusammenhang mit dem Einsatz eines Getriebes zwischen Schrittmotor und Drosselklappe zu berühren.

Zusammenfassung der Erfindung

[0011] Die vorliegende Erfindung wurde zur Lösung der obigen Probleme des Standes der Technik durchgeführt, und es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Steuern des Öffnungsgrades einer Drosselklappe einer Fahrzeugmaschine bereitzustellen, mit denen die Drosselklappe mit einem bürstenlosen Motor und einem Getriebe ohne Verwendung eines Positionsdetektors für den bürstenlosen Motor mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden kann.

[0012] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach Anspruch 2, zu der sich vorteilhafte Ausgestaltungen aus den Unteransprüchen ergeben.

[0013] Die obigen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich näher aus

der folgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0014] In den Zeichnungen zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) ein Diagramm, das die Konfiguration einer Einrichtung zum Steuern der Luftansaugmenge für eine Maschine gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0016] [Fig. 2](#) ein Diagramm, das die Einzelheiten einer Motoransteuereinrichtung zeigt;

[0017] [Fig. 3](#) eine Tabelle, die den Magnetpol jeder Phase in jedem Erregungsmuster zeigt;

[0018] [Fig. 4a bis 4f](#) Diagramme, die die Magnetpolpositions-Beziehung zwischen Statorn und einem Rotor in jedem Erregungsmuster zeigen;

[0019] [Fig. 5](#) ein Diagramm, das den Zusammenhang zwischen einem Erregungsmuster und einer TPS-Spannung zur Zeit einer schrittweisen Ansteuerung eines Motors zeigt;

[0020] [Fig. 6a und 6b](#) Diagramme, die eine Schrittposition in einem Rotorzusammensetzungszustand A zeigen;

[0021] [Fig. 7](#) ein Zeitdiagramm, das eine schrittweise Drehung in dem Rotorzusammensetzungszustand A zeigt;

[0022] [Fig. 8a und 8b](#) Diagramme, die eine Schrittposition in einem Rotorzusammensetzungszustand B zeigt;

[0023] [Fig. 9](#) ein Zeitdiagramm, das eine schrittweise Drehung in dem Rotorzusammensetzungszustand B zeigt;

[0024] [Fig. 10](#) ein Steuerflußdiagramm zum schrittweisen Ansteuern eines Rotors gemäß der Ausführungsform 1;

[0025] [Fig. 11](#) ein Zeitdiagramm, das eine schrittweise Drehung in dem Rotorzusammensetzungszustand B gemäß der Ausführungsform 1 zeigt;

[0026] [Fig. 12](#) ein Steuerflußdiagramm zum Lernen der Magnetpolposition eines Rotors gemäß der Ausführungsform 1;

[0027] [Fig. 13](#) ein Steuerzeitdiagramm zum Erlernen der Magnetpolposition eines Rotors gemäß der Ausführungsform 1; und

[0028] [Fig. 14a bis 14c](#) Diagramme, die den Zu-

sammenhang zwischen dem Drehwinkel eines Rotors und der Stromwellenform und der Flußwellenform jeder Phase und die Wellenform eines Ausgangsdrehmoments in einem Sinuswellen-Erregungssystem gemäß der Ausführungsform 1 zeigen.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0029] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

Ausführungsform 1

[0030] **Fig. 1** ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Systems zum Steuern eines Drosselventils unter Verwendung einer Einrichtung zum Steuern der Luftansaugmenge für eine Maschine gemäß der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung zeigt. Ein Bezugszeichen **10** bezeichnet ein Drosselstellglied zum Einstellen der Luftansaugmenge für eine nicht dargestellte Maschine und **20** eine Einrichtung zum Steuern der Luftansaugmenge für die Maschine, die das Drosselstellglied **10** steuert. Das Drosselstellglied **10** umfaßt ein Drosselventil **11** zum Ändern des Öffnungsbereichs eines Ansaugluftkanals **B**, eine Drehwelle **12** zum Haltern des Drosselventils **11**, einen Drosselöffnungssensor (TPS) **13**, der an einem Ende **12a** der Drehwelle **12** vorgesehen ist, zum Erfassen des Drehwinkels (Drosselöffnung) der Drehwelle **12**, **14** eine Zurückholfeder, die an dem Ende **12a** der Drehwelle **12** vorgesehen ist, um das Drosselventil in Richtung auf seine Schließrichtung vorzuspannen, eine Geschwindigkeits-Verringerungseinrichtung **15**, die mechanisch mit dem anderen Ende **12b** der Drehwelle **12** verbunden ist, und einen bürstenlosen Motor **18** mit Statorspulen **17** und einem Rotor **16**, der mit der Geschwindigkeits-Verringerungseinrichtung **15** verbunden ist.

[0031] Die Einrichtung **20** zum Steuern der Ansaugluftmenge für eine Maschine umfaßt eine Ziel- oder Sollöffnungs-Einstelleinrichtung **21** zum Berechnen einer Sollöffnung θ_0 des Drosselventils auf Grundlage von verschiedener Fahrzeuginformation, wie beispielsweise einem Ausgangswert V_{APS} , der den Betätigungsbetrag eines nicht dargestellten Gaspedals (oder Gashebels) eines Gaspedal-Öffnungssensors (APS) anzeigt, einer Maschinengeschwindigkeit N_e und einer Maschinenkühlwassertemperatur T_a , eine Motorstrom-Berechnungseinrichtung **22** zum Berechnen eines Motorphasenstroms aus einer Öffnungsdifferenz $\Delta\theta$ zwischen dieser Sollöffnung θ_0 des Drosselventils und einer tatsächlichen Öffnung θ , des Drosselventils, die ein Eingangssignal von dem Drosselöffnungssensor (TPS) **13** ist, eine Rotormagnetpol-Positionlerneinrichtung **23** zum Erfassen und Lernen der Magnetpolposition des Rotors **16** mit dem

Drosselöffnungssensor **13** durch schrittweises Ansteuern des bürstenlosen Motors **18**, eine Rotordrehwinkel-Berechnungseinrichtung **24** zum Ermitteln des Drehwinkels des Rotors **16** aus dem Ausgang des Drosselöffnungssensors **13** und dem gelernten Wert der Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **23**, eine Motorerregungsphasen-Berechnungseinrichtung **25** zum Berechnen des Erregungsverhältnisses jeder Statorspule **17** auf Grundlage des aus der Rotordrehwinkel-Berechnungseinrichtung **24** ermittelten Drehwinkels des Rotors, eine Motorsteuer-einrichtung **26** zum Ausgeben eines PWM-Tastverhältnisses äquivalent zu dem Stromwert jeder Statorspule **17** auf Grundlage eines Stromwerts von der Motorphasenstrom-Berechnungseinrichtung **22** und dem Erregungsverhältnis aus der Motorerregungsphasen-Berechnungseinrichtung **25**, eine Motoransteuereinrichtung **27** zum Zuführen eines Stroms an den bürstenlosen Motor **10** auf Grundlage eines Ansteuersignals von der Motorsteuereinrichtung **26**, eine Einstelleinrichtung **28** für Erregungsmuster für die schrittweise Ansteuerung zum Einstellen eines Stromanlegungsmusters, das an jede Statorspule **17** zugeführt werden soll, wenn der bürstenlose Motor **18** schrittweise angesteuert wird, eine Einstelleinrichtung **29** für Erregungszeiten für die schrittweise Ansteuerung zum Einstellen der Erregungszeit der Erregungsmuster für die schrittweise Ansteuerung, eine Rotorschrittpositions-Erfassungseinrichtung **30** zum Erfassen, welches Erregungsmuster zum Ansteuern des bürstenlosen Motors **18** auf eine erste Schrittposition verwendet wird, eine Schlüsselschalter-EIN/AUS-Beurteilungseinrichtung **31** als eine Lernstart-Beurteilungseinrichtung, um auf Grundlage eines Zündschaltersignals und einem Maschinengeschwindigkeitsdatenwert N_e zu beurteilen, ob das Lernen der Magnetpolposition des Rotors gestartet werden kann oder nicht, und ein EEPROM **32** zum Speichern eines gelernten Werts der Magnetpolposition des Rotors.

[0032] Die Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **23** umfaßt eine Lerneinrichtung **23a** für die vollständig geschlossene Position der Drossel zum Erfassen und Erlernen einer Magnetpolposition des Rotors **16** an der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils, eine Magnetpolpositions-Lerneinrichtung **23b** zum Erfassen und Lernen einer Magnetpolposition des Rotors **16** während einer schrittweisen Ansteuerung, eine Lerneinrichtung **23c** für die vollständig offene Position der Drossel zum Erfassen und Lernen einer Magnetpolposition des Rotors **16** an der vollständig offenen Position des Drosselventils, und ein Backup-RAM **23d** zum vorübergehenden Speichern einer Magnetpolposition des Drosselventils und dergleichen. Wenn das Beurteilungsergebnis mit der Schlüsselschalter-EIN/AUS-Beurteilungseinrichtung **31** AUS ist und der bürstenlose Motor **18** auf Grundlage eines Erregungsmusters von der Einstelleinrichtung **28** für Erregungsmuster zur schrittweisen

Ansteuerung angesteuert wird und eine Erregungszeit von der Einstelleinrichtung **29** für Erregungszeiten zur schrittweisen Ansteuerung angesteuert wird, wird die Magnetpolposition des Rotors **16** des bürstenlosen Motors **18** gelernt. Das Backup-RAM **23d** ist eine Anfangswert-Speichereinrichtung zum Speichern eines gelernten Werts der Magnetpolposition des Rotors, wenn die Rotorschrittpositions-Erfassungseinrichtung **30** die Erfassung der Drehung des Rotors um den ersten Schritt gemäß einem Erregungsmuster ausführt.

[0033] **Fig. 2** ist ein Aufbaudiagramm, das die Einzelheiten der Motoransteuereinrichtung **27** zeigt. Die Motoransteuereinrichtung **27** umfaßt Schaltelemente **27a** einer ersten Stufe und Schaltelemente **27b** einer letzten Stufe zum Ansteuern einer auf der stromaufwärts liegenden Seite angeordneten Ansteuerstufe einer Dreiphasen-Brückenschaltung der Statorspulen **17**, bestehend aus U-, V- und W-Phasen durch einen Ansteuerstrom von der Motorsteuereinrichtung **26**, Schaltelemente **27c** zum Ansteuern einer auf der stromabwärts gelegenen Seite angeordneten Ansteuerstufe, einen Stromdetektor **27d** zum Erfassen eines durch jede Statorspule **17** fließenden Stroms, und einen Überstrom-Detektor **27e**. Der Ausgang des Überstrom-Detektors **27e** wird an die Motorsteuereinrichtung **26** angelegt. Der Überstrom-Detektor **27e** schützt den bürstenlosen Motor **18** vor einem Überstrom durch Ausschalten eines Motoransteuer-signals von der Motorsteuereinrichtung **26**, wenn ein Überstrom erfaßt wird. Die U-, V- und W-Phasen der Statorspulen **17** sind zwischen die Batterie B und die Masse G durch die Schaltelemente **27b** der letzten Stufe und die Schaltelemente **27c** geschaltet. Das heißt, die Motoransteuereinrichtung **27** steuert die Schaltelemente **27a** durch einen PWM-Tastverhältnisausgang von der Motorsteuereinrichtung **26**, um die Phase eines Stroms, der durch jede Phase der Statorspulen **17** fließt, zu steuern und den Rotor **16** zu drehen.

[0034] Der Betrieb der oben strukturierten Einrichtung **20** zum Steuern der Ansaugluftmenge für eine Maschine wird nachstehend beschrieben.

[0035] Zunächst wird eine Beschreibung des Lernbetriebs für die vollständig geschlossene Position des Drosselventils vorgenommen.

[0036] Wenn das Zündschaltersignal aus ist und die Maschinengeschwindigkeit Ne "0" ist, dann beurteilt die Schlüsselschalter-EIN/AUS-Beurteilungseinrichtung **31**, ob der Schlüsselschalter ein ist. Bei der Beurteilung, daß der Schlüsselschalter aus ist, stellt die Lerneinrichtung **23a** für die vollständig geschlossene Position die Sollöffnungsspannung auf einem gelernten Wert der vollständig geschlossenen Position ein, um das Drosselventil **11** an seine vollständig geschlossene Position durch eine Öffnungsrückkopp-

lungssteuerung zurückzuführen, wenn die Drosselöffnungsspannung gleich oder größer als eine vorgegebene Öffnungsspannung (beispielsweise 0,7 V) ist, schaltet das Ansteuersignal der Motorsteuereinrichtung **26** aus, wenn die Drosselöffnungsspannung unter die obige vorgegebene Öffnungsspannung fällt, um so das Drosselventil **11** an seine vollständig geschlossene Position durch die Federkraft der Rückführungsfeder **14** zurückzuführen, und speichert eine Ausgangsspannung (Drosselöffnungsspannung) von dem Drosselöffnungssensor **13** in dem RAM **23d** als einen gelernten Wert der vollständig geschlossenen Position, wenn das Drosselventil **11** an seiner vollständig geschlossenen Position vollständig stabil wird (beispielsweise nach einem Ablauf einer vorgegebenen Zeit, zum Beispiel 0,5 Sekunden, nachdem eine Öffnungsspannungsänderung 20 mV oder kleiner bei einem Abtastzyklus von ungefähr 15 ms wird). Wenn die Drosselöffnungsspannung kleiner als die vorgegebene Öffnungsspannung ist, nachdem bestätigt wird, daß das Drosselventil **11** an seiner vollständig geschlossenen Position stabil ist, dann wird eine Ausgangsspannung von dem Drosselöffnungssensor **13** in dem RAM **23d** als ein Lernwert der vollständig geschlossenen Position gespeichert. Da das Lernen der Magnetpolposition des Rotors nach dem Lernen der vollständig geschlossenen Position ausgeführt wird, wird der Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors gesperrt, wenn das Lernen der vollständig geschlossenen Position nicht abgeschlossen ist.

[0037] Nachstehend wird eine Beschreibung des Lernbetriebs der Magnetpolposition des Rotors vorgenommen.

[0038] Wenn das Zündschaltersignal aus ist, die Maschinengeschwindigkeit Ne "0" ist, die Schlüsselschalter-EIN/AUS-Beurteilungseinrichtung **31** beurteilt, daß der Schlüsselschalter ein ist und die Lerneinrichtung **23a** für die vollständig geschlossene Position ein Lernen der vollständig geschlossenen Position abschließt, dann schreitet die Einrichtung **20** zum Steuern der Luftansaugmenge für eine Maschine zu dem Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors mittels der Magnetpolpositions-Lerneinrichtung **23b** fort.

