(19) **Bundesrepublik Deutschland**
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 698 20 133 T2** 2004.05.27

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 859 294 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 20 133.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 300 936.6**
(96) Europäischer Anmeldetag: **09.02.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.08.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **03.12.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.05.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G04C 3/14**

(30) Unionspriorität:
**2567797 07.02.1997 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**CH, DE, FR, GB, LI**

(73) Patentinhaber:
**Seiko Epson Corp., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:
**Weickmann & Weickmann, 81679 München**

(72) Erfinder:
**Hara, Tatsuo, Suwa-shi, Nagano-ken 392, JP**

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung für Schrittmotor, Verfahren dafür sowie Zeitmessvorrichtung**

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

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

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung für einen Schrittmotor und ein Steuerverfahren hierfür, und insbesondere auf eine Steuervorrichtung und ein Steuerverfahren für eine elektronische Uhr, die unter Verwendung eines rotierenden Gewichtes oder dergleichen kinetische Energie einfängt und eine rotierende Stromerzeugungsvorrichtung antreibt, und die diese elektrische Energie verwendet, um einen Schrittmotor anzutreiben.

[0002] Schrittmotoren werden auch als Impulsmotoren oder digitale Motoren bezeichnet und sind Motoren, die durch Impulssignale angetrieben werden und verbreitet als Betätigungselemente für digitale Steuervorrichtungen verwendet werden. In den letzten Jahren wurden kompakte elektronische Vorrichtungen und Informationsgeräte entwickelt, die tragbar sind, wobei kompakte und leichte Schrittmotoren verbreitet Verwendung als Betätigungselemente für solche Geräte finden. Die repräsentativsten solcher elektronischen Vorrichtungen sind Zeitmessvorrichtungen, wie z. B. elektronische Uhren, Zeitschalter, Chronographen und dergleichen. **Fig.** 12 zeigt ein Beispiel einer Zeitmessvorrichtung, wie z. B. einer Armbanduhr oder dergleichen, die einen Schrittmotor verwendet. Diese Zeitmessvorrichtung **9** umfasst: einen Schrittmotor **10**; eine Antriebsvorrichtung **20** zum Ansteuern des Schrittmotors **10**; einen Getriebezug **50** zum Übertragen der Bewegung des Schrittmotors **10**; und einen Sekundenzeiger **61**, einen Minutenzeiger **62** und einen Stundenzeiger **63**, die vom Getriebezug **50** getragen werden. Der Schrittmotor **10** umfasst: eine Antriebsspule **11**, die mittels der Antriebsimpulse, die von einer Steuervorrichtung **20** geliefert werden, eine Magnetkraft erzeugt; einen Stator **12**, der durch die Antriebsspule **11** erregt wird; und einen Rotor **13**, der sich innerhalb des Stators **12** mittels des erregten Magnetfeldes dreht. Der Rotor **13** umfasst einen scheibenförmigen bipolaren Permanentmagneten, so dass ein PM-Typ-(Permanentmagnet-Dreh)-Schrittmotor gebildet wird. Der Stator **12** ist mit einer Magnetismussättigungseinheit **17** versehen, so dass die verschiedenen Magnetpole auf Grund der von der Antriebsspule **11** erzeugten Magnetkraft in den jeweiligen Phasen (Polen) **15** und **16**, die den Rotor **13** umgeben, erzeugt werden. Ferner ist eine interne Kerbung **18** an geeigneten Stellen am Innenumfang des Stators **12** vorgesehen, so dass ein Verzahnungsdrehmoment erzeugt wird und der Rotor **13** an der geeigneten Position gestoppt wird.

[0003] Die Rotation des Rotors **13** des Schrittmotors **10** wird über ein Ritzel auf die jeweiligen Zeiger mittels des Getriebezuges **50** übertragen, der umfasst: ein fünftes Zahnrad **51**; ein viertes Zahnrad **52**; ein drittes Zahnrad **53**; ein Zentralrad **54**, ein Minutenrad **55** und ein Stundenrad **56**. Der Sekundenzeiger **61** ist mit der Achse des vierten Zahnrades **52** verbunden. Der Minutenzeiger **62** ist mit der Achse des Zentralrades **54** verbunden, während der Stundenzeiger **63** mit der Achse des Stundenrades **56** verbunden ist. Die Zeit wird mittels der jeweiligen Zeiger angezeigt, die synchron mit der Rotation des Rotors **13** arbeiten. Selbstverständlich kann auch ein Übertragungssystem zum Anzeigen des Jahres, des Monats und des Tages (nicht gezeigt) mit dem Getriebezug **50** verbunden sein.

[0004] Damit diese Zeitmessvorrichtung **9** die Zeit mittels Rotation des Schrittmotors **10** anzeigen kann, werden dem Schrittmotor **10** Antriebsimpulse zugeführt, die das Zählen (Zeitmessen) von Signalen einer Referenzfrequenz umfassen. Die Steuervorrichtung **20** gemäß dem vorliegenden Beispiel zum Steuern des Schrittmotors **10** umfasst: eine Impulssynthetisierungsschaltung **20** zum Erzeugen von Referenzimpulsen einer Normfrequenz unter Verwendung eines Referenzoszillators **21**, wie z. B. eines Kristalloszillators, oder von Impulssignalen mit verschiedener Impulsbreite oder verschiedenem Zeitablauf; und ferner eine Steuerschaltung **23** zum Steuern des Schrittmotors **10** auf der Grundlage der verschiedenen Impulssignale, die von der Impulssynthetisierungsschaltung **22** zugeführt werden. Ferner weist die Steuerschaltung **23** eine Antriebssteuerschaltung **24** zum Steuern einer später beschriebenen Antriebsschaltung, sowie eine Erfassungsschaltung **25** zum Durchführen der Erfassung der Rotation und dergleichen auf. Die Antriebssteuerschaltung **24** umfasst: eine Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a** zum Zuführen von Antriebsimpulsen zur Antriebsspule **11** über die Ansteuerschaltung zum Ansteuern des Antriebsrotors **13** des Schrittmotors **10**; eine Rotationserfassungsimpuls-Zufühnngseinheit 24b zum Ausgeben von Rotationsertassungsimpulsen, die eine Induktionsspannung für die Rotationserfassung des Antriebsrotors **13** nach dem Antriebsimpuls induzieren; eine Magneterfassungsimpuls-Zuführungseinheit **24c** zum Ausgeben von Magnetfeldertassungsimpulsen, die eine Induktionsspannung zum Erfassen eines externen Magnetfeldes in den Schrittmotor vor dem Antriebsimpuls induzieren; eine Hilfsimpuls-Zuführungseinheit **24d** für Hilfsimpulse mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige der Antriebsimpulse in dem Fall, dass der Antriebsrotor **13** nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist; und eine Entmagnetisierungsimpuls-Zuführungseinheit **24e** zum Bereitstellen von Entmagnetisierungsimpulsen, deren Polarität verschieden ist von derjenigen der Hilfsimpulse, und die dem Hilfsimpuls folgen, um eine Entmagnetisierung nach dem Hilfsimpuls durchzuführen.

[0005] Ferner umfasst die Erfassungsschaltung **25** eine Rotationsbeurteilungseinheit **26** zum Vergleichen der Rotationserfassungs-Induktionsspannung, die mittels des Rotationserfassungsimpulses erhalten wird, mit einem Einstellwert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist, und ein Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** zum Vergleichen der Magnetfeldertassungs-Induktionsspannung, die mittels des Magnetfelderfassungsimpulses erhalten wird,

mit einem Einstellwert, um somit zu erfassen, ob ein Magnetfeld vorhanden ist. Wie in **Fig.** 13 gezeigt ist, vergleicht die Rotationsbeurteilungseinheit **26** den Wert der bidirektionalen Erregungsspannung, die in der Antriebsspule **11** erzeugt wird, mit einem Einstellwert SV1 in den zwei Komparatoren **29a** und **29b**, um somit zu bestätigen, ob der Antriebsrotor **13** rotiert. Ferner verwendet die Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** die zwei Inverter **28a** und **28b** und verwendet den Schwellenwert der Inverter als Einstellwert SV2, um somit zu bestätigen, ob ein Magnetfeld vorhanden ist. Die Beurteilungsergebnisse werden jeweils zur Antriebssteuerschaltung **24** über die Oder-Gatter **28c** und **29c** zurückgeführt und für die Steuerung des Schrittmotors verwendet.

[0006] Andererseits weist die Antriebsschaltung **30**, die verschiedene Antriebsimpulse dem Schrittmotor **10** auf der Grundlage der Steuerung der Antriebssteuerschaltung **24** zuführt, eine Brückenschaltung (siehe **Fig.** 12) auf, die einen seriell verbunden P-Kanal-MOS **33a** und einen N-Kanal-MOS **32b**, sowie einen P-Kanal-MOS **33b** und einen N-Kanal-MOS **32a** umfasst; diese sind so angeordnet, dass sie die den von der Batterie **41** zum Schrittmotor gelieferte Spannung steuern. Ferner sind Rotationserfassungswiderstände **35a** und **35b** vorgesehen, die jeweils parallel mit dem P-Kanal-MOS **33a** und **33b** verbunden sind, sowie abtastende P-Kanal-MOS **34a** und **34b** zum Zuführen von Chopper-Impulsen zu den Widerständen **35a** und **35b**. Dementsprechend werden den jeweiligen Gate-Elektroden der jeweiligen MOS **32a**, **32b**, **33a**, **33b**, **34a** und **34b** Steuerimpulse mit verschiedenen Polaritäten und Impulsbreiten von jeweils den Zuführungseinheiten **24a** bis **24e** der Antriebssteuerschaltung **24** gemäß den jeweiligen Zeitabläufen zugeführt. Dies bewirkt die Zuführung von Antriebsimpulsen, die sich in der Polarität unterscheiden, zur Antriebsspule **11**, oder die Zuführung von Erfassungsimpulsen zur Induktion einer Induktionsspannung zur Erfassung der Rotation des Rotors **13** und zur Magnetfelderfassung desselben.

[0007] **Fig.** 14 ist ein Zeitablaufdiagramm, das die Steuersignale zeigt, die den Gates GP1, GN1 und GS1 des P-Kanal-MOS **33a**, des N-Kanal-MOS **32a** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34a** zugeführt werden, um ein Magnetfeld einer Polarität zu erregen. **Fig.** 14 zeigt ferner die Steuersignalzuführung zu den Gates GP2, GN2 und GS2 des P-Kanal-MOS **33b**, des N-Kanal-MOS **32b** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34b** für die Erregung eines Magnetfeldes mit umgekehrter Polarität. Diese Erregung des Magnetfeldes bezüglich der Antriebsspule **11** versetzt den Schrittmotor **10** in Drehung. Die Steuervorrichtung dieses Schrittmotors **20** arbeitet so, dass sie die Uhrzeiger in jeder Sekunde bewegt, indem sie den Schrittmotor **10** der Zeitmessvorrichtung **9** steuert und eine Serie von Steuersignalen der Antriebsschaltung **30** zuführt. Zu Beginn jedes Zyklus wird eine Störung erzeugt, wenn die Rotationserfassung durchgeführt wird, wobei Impulse SP0 und SP1 ausgegeben werden, um zu erfassen, ob ein Magnetfeld vorhanden ist, das eine fehlerhafte Erfassung verursachen könnte. Der Impuls SP0, der zum Zeitpunkt t1 ausgegeben wird, ist ein Impuls zur Erfassung eines Störmagnetfeldes auf Grund der hochfrequenten Störung. Die Steuersignale zum Ausgeben dieses Magnetfelderfassungsimpulses SP0 werden von der Magnetfelderfassungs-Impuls-Zuführungseinheit **24c** der Antriebssteuerschaltung **24** zum Gate GP1 des P-Kanal-MOS **33a** auf der Antriebsseite (Antriebspolseite) zugeführt, von der der Antriebsimpuls P1 ausgegeben wird. Dieser Magnetfeldertassungsimpuls SP0 ist ein kontinuierlicher Steuerimpuls von etwa 30 ms Breite. Er wird verwendet, um Störmagnetfelder zu erfassen, die durch Umschalten und dergleichen von elektrischen Haushaltsgeräten wie z. B. Heizdecken oder Infrarot-Fußwärmeplatten (in Japan verbreitet), hervorgerufen werden. Anschließend wird ein Steuersignal zum Ausgeben des Magnetfelderfassungsimpulses SP1 zum Erfassen von Wechselstrommagnetfeldern von 50 bis 60 Hz zum Zeitpunkt t2 an das Gate GP2 des P-Kanal-MOS **33b** auf der Seite entgegengesetzt zur Antriebspolseite (Umkehrpol) von der gleichen Magneterfassungsimpuls-Zuführungseinheit **24c** ausgegeben. Dieser Magnetfelderfassungsimpuls SP1 ist ein intermittierender Chopperimpuls mit einem Tastverhältnis von etwa 1/8, um somit den elektrischen Strom abzutasten, der in der Antriebsspule durch das Wechselstrommagnetfeld in Form einer Spannung induziert wird. Dies ermöglicht die Beurteilung desselben in der Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** der Erfassungsschaltung **25**. Ferner wird die Tatsache berücksichtigt, dass die Antriebsseite, d. h. der P-Kanal-MOS **33a** und der N-Kanal-MOS **32a**, in der Magnetfelderfassungsfähigkeit beeinträchtigt ist in dem Fall, in dem ein Hilfsimpuls mit einer großen effektiven elektrischen Leistung angelegt wird; der Steuerimpuls SP1 wird dem Gate P2 so zugeführt, dass er den P-Kanal-MOS **33b** ansteuert, der sich am Umkehrpol als Antriebsseite befindet. Eine solche Magnetfelderfassung ist in der geprüften japanischen Patentveröffentlichung Nr. 3-45798 genauer offenbart.

[0008] Nach den Steuerimpulsen zum Ausgeben der Magnetfelderfassungsimpulse SP0 und SP1 werden Steuerimpulse zum Ausgeben des Antriebsimpulses P1 zum Zeitpunkt t3 von der Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a** der Antriebsimpulssteuerschaltung **24** dem Gate GN1 des N-Kanal-MOS **32a** und dem Gate GP1 des P-Kanal-MOS **33a** der Antriebspolseite zugeführt. Die effektive elektrische Leistung des Antriebsimpulses **1** ist auf etwa die Rotationsgrenze des Antriebsrotors **13** reduziert und ist so angeordnet, dass z. B. ein Antriebsimpuls P1 mit einer Impulsbreite W10 zum Zeitpunkt t3 zugeführt wird. Das Steuersignal zum Ausgeben des Antriebsimpulses P1 ist so beschaffen, dass es die Impulsbreite des Antriebsimpulses ändern und dessen effektive elektrische Leistung steuern kann. In dem Fall, in dem der Rotor **13** nicht rotiert und der Hilfsim-

puls P2 ausgegeben wird, wird die Impulsbreite erweitert und die effektive elektrische Leistung erhöht. Andererseits ist die Anordnung so beschalten, dass in dem Fall, in dem der Rotor **13** für eine bestimmte Anzahl von Impulsen mit gleicher Impulsbreite kontinuierlich angetrieben werden kann, die effektive elektrische Leistung durch Verengen der Impulsbreite reduziert werden kann.

[0009] Nach dem Antriebsimpuls P1 folgt ein Steuerimpuls zum Ausgeben eines Impulses SP2 für die Rotationserfassung, der eine Erfassung der Antriebsrotation des Rotors **13** durchführt, zum Zeitpunkt t4 von der Rotationserfassungsimpuls-Zuführungseinheit **24b** der Antriebssteuerschaltung **24** zum Gate GP1 des P-Kanal-MOS **33a** auf der Antriebsseite und zum abtastenden P-Kanal-MOS **34a**. Dieser Rotationserfassungsimpuls SP2 ist ein Chopperimpuls mit einem Tastverhältnis von etwa 1/2, so dass der elektrische Induktionsstrom, der in der Antriebsspule induziert wird, wenn der Rotor **13** rotiert, in Form einer Ausgangsspannung vom Rotationserfassungswiderstand **35a** erhalten wird. Anschließend wird die Spannung vom Rotationserfassungswiderstand **35a** mit einem Einstellwert SV1 innerhalb der Rotationserfassungseinheit **26** der Erfassungsschaltung **25** verglichen, um somit zu beurteilen, ob der Rotor **13** rotiert.

[0010] In dem Fall, dass die induzierte Spannung, die durch den Rotationserfassungsimpuls SP2 induziert wird, nicht den Einstellwert SV1 erreicht, wird festgestellt, dass der Rotor **13** sich nicht bewegt hat. Ein Steuersignal zum Ausgeben eines Hilfsimpulses P2 zum Zeitpunkt t5 wird von der Hilfsimpuls-Zuführungseinheit **24d** der Antriebssteuerschaltung **24** an das Gate GP1 des N-Kanal-MOS **32a** auf der Antriebsseite und auch an das Gate GP1 des P-Kanal-MOS **33a** ausgegeben. Der Hilfsimpuls P2 ist ein Antriebsimpuls mit einer Impulsbreite W20, die eine größere effektive elektrische Leistung ergibt als der Antriebsimpuls P1, und der eine Energie aufweist, die ausreicht, um den Rotor **13** sicher zu drehen. Dieser Hilfsimpuls P2 wird anstelle des Antriebsimpulses P1 in dem Fall ausgegeben, in dem die Rotation des Rotors **13** nicht erfasst wird, sowie in den Fällen, in denen ein Magnetfeld eines der Magnetfelderfassungsimpulse SP0 oder SP1 erfasst worden ist. In dem Fall, in dem ein Magnetfeld, das eine Störung ist, im Bereich des Schrittmotors **10** erfasst wird, besteht die Möglichkeit, dass ein Magnetfeld, das eine Störung ist, mittels des Rotationserfassungsimpulses SP2 erfasst werden kann, selbst wenn der Rotor **13** nicht rotiert. Dies kann einen Fehler in der Bewegung der Zeiger hervorrufen. Dementsprechend wird in dem Fall, in dem ein Magnetfeld erfasst wird, ein unnötiger Hilfsimpuls P2 für die Erfassung der Rotation ausgegeben. Dies erhöht den Leistungsverbrauch, verhindert jedoch, dass in der Bewegung der Zeiger ein Fehler auftritt.

[0011] In dem Fall, in dem der Hilfsimpuls P2 ausgegeben wird, wird ein Steuerimpuls zum Ausgeben eines Entmagnetisierungsimpulses PE zum Zeitpunkt t6 dem Gate GN2 des N-Kanal-MOS **32b**, der sich am Umkehrpol befindet, von der Entmagnetisierungsimpuls-Zuführungseinheit **24e** der Antriebssteuerschaltung **24** zugeführt. Der Steuerimpuls wird ferner dem Gate GP2 des P-Kanal-MOS **33b** zugeführt. Dieser Entmagnetisierungsimpuls PE dient zum Reduzieren des Restmagnetflusses der Antriebsspule **11**, der durch den Hilfsimpuls P2 erzeugt worden ist. Dies wird bewerkstelligt durch Zuführen eines Impulses, dessen Polarität entgegengesetzt zum Hilfsimpuls P2 ist. Das Zuführen des Entmagnetisierungsimpulses PE schließt einen Zyklus des Rotationsantriebs des Schrittmotors **10** um einen Schrittwinkel ab.

[0012] Der nächste Zyklus zur Durchführung eines weiteren Zyklus des Rotationsantriebs des Schrittmotors **10** um einen Schrittwinkel wird zum Zeitpunkt t11 gestartet, der nach dem Verstreichen einer Sekunde nach dem Zeitpunkt t1 erfolgt. In diesem Zyklus werden die MOS **32b**, **33b** und **34b**, die sich im vorangehenden Zyklus auf der Umkehrseite befanden, zur Antriebspolseite. Wie beim vorangehenden Zyklus wird zuerst ein Impuls SP0 zum Zeitpunkt t11 ausgegeben, um die Magnetflussstörung aufgrund einer Hochfrequenzstörung zu erfassen. Anschließend wird ein Impuls SP1 zum Zeitpunkt t12 ausgegeben, um eine Störung auf Grund eines Niedrigfrequenz-Wechselstrommagnetfeldes zu erfassen. In dem Fall, in dem keine magnetische Störung erfasst wird, wird der Antriebsimpuls P1 zum Zeitpunkt t13 ausgegeben. Da ein Hilfsimpuls P2 im vorangehenden Zyklus ausgegeben worden ist, wird die effektive elektrische Leistung des Antriebsimpulses P1 erhöht. Das heißt, ein Antriebsimpuls P1 mit einer Breite W11, die breiter ist als diejenige des Antriebsimpulses des vorangehenden Zyklus, wird zum Zeitpunkt t13 ausgegeben. Ferner wird ein Rotationserfassungsimpuls SP2 zum Zeitpunkt t14 ausgegeben, wobei in dem Fall, in dem die Rotation des Rotors **13** hierdurch erfasst wird, der Zyklus in diesem Schritt endet.

[0013] **Fig.** 15 zeigt die obenbeschriebene Operation der Steuervorrichtung **20** in einem Flussdiagramm. Zuerst wird im Schritt ST1 ein Zeitreferenzimpuls gezählt und eine Sekunde abgemessen. Wenn die eine Sekunde verstrichen ist, wird im Schritt ST2 ein Hochfrequenzmagnetfeld unter Verwendung des Magnetfeldertassungsimpulses SP0 erfasst. In dem Fall, in dem ein Hochfrequenzmagnetfeld erfasst wird, wird ein Hilfsimpuls P2 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung im Schritt ST7 anstelle des Antriebsimpulses P1 ausgegeben. Dies verhindert, dass auf Grund einer fehlerhaften Erfassung ein Fehler in der Bewegung der Zeiger auftritt. In dem Fall, in dem kein Hochfrequenzmagnetfeld erfasst wird, kann das Vorhandensein eines Wechselstrommagnetfeldes, das ein Niedrigfrequenzmagnetfeld ist, im Schritt ST3 unter Verwendung des Magnetfelderfassungsimpulses SP1 erfasst werden. In dem Fall, in dem ein Wechselstrom-

magnetfeld vorhanden ist, wird ein Hilfsimpuls P2 im Schritt ST7 ausgegeben, wie im obigen Fall, um somit zu verhindern, dass ein Fehler in der Bewegung der Zeiger auftritt.

[0014] In dem Fall, in dem kein Magnetfeld in diesen Schritten erfasst wird, wird der Antriebsimpuls P1 im Schritt ST4 ausgegeben. Anschließend wird ein Rotationserfassungsimpuls SP2 im Schritt ST5 ausgegeben, um zu bestätigen, ob eine Rotation des Rotors **13** vorliegt. In dem Fall, in dem keine Rotation bestätigt wird, wird ein Hilfsimpuls P2 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung im Schritt ST7 ausgegeben, der den Rotor **13** sicher dreht. Sobald der Hilfsimpuls P2 ausgegeben worden ist, wird ein Entmagnetisierungsimpuls PE im Schritt ST8 ausgegeben. Ferner wird im Schritt ST10 eine Anpassung des Pegels des Antriebsimpulses P1 (erste Pegelanpassung) durchgeführt, nachdem der Hilfsimpuls ausgegeben worden ist. In dem Fall, in dem eine mangelhafte Rotation im Schritt ST5 vorliegt, bedeutet die Zuführung eines Antriebsimpulses P1 mit der gleichen effektiven elektrischen Leistung nur, dass die mangelhafte Rotation wiederholt wird. Dementsprechend wird die Ursache der Ausgabe des Hilfsimpulses P2 im Schritt ST11 ermittelt, wobei eine Einstellung im Schritt ST12 vorgenommen wird, so dass die Ausgabe des Antriebsimpulses P1 mit einem höheren Spannungspegel durchgeführt werden kann. Das System kehrt anschließend zum Schritt ST1 zurück und führt die Zeitmessoperation durch.

[0015] Andererseits wird im Schritt ST5 in dem Fall, in dem die Rotation des Rotors **13** mittels des Antriebsimpulses P1 festgestellt worden ist, eine Pegelanpassung zum Senken der effektiven elektrischen Leistung des Antriebsimpulses P1 (zweite Pegelanpassung) im Schritt ST6 durchgeführt. In vielen Fällen wird bestätigt, dass der Rotor **13** mehrmals durch einen Antriebsimpuls P1 mit der gleichen effektiven elektrischen Leistung gedreht worden ist, wobei die effektive elektrische Leistung des Antriebsimpulses reduziert wird. Durch Ausführen einer solchen Steuerung kann der Leistungsverbrauch des Impulses P1 reduziert werden. Gleichzeitig kann verhindert werden, dass ein Fehler in der Bewegung der Zeiger in Bereichen auftritt, in denen Magnetfelder von elektrischen und elektronischen Geräten vorhanden sind. Somit kann eine Zeitmessvorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit und geringem Stromverbrauch verwirklicht werden.

[0016] In den letzten Jahren wurden Zeitmessvorrichtungen verkauft, die als Armbanduhren oder dergleichen dienen und in die Stromerzeugungsmittel eingebaut sind, in denen die Bewegung des Arms des Benutzers oder dergleichen eingefangen wird und Strom erzeugt wird, die den Schrittmotor für die Bewegung der Zeiger der Uhr antreibt. Solche Zeitmessvorrichtungen können ohne Batterien benutzt werden, so dass sie keine aufwändige Prozedur zum Austauschen von Batterien erfordern. Die Zeitmessvorrichtung kann kontinuierlich betrieben werden, wenn die Energie wie z. B. die Bewegung des Arms des Benutzers oder natürliche Energie aus der Umgebung des Benutzers genutzt wird. Es ergibt sich somit kein Problem einer Verschmutzung, die das Wegwerfen von Batterien begleitet. Dies ist daher eine Technik, die für eine verbreitete Verwendung in der Zukunft in Armbanduhren oder dergleichen in Betracht gezogen wird.

[0017] EPP 0679969A beschreibt eine Analoganzeigetyp-Elektronikuhr, die die von einem Benutzer erzeugte kinetische Energie nutzen kann, um Strom zu erzeugen.

[0018] Mit den Stromerzeugungsvorrichtungen, die eine Bewegung des Benutzers einfangen, um Strom zu erzeugen, wird jedoch eine Konfiguration verwendet, die nahezu dieselbe ist wie diejenige des Schrittmotors. Das heißt, ein Generatorrotor wird mittels eines Energieübertragungsmittels wie z. B. eines rotierenden Gewichts oder dergleichen in Drehung versetzt, wodurch die kinetische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird. Dementsprechend wird der von diesem Generator erzeugte magnetische Fluss zu einer Störung zum Zeitpunkt der Durchführung der Rotationserfassung des Antriebsrotors des Schrittmotors. Dies verringert die Zuverlässigkeit der Zeitmessvorrichtung. Die Störung vom Generator weist eine Frequenz von 200 bis 300 Hz auf. Diese Frequenz wird mittels des herkömmlichen Magnetfelderfassungsimpulses SP0 für die Erfassung hochfrequenter Störungen oder des Magnetfelderfassungsimpulses SP1 zum Erfassen eines wechselnden Magnetflusses von 50 bis 60 Hz, nicht leicht erfasst. Ferner erzeugt der Generator nicht kontinuierlich Strom. Das heißt, die Erzeugung von Strom wird nur dann durchgeführt, wenn das rotierende Gewicht auf Grund einer Bewegung des Benutzerarms rotiert, und dergleichen. Dementsprechend ist die Erzeugung des Magnetfeldes, das eine Störung ist, unregelmäßig, und weist häufig eine kurze Dauer von 100 ms auf. Hierbei besteht eine große Wahrscheinlichkeit, dass eine Störung zu dem Zeitpunkt erzeugt werden kann, zu dem der Rotationserfassungsimpuls SP2 ausgegeben wird, selbst wenn mittels des Impulses SP0 oder des Impulses SP1 kein magnetischer Fluss erfasst wird. Ferner wird im Allgemeinen eine Halbwellengleichrichterschaltung verwendet, die eine etwas reduzierte Größe aufweist und kostengünstig ist, so dass die magnetische Störung gerichtet ist. Mit dem obenbeschriebenem herkömmlichen Erfassungsverfahren besteht keine Garantie, dass eine Induktionsspannung auf Grund einer magnetischen Störung, die eine fehlerhafte Erfassung zum Zeitpunkt der Rotation hervorruft, erfasst wird. Ferner besteht das Problem, dass in dem Fall, in dem die magnetische Störung erfasst wird und der Hilfsimpuls P2 ausgegeben wird, die Magneterfassungsfähigkeiten in der gleichen Richtung beeinträchtigt sind, auf Grund der Wirkungen der Restmagnetisierung.

[0019] Um auf diese Weise eine sehr zuverlässige Zeitmessvorrichtung zu schaffen, ist es eine wichtige

Aufgabe, dass Steuervorrichtungen für Schrittmotoren, die in Zeitmessvorrichtungen zusammen mit Wechselstrom-Stromerzeugungsvorrichtungen eingebaut sind, die Magnetfelder verwenden, verbessert werden, so dass die Wirkungen von externen Magnetfeldern beseitigt werden und ferner die Wirkungen des von der Generatorvorrichtung erzeugten Magnetfeldes unterdrückt werden. Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuervorrichtung und ein Steuerverfahren für eine Anordnung zu schaffen, in der eine Steuervorrichtung eines Schrittmotors sich in der Nähe einer Wechselstromerzeugungsvorrichtung befindet, wodurch die Wirkungen von externen Magnetfeldern und die Wirkungen des von der Generatorvorrichtung erzeugten Magnetfeldes verhindert werden, und wobei die Steuerung mit hoher Zuverlässigkeit und ohne Fehler bei der Zeigerbewegung durchgeführt werden kann. Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine sehr genaue Zeitmessvorrichtung mit einer darin befindlichen Stromerzeugungsvorrichtung zu verwirklichen, und ferner eine sehr zuverlässige Zeitmessvorrichtung zu schaffen, die ohne die Probleme des Wegwerfens von Batterien benutzt werden kann.

[0020] In einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Steuervorrichtung für einen Schrittmotor geschaffen, wobei ein Antriebsrotor über eine Antriebsspule mittels Antriebsimpulsen in Drehung versetzt wird, wobei der Schrittmotor durch elektrischen Strom, der von einer Elektrizitätserzeugungsvorrichtung erzeugt wird, die durch ein Kinetikenergie-Überragungsmittel angetrieben wird, einem wechselnden Magnetfeld ausgesetzt wird; wobei die Steuervorrichtung umfasst:

ein Antriebsmittel zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses zur Antriebsspule, um den Schrittmotor anzutreiben, gekennzeichnet durch:

ein Mittel zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern außerhalb des Schrittmotors auf den Betrieb des Schrittmotors.

[0021] In einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Steuerverfahren für ein Schrittmotor geschaffen, wobei ein Antriebsrotor über eine Antriebsspule (mittels Antriebsimpulsen in Drehung versetzt wird, wobei der Schrittmotor durch elektrischen Strom, der von einer Elektrizitätserzeugungsvorrichtung erzeugt wird, die durch ein Kinetikenergie-Übertragungsmittel angetrieben wird, einem wechselnden Magnetfeld ausgesetzt wird; wobei das Steuerverfahren umfasst:

einen Antriebsschritt zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses zur Antriebsspule, um den Schrittmotor anzutreiben, gekennzeichnet durch:

einen Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern außerhalb des Schrittmotors auf den Betrieb des Schrittmotors.

[0022] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung lediglich beispielhaft und mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen:

[0023] **Fig.** 1 ein Diagramm ist, das eine schematische Konstruktion einer Zeitmessvorrichtung zeigt, die einen Schrittmotor und eine Elektrizitätserzeugungsvorrichtung aufweist, auf die sich die vorliegende Erfindung bezieht;

[0024] **Fig.** 2 ein Diagramm ist, das die schematische Konstruktion innerhalb der Erfassungsschaltung in der Steuerschaltung der in **Fig.** 1 gezeigten Zeitmessvorrichtung darstellt;

[0025] **Fig.** 3 ein Diagramm ist, das eine Erhöhung der Ladespannung mittels des Betriebs der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung in der in **Fig.** 1 gezeigten Zeitmessvorrichtung darstellt;

[0026] **Fig.** 4 ein Flussdiagramm ist, das das Steuerverfahren der Steuervorrichtung bezüglich einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0027] **Fig.** 5 ein Zeitablaufdiagramm ist, das die Operation der in **Fig.** 4 gezeigten Steuervorrichtung darstellt;

[0028] **Fig.** 6 ein Flussdiagramm ist, das das Steuerverfahren der Steuervorrichtung bezüglich einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0029] **Fig.** 7 ein Zeitablaufdiagramm ist, das die Operation der in **Fig.** 6 gezeigten Steuervorrichtung darstellt;

[0030] **Fig.** 8 ein Flussdiagramm ist, das das Steuerverfahren der Steuervorrichtung bezüglich einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0031] **Fig.** 9 ein Zeitablaufdiagramm ist, das die Operation der in **Fig.** 8 gezeigten Steuervorrichtung darstellt;

[0032] **Fig.** 10 ein Flussdiagramm ist, das das Steuerverfahren der Steuervorrichtung bezüglich einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0033] **Fig.** 11 ein Zeitablaufdiagramm ist, das die Operation der in **Fig.** 10 gezeigten Steuervorrichtung darstellt;

[0034] **Fig.** 12 ein Diagramm ist, das die schematische Konstruktion einer herkömmlichen Zeitmessvorrichtung zeigt;

[0035] **Fig.** 13 ein Diagramm ist, das die schematische Konstruktion der Erfassungsschaltung zeigt, die in der in **Fig.** 12 gezeigten Zeitmessvorrichtung verwendet wird;

[0036] **Fig.** 14 ein Zeitablaufdiagramm ist, das die Operation der Steuervorrichtung zeigt, die in der in **Fig.** 12 gezeigten Zeitmessvorrichtung verwendet wird;

[0037] **Fig.** 15 ein Flussdiagramm ist, das das Steuerverfahren der in **Fig.** 14 dargestellten Steuervorrichtung zeigt.

[0038] Um die Auswirkungen des Magnetfeldes der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung soweit wie möglich zu unterbinden, ist die vorliegende Erfindung so beschaffen, dass die Erfassung des Wechselstrommagnetfeldes nicht nur von der Umkehrpolseite zur

Antriebspolseite durchgeführt werden kann, sondern auch von der Antriebspolseite. Dies erhöht die Erfassungsempfindlichkeit für das Magnetfeld. Das heißt, die vorliegende Erfindung umfasst vorzugsweise eine Steuervorrichtung für einen Schrittmotor, bei der ein Antriebsrotor innerhalb eines Antriebsstators mit einer Antriebsspule in Drehung versetzt werden kann, wobei der Antriebsrotor einer multipolaren Magnetisierung mittels elektrischer Leistung unterliegt und die elektrische Leistung mittels einer Elektrizitätserzeugungsvorrichtung erzeugt wird, die von einem Kinetikenergieübertragungsmittel angetrieben wird; die Steuervorrichtung umfasst: ein Antriebsmittel zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses zur Antriebsspule zum Antreiben des Antriebsrotors; ein Rotationserfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eins Rotationserfassungsimpulses zur Reduktion einer Rotationserfassungs-Induktionsspannung zum Erfassen der Rotation des Antriebsrotors, wobei der Rotationserfassungsimpuls nach dem Antriebsimpuls zugeführt wird; ein Magnetfelderfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses für die Induktion einer Magnetfeldertassungs-Induktionsspannung zum Erfassen eines externen Magnetfeldes, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls zugeführt wird; ein Beurteilungsmittel zum Vergleichen der Rotationserfassungs-Induktionsspannung und der Magnetfelderfassungs-Induktionsspannung mit jeweiligen Einstellwerten, um somit zu beurteilen, ob eine Rotation vorliegt und ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und ein Hilfsmittel zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung, die größer ist als diejenige des Antriebsimpulses, in dem Fall, in dem der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist; wobei das Magnetfelderfassungsmittel fähig ist, erste und zweite Magnetfelderfassungsimpulse unterschiedlicher Polarität zur Antriebsspule vor dem Antriebsimpuls zuzuführen, um Magnetfelder in näherungsweise dem gleichen Frequenzband zu erfassen.

[0039] Die vorliegende Erfindung umfasst ferner ein Steuerverfahren für einen Schrittmotor, in welchem ein Schrittmotor innerhalb eines Antriebsstators mit einer Antriebsspule in Drehung versetzt werden kann, wobei der Antriebsrotor einer multipolaren Magnetisierung mittels elektrischer Leistung unterworfen wird, und wobei die elektrische Leistung von einer Elektrizitätserzeugungsvorrichtung erzeugt wird, die von einem Kinetikenergieübertragungsmittel angetrieben wird; das Steuerverfahren umfasst: einen Antriebsschritt zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses zur Antriebsspule zum Antreiben des Antriebsrotors; einen Rotationserfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses nach dem Antriebsimpuls an die Antriebsspule, und zum Vergleichen der Induktionsspannung desselben mit einem ersten Einstellwert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist; einen Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen seiner Induktionsspannung mit einem zweiten Einstellwert, um somit das Vorhandensein eines externen Magnetfeldes zu erfassen; und einem Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung, die größer ist als diejenige des Antriebsimpulses, in dem Fall, in dem der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist; wobei der Magnetfelderfassungsschritt an die Antriebsspule Magnetfelderfassungsimpulse mit verschiedener Polarität ausgibt, um Magnetfelder aus näherungsweise dem gleichen Frequenzband zu erfassen.

[0040] Durch die Erfassung eines Wechselstrommagnetflusses auf der Seite des Umkehrpols zur Antriebspolseite und ferner die Erfassung des Wechselstrommagnetflusses auf der Antriebspolseite besteht somit auch in den Fällen, in denen ein von dem Generator ausgegebenes Magnetfeld vorhanden ist, das hauptsächlich die Antriebsseite beeinflussen würde und das die Antriebsspule beeinflusst, eine größere Wahrscheinlichkeit, dass ein solches Magnetfeld erfasst werden kann. Insbesondere besteht die Gefahr, dass ein Magnetfeld, das die Antriebsseite beeinflussen würde, zum Zeitpunkt der Rotation erfasst werden könnte und zu einem Fehler in der Bewegung der Zeiger führt. Dementsprechend verringert eine Erfassung von Magnetfeldern, die die Antriebsseite beeinflussen würden, erheblich die Verringerung der Zuverlässigkeit des Schrittmotors auf Grund externer Magnetfelder. Herkömmlicherweise wird eine Erfassung eine Wechselstrommagnetfeldes auf der Antriebsseite nicht durchgeführt, was Anlass zur Verschlechterung der Empfindlichkeit auf Grund des Restmagnetfeldes vom Hilfsimpuls gibt. Die Wahrscheinlichkeit der Erfassung von Magnetfeldern wird jedoch in der vorliegenden Erfindung verbessert durch Durchführung der Erfassung von Wechselstrommagnetfeldern auch auf der Antriebsseite; da Magnetfeldern an beiden Polen erfasst werden können und ferner die Erfassungszeit verdoppelt wird. Dementsprechend sind die Vorteile bei der Verbesserung der Zuverlässigkeit von Zeitmessvorrichtungen erheblich in Bezug auf eine Anordnung, in der eine Elektrizitätserzeugungsvorrichtung in der Nähe einer Steuervorrichtung eines Schrittmotors verwendet wird, da die Anwesenheit oder Abwesenheit von Auswirkungen eines Magnetfeldes der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung mit hoher Empfindlichkeit erfasst werden kann.