[0039] Die Motorsteuereinrichtung **26** gibt an die Motoransteuereinrichtung **27** ein PWM-Tastverhältnis äquivalent zu dem Phasenstrom jeder Statorspule **17** auf Grundlage eines konstanten Tastverhältnisses (z. B. 50%), berechnet zum Zuführen eines Motorphasenstroms äquivalent zu einem Ansteuerdrehmoment, das für die schrittweise Drehung des Rotors **16** des Drosselstellglieds **10** und ein Erregungsverhältnis, das z. B. durch sechs Erregungsmuster und einen Ausgang an die Motorsteuereinrichtung **26** bestimmt wird, aus und sendet einen Befehl zum Ändern der Erregungsmuster sequentiell in der Rich-

tung zum Öffnen des Drosselventils **11**. Aufgrund dieses Betriebs dreht sich der Rotor **16** des bürstenlosen Motors **18** schrittweise um einen Winkel von beispielsweise 30° jedesmal dann, wenn der Ausgang des Erregungsmusters geändert wird.

[0040] **Fig. 3** zeigt den Zusammenhang zwischen Erregungsmustern (1) bis (6), einem Magnetpol, der in jeder Phase (U-, V- und W-Phasen) der Statorspulen **17** erzeugt wird, und die Richtung einer Ansteuerung des Drosselventils **11**, wenn der Rotor **16** des bürstenlosen Rotors **18** mit drei Phasen und vier Polen schrittweise angesteuert wird. Eine Erregungsphase, in der ein Phasenstrom in die Statorspulen **17** hineinfließt, ist durch einen S-Pol (stromaufwärtsliegende Seite) gezeigt, und eine Erregungsphase, in der ein Phasenstrom von den Statorspulen **17** herausfließt, ist durch einen N-Pol (stromabwärtsliegende Seite) gezeigt. Die **Fig. 4a** bis **4f** zeigen den Magnetpolpositions-Zusammenhang zwischen den Statorspulen **17** und dem Rotor **16**, wenn sich der Rotor **16** gemäß der obigen Erregungsmuster (1) bis (6) schrittweise dreht und sich beruhigt, nachdem das Drosselventil sich an seiner vollständig geschlossenen Position (Anfangsanordnung) befindet. Die leeren Magnetpole der Statorspulen **17** sind S-Pole, und die Magnetpole, die von den schrägen Linien angezeigt werden, sind N-Pole. Hinsichtlich der Anfangsposition des Aufbaus oder der Zusammensetzung werden die Statorspulen **17** für den bürstenlosen Motor **18** nicht erregt, das Drosselventil **11** wird an seine vollständig geschlossene Position zurückgeführt, und die Statorspulen **16** und der Rotor **17** sind in solcher Weise angeordnet, daß die Grenzlinie M1 des Magnetfelds des Rotors und die U-Phasen-Referenzlinie M2 der Statorspulen zueinander ausgerichtet sind. In **Fig. 4** ist der Drehwinkel des Rotors, der von einer durchgezogenen Linie angedeutet wird, ein Drehwinkel, wenn die Drehrichtung in Uhrzeigerrichtung ist, und der Drehwinkel des Rotors, der von einer gepunkteten Linie angedeutet wird, ist ein Drehwinkel, wenn die Drehrichtung in die Gegenuhrzeigerrichtung ist, wenn das Drosselventil in seine Öffnungsrichtung angesteuert wird.

[0041] Gemäß dem Erregungsmuster (1), wie in **Fig. 4a** gezeigt, dreht sich der Rotor **16** an einem Winkel von 15° in einer Richtung zur vollständigen Öffnung des Drosselventils aus seiner Anfangsposition der Anordnung (vollständig geschlossene Position des Drosselventils) und kommt zur Ruhe. Danach dreht sich der Rotor **16** gemäß dem Erregungsmuster (2), wie in **Fig. 4b** gezeigt, an einen Winkel von 30° in der Richtung zur vollständigen Öffnung des Drosselventils und beruhigt sich an einem Winkel von 45° von seiner Anfangsposition. Wenn in ähnlicher Weise das Erregungsmuster an die Erregungsmuster (3) bis (6) sequentiell geändert wird, wie in den **Fig. 4c** bis **4f** gezeigt, dreht sich der Rotor **16** jedesmal um 30° , um das Drosselventil **1** in Richtung auf seine vollständig

geöffnete Seite anzusteuern bzw. anzutreiben.

[0042] **Fig. 5** zeigt den Zusammenhang zwischen Erregungsmustern für die U-Phase (Δ), V-Phase (\square) und die W-Phase (O) der obigen Statorspulen, dem Strom und dem Magnetpolmuster jeder Phase, der Schrittposition des Rotors **16** in jedem Erregungsmuster, einer Drosselöffnung und einer TPS-Spannung, wenn der Rotor des bürstenlosen Motors **18** zur Zeit eines Lernens der Magnetpolposition des Rotors schrittweise angesteuert wird. In der Figur bezeichnet Δ die U-Phase, das \square bezeichnet die V-Phase und O bezeichnet die W-Phase, der freigelassene Magnetpol jeder Phase ist ein S-Pol, und ein Magnetpol, der durch die schrägen Linien angezeigt wird, ist ein N-Pol.

[0043] In einem nicht-erregten Zustand befindet sich das Drosselventil **11** in seiner vollständig geschlossenen Position, und ein TPS-Spannungswert V_{TPS} an diesem Punkt ist gleich V_{S0} . Gemäß dem Erregungsmuster (1) fließt ein Phasenstrom in die V-Phase hinein, um einen S-Pol zu bilden, und ein Phasenstrom fließt aus den W- und U-Phasen heraus, um einen N-Pol zu bilden. Aufgrund der Anziehungskraft, die von den Magnetpolen der Statorspulen **17** und den Magnetpolen des Rotors **16** erzeugt wird, dreht sich der Rotor **16** schrittweise und kommt an einer Position, an der die TPS-Spannung V_{TPS} gleich zu V_{S1} wird (siehe **Fig. 4a**), zur Ruhe. Da ein Phasenstrom in ähnlicher Weise in die V- und W-Phasen hineinfließt, um einen S-Pol zu bilden, und ein Phasenstrom aus der U-Phase herausfließt, um einen N-Pol gemäß dem Erregungsmuster (2) zu bilden, dreht sich der Rotor **16** aufgrund der Anziehungskraft, die von den Magnetpolen der Statorspulen **17** und den Magnetpolen des Rotors **16** erzeugt wird, schrittweise und kommt an einer Position, an der die TPS-Spannung V_{TPS} gleich zu V_{S2} (siehe **Fig. 4b**) wird, zur Ruhe. In dieser Weise dreht sich der Rotor **16** jedesmal dann, wenn das Erregungsmuster (3), (4)... geändert wird schrittweise und kommt zur Ruhe, der Drehwinkel des Rotors nimmt zu und die TPS-Spannung V_{TPS} , die die Öffnung des Drosselventils anzeigt, nimmt schrittweise von V_{S3} bis V_{S4} ... zu.

[0044] Da die Positionsbeziehung zwischen der Magnetpolposition des Rotors **16** des bürstenlosen Motors **18** und den Statorspulen **17** zur Zeit der Zusammensetzung oder des Zusammenbaus nicht eingestellt wird, ist nicht bekannt, welches Erregungsmuster von der Einstelleinrichtung **28** für die Erregungsmuster zur schrittweisen Ansteuerung verwendet wird, um eine schrittweise Drehung zu starten.

[0045] Beispielsweise, und wie in **Fig. 6a** gezeigt, wenn die Statorspulen **17** des bürstenlosen Motors **18** nicht erregt werden, wird das Drosselventil **11** durch die Rückholfeder **14** an seine vollständig ge-

geschlossene Position zurückgeführt und die Statorspulen **17** und der Rotor **16** sind in solcher Weise angeordnet, daß die Grenzlinie M1 des Magnetfelds des Rotors und die U-Phasen-Referenzlinie M2 der Statorspulen zueinander wie bei der obigen Anfangsposition des Zusammenbaus ausgerichtet sind (Zusammenbauzustand A), der Rotor **16** dreht sich schrittweise an einem Winkel von 15° und kommt gemäß dem Erregungsmuster (1) von der Einstelleinrichtung **28** für Erregungsmuster zur schrittweisen Ansteuerung zur Ruhe, wie in **Fig. 6b** gezeigt. Danach nimmt durch sequentielles Ändern des Erregungsmusters, wie in dem Graph von **Fig. 7** gezeigt, jedesmal, wenn das Erregungsmuster geändert wird, die Ausgangsspannung des Drosselöffnungssensors **13** schrittweise zu. Das heißt, in einem nicht-erregten Zustand befindet sich das Drosselventil **11** an seiner vollständig geschlossenen Position und der TPS-Spannungswert V_{TPS} an diesem Punkt ist gleich V_{S0} . Danach dreht sich der Rotor **16** während einer vorgegebenen Erregungszeit t_1 von der Einstelleinrichtung **29** für die Erregungszeit zur schrittweisen Ansteuerung an einen Winkel von 15° und kommt an einer Position zur Ruhe, an der der TPS-Spannungswert V_{TPS} gemäß dem Erregungsmuster (1) gleich V_{S1} wird. Die Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **24** liest den TPS-Spannungswert V_{S1} als einen gelernten Wert der Magnetpolposition des Rotors. Gemäß den Erregungsmustern (2) bis (6) wird der Rotor in ähnlicher Weise jedesmal um 30° gedreht und kommt an einer Position zur Ruhe, an der die TPS-Spannung jeweils gleich V_{S2} bis V_{S6} wird. Deshalb liest die Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **24** die TPS-Spannungswerte V_{S2} bis V_{S6} als gelernte Werte der Magnetpolposition des Rotors an jeweiligen Schrittpositionen. In dieser Weise ist in einem Zusammenbauzustand, der in **Fig. 6a** gezeigt ist, der gelernte Wert der Magnetpolposition des Rotors an einer ersten Schrittposition ein Wert an einer Position von 15° hinsichtlich des Drehwinkels des Rotors von der vollständig geschlossenen Position.

[0046] Wenn die Statorspulen des bürstenlosen Motors **18** nicht erregt werden, wie auch in **Fig. 8a** gezeigt, wird das Drosselventil **11** an seine vollständig geschlossene Position durch die Rückholfeder **14** zurückgeführt und die Statorspulen **17** und der Rotor **16** sind in solcher Weise angeordnet (Zusammenbauzustand B), daß die Grenzlinie M1 des Magnetfelds des Rotors von der U-Phasen-Referenzlinie M2 der Statorspulen bei 45° in einer Gegenuhrzeigerichtung verschoben ist, wenn der Rotor **16** gemäß dem Erregungsmuster (1) von der Einstelleinrichtung **28** für Erregungsmuster zur schrittweisen Ansteuerung für eine vorgegebene Erregungszeit t_1 von der Einstelleinrichtung **29** für Erregungszeiten zur schrittweisen Ansteuerung angesteuert wird, wird die Drehung des Rotors **16** verzögert und das Erregungsmuster wird auf das Erregungsmuster (2) geändert, während die Position des Rotors **16** nicht zur Ruhe gekommen ist.

Wie in **Fig. 8b** gezeigt, dreht sich daher der Rotor **16** schrittweise um einen Winkel von 90° und kommt zur Ruhe. **Fig. 9** ist ein Graph, der den Zusammenhang zwischen Erregungsmustern und der TPS-Spannung für die schrittweise Drehung des Rotors zeigt, wenn der Anfangszustand derart ist, wie in **Fig. 8a** gezeigt. In einem nicht-erregten Zustand befindet sich das Drosselventil **11** an seiner vollständig geschlossenen Position und der TPS-Spannungswert V_{TPS} an diesem Punkt ist V_{K0} . Wenn der Rotor **16** gemäß dem Erregungsmuster (1) für eine vorgegebene Erregungszeit t_1 von der Einstelleinrichtung **29** für Erregungszeiten zur schrittweisen Ansteuerung angesteuert wird, wird die Drehung des Rotors verzögert, weil die Grenzlinie M3 des Magnetfelds des Rotors von der U-Phasen-Referenzlinie M2 der Statorspulen versetzt ist und das Erregungsmuster wird auf das Erregungsmuster (2) geändert, wenn sich der Rotor um einen Winkel von 60° oder mehr dreht (siehe **Fig. 8b**). Deshalb liest die Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **24** einen Spannungswert V_{K1} , der größer als der obige TPS-Spannungswert V_{S1} ist, als einen gelernten Wert der Magnetpolposition des Rotors. Danach dreht sich der Rotor **16** schrittweise an einen Winkel von 30° und kommt an einer Position zur Ruhe, an der die TPS-Spannung gleich zu V_{K2} wird, gemäß dem Erregungsmuster (2). In Abhängigkeit von den Erregungsmustern (3) bis (6) dreht sich der Rotor **16** jedesmal um einen Winkel von 30° und kommt an einer Position zur Ruhe, an der die TPS-Spannung jeweils gleich V_{K3} bis V_{K6} wird.

[0047] Da somit in einem in **Fig. 8a** gezeigten Zusammenbauzustand (Zusammenbauzustand B) eine instabile Position, die einen Drehwinkel des Rotors von 15° oder mehr von der vollständig geschlossenen Position ist, als ein gelernter Wert der Magnetpolposition des Rotors gelesen wird, wird ein Erfassungsfehler der Magnetpolposition ($V_{S1} - V_{K1}$) erzeugt. Da die Berechnung der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils **11** durch ein Extrapolationsverfahren unter Verwendung der obigen ersten und zweiten Lernwerte der Magnetposition des Rotors (V_{K1} und V_{K2}) ausgeführt wird, wie in **Fig. 9** gezeigt, ist der Erfassungsfehler (ERO) der Magnetpolposition an der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils beträchtlich groß. Deshalb ist eine Verringerung des Motorerzeugungsdrehmoments verursacht durch den Erfassungsfehler (ERO) der Magnetpolposition in der Nähe der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils groß, und das Drosselventil kann in dem schlechtesten Fall nicht gesteuert werden.