[0041] Unter der Berücksichtigung der Tatsache, dass die Erzeugung des Magnetfeldes, das eine Störung ist, unregelmäßig ist, und ferner häufig eine kurze Zeitdauer von lediglich 100 ms aufweist, besteht ferner keine Möglichkeit, zu erkennen, zu welchem Zeitpunkt das Magnetfeld während des Verlaufes der

Zuführung der Magnetfeldertassungsimpulse, der Antriebsimpulse, der Rotationserfassungsimpulse und dergleichen erzeugt werden wird. Dementsprechend ist es auch wirksam, Magnetfelderfassungsimpulse unmittelbar nach dem Rotationserfassungsimpuls zuzuführen, um die Erfassungsgenauigkeit mittels der Rotationserfassungsimpulse zu verstärken. Das heißt, eine Steuervorrichtung für einen Schrittmotor, der ein Magnetfelderfassungsmittel aufweist, das ein Magnetfelderfassungsimpuls zu der Antriebsspule vor dem Antriebsimpuls und unmittelbar nach dem Rotationserfassungsimpuls zuführt, ist wirksam bei der Erhöhung der Zuverlässigkeit. Bezüglich des Steuerverfahrens des Schrittmotors ist ein erster Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben des Magnetfeldertassungsimpulses zum Erfassen des Magnetfeldes außerhalb des Schrittmotors zur Antriebsspule enthalten. Der Magnetfeldertassungsimpuls wird vor dem Antriebsimpuls ausgegeben. Die Induktionsspannung desselben wird mit einem zweiten Einstellwert verglichen, um somit die Anwesenheit eines Magnetfeldes zu erfassen. Außerdem wird ferner ein zweiter Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben eines Magnetfeldertassungsimpulses zum Erfassen von Magnetfeldern außerhalb des Schrittmotors an die Antriebsspule hinzugefügt. Der Magnetfeldertassungsimpuls wird nach dem Rotationserfassungsimpuls ausgegeben, wobei dessen Induktionsspannung mit einem zweiten Einstellwert verglichen wird, um somit die Anwesenheit eines Magnetfeldes zu erfassen.

[0042] Die elektrische Leistung von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung wird über ein Lademittel der Steuervorrichtung des Schrittmotors zugeführt. Somit ändert sich die Spannung der Antriebsimpulse und dergleichen, die dem Schrittmotor zugeführt werden, entsprechend der Ladespannung des Lademittels. Es besteht daher im Allgemeinen eine Tendenz, dass die Magnetfelderfassungsfähigkeiten in dem Fall beeinträchtigt werden, in dem die Ladespannung ansteigt, da der Störabstand ansteigt, da die Spannung der Antriebsimpulse und dergleichen ansteigt. Daher wird in der Steuervorrichtung für einen Schrittmotor gemäß der vorliegenden Erfindung der Einstellwert für die Beurteilung der Induktionsspannung, um Magnetfelder im obenerwähnten Beurteilungsmittel zu erfassen, entsprechend der Ladespannung einstellbar gemacht. Zum Beispiel wird die Wahrscheinlichkeit der Erfassung von Magnetfeldern erhöht durch Senken des Einstellwertes immer dann, wenn die Ladespannung ansteigt, so dass die Empfindlichkeit für die Erfassung von Magnetfeldern nicht beeinträchtigt wird. Ferner kann in dem Steuerverfahren die Wahrscheinlichkeit der Erfassung von Magnetfeldern erhöht werden durch Ermöglichen einer Einstellung des zweiten Einstellwertes gemäß der Ladespannung im obenbeschriebenen Magnetfelderfassungsschritt.

[0043] Anstelle der Erfassung des Magnetfeldes der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung ist eine Anordnung vorgesehen, in der die Tatsache, dass die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt, erfasst wird. Anschließend wird die Steuerung unter der Annahme durchgeführt, dass ein Magnetfeld vorhanden ist, das die Rotationserfassung beeinflusst. Das heißt, in der Steuervorrichtung ist es auch effektiv, Hilfsimpulse mittels des obenerwähnten Hilfsmittels zuzuführen, während die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt, unabhängig davon, ob ein Magnetfeld erfasst wird. Ferner ist es im Steuerverfahren auch effektiv, Hilfsimpulse im obenerwähnten Hilfsschritt zuzuführen, während die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt, unabhängig davon, ob ein Magnetfeld erfasst wird. Obwohl ferner bekannt ist, dass die Magnetfelderfassungsfähigkeiten in dem Fall beeinträchtigt sind, in dem ein Hilfsimpuls mit einer großen effektiven elektrischen Leistung zugeführt wird, besteht keine Notwendigkeit, nach dem Hilfsimpuls zu erfassen, ob ein Magnetfeld vorhanden ist, durch Auswählen des Hilfsimpulses in Abhängigkeit davon, ob die Erzeugung durchgeführt wird. Dementsprechend kann die Zuverlässigkeit der Steuerung des Schrittmotors weiter verbessert werden.

[0044] In dem Fall, in dem die Vorrichtung ein Kurzimpulszuführungsmittel zum Zuführen von Kurzimpulsen zur Antriebsspule, die einen kürzeren Zyklus als der Antriebsimpuls aufweisen, wie z. B. Vorstellimpulse oder Rückstellimpulse, besitzt, stellt das Kurzimpulszuführungsmittel vorzugsweise die Zuführung der Kurzimpulse ein, wenn die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt, um einen Fehler in der Bewegung der Zeiger zu verhindern. In der gleichen Weise können sich Auswirkungen der Spannungsschwankung bezüglich der Impulse ergeben, die den Antriebsrotor in Rückwärtsrichtung (Rückwärtsimpulse) antreiben, dass solche Impulse Kombinationen von mehreren Kurzimpulsen sind, ganz zu schweigen von den Vorstellimpulsen, die einen kurzen Zyklus aufweisen. Dementsprechend wird vorzugsweise auch dieser Rückwärtsantrieb während der Erzeugung zwangsweise beendet. Auch in dem Fall, in dem die Vorrichtung einen Kurzimpulszuführungsschritt zum Zuführen von Kurzimpulsen, die einen kürzeren Zyklus aufweisen als der Antriebsimpuls und Vorstellimpulse oder Rückstellimpulse sind, zur Antriebsspule aufweist, beendet das Kurzimpulszuführungsmittel vorzugsweise die Zuführung der Kurzimpulse, wenn die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt.

[0045] In dem Fall, in dem ein Magnetfeld erfasst wird oder in dem Fall, in dem die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt und Hilfsimpulse ausgegeben worden sind, besteht ferner eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass ein verbleibendes Restmagnetfeld vorhanden sein kann. Dementsprechend erübrigt die Bereitstellung von Impulsen mit einer großen effektiven Leistung als Antriebsimpulse für eine bestimmte Häufigkeit nach dem Hilfsimpuls die Notwendigkeit, zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist,

wobei ein Fehler in der Bewegung der Zeiger verhindert werden kann. In dem Fall, in dem das Antriebsmittel mehrere Antriebsimpulse mit effektiver elektrischer Leistung zuführen kann, kann wenigstens ein Antriebsimpuls mit größerer effektiver elektrischer Leistung als der unmittelbar vorangehende Antriebsimpuls nach dem Zuführen des Hilfsimpulses zugeführt werden. Die effektive elektrische Leistung kann durch Zuführen von Antriebsimpulsen verschiedener Impulsbreiten oder Antriebsimpulsen verschiedener Spannungen angepasst werden. Oder in dem Fall, in dem die Vorrichtung mit einem Entmagnetisierungsmittel versehen ist, das Entmagnetisierungsimpulse mit einer vom Hilfsimpuls verschiedenen Polarität zu Entmagnetisierungszwecken nach dem Hilfsimpuls zuführt, ermöglicht die Zuführung des Entmagnetisierungsimpulses nach dem Hilfsimpuls und unmittelbar vor dem nächsten Antriebsimpuls eine wesentliche Erhöhung der Spannung des Antriebsimpulses.

[0046] Bezüglich des Steuerverfahrens ist es andererseits effektiv, einen zweiten Antriebsschritt zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses vorzusehen, der eine größere effektive elektrische Leistung hat als der unmittelbar vorangehende Antriebsimpuls, nachdem der Hilfsimpuls zugeführt worden ist. Auch in dem Fall, in dem die Vorrichtung einen Entmagnetisierungsschritt zum Bereitstellen von Entmagnetisierungsimpulsen aufweist, deren Polarität verschieden ist von derjenigen der Hilfsimpulse, nach dem Hilfsimpuls, um eine Entmagnetisierung nach den Hilfsimpulsen durchzuführen, ist es effektiv, dass der Entmagnetisierungsschritt dem Entmagnetisierungsimpuls unmittelbar vor dem Antriebsimpuls bereitstellt, der dem Hilfsimpuls folgt.

[0047] Wie oben beschrieben worden ist, werden eine Steuervorrichtung und ein Steuerverfahren für ein Schrittmotor geschaffen, die durch das Magnetfeld von der innerhalb der gleichen Vorrichtung enthaltenen Elektrizitätserzeugungsvorrichtung nicht leicht beeinflusst werden. Dies wird erreicht durch Verbessern der Wahrscheinlichkeit der Erfassung des Magnetfeldes, und durch die Beurteilung, ob ein Magnetfeld vorhanden ist, in Abhängigkeit davon, ob die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt, anstelle der Erfassung des Magnetfeldes. Ferner wird dies erreicht durch Zuführen eines Antriebsimpulses mit großer effektiver elektrischer Leistung nach dem Hilfsimpuls. Die Verwendung der Steuervorrichtung oder des Steuerverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung führt somit zu einem Schrittmotor, der die Bewegung der Zeiger in stabiler Weise und mit hoher Zuverlässigkeit durchführt. Dementsprechend umfasst die Zeitmessvorrichtung: die Steuervorrichtung des Schrittmotors gemäß der vorliegenden Erfindung; einen Schrittmotor, der die Zeiger auf der Oberfläche der Zeitmessvorrichtung unter Verwendung von Antriebsimpulsen bewegt; ein Impulssynthetisierungsmittel, das Impulssignale mehrerer Frequenzen ausgibt; und eine Elektrizitätserzeugungsvorrichtung, die diesen Komponenten wie oben beschrieben elektrische Leistung zuführen kann; wobei die Vorrichtung sehr genau ist und jederzeit und überall ohne die Notwendigkeit von Batterien verwendet werden kann.

[0048] Das Steuerverfahren für einen Schrittmotor gemäß der vorliegenden Erfindung kann in der Form eines computerlesbaren Mediums, wie z. B. eines Steuerprogramms einer Logikschaltung oder eines Mikroprozessors, bereitgestellt werden. Es ist daher nicht auf Zeitmessvorrichtungen beschränkt. Es kann auf Motorvorrichtungen angewendet werden, die eine intermittierende und sehr genaue Zeigerbewegung erfordern.

## Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

### Erste Ausführungsform

[0049] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen genauer beschrieben. **Fig.** 1 zeigt eine schematische Konstruktion einer Zeitmessvorrichtung **1** in Bezug auf eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In der Zeitmessvorrichtung **1** wird der Schrittmotor **10** von einer Steuervorrichtung **20** angetrieben, wobei die Bewegung des Schrittmotors **10** über einen Getriebezug **50** auf einen Sekundenzeiger **61**, einen Minutenzeiger **62** und einen Stundenzeiger **63** übertragen wird. Die Hauptkonstruktion des Schrittmotors **10**, des Getriebezuges **50** und der Steuervorrichtung **20** sind die gleichen wie diejenigen, die mit Bezug auf **Fig.** 12 beschrieben worden sind. Die Elemente, die übereinstimmen, sind daher mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei eine genaue Beschreibung derselben im Folgenden weggelassen wird.

[0050] Die Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung ist mit einer Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** versehen, die Antriebsleistung unter Steuerung der Steuervorrichtung **20** zum Antreiben des Schrittmotors **10** liefert. Die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** ist aus einer Wechselstrom-Elektrizitätserzeugungsvorrichtung eines elektromagnetischen Induktionstyps gebildet. Ein Generatorrotor **43** rotiert innerhalb eines Generatorstators **42**, wobei in einer Generatorspule Elektrizität erzeugt wird. Die Zeitmessvorrichtung **1** verwendet ein rotierendes Gewicht **45** als Mittel zum Übertragen kinetischer Energie auf den Generatorrotor **43**. Die Bewegung dieses rotierenden Gewichts **45** wird über ein Übersetzungsgetriebe **46** auf den Generatorrotor **43** übertragen. In der Zeitmessvorrichtung **1**, die die Form einer Armbanduhr aufweist, kann das rotierende Gewicht **45** eine Bewegung, wie z. B. die Bewegung des Arms des Benutzers, einfangen und innerhalb der Vorrichtung rotieren, um somit unter Verwendung natürlicher Energie, die sich auf die Lebensart des Benutzers bezieht, Elektrizität zu erzeugen. Die von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** ausgegebene Leistung wird mittels eine Diode **47** einer

Halbwellengleichrichtung unterworfen und vorübergehend in einem Kondensator **48** mit großer Kapazität gespeichert, der als Kondensatormittel dient. Die Antriebsspannung wird von dem großen Kondensator **48** über eine Verstärker/Herabsetzer-Schaltung **49** der Antriebsschaltung **30** der Steuervorrichtung **20** zugeführt, um den Schrittmotor **10** anzutreiben. Die Verstärker/Herabsetzer-Schaltung **49** gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet mehrere Kondensatoren **49A**, **49B** und **49C**, so dass eine mehrstufige Verstärkung und Herabsetzung durchgeführt werden kann. Die der Antriebsschaltung **30** von der Antriebssteuerschaltung **24** der Steuervorrichtung **20** zugeführte Spannung kann mittels der Steuersignale φ11 angepasst werden. Die Ausgangsspannung der Verstärker/Herabsetzen-Schaltung **49** wird ferner der Antriebssteuerschaltung **24** in Form eines Überwachungssignals φ12 zugeführt. Dies erlaubt die Überwachung der Ausgangsspannung, und erlaubt ferner eine Beurteilung auf der Seite der Antriebssteuerschaltung, ob die Elektrizitätserzeugungsschaltung **40** Elektrizität erzeugt, durch eine kleine Erhöhung oder Verringerung der Ausgangsspannung.

[0051] Die Steuerschaltung **23**, die in der Steuervorrichtung **20** verwendet wird, weist eine Antriebssteuerschaltung **24** und eine Erfassungsschaltung **25** auf. Diese Antriebssteuerschaltung **24** umfasst: eine Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a**, die Antriebsimpulse P1 der Antriebsspule **11** über die Antriebsschaltung **30** zuführt; eine Rotationserfassungsimpuls-Zuführungseinheit **24b**, die Rotationserfassungsimpulse SP2 nach den Antriebsimpulsen zuführt; eine Magnetfelderfassungsimpuls-Zuführungseinheit **24c**, die Magnetfeldertassungsimpulse SP0 und SP1 zum Erfassen eines Magnetfeldes vor den Antriebsimpulsen zuführt; eine Hilfsimpuls-Zuführungseinheit **24d**, die Hilfsimpulse P2 mit einer größeren effektiven elektrischen Leistung als die Antriebsimpulse zuführt; und eine Entmagnetisierungsimpuls-Zuführungseinheit **24e** zum Zuführen von Entmagnetisierungsimpulsen PE nach den Hilfsimpulsen.

[0052] Hinsichtlich der Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ermöglicht die Steuerung der Verstärker/Herabsetzer-Schaltung **49**, die effektive elektrische Leistung der Antriebsimpulse P1 anzupassen. Dementsprechend kann die effektive elektrische Leistung der Antriebsimpulse P1 mittels der Impulsbreite und der Spannung angepasst werden. Eine feine Steuerung der Antriebsspannung wird somit möglich, wodurch Antriebsimpulse mit einer für die Rotation des Antriebsrotors **13** optimalen Spannung zugeführt werden und eine Energieeinsparung verwirklicht wird.

[0053] Bei der vorliegenden Ausführungsform dient ferner die Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a** als Kurzimpulszuführungsmittel zum Zuführen von Vorstellimpulsen und Rückstellimpulsen. Sie kann daher solche Kurzzyklusantriebsimpulse zuführen. Der Antriebsimpuls für das schnelle Vorstellen (Vorstellimpuls) muss in kurzen Intervallen ausgegeben werden, bevor der Antriebsrotor **13** zum Stillstand kommt. Es besteht daher keine Zeit, um zu bestätigen, ob eine Rotation vorliegt. Dementsprechend ist es notwendig, die Antriebsimpulse mit einer stabilen Spannung zuzuführen. Die Spannung, die der Antriebsschaltung **30** während des Aufladens zugeführt wird, wird jedoch nicht leicht stabilisiert, was leicht einen Fehler in der Bewegung der Zeiger hervorruft. In der vorliegenden Erfindung besteht daher eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass in dem Fall Elektrizität erzeugt wird, in dem ein externes Magnetfeld erfasst wird. Das schnelle Vorstellen wird somit zwangsweise beendet, wobei die Bewegung der Zeiger mit einer normalen Geschwindigkeit fortgeführt wird. Ferner ist es mittels des Überwachungssignals φ12 möglich, direkt herauszufinden, ob die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt. Das schnelle Vorstellen kann gemäß diesen Beurteilungsergebnissen beendet werden. Die Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a** kann ferner Antriebsimpulse liefern, um den Rotor **13** in Rückwärtsrichtung (Rückwärtsimpulse) anzutreiben. Diese Impulse sind ebenfalls Kurzimpulse, da zwei oder drei der Rückwärtsimpulse ausgegeben werden müssen, um einen Schrittwinkel vorzurücken. Dementsprechend erfahren auch die Rückwärtsimpulse eine stabile Spannung wie im Fall der Vorstellimpulse. Es ist daher wünschenswert, dass die Anordnung so beschaffen ist, dass die Rückwärtsimpulse während der Erzeugung von Elektrizität ebenfalls beendet werden können.

[0054] Die Magnetfeldertassungsimpuls-Zuführungseinheit **24c** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist dafür ausgelegt, Impulse SP1 zum Erfassen von Niedrigfrequenz-Wechselstrommagnetfeldern von der Polseite gegenüberliegend der Antriebsseite auszugeben, wie bei herkömmlichen Anordnungen. Sie ist ferner fähig, Impulse SP1 zum Erfassen von Magnetfeldern des gleichen Frequenzbandes von der Antriebsseite ebenfalls auszugeben, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Erfassung von Magnetfeldern deutlich erhöht wird. Die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40**, die innerhalb der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung angeordnet ist, erzeugt Elektrizität mittels der Bewegung eines rotierenden Gewichts **45**, das einen Generatorrotor **43** dreht. Der Zeitverlauf der erzeugten Elektrizität ist daher intermittierend, wobei die Zeit, während der Strom erzeugt wird, kurz ist, nämlich 100 ms. In dem Fall, in dem der Magnetfelderfassungsimpuls SP1 nur auf der Rückwärtsseite ausgegeben wird, wie im Stand der Technik, besteht dementsprechend selbst dann, wenn zu diesem Zeitpunkt kein Magnetfeld erfasst wird, die Möglichkeit, dass die Erzeugung von Elektrizität während der Ausgabe des Rotationserfassungsimpulses P2 durchgeführt wird. Somit treten Erfassungsfehler auf Grund des Magnetfeldes der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** auf. Bei der Zeitmessvorrichtung **1** der vorliegen-

den Ausführungsform wird ferner die elektrische Leistung von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** einer Halbwellengleichrichtung mittels der Diode **47** unterworfen. Es besteht somit die Möglichkeit, dass das Wechselstrommagnetfeld auf der Umkehrpolseite nicht erfasst werden kann, in Abhängigkeit von der Richtung der Gleichrichtung. Andererseits erweitert die Magnetfelderfassungsimpuls-Zuführungseinheit **24c** das Erfassungsintervall des Magnetfeldes durch Ausgeben eines Wechselstrom-Magnetfelderfassungsimpulses SP1 sowohl von der Antriebspolseite als auch der Umkehrpolseite. Sie erlaubt ferner die Erfassung des auf der Antriebsseite eingefangenen Magnetfeldes, das bezüglich der Rotationserfassung stark beeinflusst wird. Dementsprechend nimmt die Wahrscheinlichkeit der Erfassung des Magnetfeldes deutlich zu, wobei der Fehler in der Bewegung der Zeiger durch eine fehlerhafte Erfassung zum Zeitpunkt der Rotationserfassung verhindert wird.