[0048] In der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung wird ein Lernwert der Magnetpolposition des Rotors in Abhängigkeit von einem Rotorsteuerungsflußdiagramm für die schrittweise Ansteuerung zum Lesen und Beurteilen eines Lernwerts der in **Fig. 10** gezeigten Magnetpolposition des Rotors er-

mittelt. Es wird zunächst beurteilt, ob sämtliche Erregungsmuster N (1) bis (6) zum Ansteuern des Rotors **16** schrittweise verwendet werden (Schritt S101). Wenn sämtliche Erregungsmuster verwendet werden, da die Erfassung einer ersten Schrittposition in den Erregungsmustern (1) bis (6) nicht ausgeführt werden konnte, geht die Routine zum Schritt S106, um zu beurteilen, daß der Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors fehlerhaft ist, und um die Verarbeitung abzuschließen. Wenn sämtliche Erregungsmuster nicht verwendet werden, wird ein erster vorgegebener Spannungswert V_{SC1} (beispielsweise 50 mV) und ein zweiter vorgegebener Spannungswert V_{SC2} (beispielsweise 30 mV) eingestellt, die TPS-Spannung V_{Sn1} beim schrittweisen Ansteuern in Abhängigkeit von dem Erregungsmuster n wird gemessen, und es wird beurteilt, ob die TPS-Spannung V_{Sn1} die Beziehung $V_{Sn1} \geq (V_{S0} + V_{SC1})$ erfüllt (Schritt S102). Wenn V_{Sn1} die obige Beziehung nicht erfüllt ist, dann geht die Routine zum Schritt S108, um das Erregungsmuster zu erneuern ($n = n + 1$) und um die Verarbeitung abzuschließen.

[0049] Wenn die obige TPS-Spannung V_{Sn1} die obige Beziehung erfüllt, wird das Erregungsmuster n für eine vorgegebene Zeit, beispielsweise für die gleiche Zeit wie die Erregungszeit t_1 beibehalten, die TPS-Spannung V_{Sn2} beim schrittweisen Ansteuern gemäß dem Erregungsmuster n wird gemessen, und es wird beurteilt, ob die TPS-Spannung V_{Sn2} die Beziehung $V_{Sn2} \geq (V_{S0} + V_{SC1})$ erfüllt (Schritt S103). Wenn die TPS-Spannung V_{Sn2} die obige Bedingung nicht erfüllt, dann geht die Routine zum Schritt S108, um das Erregungsmuster ($n = n + 1$) zu erneuern und um die Verarbeitung abzuschließen.

[0050] Wenn die TPS-Spannung V_{Sn2} die obige Bedingung erfüllt, dann wird das Erregungsmuster n noch für eine vorgegebene Erregungszeit t_1 aufrechterhalten, die TPS-Spannung V_{Sn3} beim schrittweisen Ansteuern in Abhängigkeit von dem Erregungsmuster n wird gemessen, und es wird beurteilt, ob diese TPS-Spannung V_{Sn3} die Beziehung $V_{Sn3} \geq (V_{S0} + V_{SC1})$ erfüllt (Schritt S104). Wenn die TPS-Spannung V_{Sn3} die obige Beziehung nicht erfüllt, dann geht die Routine zum Schritt S108, um das Erregungsmuster zu erneuern ($n = n + 1$) und um die Verarbeitung abzuschließen.

[0051] Wenn die obige TPS-Spannung V_{Sn3} die obige Beziehung erfüllt, wird beurteilt, ob eine Differenz zwischen V_{Sn2} und V_{Sn3} die Beziehung $|V_{Sn2} - V_{Sn3}| \leq V_{SC2}$ erfüllt (Schritt S105). Wenn die Differenz zwischen V_{Sn2} und V_{Sn3} die obige Beziehung nicht erfüllt, dann geht die Routine zum Schritt S106, um zu beurteilen, daß der Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors fehlerhaft ist und um die Verarbeitung abzuschließen. Wenn die TPS-Spannungen V_{Sn1} , V_{Sn2} und V_{Sn3} sämtliche obigen Bedingungen erfüllen, wird beurteilt, daß die Drehung und die Beruhigung in ge-

eigneter Weise in dem Erregungsmuster n ausgeführt werden, die TPS-Spannung V_{Sn3} wird in dem RAM **23b** als ein Lernwert der Magnetpolposition des Rotors an der ersten Schrittposition gespeichert, das obige Erregungsmuster n, das den Lernwert der Magnetpolposition des Rotors spezifiziert, wird ebenfalls in dem RAM **23d** gespeichert, und das Muster wird erneuert ($n = n + 1$), um die Verarbeitung abzuschließen (Schritt S107). Der gelernte Wert der Magnetpolposition des Rotors an der ersten Schrittposition und das Erregungsmuster n werden als Referenzwerte für die Berechnung des Drehwinkels des Rotors, der durch die Anwendung der Drosselöffnungsspannung ermittelt wird, wenn der Schlüsselschalter eingeschaltet ist, und für die Berechnung der Erregungsphase (Erregungsverhältnis jeder Phase) des Motors in Abhängigkeit von dem Drehwinkel des Rotors verwendet.

[0052] [Fig. 11](#) ist ein Zeitdiagramm, das ein Beispiel der schrittweisen Drehung des Rotors in dem oben beschriebenen Zusammenbauzustand B zeigt. Nachdem die TPS-Spannung V_{S0} an der vollständig geschlossenen Position gemessen ist, wird der Rotor **16** in Abhängigkeit von dem Erregungsmuster (1) für eine vorgegebene Erregungszeit t_1 schrittweise angesteuert und die TPS-Spannung V_{S11} wird gemessen. Da die Spannung V_{S11} die Beziehung $V_{S11} \geq (V_{S0} + V_{SC1})$ nicht erfüllt, wird das Erregungsmuster (1) geändert, der Rotor **16** wird in Abhängigkeit von dem Erregungsmuster (2) für eine vorgegebene Erregungszeit t_1 angesteuert, und die TPS-Spannung V_{S21} beim Ansteuern in Abhängigkeit von dem Erregungsmuster (2) wird nach der vorgegebenen Erregungszeit t_1 gemessen. Da die TPS-Spannung V_{S21} die Beziehung $V_{S21} \geq (V_{S0} + V_{SC1})$ erfüllt, nachdem die Erregungszeit t_1 weiter gehalten wird, wird die TPS-Spannung V_{S22} beim Ansteuern in Abhängigkeit von dem Erregungsmuster (2) gemessen. Da auch V_{S22} die Beziehung $V_{S22} \geq (V_{S0} + V_{SC1})$ erfüllt, nachdem die Erregungszeit t_1 weiter gehalten wird, wird die TPS-Spannung V_{S23} gemessen. Wenn V_{S23} die Beziehung $V_{S23} \geq (V_{S0} + V_{SC1})$ erfüllt, wird beurteilt, ob V_{S23} die Beziehung $|V_{S22} - V_{S23}| \leq V_{SC2}$ erfüllt. Wenn V_{S22} und V_{S23} die obigen Bedingungen erfüllen, wird beurteilt, daß die Drehung und Beruhigung in geeigneter Weise in dem Erregungsmuster (2) ausgeführt werden, die TPS-Spannung V_{S23} wird in dem RAM **23d** als ein Lernwert der Magnetpolposition des Rotors an der ersten Schrittposition (Anfangswert) gespeichert, das obige Erregungsmuster (2), das den gelernten Wert der Magnetpolposition des Rotors spezifiziert, wird ebenfalls in dem RAM **23d** gespeichert, und das Erregungsmuster wird auf das Erregungsmuster (3) geändert. Da die Magnetpolposition des Rotors an einer Position zur Ruhe kommt, an der die TPS-Spannung gleich V_{S23} ist, wie oben beschrieben, dreht sich der Rotor **16** jedesmal um einen Winkel von 30° in Abhängigkeit von den Erregungsmustern (3) bis (6) und beruhigt sich an Positionen, an de-

nen die TPS-Spannung jeweils gleich V_{S3} bis V_{S6} ist. Deshalb ist das Berechnungsergebnis der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils **11**, das durch das Extrapolationsverfahren unter Verwendung der ersten und zweiten Lernwerte der Magnetpolposition des Rotors (V_{S23} und V_{S3}) erhalten wird, fast gleich zu dem TPS-Spannungswert V_{S0} an der vollständig geschlossenen Position und der Erfassungsfehler (ERO) der Magnetpolposition an der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils ist extrem klein.

[0053] Nachstehend wird eine Beschreibung der Verarbeitung zum Lernen der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils und der Magnetpolposition des Rotors, wenn der Schlüsselschalter ausgeschaltet ist, unter Bezugnahme auf ein in [Fig. 12](#) gezeigtes Flußdiagramm und ein in [Fig. 13](#) gezeigtes Zeitdiagramm vorgenommen. Durch die Schlüsselschalter-EIN/AUS-Beurteilungseinrichtung **31** wird beurteilt, ob der Schlüsselschalter ausgeschaltet ist (Schritt S201). Wenn der Schlüsselschalter nicht ausgeschaltet ist, geht die Routine zum Schritt S210, um die Rückkopplungssteuerung der Öffnungsposition des Drosselventils so auszuführen, daß die Öffnung des Drosselventils mit der Sollöffnung übereinstimmen sollte (Verarbeitungsphase A in [Fig. 13](#)).

[0054] Wenn der Schlüsselschalter ausgeschaltet ist, wird beurteilt, ob die Drosselöffnungsspannung V_{TPS} gleich oder kleiner als eine vorgegebene Öffnungsspannung V_{R1} ist (Schritt S202).

[0055] Wenn $V_{TPS} > V_{R1}$ ist, dann geht die Routine zum Schritt S209, um den vorher gelernten Wert der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils als die Sollöffnung einzustellen, und dann zum Schritt S210, um die Rückkopplungssteuerung der Öffnungsposition des Drosselventils auszuführen (Verarbeitungsphase B in [Fig. 13](#)). Wenn die Drosselöffnungsspannung V_{TPS} gleich oder kleiner zu der vorgegebenen Öffnungsspannung V_{R1} ist, wird beurteilt, ob das Lernen der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils abgeschlossen ist (Schritt S203). Wenn das Lernen nicht abgeschlossen ist, dann geht die Routine zum Schritt S204, um das Motoransteuersignal auszuschalten, um das Drosselventil **11** an seine vollständig geschlossene Position durch die Vorspannkraft der Rückholfeder **14** zurückzuführen und das Lernen der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils auszuführen (Verarbeitungsphase C in [Fig. 13](#)), wodurch die Drosselöffnungsspannung V_{TPS} an der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils in dem RAM **23d** als die vollständig geschlossene Position V_{S0s} des Drosselventils gespeichert wird.

[0056] Wenn in dem obigen Schritt S203 beurteilt wird, daß das Lernen der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils abgeschlossen ist, wird

die erste Schrittposition V_{S10} beim schrittweisen Ansteuern des Rotors in Richtung auf die offene Seite des Drosselventils bei dem Lernen der Magnetpolposition des Rotors erfaßt (Verarbeitungsphase D in [Fig. 13](#)) (Schritt S205). Danach wird der Rotor **16** in Richtung auf die vollständig offene Seite des Drosselventils in Abhängigkeit von einem Erregungsmuster von der Einstelleinrichtung **28** für Erregungsmuster zur schrittweisen Ansteuerung bei Intervallen einer vorgegebenen Erregungszeit t_1 (z. B. 75 ms) von der Einstelleinrichtung **29** für Erregungszeiten zur schrittweisen Ansteuerung angesteuert und jede Schrittposition wird in dem RAM **23d** als ein Drosselöffnungs-Spannungswert (V_{S20} , V_{S30} , V_{S40} ...) (Schritt S206) gespeichert. Ferner wird der Betrag einer Änderung in der Schrittposition ($V_{wot} - V_{S10}$), die eine Differenz zwischen der erfaßten Schrittposition V_{wot} des Rotors **16** und einer Schrittposition V_{S10} vor der Schrittposition V_{wot} ist, ermittelt.

[0057] Wenn der Betrag einer Änderung in der Schrittposition gleich oder kleiner als ein vorgegebener Wert V_{r2} ist und die Anzahl von Schritten aus der vollständig geschlossenen Position kleiner als eine vorgegebene Anzahl von Schritten ist, dann wird beurteilt, daß sich das Drosselventil **11** an seiner vollständig offenen Position befindet und die Schrittposition V_{wot} wird in dem RAM **23d** als ein gelernter Wert der vollständig offenen Position des Drosselventils gespeichert (Schritt S207).

[0058] Wenn das Lernen der vollständig offenen Position des Drosselventils abgeschlossen ist, da die Einstelleinrichtung **28** für Erregungsmuster zur schrittweisen Ansteuerung die Erregungsmuster rückwärts ändert (von (6) bis (5), (4), (3)...(1)), um den Rotor **16** schrittweise von der vollständig offenen Position des Drosselventils in die Richtung eines vollständigen Schließens des Drosselventils anzusteuern, wird jede Schrittposition in dem RAM **23d** als ein Drosselöffnungs-Spannungswert V_{S1C} , ... V_{S4C} , V_{S3C} , V_{S2C}) gespeichert (Schritt S208). Wenn das Drosselventil **11** an seine vollständig geschlossene Position wieder durch die obige schrittweise Ansteuerung zurückgeführt wird, dann wird die Drosselöffnungsspannung V_{TPS} an der vollständig geschlossenen Position in dem RAM **23d** als die vollständig geschlossene Position V_{S0e} des Drosselventils nach dem Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors gespeichert, ein Durchschnittswert V_{Sn} ($V_{Sn} = (V_{S0} + V_{S1C})/2$) der Schrittposition V_{S10} auf der offenen Seite des Drosselventils und der Schrittposition V_{S1C} auf der geschlossenen Seite des Drosselventils wird als ein gelernter Wert jeder Schrittposition berechnet und dieser gelernte Wert V_{Sn} der Schrittposition wird in dem Backup-RAM **23d** als ein gelernter Wert der Magnetpolposition des Rotors gespeichert und an das EEPROM **32** geschrieben (Schritt S211), um die Verarbeitung des Lernens der Magnetpolposition des Rotors abzuschließen. Die obigen Schritte S205 bis S208 ent-

sprechen der Verarbeitungsphase D in [Fig. 13](#), und der obige Schritt S211 entspricht der Verarbeitungsphase E. In [Fig. 13](#) ist ein nicht gezeigtes Leistungsrelais ein Relais zum Zuführen von Leistung an die Einrichtung **20** zum Steuern der Einlaßluftmenge für eine Maschine und wird eingestellt, um eine vorgegebene Zeit (z. B. 7 Sekunden) ausgeschaltet zu sein, nachdem der Schlüsselschalter ausgeschaltet ist.