[0055] Es besteht eine geringe Wahrscheinlichkeit, dass das Wechselstrom-Magnetfeld auf der Antriebsseite erfasst werden kann, da ein Restmagnetfeld vorhanden ist, das vom Hilfsimpuls P2 und dergleichen zurückbleibt. Dies ist der Grund dafür, dass dies herkömmlicherweise nicht durchgeführt worden ist. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann diesbezüglich die Erfassungswahrscheinlichkeit etwas reduziert sein. Das heißt, es ist möglich, Magnetfelder zu erfassen, die direkt die Operation zum Zeitpunkt der Rotationserfassung mittels der Erfassung des Magnetfeldes auf beiden Seiten beeinflussen. Ferner kann die für die Erfassung von Magnetfeldern verwendete Zeitspanne erweitert werden, wodurch die Fähigkeit zur Erfassung von Magnetfeldern deutlich erhöht wird. Es besteht somit eine erhöhte Wahrscheinlichkeit der Erfassung des Magnetfeldes der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40**, das eine höhere Frequenz aufweist als das herkömmliche Wechselstrommagnetfeld mit 50 bis 60 Hz, und das ferner intermittierend ist und somit schwierig zu erfassen ist. Eine fehlerhafte Erfassung der Rotation des Rotors kann somit verhindert werden.

[0056] In der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist eine Einstelleinheit **27b** zum Steuern des Einstellwertes SV2, der für die Beurteilung verwendet wird, in der Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** vorgesehen, die die von der Antriebsspule **11** induzierte Spannung mittels der Magnetfelderfassungsimpulse SP0 und SP1 beurteilt. Dies erhöht weiter die Empfindlichkeit der Erfassung der Magnetfelder. Wie in **Fig.** 2 gezeigt ist, verwendet die Beurteilungseinheit **27a** der Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** die Komparatoren **28d** und **28e** jeweils für die Beurteilung der Spannung, die in der Antriebsspule **11** in der jeweiligen Richtung erzeugt wird. Der Einstellwert SV2, der in diesen Komparatoren **28d** und **28e** verglichen werden soll, kann mittels einer Steuerschaltung **28f** gesteuert werden, die einen veränderlichen Widerstand verwendet. Wie in **Fig.** 3 gezeigt ist, nimmt die Ladespannung Vc im Zeitverlauf zu, wenn die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** arbeitet und elektrische Leistung im großen Kondensator **48** gespeichert wird, der als Kondensatormittel dient. Somit nimmt der Störabstand zwischen dem Steuersignal und den Störungen zu, so dass der Störpegel Ln vom Magnetfeld oder dergleichen relativ abnimmt. Dementsprechend nimmt die Erfassungsempfindlichkeit für die Magnetfelder von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung und dergleichen, die den Schrittmotor beeinflussen, tendenziell ab, wenn die Ladespannung Vc ansteigt. Die Intensität des Magnetfeldes selbst wird jedoch nicht verringert. Wenn dementsprechend das Magnetfeld nicht erfasst wird, besteht eine große Möglichkeit, dass ein fehlerhaftes Signal auf Grund des Magnetfeldes von den Rotationserfassungsimpulsen erhalten werden kann. Dementsprechend ist in der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Einstelleinheit **27b** in der Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** vorgesehen, um somit den Einstellwert SV2 niedrig einzustellen, wenn die Ladespannnung Vc ansteigt, um somit die Magnetfelderfassungsempfindlichkeit auf einem hohen Niveau zu halten. Die Anpassung des Einstellwertes SV2, die den Anstieg der Ladespannung Vc begleitet, kann anhand der Ausgangsspannung der Verstärker/Herabsetzer-Schaltung **49** durchgeführt werden, so dass das Steuersignal f13 von der Antriebssteuerschaltung **24** der Einstelleinheit **27b** zugeführt wird.

[0057] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Hilfsimpuls-Zuführungseinheit **24d** der Antriebssteuerschaltung **24** so beschaffen, dass sie einen Hilfsimpuls P2 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung in dem Fall zuführt, in dem der Antriebsrotor **13** als nicht rotierend mittels der Rotationsbeurteilungseinheit **26** der Erfassungsschaltung **25** beurteilt wird. Dies gilt in dem Fall, in dem ein Magnetfeld von der Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** erfasst wird, und ist das gleiche wie bei der obenbeschriebenen herkömmlichen Schaltung. In der obenbeschriebenen Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform besteht jedoch eine größere Wahrscheinlichkeit, dass ein Magnetfeld in der Magnetfelderfassungseinheit **27** erfasst wird. Somit ist es möglich, Hilfsimpulse P2 effektiv auszugeben, ohne eine Beurteilung der Rotation zu erfordern. Die Auswirkung des Magnetfeldes der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** kann ferner unterdrückt werden, ebenso wie die Auswirkung anderer externer Magnetfelder, wodurch eine Bewegung der Zeiger mit sehr hoher Zuverlässigkeit ermöglicht wird. Hinsichtlich der Hilfsimpuls-Zuführungseinheit **24d** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist ferner die Anordnung so beschaffen, dass die folgenden Impulse zugeführt werden: der Hilfsimpuls wird zugeführt, wenn der Antriebsrotor **13** mit dem Antriebsimpuls P1 nicht rotiert; Hilfsimpulse werden zugeführt, wenn ein Hochfrequenzmagnetfeld mittels des Magnetfeldertassungsimpulses SP0 erfasst worden ist; und Hilfsimpulse P2

mit der gleichen effektiven elektrischen Leistung wie die Hilfsimpulse werden zugeführt, wenn ein Niedrigfrequenz-Magnetfeld mittels des Magnetfelderfassungsimpulses SP1 erfasst worden ist. Es ist jedoch möglich, eine Anordnung vorzusehen, bei der Hilfsimpulse mit verschiedenen effektiven elektrischen Leistungen für jeden Fall zugeführt werden.

[0058] Ferner ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Entmagnetisierungsimpuls-Zuführungseinheit **24e**, die die nach dem Hilfsimpuls P2 folgenden Entmagnetisierungsimpulse PE steuert, dafür ausgelegt, den Entmagnetisierungsimpuls PE in einem langsameren Zeitablauf als gewöhnlich auszugeben. Das heißt, unmittelbar vor dem nächsten Antriebsimpuls P1 steigt somit die wirkliche effektive elektrische Leistung des nächsten Antriebsimpulses P1 an, so dass ausreichend Energie zum Drehen des Rotors **13** bereitgestellt wird. Dementsprechend kann der Rotor **13** sicher gedreht werden, ohne die Energie für den Antriebsimpuls P1 zu erhöhen. Fehler beim Bewegen der Zeiger können somit verhindert werden, während der Energieverbrauch bei Anwesenheit von Magnetfeldern von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung oder von externen Magnetfeldern reduziert wird. Die Erfassungsfähigkeiten für Magnetfelder sinken unmittelbar nach der Ausgabe des Hilfsimpulses P2. Der Rotor wird sicher mittels Zuführen des Antriebsimpulses P1 mit einer wesentlich höheren effektiven elektrischen Leistung gedreht. Es besteht keine Notwendigkeit, zu erfassen, ob der Rotor gedreht worden ist, so dass die Erfassung der Magnetfelder, die leicht fehlerhaft wird, weggelassen wird.

[0059] **Fig.** 4 zeigt ein schematisches Flussdiagramm des Steuerverfahrens des Schrittmotors, das in der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. In diesem Flussdiagramm sind die Schritte, die näherungsweise dem mit Bezug auf **Fig.** 15 beschriebenen obenerwähnten Steuerverfahren entsprechen, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei eine genauere Beschreibung derselben weggelassen wird. Zuerst wird im Schritt ST1 eine Sekunde für die Bewegung der Zeiger abgemessen. Bei der Steuervorrichtung **20** gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird dann, wenn eine Sekunde verstrichen ist, beurteilt, ob ein Hilfsimpuls P2 im vorangehenden Zyklus im Schritt ST21 ausgegeben worden ist. Wie oben beschrieben worden ist, wird in dem Fall, in dem der Hilfsimpuls P2 im vorangehenden Zyklus ausgegeben worden ist, ein Entmagnetisierungsimpuls PE mit der gleichen Polarität unmittelbar vor dem Antriebsimpuls P1 ausgegeben. Somit geht das System in dem Fall, in dem festgestellt wird, dass der Hilfsimpuls P2 im vorangehenden Zyklus im Schritt ST21 ausgegeben worden ist, zum Schritt ST25 über und gibt den Entmagnetisierungsimpuls PE aus. Unmittelbar danach gibt das System den Antriebsimpuls P1 im Schritt 26 aus und kehrt zum Schritt ST1 zurück. Dementsprechend wird in dem Zyklus, der der Ausgabe des Hilfsimpulses P2 folgt, die elektrische Leistung des Entmagnetisierungsimpulses PE verwendet, um die wesentliche effektive elektrische Leistung des Antriebsimpulses P1 zu erhöhen.

[0060] In dem Fall, in dem der Hilfsimpuls P2 im vorangehenden Zyklus nicht ausgegeben worden ist, wird im Schritt ST2 ein Hochfrequenzmagnetfeld unter Verwendung des Magnetfelderfassungsimpulses SP0 erfasst, wie im herkömmlichen Beispiel. Wie oben beschrieben worden ist, ist in diesem Fall die vorliegende Ausführungsform so beschaffen, dass die Magnetfeldbeurteilungseinheit **27** fähig ist, den Einstellwert SV2 entsprechend der Ladespannung zu ändern. Somit wird die Erfassungsempfindlichkeit für Magnetfelder selbst dann auf einem hohen Niveau gehalten, wenn die Ladespannung ansteigt. In dem Fall, in dem festgestellt worden ist, dass ein Hochfrequenzmagnetfeld erfasst worden ist, besteht die Möglichkeit, dass Elektrizität innerhalb der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** erzeugt werden kann. In der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Fall, dass Kurzimpulse, wie z. B. Vorstellimpulse oder Rückstellimpulse, im Schritt ST15 zugeführt werden, diese Aufgabe zwangsweise beendet. Ferner wird im Schritt ST7 ein Hilfsimpuls P2, der eine größere effektive elektrische Leistung aufweist, anstelle des Antriebsimpulses P1 ausgegeben. Dies verhindert einen Fehler in der Bewegung der Zeiger auf Grund einer fehlerhaften Erfassung auf Grund des Magnetfeldes.

[0061] In dem Fall, in dem kein Hochfrequenzmagnetfeld erfasst wird, werden in den Schritten ST23 und **24** zwei Magnetfelderfassungsimpulse SP1 alternierend an die Antriebspolseite und die Umkehrpolseite ausgegeben. Dies bestätigt, ob ein Wechselstrommagnetfeld vorhanden ist, das ein Niedrigfrequenzmagnetfeld ist. Da der Einstellwert SV2 für den Vergleich der Induktionsspannung auf Grund des Magnetfeldes in den Schritten ST23 und **24** veränderlich gemacht ist, können hohe Erfassungsfähigkeiten selbst in dem Fall aufrechterhalten werden, indem die Ladespannung sich auf Grund der Anwesenheit oder Abwesenheit der Erzeugung von Elektrizität ändert. In dem Fall, in dem ein Wechselstrommagnetfeld erfasst wird, besteht die Möglichkeit, dass die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** betrieben werden kann, wobei Elektrizität erzeugt wird. Dies bedeutet, dass die Spannung nicht stabil sein kann, so dass die Zufuhr von Kurzimpulsen im Schritt ST15 zwangsweise beendet wird, wie oben beschrieben worden ist. Ferner wird ein Hilfsimpuls P2 im Schnitt ST7 anstelle des Antriebsimpulses P1 ausgegeben, um somit einen Fehler in der Bewegung der Zeiger zu verhindern.

[0062] In dem Fall, in dem in diesen Schritten kein Magnetfeld erfasst wird, wird der Antriebsimpuls P1 im Schritt ST4 ausgegeben. Anschließend wird im Schritt ST5 der Rotationserfassungsimpuls SP2 ausgegeben und die Rotation des Rotors **13** überprüft. In dem Fall, in dem keine Rotation bestätigt werden

kann, wird ein Hilfsimpuls P2 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung im Schritt ST7 ausgegeben, der den Rotor **13** sicher dreht. Im herkömmlichen Steuerverfahren wird ein Entmagnetisierungsimpuls PE ausgegeben, sobald der Hilfsimpuls P2 ausgegeben wird. In der Steuervorrichtung **20** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist die Anordnung so beschaffen, dass der Entmagnetisierungsimpuls PE im Schritt ST25 unmittelbar vor dem Antriebsimpuls P1 des nächsten Zyklus ausgegeben wird, wie oben beschrieben ist. Somit wird der Prozess der Ausgabe des Entmagnetisierungsimpulses PE weggelassen. In dem Fall, in dem der Hilfsimpuls P1 auf Grund einer mangelhaften Rotation ausgegeben worden ist, wird anschließend eine Pegelanpassung des Antriebsimpulses P1 (erste Pegelanpassung) im Schritt ST10 durchgeführt, wobei der Antriebsimpuls P1 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung im nächsten Zyklus zugeführt wird.

[0063] Andererseits wird im Schritt ST5 in dem Fall, in dem die Rotation des Rotors **13** mittels des Rotationsimpulses bestätigt worden ist, eine Pegelanpassung zum Senken der effektiven elektrischen Leistung des Antriebsimpulses P1 (zweite Pegelanpassung) im Schritt ST6 durchgeführt. In vielen Fällen wird die effektive elektrische Leistung des Antriebsimpulses bei bestimmten Zyklen gesenkt. Durch Ausführen einer solchen Steuerung kann der Stromverbrauch des Antriebsimpulses P1 reduziert werden. Ferner können Fehler in der Bewegung der Zeiger in Bereichen beseitigt werden, in denen Magnetfelder von elektrischen Haushaltsgeräten vorhanden sind. Somit kann eine Zeitmessvorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit und geringem Stromverbrauch geschaffen werden.

[0064] **Fig.** 5 zeigt ein Zeitablaufdiagramm, das ein Beispiel von Antriebsimpulsen und dergleichen zeigt, die von der Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform dem Schrittmotor **10** zugeführt werden, wie in der obenbeschriebenen **Fig.** 14. **Fig.** 5 zeigt die Steuersignale, die den Gates GP1, GN1 und GS1 des P-Kanal-MOS **33a**, des N-Kanal-MOS **32a** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34a** zugeführt werden, um die Antriebsspule **11** mit einem Magnetfeld einer Polarität anzuregen. Sie zeigt ferner die Signale, die den Gates GP2, GN2 und GS2 des P-Kanal-MOS **33b**, des N-Kanal-MOS **32b** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34b** zugeführt werden, um ein Magnetfeld mit Umkehrpolarität zu erregen. Die Abschnitte, die mit **Fig.** 14 übereinstimmen, sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei deren Beschreibung weggelassen wird.

[0065] Wenn die Zeit im Schritt ST1 verstrichen ist, wurde zuerst kein Hilfsimpuls P2 im vorangehenden Zyklus ausgegeben, so dass die Operation vom Schritt ST21 zu ST2 übergeht. Im Schritt ST2 wird der Magnetfelderfassungsimpuls SP0 zum Zeitpunkt t21 ausgegeben, um ein Hochfrequenz-Störungsmagnetfeld zu erfassen, um somit den ersten Zyklus zu starten. Anschließend werden in den Schritten ST23 und 24 Steuersignale zugeführt, um Magnetfelderfassungsimpulse SP1 zum Erfassen von Wechselstrommagnetfeldern an die beiden Pol-Gatter GB1 und GB2 zum Zeitpunkt t22 und t23 auszugeben. Wenn in den Schritten ST23 und 24 kein Magnetfeld erfasst wird, wird ein Antriebsimpuls P1 mit z. B. der Impulsbreite W10 zum Zeitpunkt t24 im Schritt ST4 zugeführt. Anschließend wird ein Rotationserfassungsimpuls SP2 zum Zeitpunkt t25 im Schritt ST5 ausgegeben. Wenn eine Rotation des Antriebsrotors **13** erfasst wird, ist dieser Zyklus abgeschlossen, so dass das System zum Schritt ST1 zurückkehrt und die Zeitzählung fortsetzt.

[0066] Sobald der nächste Zyklus zum Zeitpunkt t31 gestartet ist, wird ein Steuersignal zum Ausgeben des Magnetfeldertassungsimpulses SP0 zum Erfassen eines Hochfrequenz-Störmagnetfeldes dem Antriebspolseiten-Gate GP2 zugeführt, das sich auf der Rückwärtsseite im Vergleich zum vorangehenden Zyklus befindet. Anschließend werden Steuersignale zugeführt, um Magnetfelderfassungsimpulse SP1 zum Erfassen von Wechselstrommagnetfeldern an die jeweiligen Pol-Gates GP2 und GP1 zum Zeitpunkt t32 und t33 ausgegeben. Wenn die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** die Erzeugung von Elektrizität begonnen hat, wird eine durch das Magnetfeld erzeugte Induktionsspannung durch einen der zwei Magnetfelderfassungsimpulse SP2 erhalten, die an die beiden Polseiten ausgegeben worden sind. Dies trifft auch in dem Fall zu, indem das Magnetfeld so beschaffen ist, dass es einer Halbwellengleichrichtung unterworfen worden ist und gerichtet ist. In dem Fall, in dem der Wert desselben den Einstellwert SV2 erreicht, wird das Magnetfeld im Schritt ST23 oder **24** erfasst. Sobald die Anwesenheit des Magnetfeldes erfasst worden ist, wird der Rotor **13** im Schritt ST7 in sicherer Weise gedreht durch Ausgeben eines Hilfsimpulses P2 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung zum Zeitpunkt t34 anstelle des Antriebsimpulses P1.

[0067] Wenn der nächste Zyklus zum Zeitpunkt t41 gestartet wird, wird sofort im Schritt ST21 beurteilt, ob ein Hilfsimpuls P2 im vorangehenden Zyklus ausgegeben worden ist. In dem Fall, in dem der Hilfsimpuls P2 ausgegeben worden ist, wird ein Entmagnetisierungsimpuls PE sofort im Schritt ST25 ausgegeben. Anschließend wird der Antriebsimpuls P1 zum Zeitpunkt t42 im Schritt ST26 ausgegeben. Der Entmagnetisierungsimpuls PE ist ein Impuls mit Umkehrpolarität bezüglich derjenigen des Hilfsimpulses P2. Durch Zuführen des Antriebsimpulses P1 des nächsten Zyklus sofort nachdem Entmagnetisierungsimpuls PE kann die wesentliche effektive elektrische Leistung, die vom Antriebsimpuls P1 ausgegeben wird, erhöht werden. Während der Zeit, in der die elektrische Stromerzeugung durchgeführt wird und ein Magnetfeld vorhanden ist, ist dementsprechend ein Restmagnetfeld vorhanden, wobei der Rotor **13** sicher gedreht werden kann. Somit kann die Rotationserfassung weggelassen werden, wobei die Wahr-

scheinlichkeit einer fehlerhaften Erfassung beseitigt werden kann. Da die Magnetfelderfassungsfähigkeiten ebenfalls auf Grund der Ausgabe des Hilfsimpulses P2 beeinträchtigt sind, ist die Tatsache, dass die Magnetfelderfassung weggelassen werden kann, sehr vorteilhaft. Dementsprechend kann die Bewegung der Zeiger in sicherer Weise durchgeführt werden. Ferner kann die Energie des Entmagnetisierungsimpulses PE verwendet werden, um den Rotor zu drehen, so dass die beim Drehen des Rotors verbrauchte Elektrizität ebenfalls reduziert werden kann.

[0068] Sobald der Antriebsimpuls P1 im Schritt ST26 ausgegeben worden ist, kehrt das System zum Schritt ST1 zurück und führt die Zeitmessung durch. Wenn anschließend der nächste Zyklus kommt, wird der Magnetfelderfassungsimpuls SP0 zum Erfassen einer Hochfrequenzmagnetfeldstörung zum Zeitpunkt t51 in derselben Weise wie oben beschrieben ausgegeben. Anschließend werden Impulse SP1 zum Erfassen von Wechselstrommagnetfeldern sequenziell von beiden Polseiten zum Zeitpunkt t52 und 53 ausgegeben. Wenn die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung die Erzeugung von Elektrizität eingestellt hat und kein Magnetfeld erfasst wird, wird ein Antriebsimpuls P1 zum Zeitpunkt t54 ausgegeben. Anschließend wird ein Rotationserfassungsimpuls SP2 ausgegeben. In dem Fall, in dem keine Erfassung einer Rotation des Rotors **13** im Schritt ST5 vorliegt, wird ein Hilfsimpuls P2 im Schritt ST7 ausgegeben. Anschließend wird in diesem Fall kein Entmagnetisierungsimpuls PE unmittelbar nach dem Hilfsimpuls P2 ausgegeben, wobei der Zyklus abgeschlossen wird. Sobald der nächste Zyklus zum Zeitpunkt t61 beginnt, wird zuerst der Entmagnetisierungsimpuls PE zum Zeitpunkt t61 ausgegeben, woraufhin der Antriebsimpuls P1 zum Zeitpunkt t62 ausgegeben wird. Dementsprechend wird die effektive Leistung des Antriebsimpulses P1 wesentlich erhöht. Der Rotor kann somit in diesem Fall ebenfalls in sicherer Weise gedreht werden. Der zum Zeitpunkt t62 ausgegebene Antriebsimpuls P1 weist eine erhöhte effektive elektrische Leistung auf, da die Rotation im vorangehenden Zyklus nicht erfasst werden konnte. In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Antriebsimpuls P1 mit einer Impulsbreite W11, die größer ist als diejenige des vorangehenden Zyklus, an den Schrittmotor ausgegeben. Es können Anordnungen vorgesehen sein, bei denen die effektive Elektrizität des Antriebsimpulses P1 unter Verwendung der Spannung sowie der Impulsbreite anstelle der Impulsbreite gesteuert wird. Die Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist fähig, die Spannung unter Verwendung der Verstärker/Herabsetzer-Schaltung **49** zu steuern.

## Zweite Ausführungsform

[0069] Als Nächstes wird eine zweite Ausführungsform der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. Da die Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform der oben mit Bezug auf **Fig.** 1 beschriebenen Zeitmessvorrichtung ähnlich ist, wird eine genaue Beschreibung derselben mit Bezug auf die Zeichnungen weggelassen. Die Steuervorrichtung **20** der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform nutzt intensiv die Tatsache, dass beurteilt werden kann, ob die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** die Elektrizität erzeugt, indem die Ausgangsspannung f12 der Verstärker/Herabsetzer-Schaltung **49** überwacht wird. Das heißt, in dem Fall, in dem die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** Elektrizität erzeugt, wird irgendein schnelles Vorstellen, das mittels des Antriebsimpulszuführungsabschnitts **24a** durchgeführt wird, zwangsweise beendet. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Erfassung der Rotation in dem Fall schwierig ist, indem die Erzeugung von Elektrizität durchgeführt wird, werden gleichzeitig die Steuersignale SP0 und SP1 zum Ausgeben eines Magnetfeldes nicht ausgegeben. Ein Hilfsimpuls P2, der eine große effektive elektrische Leistung aufweist und keine Rotationserfassung erfordert, wird ausgegeben. Die effektive Energie des Hilfsimpulses P2 ist so gewählt, dass der Rotor sicher rotiert, so dass keine Erfassung der Rotation des Rotors erforderlich ist. Dementsprechend kann ein Fehler bei der Bewegung der Zeiger vermieden werden, der z. B. durch eine Störung hervorgerufen wird, der durch die Rotationserfassung und die Beurteilung, dass der Rotor rotiert, obwohl er dies nicht tut, hervorgerufen wird. Andererseits verringert die Zuführung des Hilfsimpulses P2 auch die Magnetfelderfassungsfähigkeiten. Daher verbessert die vorliegende Ausführungsform weiter die Zuverlässigkeit der Steuerung durch die Beurteilung, ob Elektrizität erzeugt wird.

[0070] **Fig.** 6 zeigt ein schematisches Flussdiagramm des Steuerverfahrens des Schrittmotors, das in der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird. In diesem Flussdiagramm sind die Abschnitte, die näherungsweise dem obenerwähnten Steuerverfahren entsprechen, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei eine genaue Beschreibung derselben weggelassen wird. Zuerst wird im Schritt ST1 eine Sekunde für die Bewegung der Zeiger abgemessen. Bei der Steuervorrichtung **20** gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird dann, wenn eine Sekunde verstrichen ist, im Schritt ST31 beurteilt, ob die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** arbeitet. In dem Fall, in dem die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** arbeitet, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Antriebsspannung schwankt. Es kann daher leicht ein Fehler bei der Bewegung der Zeiger auftreten. Dementsprechend wird irgendeine Vorstellsteuerung oder eine Rückstellsteuerung, die mittels Vorstellimpulsen oder Rückstellimpulsen durchgeführt wird, die vom Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a** zugeführt werden, zwangsweise beendet. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass eine Erfassung der Rotation

in dem Fall leicht Fehler hervorruft, in dem die Erzeugung von Elektrizität mittels der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** durchgeführt wird, werden ferner die Steuersignale SP0 und SP1 zum Ausgeben eines Magnetfeldes nicht ausgegeben. Ein Hilfsimpuls P2 wird anstelle des Impulses P1 im Schritt ST7 ausgegeben, um somit den Rotor **13** anzutreiben. Die Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform lässt daher bei der Feststellung, dass Elektrizität erzeugt wird, die Magnetfelderfassungsimpulse SP0 und SP1 weg, uns lässt ferner den Rotationserfassungsimpuls P2 weg. Die Anordnung reduziert somit optimal den Stromverbrauch, wenn der Rotor **13** unter Verwendung des Hilfsimpulses P2 angetrieben wird, der eine große effektive Leistung aufweist.

[0071] In dem Fall, in dem die Erzeugung von Elektrizität mittels der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** im Schritt ST31 nicht durchgeführt wird, wird der Magnetfelderfassungsimpuls SP0 zum Erfassen eines externen Hochfrequenzmagnetfeldes im Schritt ST2 verwendet. Der Magnetfelderfassungsimpuls SP1 wird zum Erfassen eines externen Wechselstrommagnetfeldes (Niedrigfrequenzstörung) im Schritt ST3 verwendet, wie oben beschrieben worden ist. In dem Fall, in dem keine Magnetfelder erfasst werden, die die Rotationserfassung in diesen Schritten stören könnten, wird anschließend ein Antriebsimpuls P1 im Schritt ST4 ausgegeben. Anschließend wird im Schritt ST5 ein Rotationserfassungsimpuls SP2 ausgegeben, um somit zu erfassen, ob eine Rotation des Rotors **13** vorliegt. In dem Fall, in dem keine Rotation erfasst werden kann, wird im Schritt ST7 ein Hilfsimpuls P2 ausgegeben, um somit den Rotor **13** sicher zu drehen. Anschließend wird ein Entmagnetisierungsimpuls PE im Schritt ST8 ausgegeben und ferner der Pegel des Antriebsimpulses P1 bei Bedarf angepasst. Andererseits wird im Schritt ST5 in dem Fall, in dem die Rotation des Rotors durch den Antriebsimpuls P1 erkannt wird, eine Pegelanpassung im Schritt ST6 durchgeführt, um die effektive elektrische Leistung des Antriebsimpulses P1 zu senken, wenn die Bedingungen günstig sind.

[0072] **Fig.** 7 zeigt ein Zeitablaufdiagramm, das ein Beispiel von Antriebsimpulsen und dergleichen zeigt, die von der Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform dem Schrittmotor **10** zugeführt werden. Wie bei der obenbeschriebenen **Fig.** 5 zeigt die **Fig.** 7 die Steuersignale, die den Gates GP1, GN1 und GS1 des P-Kanal-MOS **33a**, den N-Kanal-MOS **32a** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34a**, sowie den Gates GP2, GN2 und GS2 des P-Kanal-MOS **33b**, den N-Kanal-MOS **32b** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34b** zugeführt werden, die die Antriebsschaltung **30** bilden. Die Abschnitte, die den obenbeschriebenen ähnlich sind, sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei deren Beschreibung weggelassen wird.

[0073] Wenn eine bestimmte Zeitspanne (eine Sekunde) im Schritt ST1 verstrichen ist, geht die Operation in dem Fall, in dem keine Operation der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** im Schritt ST31 vorliegt, zu ST2 über. Im Schritt ST2 wird der Magnetfelderfassungsimpuls SP0 zum Zeitpunkt t7 ausgegeben, um ein Hochfrequenz-Störmagnetfeld zu erfassen, wodurch der erste Zyklus beginnt. Anschließend wird im Schritt ST3 ein Magnetfelderfassungsimpuls SP1, der Wechselstrommagnetfelder erfasst, an das Gate GP2 der Antriebspol- und Umkehrpolseite zum Zeitpunkt t72 ausgegeben. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Zustand der Operation der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** im Schritt ST31 geprüft. Die Verarbeitung wird immer dann durchgeführt, wenn die Vorrichtung arbeitet, unabhängig davon, ob ein Magnetfeld vorhanden ist. Es besteht somit keine Notwendigkeit, zu prüfen, ob ein Magnetfeld vorhanden ist. Der Magnettelderfassungsimpuls SP1, der das Wechselstrommagnetfeld erfasst, wird somit nur zu der der antriebsseitig gegenüberliegenden Seite ausgegeben.

[0074] In dem Fall, in dem diese Schritt ST2 und 3 kein Magnetfeld erfassen, wird der Antriebsimpuls P1 zum Zeitpunkt t73 im Schritt ST4 ausgegeben. Anschließend wird ein Rotationserfassungsimpuls SP2 zum Zeitpunkt t74 im Schritt ST5 ausgegeben. Wenn anschließend die Rotation des Antriebsrotors **13** erfasst wird, ist dieser Zyklus abgeschlossen, wobei das System zum Schritt ST1 zurückkehrt und die Zeitmessung fortsetzt.

[0075] Wenn der nächste Zyklus zum Zeitpunkt t81 gestartet wird, wird zuerst bestätigt, ob eine Operation der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** vorliegt. In dem Fall, in dem die Vorrichtung arbeitet, Nackt das System zum Schritt ST7 vor. Anschließend werden Steuerimpulse zum Ausgeben der Hilfsimpulse P2 an die Gates GP2 und GN2 der Antriebspolseite entgegengesetzt zum vorangehenden Zyklus zugeführt. Der Antriebsrotor **13** rotiert mittels des Hilfsimpulses **2** vollständig, so dass keine Rotationserfassung nötig ist. Anschließend wird der Entmagnetisierungsimpuls PE von der Umkehrpolseite zum Zeitpunkt t82 im Schritt ST8 ausgegeben, wodurch der Zyklus abgeschlossen wird.

[0076] Wenn der nächste Zyklus zum Zeitpunkt t83 gestartet wird, wird dann, wenn festgestellt wird, dass die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** im Schritt ST31 arbeitet, ein Prozess ausgeführt, der der gleiche ist wie derjenige des vorangehenden Zyklus. Das heißt, das System rückt zum Schritt ST7 vor, woraufhin Steuerimpulse zum Ausgeben der Hilfsimpulse P2 an die Gates GP1 und GN1 der Antriebspolseite umgekehrt zum vorangehenden Zyklus zugeführt werden. Der Antriebsrotor **13** rotiert mittels des Hilfsimpulses P2 vollständig, so dass keine Rotationserfassung nötig ist. Anschließend wird der Entmagnetisierungsimpuls PE von der Umkehrpolseite zum Zeitpunkt t84 im Schritt ST8 ausgegeben, wodurch der Zyklus abgeschlossen wird.

[0077] Wenn der nächste Zyklus zum Zeitpunkt t91 gestartet wird, wird festgestellt, dass die Elektrizitäts-

erzeugungsvorrichtung **40** im Schritt ST31 nicht arbeitet, wobei das System zu dem Schritt der Erfassung eines Magnetfeldes in den Schritten ST2 und 3 vorrückt, und sowohl einen Hochfrequenzerfassungsimpuls SP0 als auch einen Niedrigfrequenzerfassungsimpuls SP1 ausgibt. Anschließend wird in dem Fall, in dem kein Magnetfeld erfasst wird, ein Antriebsimpuls P1 zum Zeitpunkt t93 ausgegeben, wobei die Rotation des Rotors **13** zum Zeitpunkt t94 bestätigt wird. In dem Fall, in dem durch einen der Erfassungsimpulse SP0 oder SP1 ein Magnetfeld erfasst wird, wird ein Antriebsimpuls P2 anstelle des Antriebsimpulses P1 ausgegeben, wie im vorangehenden Zyklus, so dass der Rotor **13** sicher rotiert, und somit der Prozess der Rotationserfassung ausgelassen.

[0078] Mit der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird somit ein Steuerverfahren verwendet, bei dem angenommen wird, dass ein Magnetfeld ausgegeben wird, das die Rotationserfassung des Schrittmotors beeinflusst, während die eingebaute Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** Elektrizität erzeugt. Dementsprechend wird der problematische Prozess der Erfassung eines Magnetfeldes von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** weggelassen. Dies vereinfacht die Steuerung und beseitigt Fehler in der Bewegung der Zeiger. Andererseits nimmt der Stromverbrauch während der Erzeugung von Energie tendenziell nicht ab, da die Bewegung der Zeiger unter Verwendung eines Hilfsimpulses P2 durchgeführt wird, der eine große effektive Leistung aufweist. Die Schritte der Erfassung von Magnetfeldern und der Erfassung der Rotation des Rotors können weggelassen werden, so dass eine Erhöhung des Stromverbrauches unterbunden werden kann. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Möglichkeit besteht, dass die Antriebsspannung während der Erzeugung von Elektrizität schwankt, wird ferner ein schnelles Vorstellen zwangsweise beendet. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann somit eine Zeitmessvorrichtung mit extrem hoher Zuverlässigkeit geschaffen werden, die Fehler bei der Bewegung der Zeiger beseitigt, indem sie eine Steuerung des Schrittmotors **30** durch intensive Nutzung der Tatsache, ob die Vorrichtung Elektrizität erzeugt, durchführt.

## Dritte Ausführungsform

[0079] Es folgt eine Beschreibung bezüglich einer dritten Ausführungsform der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung. Da die Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform der oben mit Bezug auf **Fig.** 1 beschriebenen Zeitmessvorrichtung ähnlich ist, wird eine genaue Beschreibung derselben mit Bezug auf die Zeichnungen weggelassen. Die Steuervorrichtung **20** der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform konzentriert sich auf die Tatsache, dass, sobald ein Magnetfeld erfasst worden ist und der Hilfsimpuls P2 ausgegeben wird, die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** für eine gewisse Periode weiter arbeitet. Die vorliegende Ausführungsform nimmt daher an, dass ein Magnetfeld für eine bestimmte Anzahl von Zyklen vorhanden ist und führt die Verarbeitung entsprechend durch, um somit eine hohe Zuverlässigkeit zu erreichen. Die Antriebsimpuls-Zuführungseinheit **24a** der Antriebssteuerschaltung **24** der Steuereinheit **20** der vorliegenden Ausführungsform ist so geschaffen, dass in dem Fall, in dem ein Hilfsimpuls P2 ausgegeben wird, ein Antriebsimpuls zugeführt wird, der eine um mehrere Grade größere effektive elektrische Leistung aufweist als der Antriebsimpuls P1, der zu diesem Zeitpunkt zugeführt wird. Unter der Annahme, dass die Erzeugung von Elektrizität immer dann stattfindet, wenn ein Magnetfeld erfasst wird, werden ferner Vorstell- und Rückstelloperationen zwangsweise beendet, um einen Fehler in der Bewegung der Zeiger, der eine Spannungsschwankung begleitet, zu verhindern. Die Zufuhr von Hilfsimpulsen P2 beeinträchtigt tendenziell die Magnetfelderfassungsfähigkeiten. Dementsprechend kann eine Anordnung verwendet werden, in der die Erfassung des Magnetfeldes für eine vorgegebene Anzahl von Zyklen nicht durchgeführt wird und die Impulse mit großer effektiver elektrischer Leistung ausgegeben werden, um die Beeinträchtigung der Magnetfelderfassungsfähigkeiten auszugleichen.

[0080] **Fig.** 8 zeigt ein schematisches Flussdiagramm des Steuerverfahrens des Schrittmotors, das in der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. In diesem Flussdiagramm sind Schritte, die denjenigen des obenerwähnten Steuerverfahrens entsprechen, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei eine genaue Beschreibung derselben weggelassen wird. Zuerst wird im Schritt ST1 eine Sekunde für die Bewegung der Zeiger abgemessen. Mit dem Steuerverfahren **20** gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird dann, wenn eine Sekunde verstrichen ist, beurteilt, ob der vorangehende Zyklus innerhalb einer vorgegebenen Anzahl C von Zyklen liegt (bestimmte Zeitspanne), seit der Hilfsimpuls P2 im Schritt ST41 ausgegeben wurde. Wenn im Steuerverfahren gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Anzahl der Zyklen seit der letzten Ausgabe des Hilfsimpulses P2 innerhalb von C Zyklen liegt, bedeutet dies, dass ein Zustand vorliegt, in welchem angenommen werden kann, das weiterhin ein Magnetfeld vorhanden ist, oder Auswirkungen eines Restmagnetfeldes, was bedeutet, dass dies eine Periode ist, in der die Magnetfelderfassungsfähigkeiten beeinträchtigt sind. Dementsprechend wird eine Erfassung des Magnetfeldes innerhalb einer Anzahl C von Zyklen nach dem Hilfsimpuls P2 nicht durchgeführt. Kurzimpulse, wie z. B. Vorstell- und Rückstellimpulse, werden im Schritt ST42 zwangsweise beendet. Es wird ein Antriebsimpuls im Schritt ST43 zugeführt, der eine um mehrere Grade größere effektive elektrische Leistung aufweist als der Antriebsimpuls P1, der zu die-

sem Zeitpunkt zugeführt wird, wodurch der Rotor **13** sicher gedreht wird. Die Rotationserfassung kann daher weggelassen werden, so dass ein Fehler bei der Bewegung der Zeiger vermieden wird. Anschließend kehrt das System zum Schritt ST1 zurück und führt die Zeitmessung fort.