[0059] Wenn eine Leistungszuführung an die Einrichtung **20** zum Steuern der Ansaugluftmenge für eine Maschine unterbrochen wird, dann wird das RAM **23d** gelöscht. Deshalb wird unmittelbar nach der Entfernung einer Batterie, d. h. eine Leistungszuführung an die Einrichtung **20** zum Steuern der Ansaugluftmenge für eine Maschine wird wieder aufgenommen, der vorher gelernte Wert der Magnetpolposition des Rotors aus dem EEPROM **32** gelesen und in dem RAM **23d** gespeichert. Ferner wird bei Intervallen einer vorgegebenen Anzahl von Malen des EIN/AUS-Betriebs des Schlüsselschalters der Schlüsselschalter-EIN/AUS-Beurteilungseinrichtung **31** als der Lernstart-Beurteilungseinrichtung, d. h. dem Lesebetrieb des gelernten Werts der Magnetpolposition des Rotors, ein von der Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **23** berechneter, gelernter Wert an das EEPROM **32** geschrieben, um den gelernten Wert zu erneuern.

[0060] Nachstehend wird eine Beschreibung des Betriebs der Einrichtung **20** zum Steuern der Ansaugluftmenge für eine Maschine angegeben, wenn der Schlüsselschalter eingeschaltet wird, nachdem das Lernen der Magnetpolposition des Rotors abgeschlossen ist.

[0061] Wenn der Schlüssel eingeschaltet wird, nachdem das Lernen der Magnetpolposition des Rotors abgeschlossen ist, führt die Einrichtung **20** zum Steuern der Ansaugluftmenge für eine Maschine die Rückkopplungssteuerung der Öffnungsposition des Drosselventils so durch, daß die Drosselöffnung mit der Sollöffnung übereinstimmen sollte. Das heißt, die Sollöffnungs-Einstelleinrichtung **21** führt eine Berechnung und eine Einstellung einer Soll-drosselöffnung θ_0 auf Grundlage von verschiedenen Fahrzeugdaten, wie einem Ausgangswert V_{aps} von dem Gaspedal-Öffnungssensor (APS), der Maschinengeschwindigkeit N_e , der Fahrzeuggeschwindigkeit V_a und der Maschinenkühlwassertemperatur T_a aus. Die Motorstrom-Berechnungseinrichtung **22** berechnet eine Öffnungsdifferenz $\Delta\theta = (\theta_0 - \theta_r)$ aus der Sollöffnung θ_0 des Drosselventils von der Sollöffnungs-Einstelleinrichtung **21** und der tatsächlichen Öffnung θ_r des Drosselventils aus dem Drosselöffnungssensor (TPS) **13**. Wenn $\Delta\theta$ positiv ist, dann berechnet die Motorstrom-Berechnungseinrichtung **22** einen derartigen Motorphasenstrom, daß der Phasenstrom des Bürstenmotors **18** erhöht wird, da die tatsächliche Öffnung θ_r des Drosselventils kleiner als

die Sollöffnung θ_0 des Drosselventils ist. Wenn $\Delta\theta$ negativ ist, dann berechnet die Einrichtung **22** einen derartigen Motorphasenstrom, daß der Phasenstrom des bürstenlosen Motors **18** verringert wird, da die tatsächliche Öffnung θ_r des Drosselventils größer als die Sollöffnung θ_0 des Drosselventils ist. Für die Berechnung des Motorphasenstroms aus der Öffnungsdifferenz $\Delta\theta$ wird allgemein ein PID-Steuerverfahren verwendet. Die PID-Steuerung des Motorphasenstroms I_m dient dazu, den Phasenstrom I_m so zu steuern, daß die Funktionen zum Steuern des Phasenstroms I_m so vorgenommen werden, daß die obige Differenz $\Delta\theta$, die durch die folgende Gleichung (5) dargestellt wird, "0" wird.

$$I_m = I_{m_0} + K_p \cdot \Delta\theta + K_I \cdot \sum \Delta\theta dt + K_D \cdot \Delta\theta / dt \quad (5)$$

I_m : Motorphasenstrom, der durch eine PID-Berechnung erhalten wird;
 I_{m_0} : Phasenstrom für eine Sollöffnung θ_0 des Drosselventils;
 K_p : Proportionale Verstärkung;
 K_I : Integrale Verstärkung
 K_D : Differentielle Verstärkung

[0062] Das Berechnungsergebnis des Motorphasenstroms I_m , das von der obigen Gleichung (5) ermittelt wird, wird an die Motorsteuereinrichtung **26** angelegt. Ferner berechnet die Motordrehwinkel-Berechnungseinrichtung **24** den Drehwinkel des Rotors **16** auf Grundlage eines Drosselöffnungssignalausgangs v_{TPS} von dem Drosselöffnungssensor **13** und einem gelernten Wert V_{sn} der Magnetpolposition des Rotors von der Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **23** und gibt ihn an die Motorerregungsphasen-Berechnungseinrichtung **25** aus. Die Motorerregungsphasen-Berechnungseinrichtung **25** berechnet ein Erregungsverhältnis für jede Statorspule **17** unabhängig auf Grundlage des Drehwinkels des Rotors. Die Motorsteuereinrichtung **26** gibt an die Motoransteuereinrichtung **27** ein PWM-Tastverhältnis entsprechend einem Stromwert I_S für jede Statorspule **17** auf Grundlage des Stromwerts I_m von der Motorstrom-Berechnungseinrichtung **22** und dem Erregungsverhältnis von der Motorerregungsphasen-Berechnungseinrichtung **25** aus. Die Motoransteuereinrichtung **27** schaltet die Schaltelemente in Abhängigkeit von einem PWM-Tastverhältnis-Ansteuersignal entsprechend dem Stromwert I_S für jede Statorspule **17** ein und aus und liefert einen Strom an die gewünschten Phasen des bürstenlosen Motors **18**.

[0063] [Fig. 14a bis 14c](#) sind Diagramme, die den Zusammenhang zwischen dem Drehwinkel des Rotors **16** des bürstenlosen Motors **18** und der Stromwellenform und einer Flußwellenform jeder Phase und eines Ausgangsdrehmoments (Rotordrehmoments) in einem Erregungssystem mit sinusförmigen Wellen darstellen. Wenn ein ähnlicher in [Fig. 14a](#) gezeigter sinusförmiger Strom I_S mit der gleichen Phase

wie eine Flußdichte ϕ , wie in **Fig. 14b** gezeigt, an jede Phase der Statorspulen **17** geliefert wird, wenn jede Statorspule **17** die Flußdichte ϕ schneidet, die sich durch die Drehung des Rotors **16** innerhalb der Statorspulen **17** sinusförmig ändert, kann ein Drehmoment T_s jeder Phase, das durch die Erregung erzeugt wird, durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden.

$$T_s = k \cdot \phi \cdot I_s \quad (k \text{ ist eine Konstante})$$

[0064] Das Drehmoment des Rotors des bürstenlosen Motors wird durch einen Synthesevektor der erzeugten Drehmomente T_s von U-, V- und W-Phasen ausgedrückt, und ein Ausgangsdrehmoment ohne eine Welligkeit, wie in **Fig. 14c** gezeigt, kann durch den Drehwinkel des Rotors erhalten werden.

[0065] Da in dem sinusförmigen Erregungssystem ein Erregungsstrom, der an jede Phase geliefert werden soll, durch sinusförmige Wellen gemäß dem Drehwinkel des Rotors geändert werden muß, muß der Drehwinkel des Rotors **16** mit Genauigkeit erfaßt werden. In der Ausführungsform 1, so wie sie voranstehend beschrieben wurde, wird der Drehwinkel γ des Rotors **16** durch das Extrapolationsverfahren unter Verwendung des Drosselöffnungssignalausgangs V_{TPS} und des gelernten Werts V_{Sn} der Magnetpolposition des Rotors von der Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **23** berechnet, um das Erregungsverhältnis jeder Statorspule **17** zu ermitteln, und ein PWM-Tastverhältnis entsprechend dem Stromwert I_s jeder Statorspule **17** wird an die Motoransteuereinrichtung **27** ausgegeben, um so einen Erregungsstrom, der an jede Phase geliefert werden soll, durch sinusförmige Wellen in Abhängigkeit von dem Drehwinkel des Rotors zu ändern.

[0066] Der Zusammenhang zwischen dem Drehwinkel γ des Rotors und dem PWM-Tastverhältnis jeder Phase kann durch die folgenden Gleichungen (6) bis (8) ausgedrückt werden.

$$\text{PWM-Tastverhältnis 1} = \text{PWM-Tastverhältnis} \times \sin 2\gamma \quad (6)$$

$$\text{PWM-Tastverhältnis 2} = \text{PWM-Tastverhältnis} \times \sin 2(\gamma - 60^\circ) \quad (7)$$

$$\text{PWM-Tastverhältnis 3} = \text{PWM-Tastverhältnis} \times \sin 2(\gamma + 60^\circ) \quad (8)$$

γ : Drehwinkel eines Rotors ($^\circ$)

[0067] Wenn gemäß der Ausführungsform 1 eine Elektrizität an jeder Statorspule **17** des bürstenlosen Motors **18** für eine vorgegebene Erregungszeit in Abhängigkeit von einer Vielzahl von Erregungsmustern zum schrittweisen Ansteuern des bürstenlosen Motors **18** angelegt wird und die erste Schrittposition des

Rotors **1** erfaßt wird, dann wird eine Erregungszeit für einen ersten Schritt länger als die oben vorgegebene Erregungszeit gemacht, um das Lernen der Magnetpolposition des Rotors nach der ersten Schrittposition und der Beruhigung des Rotors **16** auszuführen und ein an die Statorspulen **17** anzulegender Strom I_s wird auf Grundlage des Lernwerts V_{Sn} der Magnetpolposition des Rotors erhalten durch dieses Lernen der Magnetpolposition des Rotors und dem Ausgang V_{TPS} des Drosselöffnungssensors gesteuert.

[0068] Deshalb kann das Lernen der genauen Magnetpolposition des Rotors ohne Einstellen der Beziehung zwischen der Magnetpolposition des Rotors **16** des bürstenlosen Motors **18** und der Position der Statorspulen **17** zur Zeit des Zusammenbaus ausgeführt werden und ein Erregungsstrom, der an jede Phase der Statorspulen **17** geführt werden soll, kann genau durch sinusförmige Wellen in Abhängigkeit von dem Drehwinkel des Rotors geändert werden. Demzufolge kann eine abrupte Änderung in dem Drehmoment des bürstenlosen Motors **18**, die auftritt, wenn die Statorspulen **17** umgeschaltet werden, ohne Verwendung eines Positionsdetektors mit hoher Genauigkeit unterdrückt werden, und die Steuerungsfähigkeit des Erregungsstroms kann verbessert werden.

Ausführungsform 2

[0069] In der obigen Ausführungsform 1 wird die Drosselöffnungsspannung V_{S0} an der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils zu einer Drosselöffnungsspannung V_{S0s} an der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils erhalten in der Verarbeitungsphase C (siehe **Fig. 13**) vor dem Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors gemacht. In der Ausführungsform 2 wird der gelernte Wert V_{S0} der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils in dem RAM **23d** als ein Durchschnittswert von Drosselöffnungsspannungen (V_{S0s} und V_{S0e}) an der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils vor und nach dem Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors gespeichert. Deshalb kann die Genauigkeit des gelernten Werts V_{S0} der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils durch Erfassen der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils vor und nach jeder Drehung des Rotors **16** verbessert werden.

Ausführungsform 3

[0070] In der Ausführungsform 3 wird der Betrag des Erfassungsfehlers der Magnetpolposition, der durch die Druckkraft der Rückholfeder **14** erzeugt wird, vorher ermittelt und der Lernwert V_{Sn} der Magnetpolposition des Rotors ermittelt durch die Rotormagnetpolpositions-Lerneinrichtung **23**, wenn der Schlüsselschalter ausgeschaltet wird, wird in der Ausführungsform 1 unter Verwendung eines vorgegebenen Werts V_{sp} entsprechend dem Betrag des Er-

fassungsfehlers der Magnetpolposition korrigiert. Das heißt, da ein Lastdrehmoment, das von der Druckkraft der Rückholfeder **14** erzeugt wird, an den Rotor **16** angelegt wird, wenn ein Initialisierungsbetrieb zum Lernen der Magnetpolposition des Rotors ausgeführt wird, kommt der Rotor **16** an einer Position zur Ruhe, an der das Erzeugungsdrehmoment des bürstenlosen Motors **18** zur Zeit eines Initialisierungsbetriebs und das Lastdrehmoment gut im Gleichgewicht sind. Da sich diese zur Ruhe gekommene Position von der zur Ruhe gekommenen Position des Rotors **16** unterscheidet, wenn er keine Last hat, wird diese Differenz vorher als eine TPS-Ausgangsspannung V_{sp} entsprechend der Differenz und dem gelernten Wert V_{sn} , der Magnetpolposition des Rotors durch V_{sp} korrigiert, um die Genauigkeit des gelernten Werts der Magnetpolposition des Rotors zu verbessern und die Verantwortung des bürstenlosen Motors zu verbessern.

[0071] Erfindungsgemäß kann das Lernen der genauen Magnetpolposition des Rotors ausgeführt werden und ein an jede Phase der Statorspulen anzulegender Erregungsstrom kann genau durch sinusförmige Wellen in Abhängigkeit von dem Drehwinkel des Rotors geändert werden. Demzufolge kann die Steuerungsfähigkeit des Erregungsstroms des Motors ohne Verwendung eines Positionsdetektors mit hoher Genauigkeit verbessert werden.

[0072] Erfindungsgemäß kann das Lernen der genauen Magnetpolposition des Rotors ausgeführt werden.

[0073] Erfindungsgemäß kann der Lernbetrieb der Magnetpolposition, des Rotors während dem Lauf der Maschine verhindert werden und eine Gefahr, die von einem abnormalen Anstieg der Maschinengeschwindigkeit und einer abnormalen Beschleunigung eines Fahrzeugs verursacht wird, kann verhindert werden.

[0074] Erfindungsgemäß kann der Lernbetrieb der Magnetpolposition des Rotors während des Laufs der Maschine mit größerer Sicherheit verhindert werden.

[0075] Erfindungsgemäß kann die vollständig geschlossene Position der Drossel genau erfaßt werden und die Erfassung der Drehung des ersten Schritts des Rotors durch die Rotorschrittpositions-Erfassungseinrichtung kann mit Leichtigkeit ausgeführt werden.

[0076] Erfindungsgemäß kann die Beruhigung des Rotors nach einer Drehung ohne einen Ausfall und unabhängig von dem Zusammenhang zwischen der Magnetpolposition des Rotors und der Position der Statorspulen ausgeführt wird, wenn das Drosselventil vollständig geschlossen ist.

[0077] Da erfindungsgemäß das Erregungsmuster, in dem die Magnetpolposition des Rotors und die Position der Statorspulen, wenn sich das Drosselventil in einem vollständig geschlossenen Übereinstimmungszustand befindet, aufrechterhalten wird, kann die Beruhigung des Rotors nach jeder Drehung ohne einen Fehler ausgeführt werden.

[0078] Erfindungsgemäß kann das Lernen der genauen Magnetpolposition des Rotors unabhängig von der Beziehung zwischen der Magnetpolposition des Rotors und der Position der Statorspulen ausgeführt werden, wenn das Drosselventil vollständig geschlossen ist, die Steuerungsfähigkeit des Erregungsstroms des Motors kann ohne Verwendung eines Positionsdetektors mit hoher Genauigkeit verbessert werden und eine abrupte Änderung in dem Drehmoment des Motors, die auftritt, wenn die Statorspulen umgeschaltet werden, kann verhindert werden.

[0079] Erfindungsgemäß kann die Beruhigung des Rotors nach jeder Drehung ohne Fehler ausgeführt werden.

[0080] Erfindungsgemäß kann das Lernen der Magnetposition des Rotors effizient ausgeführt werden.

[0081] Erfindungsgemäß kann die vollständig offene Position des Drosselventils gelernt werden, ein Wert, der die vollständig offene Position des Drosselventils von der Soll-drosselöffnungs-Einstelleinrichtung anzeigt, wird genau und es kann verhindert werden, daß ein Strom, der größer als erforderlich ist, in den Motor hineinfließt.

[0082] Erfindungsgemäß kann der gelernte Wert der Magnetpolposition des Rotors gespeichert werden und nach der Entfernung einer Batterie gehalten werden.

[0083] Da erfindungsgemäß der vorher gelernte Wert der Magnetpolposition des Rotors aus dem RAM gelesen werden kann, kann die Steuerung des Drosselventils unmittelbar nach Beurteilung des Starts des Lernvorgangs ausgeführt werden.

[0084] Erfindungsgemäß ist die Datenmenge, die an das EEPROM geschrieben werden soll, begrenzt, und die Lebensdauer des EEPROM kann sichergestellt werden.

[0085] Erfindungsgemäß kann die Lerngenauigkeit der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils verbessert werden.

[0086] Erfindungsgemäß kann die Genauigkeit des gelernten Werts der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils weiter verbessert werden.

[0087] Erfindungsgemäß kann das Aufprallen des Drosselventils an seiner vollständig geschlossenen Position durch die Druckkraft der Rückholfeder unterdrückt werden, die Lernzeit kann verkürzt werden und die Lerngenauigkeit der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils kann verbessert werden.

[0088] Erfindungsgemäß kann das Aufprallen des Drosselventils an seine vollständig geschlossene Position durch die Druckkraft der Rückholfeder unterdrückt werden, die Lernzeit kann verkürzt werden und die Lerngenauigkeit der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils kann verbessert werden.

[0089] Erfindungsgemäß kann die Lerngenauigkeit der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils weiter verbessert werden.

[0090] Erfindungsgemäß kann die vollständig geschlossene Position des Drosselventils genau erfaßt werden, die Erfassung der Drehung des ersten Schritts durch die Motorschrittpositions-Erfassungseinrichtung kann mit Leichtigkeit ausgeführt werden und das fehlerhafte Lernen der Magnetpolposition des Rotors an der ersten Schrittposition kann verhindert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Öffnungsgrades (θ_o , θ_r) einer Drosselklappe (11) einer Fahrzeugmaschine, die an einen Rotor (16) eines bürstenlosen Motors (18) über ein Getriebe (15) gekoppelt ist, durch Steuerung der Stromversorgung zu Statorspulen (17) des Motors (18),

- wobei zum Zeitpunkt des Stoppens der Fahrzeugmaschine (Ausschalten des Zündschalters)
- der Motor (18) schrittweise um einen vorgegebenen Winkel angetrieben wird, indem ein elektrischer Strom der Statorspule (17) entsprechend einem Stromflussmuster mit einer vorgegebenen Phase zugeführt wird, und
- ein Lernwert der Magnetpolposition des Rotors (16) bestimmt wird durch Ausführen der Operation des Lernens der Position der Magnetpole entsprechend den im folgenden noch angegebenen Schritten S1 bis S5, basierend auf einem Pegel (V_{TPS}), der von einem Drosselöffnungsgradsensor (13, TPS), der mit dem Rotor (16) über ein Untersetzungsgetriebe verbunden ist, für die Abgabe eines Signals ausgegeben wird, das einen Pegel (V_{TPS}) entsprechend der Drehposition der Magnetpole des Rotors (16) aufweist; und
- wobei zum Zeitpunkt des Betriebens der Fahrzeugmaschine (Einschalten des Zündschalters)
- der Strom, der der Statorspule (17) des bürstenlosen Motors (18) zugeführt wird, gesteuert wird auf der Basis des Lernwertes der Magnetpolposition des Ro-

tors (16) und dem Ausgangspegel (V_{TPS}) des Drosselöffnungsgradsensors (13), mit den Schritten:

S1) Zuerst, Stoppen der Stromversorgung zu der Statorspule (17), Erfassen des Ausgangspegels (V_{S0}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) unter der Bedingung, dass die Drosselklappe (11) durch eine Rückholfeder (14) in eine vollständig geschlossene Stellung zurückgeführt ist und Speichern des erfassten Ausgangspegels (V_{S0}) als Lernwert (V_{S0}) bei der vollständig geschlossenen Stellung.

S2) Danach, um den Rotor (16) schrittweise um einen vorgegebenen Winkel anzutreiben, Zuführen eines Stromes zu der Statorspule (17), basierend auf dem Stromflussmuster ($n = 1$ bis 6), wobei das Muster zu jeder einer vorgegebenen ersten Stromzufuhrzeitperiode ($t1$) umschaltet, Messen des Ausgangspegels (V_{Sn1}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) bei jedem Zeitübergang der ersten Zeitperiode ($t1$) und Beurteilen, ob die Veränderung des Ausgangspegels (V_{Sn1}) gegenüber dem Lernwert (V_{S0}) einen vorgegebenen Pegel (V_{SC1}) übersteigt.

S3) Falls der Ausgangspegel (V_{Sn1}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) entsprechend des Stromflussmusters n den Lernwert (V_{S0}) bei der vollständig geschlossenen Stellung um den vorgegebenen Pegel (V_{SC1}) übersteigt, Voranschreiten zum Schritt S4, falls die Veränderung den Pegel (V_{SC1}) nicht übersteigt, Zurückkehren zum Schritt S2 nach Verändern des Stromflussmusters von n zu $n + 1$, Wiederholen der Operation des Beurteilens, ob die Veränderung des Ausgangspegels (V_{Sn1}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) den vorgegebenen Wert (V_{SC1}) gegenüber dem Lernwert (V_{S0}) in der vollständig geschlossenen Stellung übersteigt, bis das Stromflussmuster bestimmt ist, bei dem die Veränderung des Öffnungsgrades den vorgegebenen Wert übersteigt, falls das Stromflussmuster bestimmt ist, das die obige Beurteilungsbedingung erfüllt, Voranschreiten zum Schritt S4 und falls es nicht bestimmt werden kann, Feststellen, dass das Lernen fehlgeschlagen ist, und Beenden der Operation des Lernens der Magnetpolposition des Rotors.

S4) Zuführen eines Stroms zu der Statorspule (17) entsprechend dem Stromflussmuster n für eine zweite Stromzufuhrzeitperiode ($t2$), die länger ist als die erste Stromzufuhrzeitperiode ($t1$), wiederum Messen des Ausgangspegels des Drosselöffnungsgradsensors (13) und Vergleichen des gemessenen Ausgangspegels (V_{Sn2}) mit dem zuvor gemessenen Ausgangspegel (V_{Sn1}).

S5) Falls die Differenz zwischen dem verglichenen Wert des zu diesem Zeitpunkt gemessenen Ausgangspegels (V_{Sn2}) und dem zuvor gemessenen Ausgangspegel (V_{Sn1}) geringer ist als der zweite vorgegebene Wert (V_{SC2}), Speichern des Ausgangspegels (V_{Sn2}) als erstem Lernwert der Magnetpolposition, abgeglichen zur ersten Zeit und falls der verglichene Wert des Ausgangspegels (V_{Sn2}), gemessen zu dieser Zeit, mit dem zuvor gemessenen Ausgangspegel

(V_{Sn1}) den zweiten vorgegebenen Wert (V_{Sc2}) übersteigt, Feststellen, dass das Lernen fehlgeschlagen ist, und Beenden der Operation des Lernens der Magnetpolposition des Rotors.

S6) Schrittweises Antreiben des Rotors (16) durch aufeinanderfolgendes Weiterschalten des Stromflussmusters zu jeder zuvor bestimmten ersten Stromzufuhrzeitperiode ($t1$) von der ersten gelernten Magnetpolposition des Rotors (16) aus, um jeweils Spannungswerte (V_{S20} , V_{S30} , V_{S40} ...) des Drosselklappenöffnungsgradsensors (13) abzuspeichern, den Betriebsbereich von der vollständig geschlossenen Stellung zu der vollständig geöffneten Stellung der Drosselklappe überdeckend, wobei der Ausgangspegel (V_{Sn0}) als Lernwert der Magnetpolposition angesehen wird.

2. Vorrichtung zum Steuern eines Öffnungsgrades (θ_0 , θ_r) einer Drosselklappe (11) einer Fahrzeugmaschine, die an einen Rotor (16) eines bürstenlosen Motors (18) über ein Untersetzungsgetriebe (15) gekoppelt ist, durch Steuerung der Stromversorgung zu Statorspulen (17) des Motors (18), mit einer Muster-Einstelleinrichtung (28), die eine Vielzahl von Erregungsmustern zum schrittweisen Ansteuern des Motors (18) einstellt;

einer Rotorschrittposition-Erfassungseinrichtung (30), welche die Rotorschrittposition des Rotors (16) des Motors (18) erfasst, die durch das Erregungsmuster zum schrittweisen Ansteuern des Motors (18) angesteuert wird;

einem Drosselöffnungsgradsensor (13), der mit dem Rotor (16) des Motors (18) über ein Untersetzungsgetriebe verbunden ist, und die ein Signal abgibt, das einen Pegel (V_{TPS}) entsprechend der Drehposition der Magnetpole des Rotors (16) aufweist;

einer Rückholfeder (14), die die Drosselklappe (11) in Schließrichtung vorspannt;

einer Beurteilungseinrichtung (31), die den EIN/AUS-Schaltzustand eines Schlüsselschalter für die Feststellung beurteilt, ob ein Lernen der Magnetpolposition des Rotors gestartet werden kann, wenn ein Zündschalter in einem AUS-Zustand ist und die Fahrzeugmaschine gestoppt ist; und

einer Magnetpolposition-Lerneinrichtung (23), die die Position von Rotor-Magnetpolen auf Grundlage des Ausgangssignals des Drosselöffnungssensors (13) mittels der folgenden Schritte erfasst und lernt:

S1) Zuerst, Stoppen der Stromversorgung zu der Statorspule (17), Erfassen des Ausgangspegels (V_{S0}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) unter der Bedingung, dass die Drosselklappe (11) durch eine Rückstellfeder (14) in eine vollständig geschlossene Stellung zurückgeführt ist und Speichern des erfassten Ausgangspegels (V_{S0}) als Lernwert (V_{S0}) bei der vollständig geschlossenen Stellung.

S2) Danach, um den Rotor (16) schrittweise um einen vorgegebenen Winkel anzutreiben, Zuführen eines Stromes zu der Statorspule (17), basierend auf dem Stromflussmuster ($n = 1$ bis 6), wobei das Mus-

ter zu jeder einer vorgegebenen ersten Stromzufuhrzeitperiode ($t1$) umschaltet, Messen des Ausgangspegels (V_{Sn1}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) bei jedem Zeitübergang der ersten Zeitperiode ($t1$) und Beurteilen, ob die Veränderung des Ausgangspegels (V_{Sn1}) gegenüber dem Lernwert (V_{S0}) einen vorgegebenen Pegel (V_{Sc1}) übersteigt.

S3) Falls der Ausgangspegel (V_{Sn1}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) entsprechend des Stromflussmusters n den Lernwert (V_{S0}) bei der vollständig geschlossenen Stellung um den vorgegebenen (V_{Sc1}) übersteigt, Voranschreiten zum Schritt S4, falls die Veränderung den Pegel (V_{Sc1}) nicht übersteigt, Zurückkehren zum Schritt S2 nach Verändern des Stromflussmusters von n zu $n + 1$, Wiederholen der Operation des Beurteilens, ob die Veränderung des Ausgangspegels (V_{Sn1}) des Drosselöffnungsgradsensors (13) den vorgegebenen Wert (V_{Sc1}) gegenüber dem Lernwert (V_{S0}) in der vollständig geschlossenen Stellung übersteigt, bis das Stromflussmuster bestimmt ist, bei dem die Veränderung des Öffnungsgrads den vorgegebenen Wert übersteigt, falls das Stromflussmuster bestimmt ist, das die obige Beurteilungsbedingung erfüllt, Voranschreiten zum Schritt S4 und falls es nicht bestimmt werden kann, Feststellen, dass das Lernen fehlgeschlagen ist, und Beenden der Operation des Lernens der Magnetpolposition des Rotors.

S4) Zuführen eines Stroms zu der Statorspule (17) entsprechend dem Stromflussmuster n für eine zweite Stromzufuhrzeitperiode ($t2$), die länger ist als die erste Stromzufuhrzeitperiode ($t1$), wiederum Messen des Ausgangspegels des Drosselöffnungsgradsensors (13) und Vergleichen des gemessenen Ausgangspegels (V_{Sn2}) mit dem zuvor gemessenen Ausgangspegel (V_{Sn1}).