[0081] In dem Fall, in dem die Anzahl der Zyklen seit der Ausgabe des Hilfsimpulses P2 die Anzahl C von Zyklen überschreitet, wie oben beschrieben worden ist, wird andererseits der Magnetfelderfassungsimpuls SP0 zur Erfassung eines externen Hochfrequenzmagnetfeldes im Schritt ST2 verwendet. Die Erfassung eines Wechselstrommagnetfeldes wird mit beiden Polseiten im Schritt ST23 und im Schritt ST24 durchgeführt. Somit kann das Magnetfeld von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** mit einer hohen Frequenz eingefangen werden. In dem Fall, in dem in diesen Schritten ein Magnetfeld erfasst wird, kann leicht eine fehlerhafte Erfassung durchgeführt werden, auf der Grundlage einer Beurteilung, ob eine Rotation des Rotors **13** vorliegt. Das System rückt daher zu Schritt ST17 vor und führt Hilfsimpulse P2 mit großer effektiver elektrischer Leistung zu.

[0082] In dem Fall, in dem keine Magnetfelder erfasst werden, die die Erfassung der Rotation in diesen Schritten stören könnten, wird der Antriebsimpuls P1 im Schritt ST4 ausgegeben. Anschließend wird der Rotationserfassungsimpuls SP2 im Schritt ST5 ausgegeben, um zu ermitteln, ob der Rotor **13** rotiert. In dem Fall, in dem keine Rotation bestätigt werden kann, wird ein Hilfsimpuls P2 mit großer effektiver elektrischer Leistung im Schritt ST7 zugeführt, um somit den Rotor **13** sicher zu drehen. Anschließend wird ein Entmagnetisierungsimpuls PE im Schritt ST8 ausgegeben, wobei ferner der Pegel des Antriebsimpulses P1 bei Bedarf angepasst wird. Andererseits wird im Schritt ST5 in dem Fall, in dem die Rotation des Rotors **13** durch den Antriebsimpuls P1 festgestellt wird, eine Pegelanpassung im Schritt ST6 durchgeführt, um die effektive elektrische Leistung des Antriebsimpulses P1 zu verringern, wenn die Bedingungen günstig sind.

[0083] **Fig.** 9 zeigt ein Zeitablaufdiagramm, das ein Beispiel von Antriebsimpulsen und dergleichen zeigt, die von der Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform dem Schrittmotor **10** zugeführt werden. Wie bei der obenbeschriebenen **Fig.** 7 zeigt die **Fig.** 9 die Steuersignale, die den Gates GP1, GN1 und GS1 des P-Kanal-MOS **33a**, des N-Kanal-MOS **32a** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34a** sowie den Gates GP2, GN2 und GS2 des P-Kanal-MOS **33b**, des N-Kanal-MOS **32b** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34b** zugeführt werden, welche in der Antriebsschaltung **30** enthalten sind.

[0084] Die Abschnitte, die mit den obenbeschriebenen übereinstimmen, sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei eine Beschreibung derselben weggelassen wird.

[0085] Wenn eine bestimmte Zeitspanne (eine Sekunde) in dem in **Fig.** 8 gezeigten Schritt ST1 verstrichen ist, rückt die Operation in dem Fall, in dem eine Anzahl von C Zyklen bereits seit dem Hilfsimpuls P2 in Schritt ST41 verstrichen ist, zu ST2 vor. Im Schritt ST2 wird der Magnetfelderfassungsimpuls SP0 zum Zeitpunkt t101 ausgegeben, um ein Hochfrequenz-Störmagnetfeld zu erfassen, wodurch der erste Zyklus gestartet wird. Anschließend werden in den Schritten ST23 und 24 Steuersignale zum Ausgeben von Magnetfelderfassungsimpulsen SP1, die Wechselstrommagnetfelder erfassen, der Reihe nach zum Umkehrpolseiten-Gate GP2 und Antriebspolseiten-Gate GP1 zum Zeitpunkt t102 und t103 zugeführt. Hierdurch werden Magnetfeldertassungsimpulse SP1 mit verschiedenen Polaritäten zum Erfassen von Wechselstrommagnetfeldern ausgegeben. In dem Fall, in dem in diesen Schritten keine Magnetfelder erfasst werden, wird ein Antriebsimpuls P mit einer Spannung V10 zum Zeitpunkt t104 im Schritt ST4 zugeführt. Anschließend wird im Schritt ST5 die Anwesenheit oder Abwesenheit einer Rotation des Antriebsrotors **13** zum Zeitpunkt t105 erfasst. In dem Fall, in dem der Antriebsrotor **13** rotiert, kehrt das System zum Schritt ST1 zurück und führt die Zeitzählung fort.

[0086] Wenn zum Zeitpunkt t111 der nächste Zyklus gestartet wird, wird ein Hochfrequenzmagnetfelderfassungsimpuls SP0 ausgegeben, wie oben beschrieben worden ist. Anschließend wird ein Wechselstrommagnetfelderfassungsimpuls SP1 zum Zeitpunkt t112 und zum Zeitpunkt t113 ausgegeben. In dem Fall, in dem ein Magnetfeld durch den Magnetfelderfassungsimpuls SP1 auf der Antriebspolseite, der zum Zeitpunkt t113 ausgegeben wurde, erfasst wird, rückt das System zum Schritt ST7 vor. Im Schritt St7 wird zum Zeitpunkt t114 ein Hilfsimpuls P2 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung ausgegeben. Anschließend wird ein Entmagnetisierungsimpuls PE zum Zeitpunkt t115 ausgegeben, wodurch dieser Zyklus abgeschlossen wird.

[0087] Wenn zum Zeitpunkt t121 im Schritt ST41 der nächste Zyklus beginnt, wird der Wert von C z. B. auf 2 gesetzt, so dass der aktuelle Zyklus innerhalb der bestimmten Zeitperiode seit der Ausgabe des Hilfsimpulses P2 im vorangehenden Zyklus liegt. Dementsprechend rückt das System zum Schritt ST42 vor, wobei die verschiedenen Schritte zur Erfassung von Magnetfeldern nicht durchgeführt werden. In dem Fall, in dem ein schnelles Vorstellen durchgeführt wird, wird dieses im Schritt ST42 zwangsweise beendet. Im Fall eines normalen Antriebs wird ein Antriebsimpuls ausgewählt und im Schritt ST43 ausgegeben. Dieser Antriebsimpuls hat eine um mehrere Grade größere effektive elektrische Leistung als der Antriebsimpuls P1, der zum Zeitpunkt t104 zugeführt wurde. Bei der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine Verstärker/Herabsetzer-Schaltung **49** verwendet werden, um die Spannung zu ändern, so dass zum Zeitpunkt t121 ein Antriebsimpuls mit der Spannung V11, der eine größere effektive elektrische Leistung

aufweist als der Antriebsimpuls P1, unter den Bedingungen, in denen das Magnetfeld erfasst wurde, ausgegeben wird. Somit werden Fehler in der Bewegung der Zeiger vermieden, selbst in Situationen, in denen ein Störmagnetfeld vorhanden ist, sogar ohne Durchführung einer Rotationserfassung, wodurch eine Zeitmessvorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit verwirklicht wird.

[0088] Wenn der nächste folgende Zyklus zum Zeitpunkt t131 gestartet wird, wird für C im Schritt ST41 **2** eingesetzt, so dass dieser Zyklus ebenfalls innerhalb der bestimmten Zeitperiode liegt. Dementsprechend wird ein Antriebsimpuls P1 mit großer Spannung und großer effektiver elektrischer Leistung im Schritt ST43 zum Zeitpunkt t131 ausgegeben.

[0089] Wenn der nächste Zyklus zum Zeitpunkt t141 beginnt, liegt der aktuelle Zyklus außerhalb der bestimmten Zeitperiode, so dass erneut die Magnetfelderfassungsimpulse SP0 und SP1 jeweils zu den Zeitpunkten t141, t142 und t143 ausgegeben werden, um somit zu erfassen, ob ein Magnetfeld vorhanden ist. In dem Fall, in dem keine Anwesenheit eines Magnetfeldes erfasst wird, wird anschließend ein Antriebsimpuls P1 mit der normalen effektiven elektrischen Leistung und der Spannung V10 wie derjenige zum Zeitpunkt t104 zum Zeitpunkt t144 ausgegeben. Ein Rotationserfassungsimpuls SP2 wird zum Zeitpunkt t145 ausgegeben. Wenn andererseits zu diesem Zeitpunkt ein Magnetfeld erfasst wird, wird erneut ein Hilfsimpuls P2 ausgegeben, wobei die Antriebsimpulse P1 mit einer großen effektiven elektrischen Leistung von den vorgegebenen 2 Zyklen ausgegeben werden.

[0090] Obwohl die **Fig.** 9 die Verwendung eines Impulses mit großer Spannung als Antriebsimpuls mit großer effektiver elektrischer Leistung zeigt, kann selbstverständlich die effektive elektrische Leistung durch die Impulsbreite gesteuert werden, wobei sowohl die Spannung als auch die Impulsbreite zum Steuern der effektiven elektrischen Leistung verwendet werden können. Andererseits können der Antriebsimpuls P1 und der Hilfsimpuls P2 mehrere Teilimpulse umfassen und die effektive elektrische Leistung entsprechend ihrem Tastverhältnis steuern. Ferner kann die Erfassung von Magnetfeldern bei jedem Zyklus auch nach der Ausgabe des Hilfsimpulses durchgeführt werden, um die Magnetfelderfassungsfähigkeiten während der Erzeugung von Elektrizität weiter zu erhöhen.

## Vierte Ausführungsform

[0091] Es folgt eine Beschreibung einer vierten Ausführungsform der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung. Da die Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform der oben mit Bezug auf **Fig.** 1 beschriebenen Zeitmessvorrichtung ähnlich ist, wird eine genaue Beschreibung derselben mit Bezug auf die Zeichnungen weggelassen. Die Steuervorrichtung **20** der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist so beschaffen, dass sie die Erfassungsfrequenz für Magnetfelder weiter verbessert. Dies dient zur Erleichterung der Erfassung von Störmagnetfeldern und dergleichen, die an der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** erzeugt werden und eine kurze Dauer von 100 ms aufweisen, d. h. kurz sind. Dementsprechend führt die Magnetfelderfassungsimpuls-Zuführungseinheit **24c** der Antriebssteuerschaltung **24** der Steuereinheit **20** der vorliegenden Ausführungsform Magnetfelderfassungsimpulse SP1 vor dem Antriebsimpuls P1 zu und führt ferner Magnetfelderfassungsimpulse SP1 erneut nach dem Rotationserfassungsimpuls SP2 zu. Ferner wird die Polarität der Magnetfelderfassungsimpulse SP1 geändert, um die Wahrscheinlichkeit der Erfassung von Störmagnetfeldern weiter zu verbessern.

[0092] **Fig.** 10 zeigt ein schematisches Flussdiagramm des Steuerverfahrens des Schrittmotors, das in der Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird. In diesem Flussdiagramm sind Schritte, die denjenigen des obenerwähnten Steuerverfahrens entsprechen, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei eine genaue Beschreibung derselben weggelassen wird. Zuerst wird im Schritt ST1 eine Sekunde für die Bewegung der Zeiger abgemessen. Als nächstes wird der Magnetfelderfassungsimpuls SP0 zum Erfassen eines externen Hochfrequenzmagnetfeldes im Schritt ST2 verwendet. Der Magnetfelderfassungsimpuls SP1 wird zum Erfassen eines externen Wechselstrommagnetfeldes (Niedrigfrequenzstörung) an einer Polseite im Schritt ST23 verwendet, wie oben beschrieben worden ist. In dem Fall, in dem in diesen Schritten ein Magnetfeld erfasst wird, kann leicht eine fehlerhafte Erfassung auf der Grundlage der Beurteilung, ob eine Rotation des Rotors **13** vorliegt, erhalten werden. Das System rückt somit zum Schritt ST17 vor und führt die Hilfsimpulse P2 mit großer effektiver elektrischer Leistung zu. Gleichzeitig wird die Zuführung von Kurzimpulsen, wie z. B. Vorstellimpulsen, im Schritt ST15 zwangsweise beendet.

[0093] In dem Fall, in dem keine Magnetfelder erfasst werden, die die Rotationserfassung in diesen Schritten stören könnten, wird ein Antriebsimpuls P1 im Schritt ST4 zugeführt. Anschließend wird im Schritt ST5 die Anwesenheit oder Abwesenheit der Rotation des Rotors **13** durch Ausgeben eines Rotationserfassungsimpulses SP2 erfasst. In dem Fall, in dem keine Rotation bestätigt werden kann, wird ein Hilfsimpuls P2 mit großer effektiver elektrischer Leistung im Schritt ST7 zugeführt, um somit den Rotor **13** sicher zu drehen. Anschließend wird im Schritt ST8 ein Entmagnetisierungsimpuls PE ausgegeben, wobei ferner der Pegel des Antriebsimpulses P1 bei Bedarf angepasst wird.

[0094] Andererseits wird im Schritt ST5 in dem Fall, in dem eine Rotation des Rotors **13** durch den Antriebsimpuls P1 erkannt wird, im Schritt ST24 unmittelbar danach der Magnetfelderfassungsimpuls SP2

verwendet, um ein externes Wechselstrommagnetfeld (Niedrigfrequenzmagnetfeld) an der Polseite zu erfassen, die derjenigen des Schritts ST23 gegenüber liegt. In dem Fall, in dem im Schritt ST24 ein Wechselstrommagnetfeld erfasst wird, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass eine fehlerhafte Erfassung aufgetreten ist, so dass der Hilfsimpuls PO im Schritt ST7 zugeführt wird, in der gleichen Weise wie in der obenbeschriebenen Ausführungsform. Somit kann die Wahrscheinlichkeit der Erfassung des Magnetfeldes deutlich verbessert werden, indem ein Wechselstrommagnetfeld durch Zuführen der Magnetfelderfassungsimpulse SP2 in zwei Schritten erfasst wird: zum ersten Zeitpunkt vor der Zuführung des Antriebsimpulses P1, und zu dem Zeitpunkt nach dem Rotationserfassungsimpuls SP2. Genauer ist der Zeitpunkt, zu dem die Elektrizitätserzeugungsvorrichtung **40** Elektrizität erzeugt, unregelmäßig, wobei ferner die Erzeugungszeit gewöhnlich kurz ist. In dem Fall, in dem ein Störmagnetfeld zu dem Zeitpunkt vor der Zuführung des Antriebsimpulses P1 nicht erzeugt worden ist, kann dementsprechend ein Störmagnetfeld zum Zeitpunkt der Zuführung des Rotationserfassungsimpulses SP2 erzeugt worden sein. Die Steuervorrichtung **20** und das Steuerverfahren gemäß der vorliegenden Ausführungsform berücksichtigen eine solche Störung durch die Erfassung von Magnetfeldern auch zum Zeitpunkt nach dem Rotationserfassungsimpuls SP2. Somit ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass Störmagnetfelder, die entweder während der Zuführung des Antriebsimpulses P1 oder während der Zuführung des Rotationserfassungsimpulses SP2 erzeugt werden, erfasst werden können. Dementsprechend kann eine Bestätigung unabhängig davon durchgeführt werden, ob eine fehlerhafte Erfassung der Störmagnetfelder vorliegt, wobei eine sehr zuverlässige Beurteilung durchgeführt werden kann, unabhängig davon, ob der Rotor rotiert hat.

[0095] **Fig.** 11 zeigt ein Zeitablaufdiagramm, das ein Beispiel von Antriebsimpulsen und dergleichen zeigt, die von der Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform dem Schrittmotor **10** zugeführt werden. Wie bei der obenbeschriebenen **Fig.** 7 und andere Figuren zeigt die **Fig.** 11 die Steuersignale, die den Gates GP1, GN1 und GS1 des P-Kanal-MOS **33a**, des N-Kanal-MOS **32a** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34a** sowie den Gates GP2, GN2 und GS2 des P-Kanal-MOS **33b**, des N-Kanal-MOS **32b** und des abtastenden P-Kanal-MOS **34b** zugeführt werden, welche in der Antriebsschaltung **30** enthalten sind. Die Abschnitte, die mit den obenbeschriebenen übereinstimmen, sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, wobei eine Beschreibung derselben weggelassen wird.

[0096] Wenn eine bestimmte Zeitspanne (eine Sekunde) in dem in **Fig.** 10 gezeigten Schritt ST1 verstrichen ist, wird der Magnetfelderfassungsimpuls SP0, der zum Erfassen von Hochfrequenzstörmagnetfeldern verwendet wird, zum Zeitpunkt t151 ausgegeben und der erste Zyklus gestartet. Anschließend wird im Schritt ST23 ein Steuersignal zum Ausgeben eines Magnetfelderfassungsimpulses SP1, der Wechselstrommagnetfelder erfasst, dem Gate GP2 zugeführt, das die Umkehrpolseite darstellt. Ein Magnetfelderfassungsimpuls SP1 wird zum Zeitpunkt t152 ausgegeben. In dem Fall, in dem in diesen Schritten keine Magnetfelder erfasst werden, wird der Antriebsimpuls P1 mit einer Impulsbreite W10 im Schritt ST4 zum Zeitpunkt t153 zugeführt. Anschließend wird im Schritt ST5 die Anwesenheit oder Abwesenheit der Rotation des Antriebsrotors **13** zum Zeitpunkt t154 erfasst. Nach dieser Rotationserfassung wird zum Zeitpunkt t155 ein Steuersignal zum Ausgeben eines Magnetfeldertassungsimpulses SP1, der Wechselstrommagnetfelder erfasst, im Schritt ST24 dem Gate GP1 zugeführt, das die Antriebsseite darstellt, wobei die zweite Erfassung des Niedrigfrequenzmagnetfeldes durchgeführt wird. In dem Fall, in dem vom zweiten Magnetfelderfassungsimpuls SP1 ein Magnetfeld erfasst wird, rückt das System anschließend zum Schritt ST7 vor. Es wird ein Hilfsimpuls P2 mit großer effektiver elektrischer Leistung und einer Impulsbreite von W20 zum Zeitpunkt t156 ausgegeben, wobei ferner zum Zeitpunkt t157 ein Entmagnetisierungsimpuls PE ausgegeben wird.

[0097] Wenn als nächstes zum Zeitpunkt t161 der nächste Zyklus beginnt, wird ein Hochfrequenzmagnetfelderfassungsimpuls SP0 wie oben beschrieben ausgegeben. Anschließend wird zum Zeitpunkt t162 ein Impuls SP1 ausgegeben, der Wechselstrommagnetfelder erfasst. In dem Fall, in dem zu diesem Zeitpunkt kein Magnetfeld erfasst wird, wird ein Antriebsimpuls P1 zum Zeitpunkt t163 zugeführt, wobei ein Rotationserfassungsimpuls SP2 zum Zeitpunkt t164 zugeführt wird. Ferner wird der zweite Magnetfeldertassungsimpuls SP1 zum Zeitpunkt t165 ausgegeben. In dem Fall, in dem zu diesem Zeitpunkt kein Magnetfeld erfasst wird und ferner die Rotation des Rotors durch den Rotationserfassungsimpuls SP2 erfasst worden ist, wird festgestellt, dass der Rotor sicher rotiert hat, womit dieser Zyklus abgeschlossen ist.