S5) Falls die Differenz zwischen dem verglichenen Wert des zu diesem Zeitpunkt gemessenen Ausgangspegels (V_{Sn2}) und dem zuvor gemessenen Ausgangspegel (V_{Sn1}) geringer ist als der zweite vorgegebene Wert (V_{Sc2}), Speichern des Ausgangspegels (V_{Sn2}) als erstem Lernwert der Magnetpolposition, abgeglichen zur ersten Zeit und falls der verglichene Wert des Ausgangspegels (V_{Sn2}), gemessen zu dieser Zeit, mit dem zuvor gemessenen Ausgangspegel (V_{Sn1}) den zweiten vorgegebenen Wert (V_{Sc2}) übersteigt, Feststellen, dass das Lernen fehlgeschlagen ist, und Beenden der Operation des Lernens der Magnetpolposition des Rotors.

S6) Schrittweises Antreiben des Rotors (16) durch aufeinanderfolgendes Weiterschalten des Stromflussmusters zu jeder zuvor bestimmten ersten Stromzufuhrzeitperiode ($t1$) von der ersten gelernten Magnetpolposition des Rotors (16) aus, um jeweils Spannungswerte (V_{S20} , V_{S30} , V_{S40} ...) des Drosselklappenöffnungsgradsensors (13) abzuspeichern, den Betriebsbereich von der vollständig geschlossenen Stellung zu der vollständig geöffneten Stellung der Drosselklappe überdeckend, wobei der Ausgangspegel (V_{Sn0}) als Lernwert der Magnetpolposition ange-

sehen wird.

und ferner mit

einer Motorsteuereinrichtung (**26**) zum Steuern des Stromflusses in den Wicklungen des Stators des bürstenlosen Motors auf der Basis des Lernwertes der Magnetpolposition des Rotors (**16**) und dem Ausgangspegel (V_{TPS}) des Drosselöffnungsgradsensors (**13**), wenn die Fahrzeugmaschine in Betrieb ist (Einschalten des Zündschalters).

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein von der Magnetpolpositions-Lerneinrichtung erfasster und gelernter Wert in einem Backup-RAM (**23d**) und einem EEPROM (**32**) gespeichert wird.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein gelernter Wert der Magnetpolposition des Rotors aus dem EEPROM (**32**) gelesen und in dem Backup-RAM (**23d**) gespeichert wird, wenn eine Batterieversorgung nach einem Entfernen einer Batterie wieder hergestellt wird.

5. Einrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein von der Magnetpolpositions-Lerneinrichtung erfasster und gelernter Wert in dem EEPROM (**32**) dann gespeichert wird, wenn die Beurteilungseinrichtung (**31**) eine bestimmte Anzahl von Malen feststellt, dass das Lernen der Magnetpoleposition des Rotors gestartet werden kann.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, gekennzeichnet durch eine Lerneinrichtung (**23a**) für die vollständig geschlossene Position der Drosselklappe (**11**) zum Lernen der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils auf Grundlage des Ausgangs des Drosselöffnungssensors (**13**), wobei das Lernen der vollständig geschlossenen Position des Drosselventils nach dem Lernen der Magnetpolposition des Rotors ausgeführt wird.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Durchschnittswert der gelernten Werte der vollständig geschlossenen Position der Drosselklappe als ein Lernwert der vollständig geschlossenen Position der Drosselklappe genommen wird.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

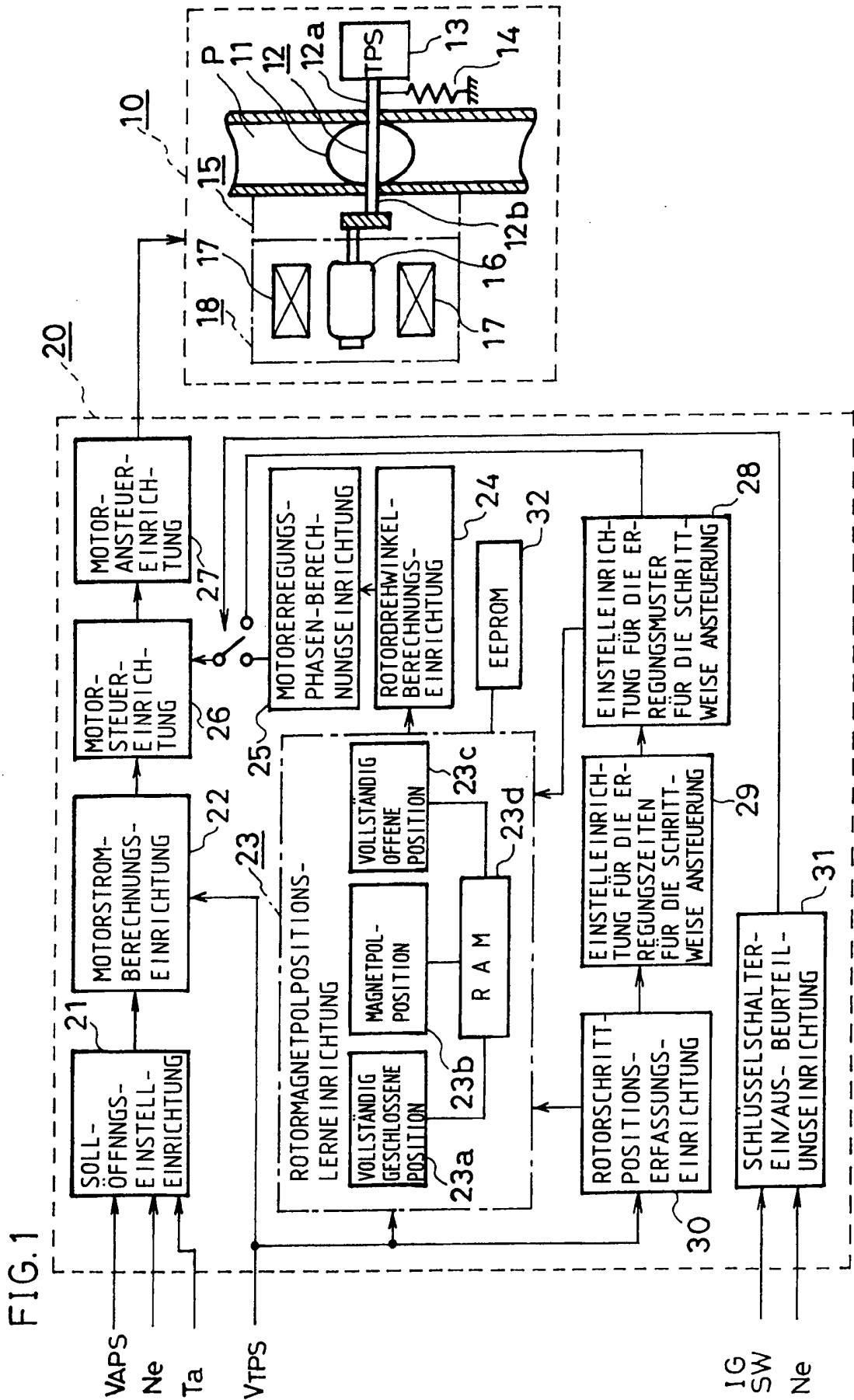


FIG. 2

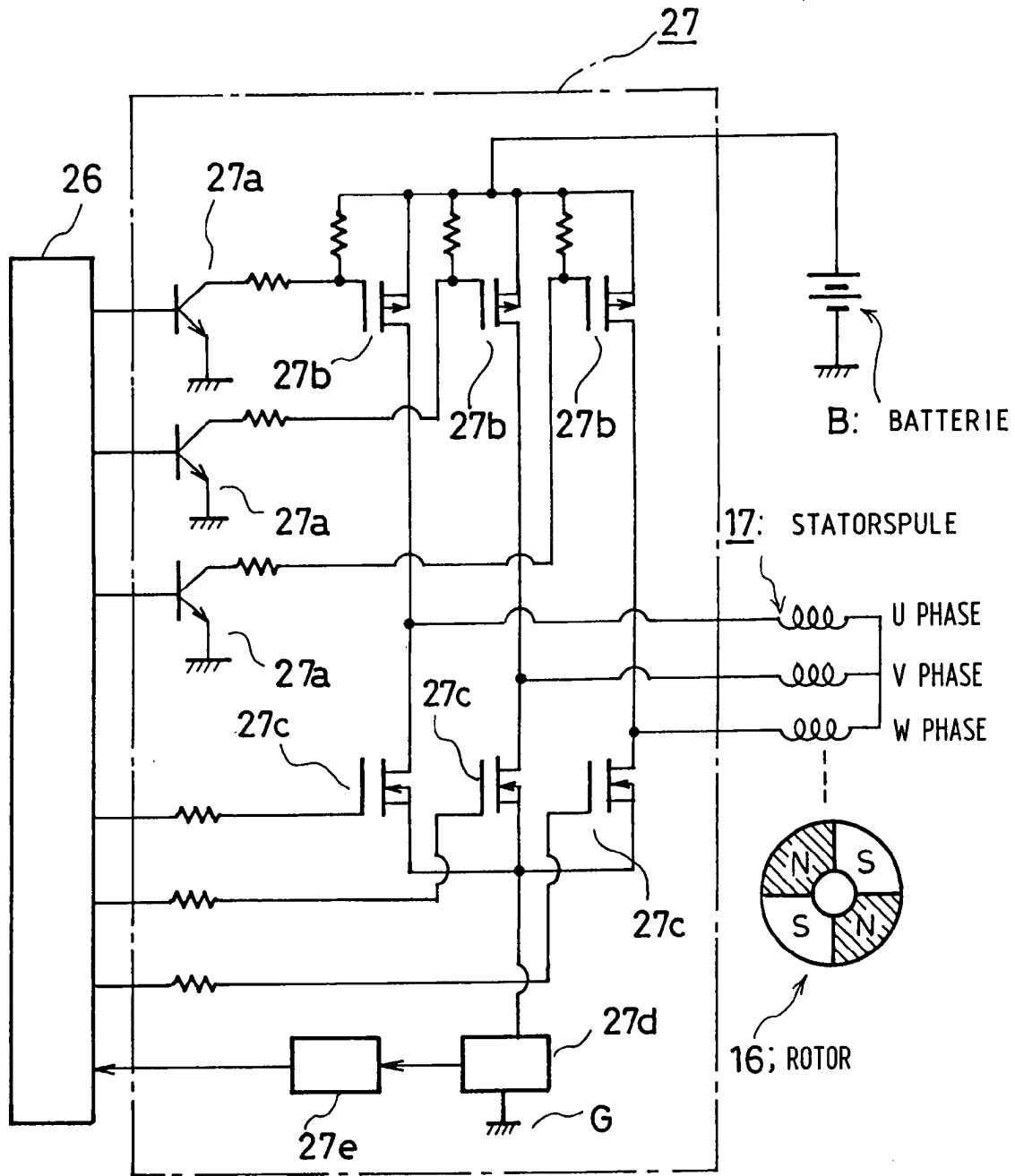


FIG. 3

ERREGUNGS- MUSTER	MAGNETPOLMUSTER JEDER PHASE			BEIM ANSTEUERN DES DROS- SELVENTILS IN RICHTUNG AUF DIE OFFENE SEITE HIN	BEIM ANSTEUERN DES DROS- SELVENTILS IN RICHTUNG DIE GESCHLOSSENE SEITE HIN
	U PHASE	V PHASE	W PHASE		
①	N POL	S POL	N POL	→	←
②	N POL	S POL	S POL		
③	N POL	N POL	S POL		
④	S POL	N POL	S POL		
⑤	S POL	N POL	N POL		
⑥	S POL	S POL	N POL		

FIG.4(a)

ERREGUNGS-
MUSTER ①

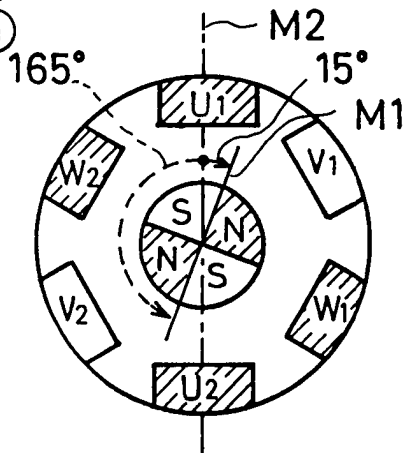


FIG.4(d)

ERREGUNGS-
MUSTER ④

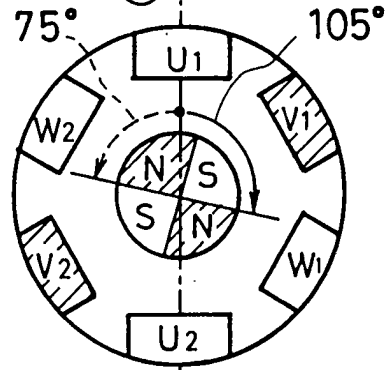


FIG.4(b)

ERREGUNGS-
MUSTER ②

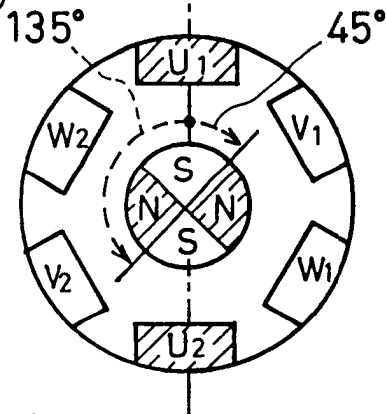


FIG.4(e)

ERREGUNGS-
MUSTER ⑤

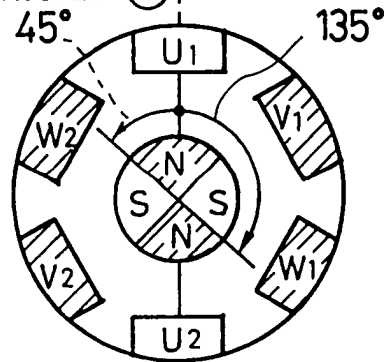


FIG.4(c)

ERREGUNGS-
MUSTER ③

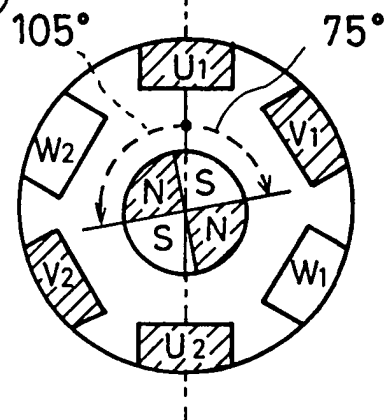
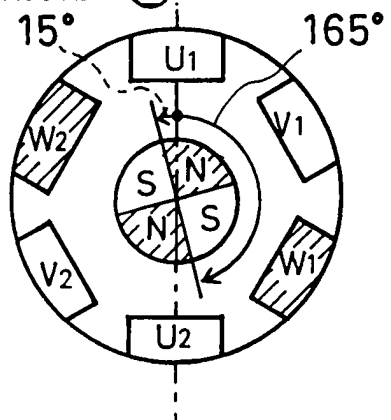


FIG.4(f)

ERREGUNGS-
MUSTER ⑥



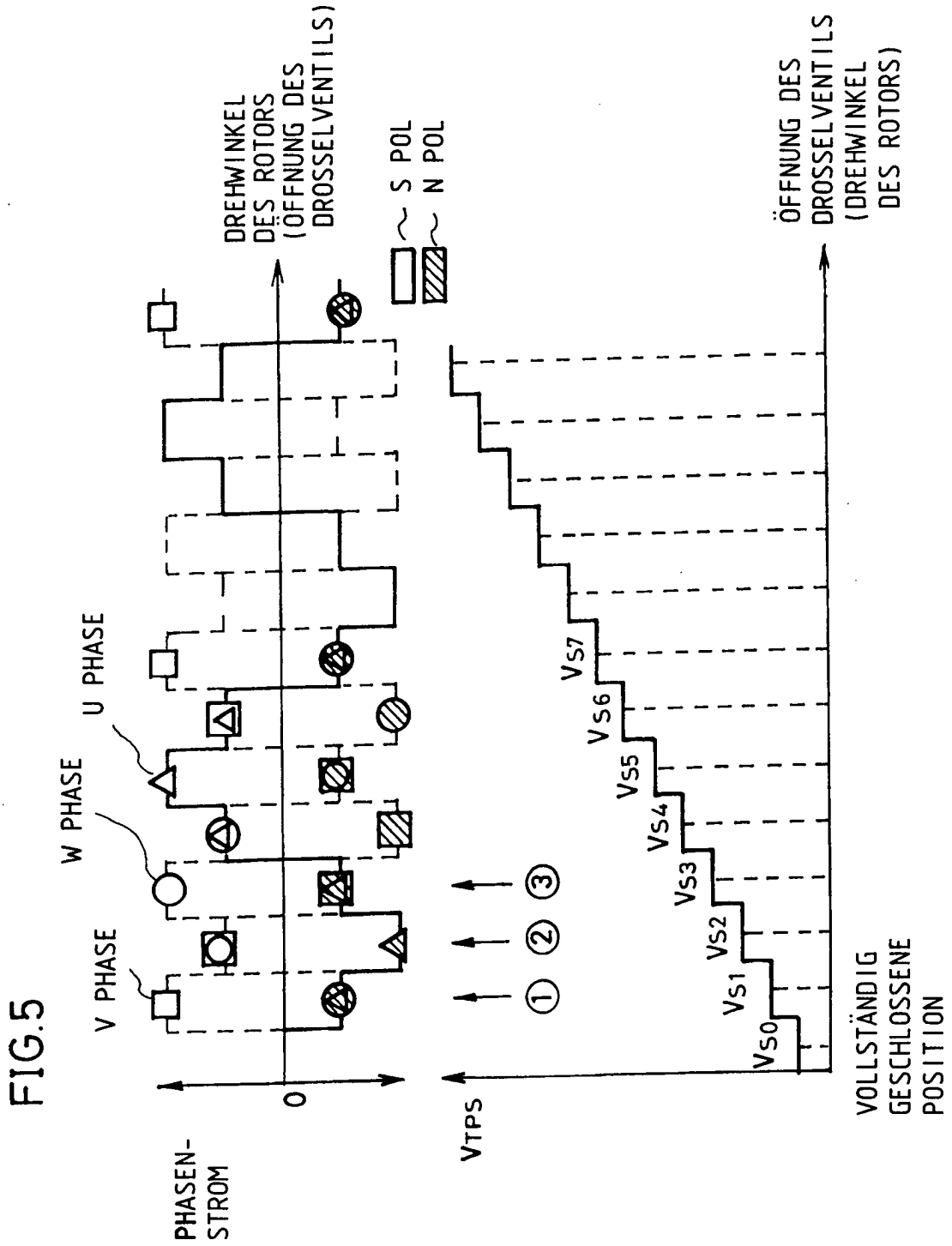


FIG.6(a)

VOLLSTÄNDIG GESCHLOSSENER ZUSTAND DES DROSSELVENTILS

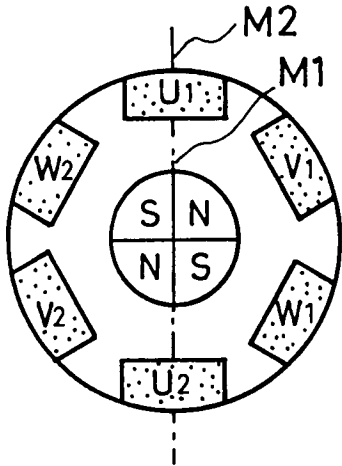


FIG.6(b)

ERREGUNGSMUSTER ①

SCHRITTWINKEL 15°

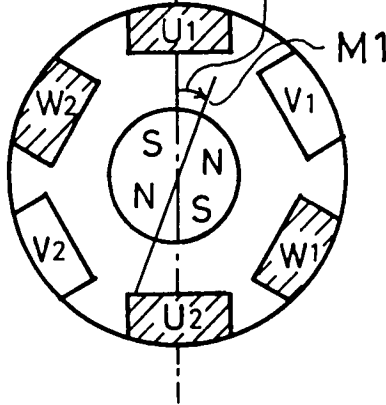


FIG.7

AUSGANG DES DROSSELÖFFNUNGS-SENSORS (V)

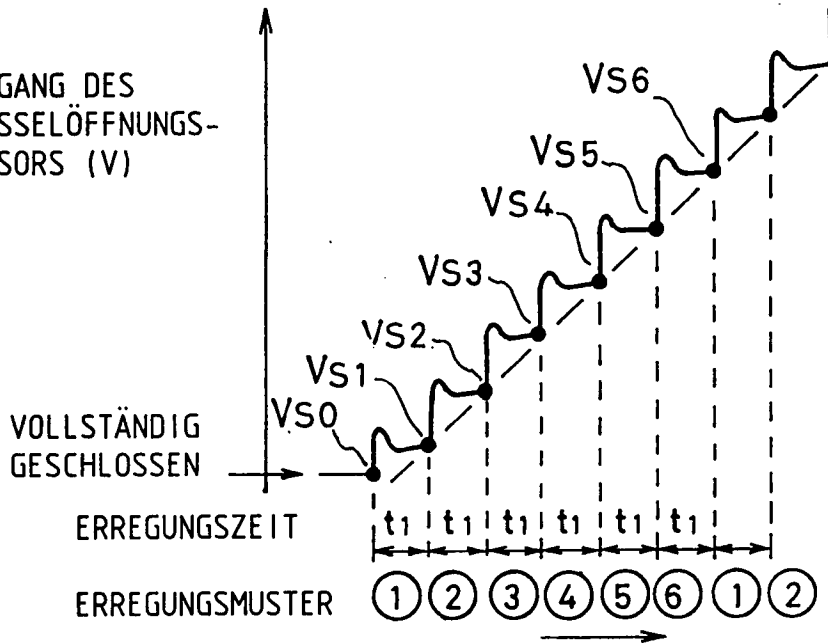


FIG. 8(a)
VOLLSTÄNDIG GESCHLOSSENER
ZUSTAND DES DROSSELVENTILS

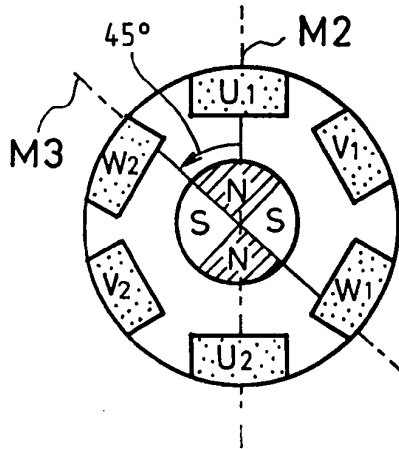


FIG. 8 (b)