[0098] Wie in **Fig.** 11 gezeigt ist, ist die Anordnung ferner so beschaffen, dass der Umkehrpolseiten- Magnetfelderfassungsimpuls SP1 vor dem Antriebsimpuls P1 ausgegeben wird. Der Antriebspolseiten-Magnetfeldertassungsimpuls SP1 wird nach dem Rotationserfassungsimpuls SP2 ausgegeben, um somit die Erfassung eines Störmagnetfeldes auf der Seite zu erlauben, auf der während der Rotationserfassung leicht ein Fehler auftritt. Selbstverständlich kann der Antriebspolseiten- Magnetfeldertassungsimpuls SP1 zuerst ausgegeben werden, wobei der Umkehrpolseiten- Magnetfeldertassungsimpuls SP1 später ausgegeben wird. Alternativ können die Magnetfeldertassungsimpulse SP1 mit verschiedenen Polaritäten jeweils zuerst ausgegeben werden. Anschließend werden nach dem Rotationserfassungsimpuls SP2

erneut Magnetfelderfassungsimpulse SP1 des einen Pols oder zwei Felderfassungsimpulse SP1 verschiedener Pole ausgegeben. Dies erhöht somit die Wahrscheinlichkeit der Erfassung eines Magnetfeldes.

[0099] Wie oben beschrieben worden ist, erhöht die Zeitmessvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Wahrscheinlichkeit der Magnetfelderfassung, so dass Magnetfelder von der eingebauten Elektrizitätserzeugungsvorrichtung erfasst werden können. Dies vermeidet ferner die Auswirkungen des Magnetfeldes von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung zusätzlich zu denjenigen von externen Magnetfeldern. Dies wird erreicht durch Ausführen von Prozessen, in denen angenommen wird, dass ein Magnetfeld während der Erzeugung der Elektrizität vorhanden ist, und dergleichen. Damit kann die Zeigerbewegung mit hoher Genauigkeit selbst in Zeitmessvorrichtungen durchgeführt werden, die eine eingebaute Elektrizitätserzeugungsvorrichtung aufweisen, die unregelmäßig Elektrizität erzeugt. Dies verbessert die Genauigkeit der Zeitmessvorrichtungen, die ohne Batterie verwendet werden können, deutlich. Ferner ist die Erfindung selbstverständlich nicht auf Zeitmessvorrichtungen wie z. B. Armbanduhren oder dergleichen beschränkt. Sie kann für Multifunktionsuhren, wie z. B. Chronographen oder andere Erzeugungsvorrichtungen vorgesehen sein, sowie auch für andere Vorrichtungen und Geräte mit eingebauten Schrittmotoren.

[0100] Im übrigen sind die Wellenformen der obenbeschriebenen Impulse, d. h. des Antriebsimpulses P1, des Hilfsimpulses P2, der Magnetfeldertassungsimpulse SP0 und SP1 und des Rotationserfassungsimpulses SP2 und dergleichen, als Beispiele dargestellt. Selbstverständlich können diese Wellenformen entsprechend den Eigenschaften des Schrittmotors **10**, der in der Zeitmessvorrichtung verwendet wird, festgelegt werden. Auch im obigen Beispiel wurde die vorliegende Erfindung mit einem Beispiel eines Zweiphasen-Schrittmotors beschrieben, der in Zeitmessvorrichtungen bevorzugt verwendet wird. Die vorliegende Erfindung kann auch auf Schrittmotoren mit drei und mehr Phasen in der gleichen Weise angewendet werden. Anstelle der Durchführung einer gemeinsamen Steuerung jeder Phase, können die Antriebsimpulse ferner mit Impulsbreiten und einem Zeitablauf geeignet für jede Phase vorgesehen sein. Der Schrittmotor ist keineswegs auf eine Einzelphasenanregung beschränkt, und kann eine Zweiphasenanregung oder eine 1-2-Phasenanregung verwenden.

[0101] Wie oben beschrieben worden ist, erhöhen das Steuerverfahren und die Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung die Wahrscheinlichkeit der Magnetfelderfassung, so dass Magnetfelder von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung erfasst werden können. Sie führt Prozesse aus, in denen angenommen wird, dass während der Erzeugung von Elektrizität ein Magnetfeld vorhanden ist, wobei ein Antriebsimpuls mit großer effektiver elektrischer Leistung oder ein Hilfsimpuls angelegt werden. Die Erfindung führt Prozesse aus, in denen angenommen wird, dass ein erfasstes Magnetfeld vorhanden ist, das ein Magnetfeld von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung ist. Dementsprechend können die Auswirkungen eines Magnetfeldes von der Elektrizitätserzeugungsvorrichtung in einer Zeitmessvorrichtung oder dergleichen mit einem Schrittmotor deutlich verringert werden. Somit kann eine Zeitmessvorrichtung geschaffen werden, die jederzeit und überall ohne Batterie verwendet werden kann, und die eine Zeigerbewegung ohne Fehler und mit hoher Genauigkeit durchführt. Dies wird erreicht durch Verwenden der Steuervorrichtung und des Steuerverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

## Patentansprüche

1. Steuervorrichtung (**20**) für einen Schrittmotor (**10**), wobei ein Antriebsrotor (**13**) über eine Antriebsspule (**11**) mittels Antriebsimpulsen in Drehung versetzt wird, wobei der Schrittmotor (**10**) durch elektrischen Strom, der von einer Elektrizitätserzeugungsvorrichtung (**40**) erzeugt wird, die durch ein Kinetikenergie-Übertragungsmittel (**45**) angetrieben wird, einem wechselnden Magnetfeld ausgesetzt wird; wobei die Steuervorrichtung umfasst:
ein Antriebsmittel (**24a**) zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses (P1) zur Antriebsspule (**11**), um den Schrittmotor (**10**) anzutreiben, gekennzeichnet durch:
ein Mittel (**24**, **25**) zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern außerhalb des Schrittmotors (**10**) auf den Betrieb des Schrittmotors (**10**).

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Rotationserfassungsmittel (**24b**) zum Zuführen wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses (SP2) für die Induktion einer Rotationserfassungsinduktionsspannung, um die Rotation des Antriebsrotors zu erfassen, wobei der Rotationserfassungsimpuls nach dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Magnetfelderfassungsmittel (**24c**) zum Zuführen wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses (SP0, SP1) für die Induktion einer Magnetfelderfassungsinduktionsspannung, um ein externes Magnetfeld zu erfassen, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Beurteilungsmittel (**25**) zum Vergleichen der Rotationserfassungsinduktionsspannung und der Magnetfelderfassungsinduktionsspannung mit entsprechenden gesetzten Werten (SV2), um somit zu beurteilen, ob eine Rotation vorhanden ist und ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
ein Hilfsmittel (**24d**) zum Zuführen eines Hilfsimpulses (P2) mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;

wobei das Magnetfelderfassungsmittel fähig ist, erste und zweite Magnetfelderfassungsimpulse verschiedener Polarität vor dem Antriebsimpuls zur Antriebsspule zuzuführen, wobei die ersten und zweiten Magnetfelderfassungsimpulse fähig sind, Magnetfelder in etwa dem gleichen Frequenzband zu erfassen.

3. Steuervorrichtung nach Anspruch **1**, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Rotationserfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses für die Induktion einer Rotationserfassungsinduktionsspannung, um die Rotation des Antriebsrotors zu erfassen, wobei der Rotationserfassungsimpuls nach dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Magnetfelderfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses für die Induktion einer Magnetfelderfassungsinduktionsspannung, um ein externes Magnetfeld zu erfassen, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Beurteilungsmittel zum Vergleichen der Rotationserfassungsinduktionsspannung und der Magnetfelderfassungsinduktionsspannung mit entsprechenden gesetzten Werten, um somit zu beurteilen, ob eine Rotation vorhanden ist und ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
ein Hilfsmittel zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;
wobei das Magnetfelderfassungsmittel fähig ist, den Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls und unmittelbar nach dem Rotationserfassungsimpuls der Antriebsspule zuzuführen.

4. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, bei der die elektrische Leistung über ein Kondensatormittel (**48**) zugeführt wird, und dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Rotationserfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses für die Induktion einer Rotationserfassungsinduktionsspannung, um die Rotation des Antriebsrotors zu erfassen, wobei der Rotationserfassungsimpuls nach dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Magnetfelderfassungsmittel zum Zuführen von Magnetfelderfassungsimpulsen für die Induktion einer Magnetfelderfassungsinduktionsspannung, um ein externes Magnetfeld zu erfassen, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Beurteilungsmittel zum Vergleichen der Rotationserfassungsinduktionsspannung und der Magnetfelderfassungsinduktionsspannung mit entsprechenden gesetzten Werten, um somit zu beurteilen, ob eine Rotation vorhanden ist und ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
ein Hilfsmittel zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;
wobei das Beurteilungsmittel fähig ist, den gesetzten Wert, der für die Beurteilung der Magnetfelderfassungsinduktionsspannung verwendet wird, mittels der Ladespannung des Kondensatormittels einzustellen.

5. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Rotationserfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses für die Induktion einer Rotationserfassungsinduktionsspannung, um die Rotation des Antriebsrotors zu erfassen, wobei der Rotationserfassungsimpuls nach dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Magnetfelderfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Magnetfeldertassungsimpulses für die Induktion einer Magnetfelderfassungsinduktionsspannung, um ein externes Magnetfeld zu erfassen, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Beurteilungsmittel zum Vergleichen der Rotationserfassungsinduktionsspannung und der Magnetfelderfassungsinduktionsspannung mit entsprechenden gesetzten Werten, um somit zu beurteilen, ob eine Rotation vorhanden ist und ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
ein Hilfsmittel zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;
wobei das Hilfsmittel den Hilfsimpuls bereitstellt, wenn die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt.

6. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Hilfsmittel zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses, wenn die Erzeugungsvorrichtung (**40**) Elektrizität erzeugt.

7. Steuervorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Hilfsmittel den Hilfsimpuls für dem Fall liefert, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist.

8. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Kurzimpuls-Zuführungsmittel (**24a**) zum Zuführen von Kurzimpulsen, die einen kürzeren Zyklus aufweisen als die Antriebsimpulse, zur Antriebsspule;
wobei das Kurzimpuls-Zuführungsmittel die Zufuhr der Kurzimpulse stoppt, wenn die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt.

9. Steuervorrichtung für einen Schrittmotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kurzimpuls wenigstens ein schneller Vorwärtsimpuls oder ein Rückwärtsimpuls ist.

10. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Rotationserfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses für die Induktion einer Rotationserfassungsinduktionsspannung, um die Rotation des Antriebsrotors zu erfassen, wobei der Rotationserfassungsimpuls nach dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Magnetfelderfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses für die Induktion einer Magnetfelderfassungsinduktionsspannung, um ein externes Magnetfeld zu erfassen, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Beurteilungsmittel zum Vergleichen der Rotationserfassungsinduktionsspannung und der Magnetfelderfassungsinduktionsspannung mit entsprechenden gesetzten Werten, um somit zu beurteilen, ob eine Rotation vorhanden ist und ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
ein Hilfsmittel zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;
wobei das Antriebsmittel fähig ist, Antriebsimpulse mit einer Vielfalt von effektiven elektrischen Leistungen zuzuführen, und wenigstens einen Antriebsimpuls, der eine größere effektive elektrische Leistung aufweist als ein unmittelbar vorangehender Antriebsimpuls, nach dem zugeführten Hilfsimpuls zuführt.

11. Steuervorrichtung für einen Schrittmotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebsmittel (**24**) fähig ist, Antriebsimpulse (P1) mit verschiedenen Impulsbreiten zuzuführen.

12. Steuervorrichtung für einen Schrittmotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebsmittel (**24**) fähig ist, Antriebsimpulse (P1) mit verschiedenen Spannungen zuzuführen.

13. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
ein Rotationserfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses für die Induktion einer Rotationserfassungsinduktionsspannung, um die Rotation des Antriebsrotors zu erfassen, wobei der Rotationserfassungsimpuls nach dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Magnetfelderfassungsmittel zum Zuführen wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses für die Induktion einer Magnetfelderfassungsinduktionsspannung, um ein externes Magnetfeld zu erfassen, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls zugeführt wird;
ein Beurteilungsmittel zum Vergleichen der Rotationserfassungsinduktionsspannung und der Magnetfelderfassungsinduktionsspannung mit entsprechenden gesetzten Werten, um somit zu beurteilen, ob eine Rotation vorhanden ist und ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist;
ein Hilfsmittel zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist; und
ein Entmagnetisierungsmittel (**24e**) zum Bereitstellen wenigstens eines Entmagnetisierungsimpulses (PE), dessen Polarität sich von derjenigen des Hilfsimpulses unterscheidet, nach dem Hilfsimpuls, um nach dem Hilfsimpuls eine Entmagnetisierung durchzuführen;
wobei das Entmagnetisierungsmittel (**24e**) den Entmagnetisierungsimpuls (PE) unmittelbar vor einem Antriebsimpuls (P1) bereitstellt, der dem Hilfsimpuls (P2) folgt.

14. Steuerverfahren für einen Schrittmotor (**10**), wobei ein Antriebsrotor (**13**) über eine Antriebsspule (**11**) mittels Antriebsimpulsen in Drehung versetzt wird, wobei der Schrittmotor durch elektrischen Strom, der von einer Elektrizitätserzeugungsvorrichtung (**40**) erzeugt wird, die durch ein Kinetikenergie-Übertragungsmittel (**45**) angetrieben wird, einem wechselnden Magnetfeld ausgesetzt wird; wobei das Steuerverfahren umfasst:
einen Antriebsschritt zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses (P1) zur Antriebsspule (**11**), um den Schrittmotor (**10**) anzutreiben, gekennzeichnet durch:
einen Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern außerhalb des Schrittmotors (**10**) auf den Betrieb des Schrittmotors (**10**).

15. Steuerverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen der Magnetfelder umfasst:
einen Rotationserfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses (SP2) nach dem Antriebsimpuls (P1) an die Antriebsspule, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Rotationserfassungsimpulses mit einem ersten gesetzten Wert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist;
einen Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses (SP0, SP1) zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Magnetfelderfassungsimpulses mit einem zweiten gesetzten Wert, um zu erfassen, ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
einen Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses

(P2) mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;
wobei der Magnetfelderfassungsimpuls (SP0, SP1) eine vom Antriebsimpuls (P1) verschiedene Polarität aufweist, um ein Magnetfeld in etwa dem gleichen Frequenzband wie die an der Antriebsspule (**11**) angelegten Impulse zu erfassen.

16. Steuerverfahren nach Anspruch **14**, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen der Magnetfelder umfasst:
einen Rotationserfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses nach dem Antriebsimpuls) an die Antriebsspule, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Rotationserfassungsimpulses mit einem ersten gesetzten Wert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist;
einen ersten Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines ersten Magnetfelderfassungsimpulses zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des ersten Magnetfelderfassungsimpulses mit einem zweiten gesetzten Wert, um zu erfassen, ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist;
einen zweiten Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines zweiten Magnetfelderfassungsimpulses zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls nach dem Rotationserfassungsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des zweiten Magnetfeldertassungsimpulses mit einem gesetzten Wert, um zu erfassen, ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
einen Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist.

17. Steuerverfahren nach Anspruch 14, bei dem die elektrische Leistung über ein Kondensatormittel (**48**) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern umfasst:
einen Antriebsschritt zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses zur Antriebsspule, um den Antriebsrotor anzutreiben;
einen Rotationserfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses nach dem Antriebsimpuls an die Antriebsspule, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Rotationserfassungsimpulses mit einem ersten gesetzten Wert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist;
einen Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Magnetfeldertassungsimpulses zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Magnetfelderfassungsimpulses mit einem zweiten gesetzten Wert, um zu erfassen, ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
einen Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;
wobei der Magnetfelderfassungsschritt die Einstellung des zweiten gesetzten Wertes mittels der Ladespannung des Kondensatormittels erlaubt.

18. Steuerverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern umfasst:
einen Rotationserfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses nach dem Antriebsimpuls an die Antriebsspule, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Rotationserfassungsimpulses mit einem ersten gesetzten Wert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist;
einen Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfeldertassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Magnetfelderfassungsimpulses mit einem zweiten gesetzten Wert, um zu erfassen, ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
einen Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist;
wobei der Hilfsschritt den Hilfsimpuls zuführt, wenn die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt.

19. Steuerverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (**24**, **25**) umfasst:
einen Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses, dadurch gekennzeichnet, dass der Hilfsschritt den Hilfsimpuls bereitstellt, wenn die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Hilfsimpuls für den Fall bereit gestellt wird, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist.

21. Steuerverfahren nach Anspruch 14, dadurch

gekennzeichnet, dass der Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern umfasst:
einen Antriebsschritt zum Zuführen von Antriebsimpulsen zur Antriebsspule, um den Antriebsrotor anzutreiben, und
ein Kurzimpuls-Zuführnangsschritt zum Zuführen von Kurzimpulsen, die einen kürzeren Zyklus aufweisen als die Antriebsimpulse, zur Antriebsspule;
dadurch gekennzeichnet, dass das Kurzimpuls-Zuführungsschritt die Zufuhr der Kurzimpulse stoppt, wenn die Erzeugungsvorrichtung Elektrizität erzeugt.

22. Steuerverfahren für einen Schrittmotor nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kurzimpuls wenigstens ein schneller Vorwärtsimpuls oder ein Rückwärtsimpuls ist.

23. Steuerverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern umfasst:
einen Rotationserfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses nach dem Antriebsimpuls an die Antriebsspule, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Rotationserfassungsimpulses mit einem ersten gesetzten Wert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist;
einen Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Magnetfelderfassungsimpulses mit einem zweiten gesetzten Wert, um zu erfassen, ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
einen Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist; und
einen zweiten Antriebsschritt zum Zuführen wenigstens eines Antriebsimpulses, der eine größere effektive elektrische Leistung aufweist als ein unmittelbar vorangehender Antriebsimpuls, nach dem zugeführten Hilfsimpuls.

24. Steuerverfahren für einen Schrittmotor nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Antriebsschritt Antriebsimpulse mit verschiedenen Impulsbreiten zuführt.

25. Steuerverfahren für einen Schrittmotor nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Antriebsschritt Antriebsimpulse mit verschiedenen Impulsspannungen zuführt.

26. Steuerverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zum Reduzieren der Auswirkungen von Magnetfeldern umfasst:
einen Rotationserfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Rotationserfassungsimpulses nach dem Antriebsimpuls an die Antriebsspule, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Rotationserfassungsimpulses mit einem ersten gesetzten Wert, um somit zu erfassen, ob eine Rotation vorhanden ist;
einen Magnetfelderfassungsschritt zum Ausgeben wenigstens eines Magnetfelderfassungsimpulses zum Erfassen eines externen Magnetfeldes an die Antriebsspule, wobei der Magnetfelderfassungsimpuls vor dem Antriebsimpuls ausgegeben wird, und zum Vergleichen der Induktionsspannung des Magnetfelderfassungsimpulses mit einem zweiten gesetzten Wert, um zu erfassen, ob ein externes Magnetfeld vorhanden ist; und
einen Hilfsschritt zum Zuführen eines Hilfsimpulses mit einer effektiven elektrischen Leistung größer als diejenige des Antriebsimpulses für den Fall, dass der Antriebsrotor nicht rotiert, oder wenn ein externes Magnetfeld erfasst worden ist; und
einen Entmagnetisierungsschritt zum Bereitstellen wenigstens eines Entmagnetisierungsimpulses (PE), dessen Polarität sich von derjenigen des Hilfsimpulses unterscheidet, nach dem Hilfsimpuls, um nach dem Hilfsimpuls eine Entmagnetisierung durchzuführen;
wobei der Entmagnetisierungsschritt den Entmagnetisierungsimpuls unmittelbar vor einem Antriebsimpuls bereitstellt, der dem Hilfsimpuls folgt.