ERREGUNGSMUSTER ②
SCHRITTWINKEL
90°

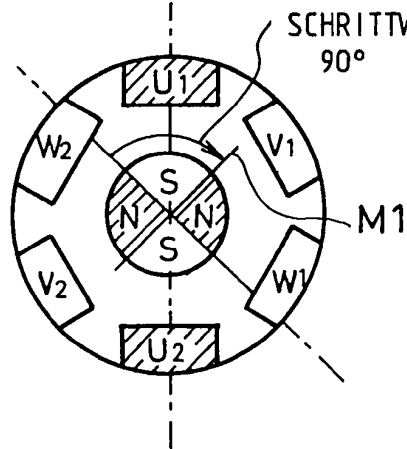


FIG. 9

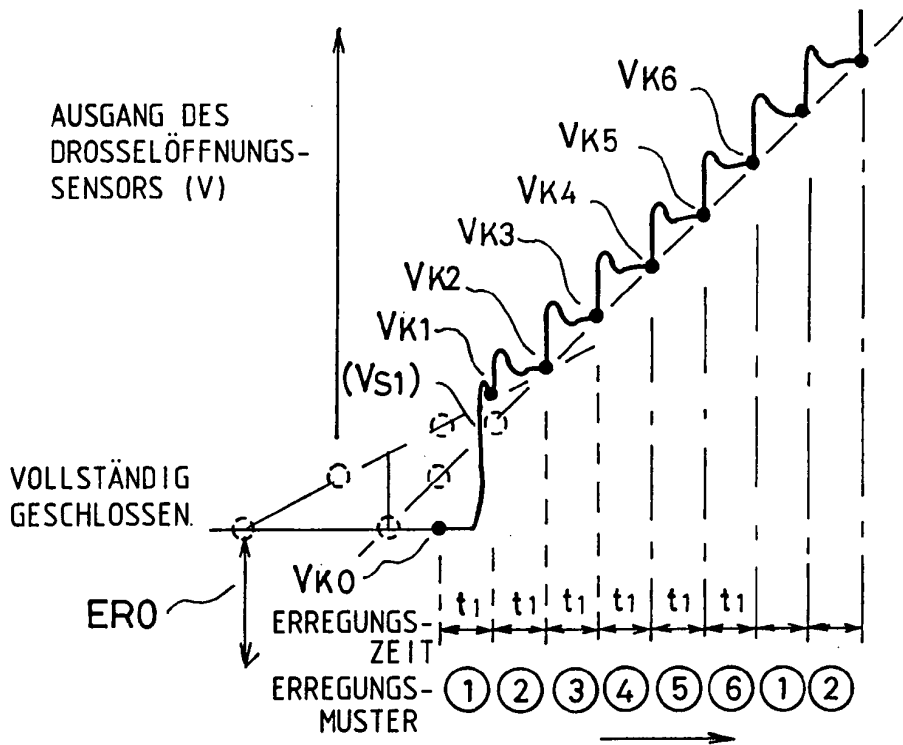


FIG. 10

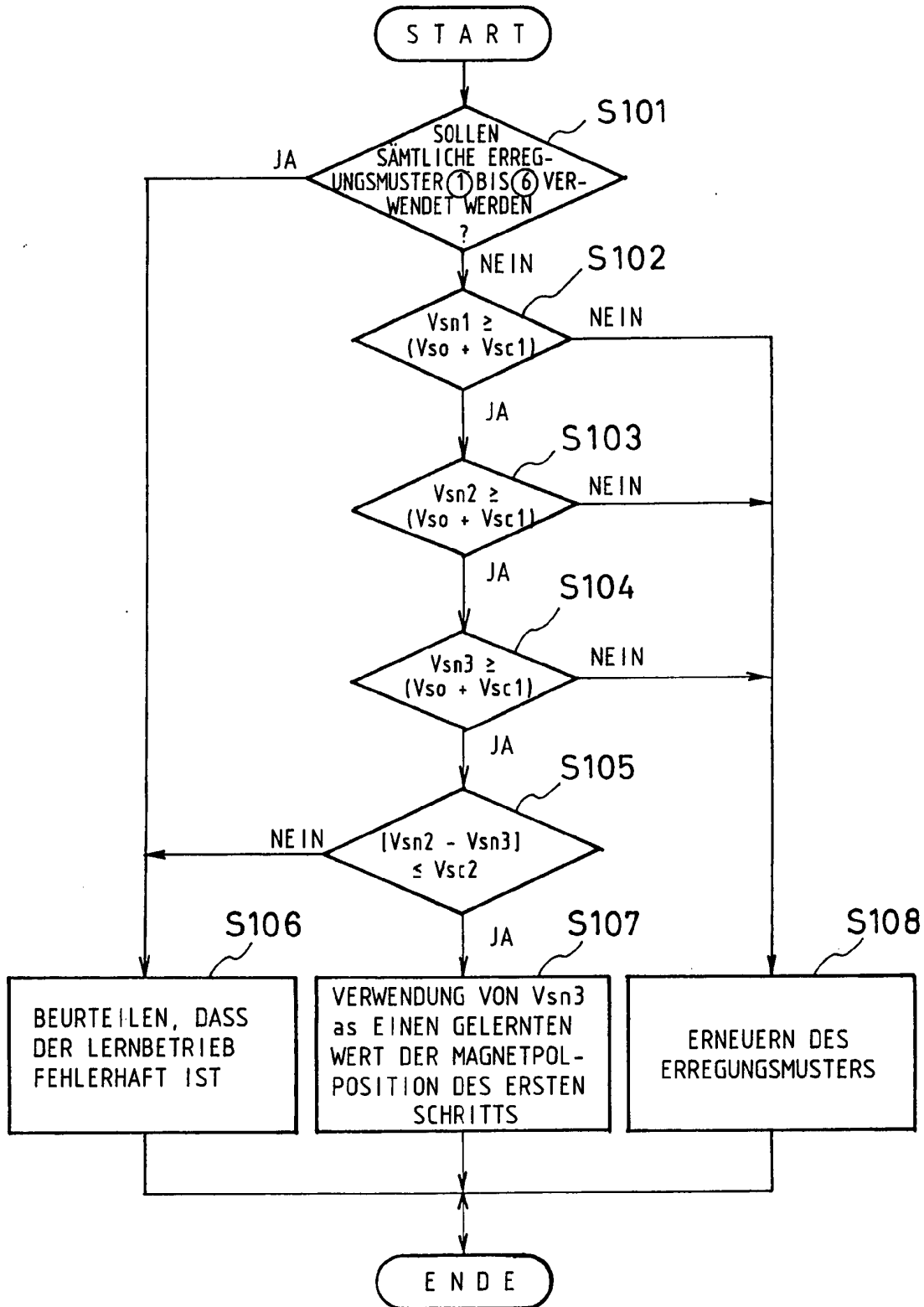


FIG. 11

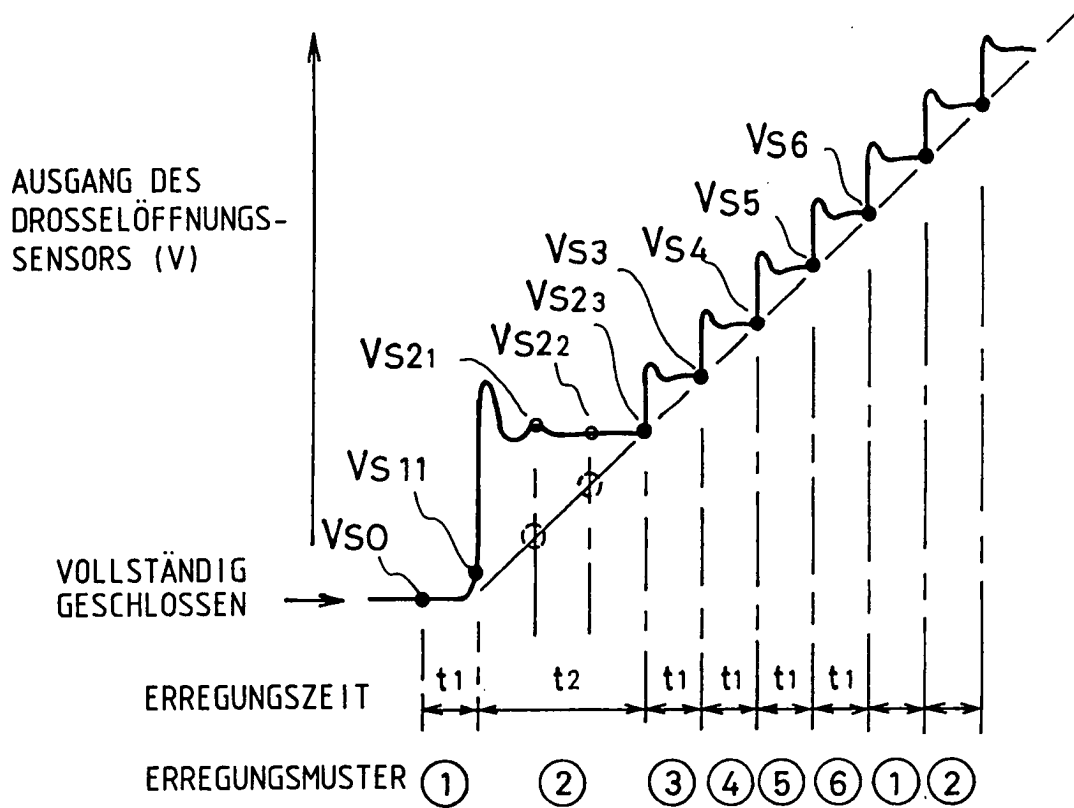


FIG.12

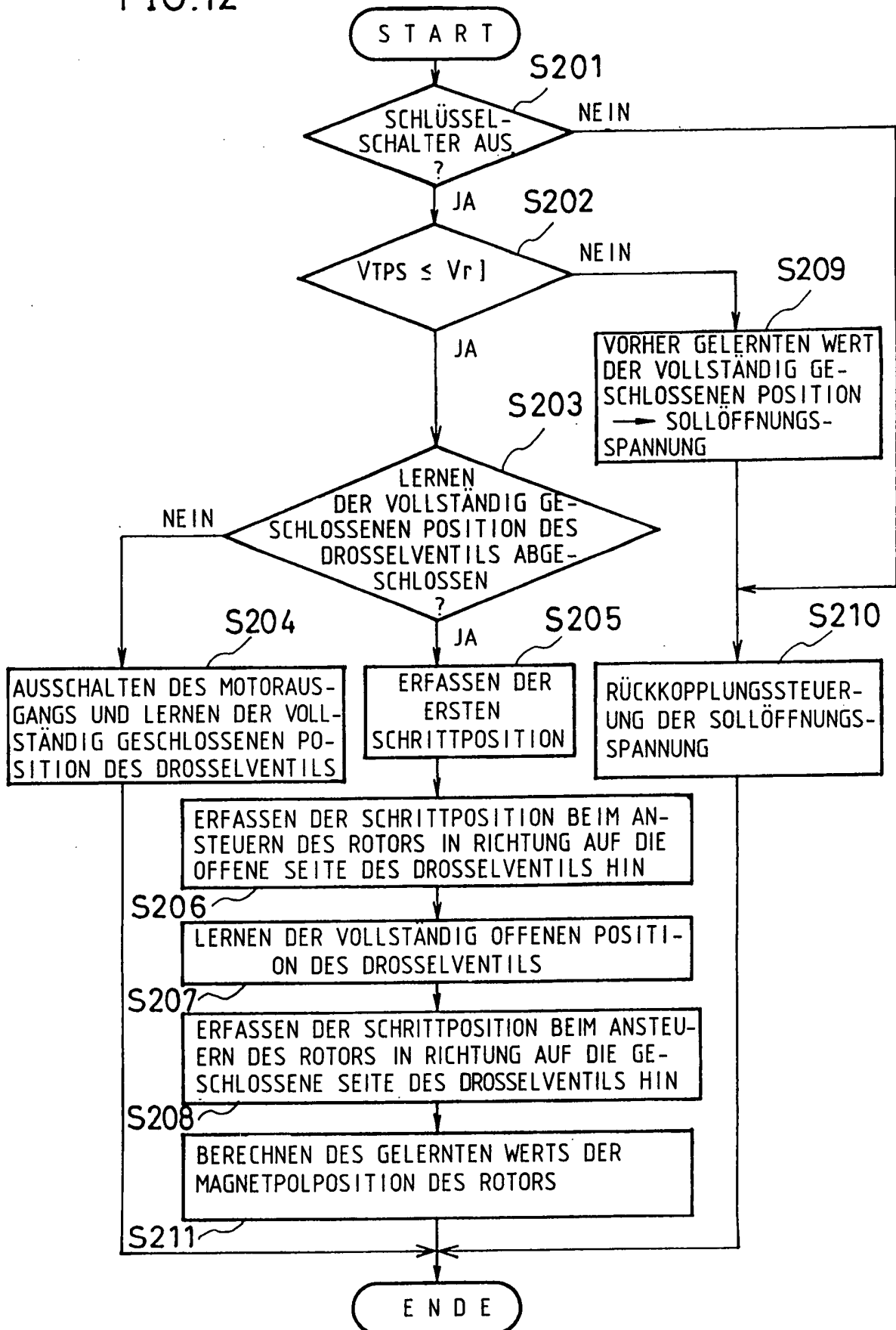


FIG. 13

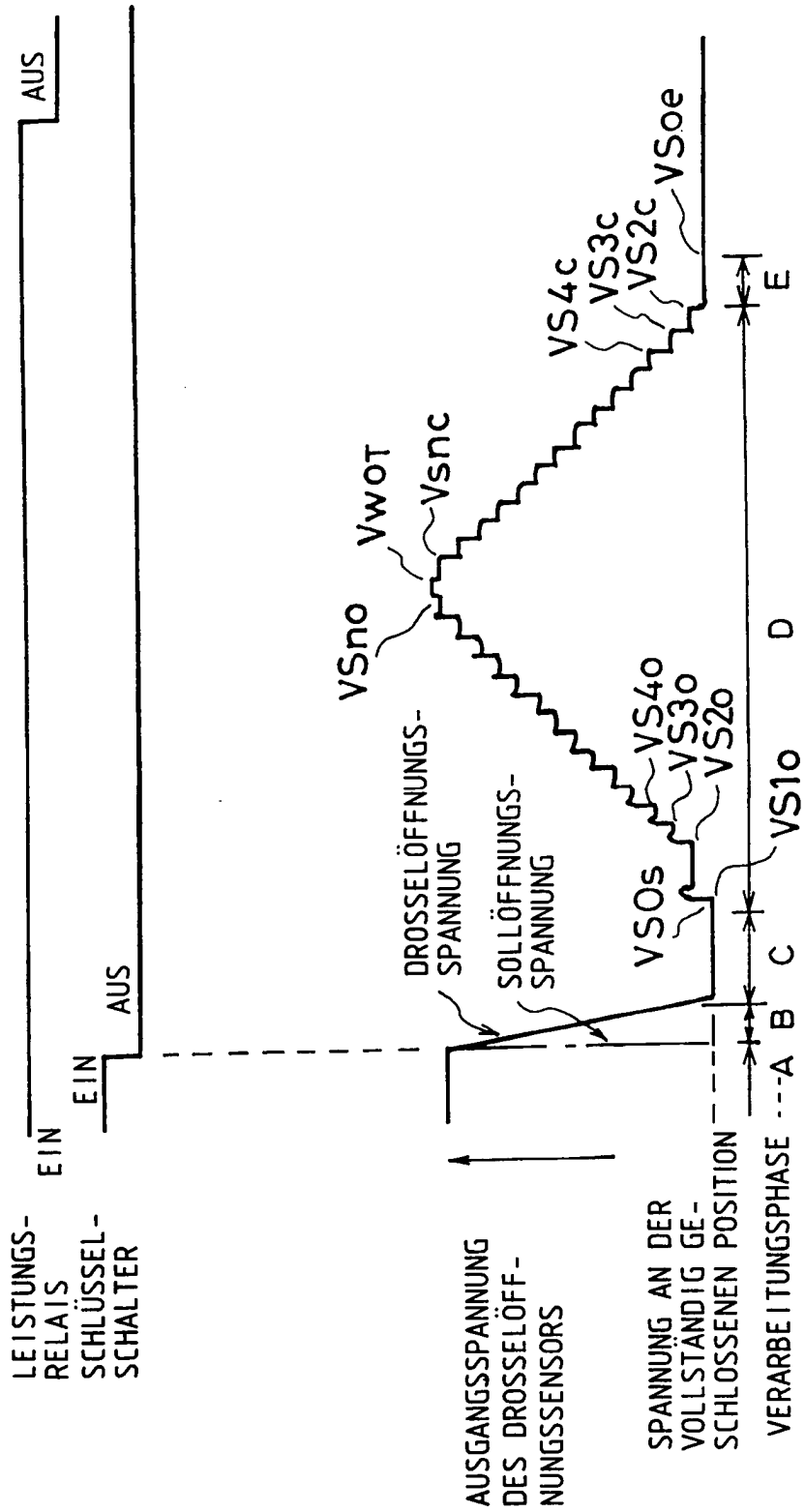


FIG.14(a)

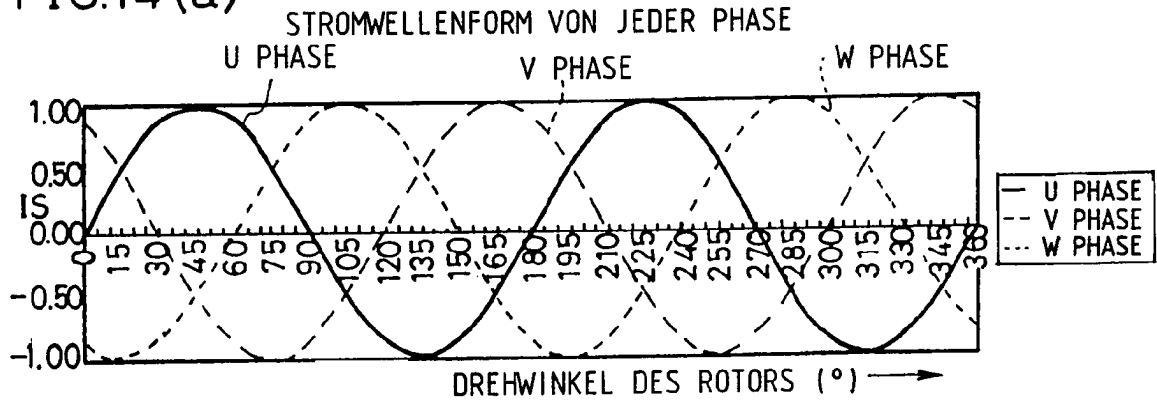


FIG.14(b)

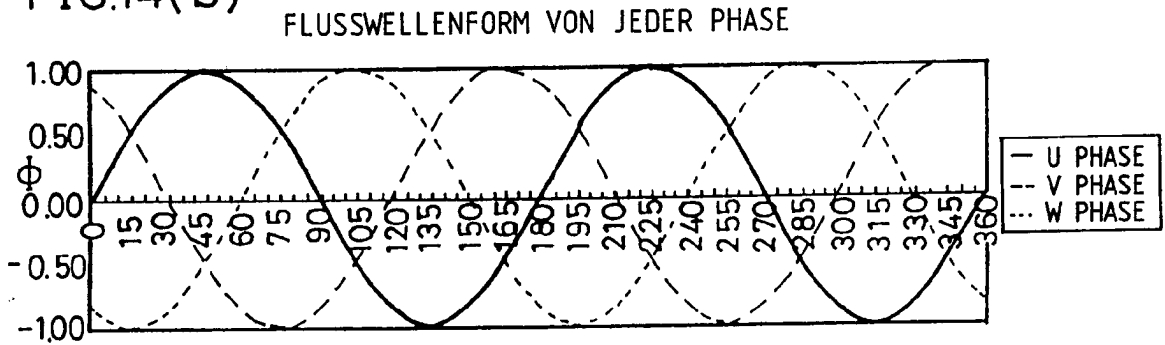


FIG.14(c)