27. Zeitmessvorrichtung, umfassend:
eine Steuervorrichtung für einen Schrittmotor nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 13;
einen Schrittmotor, der die Zeiger der Zeitmessvorrichtung mittels eines Antriebsimpulses bewegt; und
eine Elektrizitätserzeugungsvorrichtung.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

FIG. 1

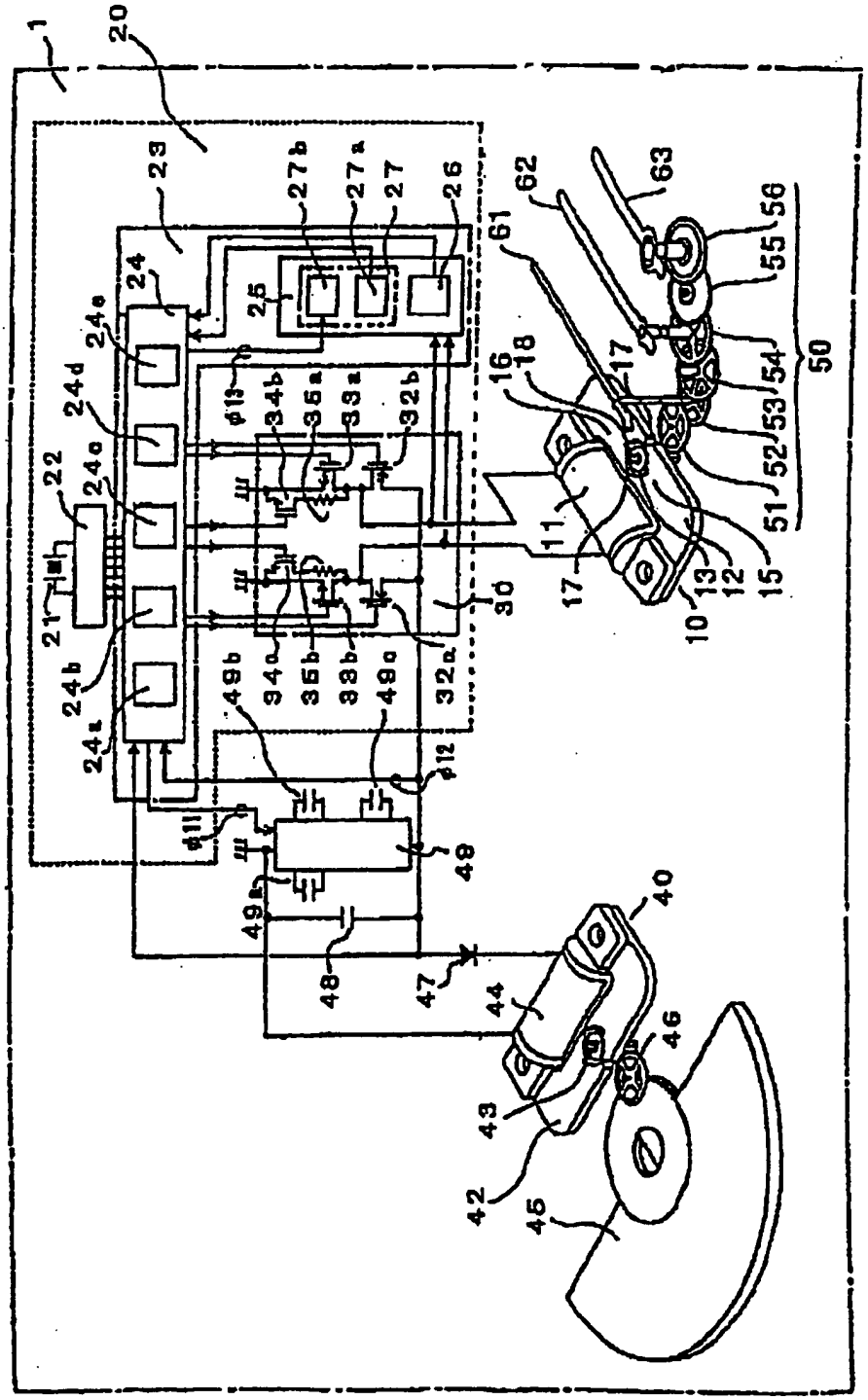


FIG. 2

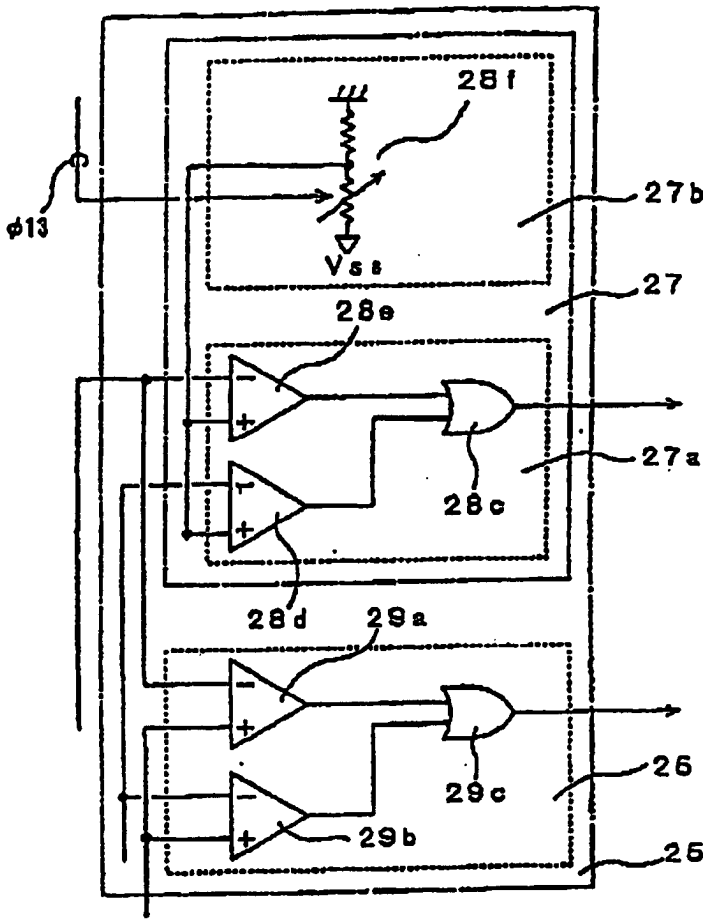

28f
φ13
27b
Vss
27
28e
27a
28c
28d
29a
29c
26
29b
25

FIG. 3

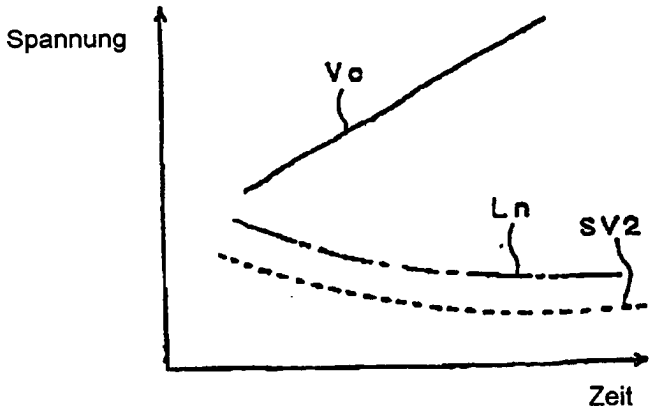

Spannung
Vc
Ln
SV2
Zeit

FIG. 4

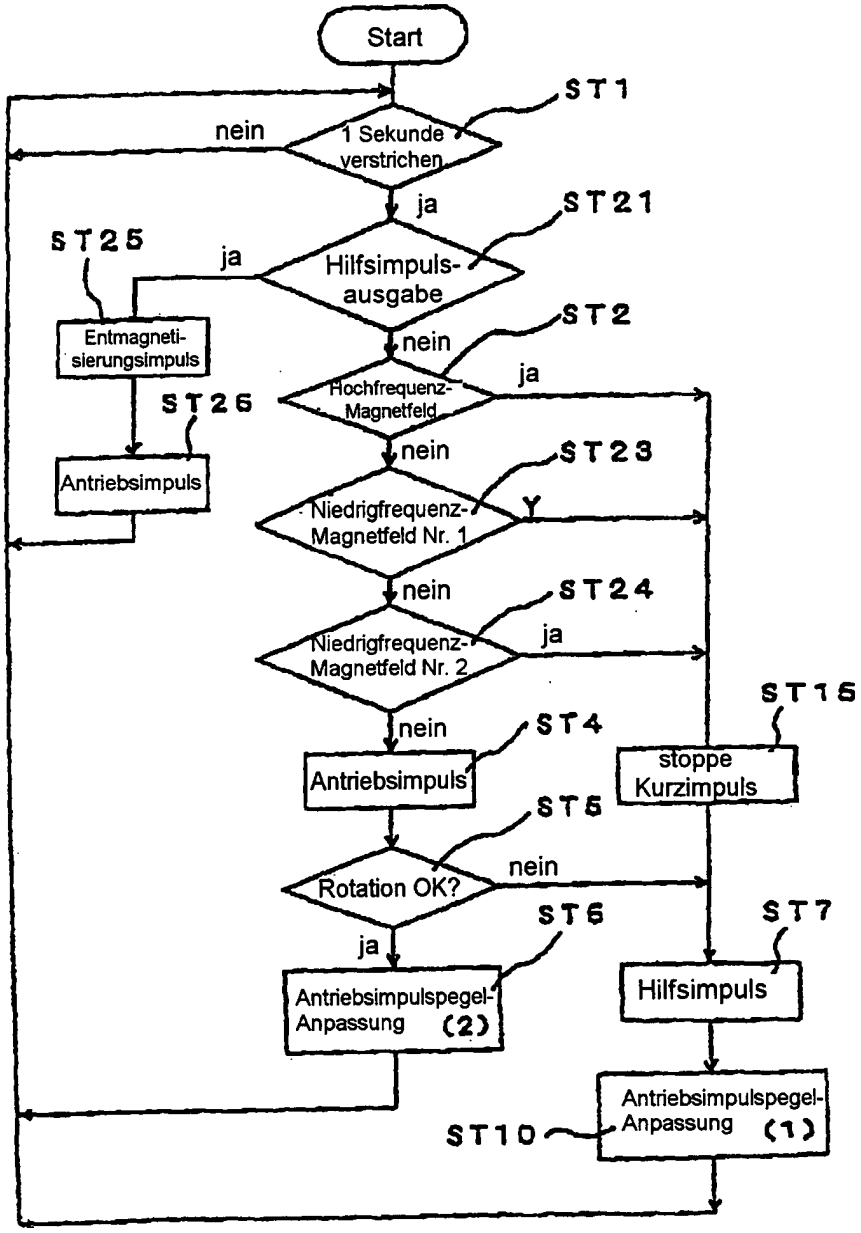

Start
ST1
1 Sekunde verstrichen
nein
ja
ST21
Hilfsimpuls-ausgabe
ST25
ja
Entmagneti-sierungsimpuls
ST2
nein
Hochfrequenz-Magnetfeld
ja
ST26
Antriebsimpuls
nein
ST23
Niedrigfrequenz-Magnetfeld Nr. 1
Y
nein
ST24
Niedrigfrequenz-Magnetfeld Nr. 2
ja
ST15
nein
ST4
Antriebsimpuls
stoppe Kurzimpuls
ST5
Rotation OK?
nein
ST6
ST7
ja
Antriebsimpulspegel-Anpassung (2)
Hilfsimpuls
Antriebsimpulspegel-Anpassung (1)
ST10

FIG. 5

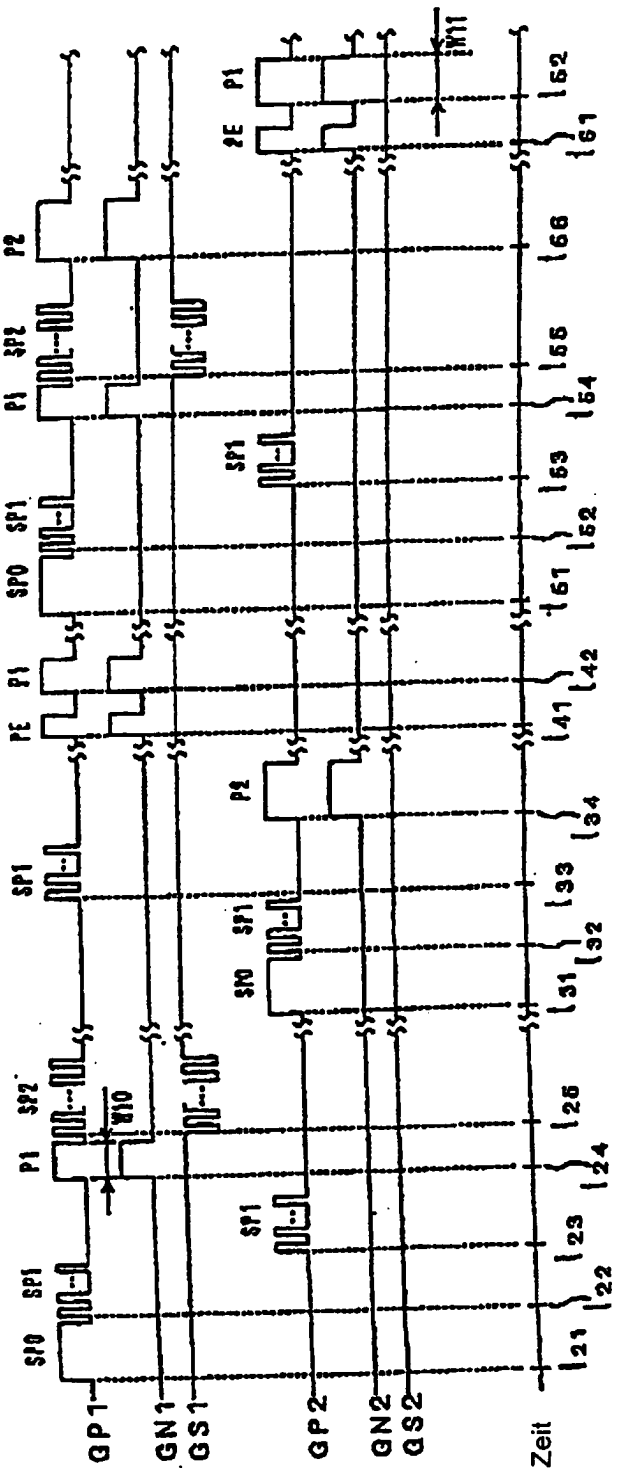

GP1
GN1
GS1
GP2
GN2
GS2
Zeit
SP0
SP1
SP2
P1
P2
PE
W10
W11
21
22
23
24
25
31
32
33
34
41
42
51
52
53
54
55
61
62
63
64
65
66

FIG. 6

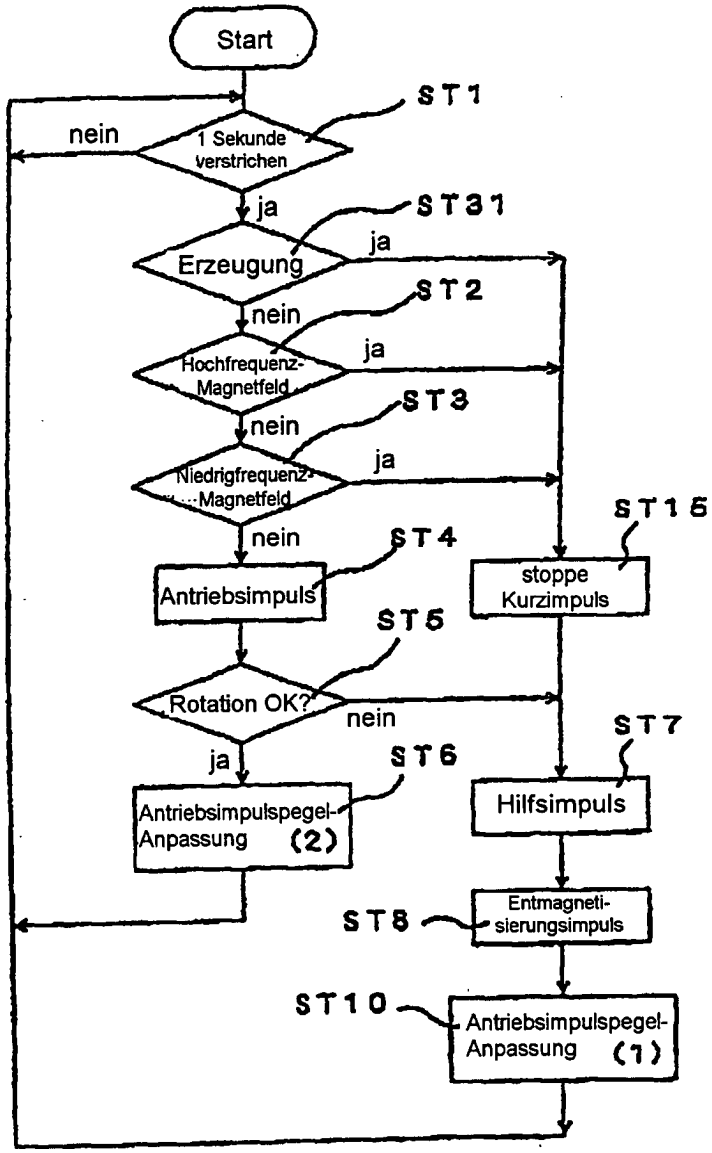

Start
ST1
1 Sekunde verstrichen
nein
ja
ST31
Erzeugung
ja
nein
ST2
Hochfrequenz-Magnetfeld
ja
nein
ST3
Niedrigfrequenz-Magnetfeld
ja
nein
ST4
Antriebsimpuls
ST15
stoppe Kurzimpuls
ST5
Rotation OK?
nein
ja
ST6
Antriebsimpulspegel-Anpassung (2)
ST7
Hilfsimpuls
ST8
Entmagneti-sierungsimpuls
ST10
Antriebsimpulspegel-Anpassung (1)

FIG. 7

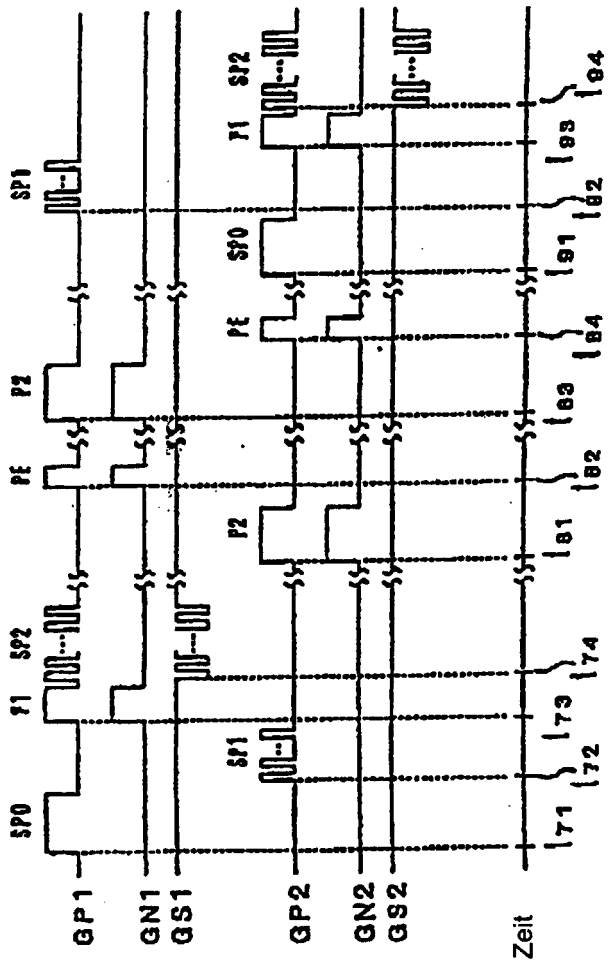


FIG. 8

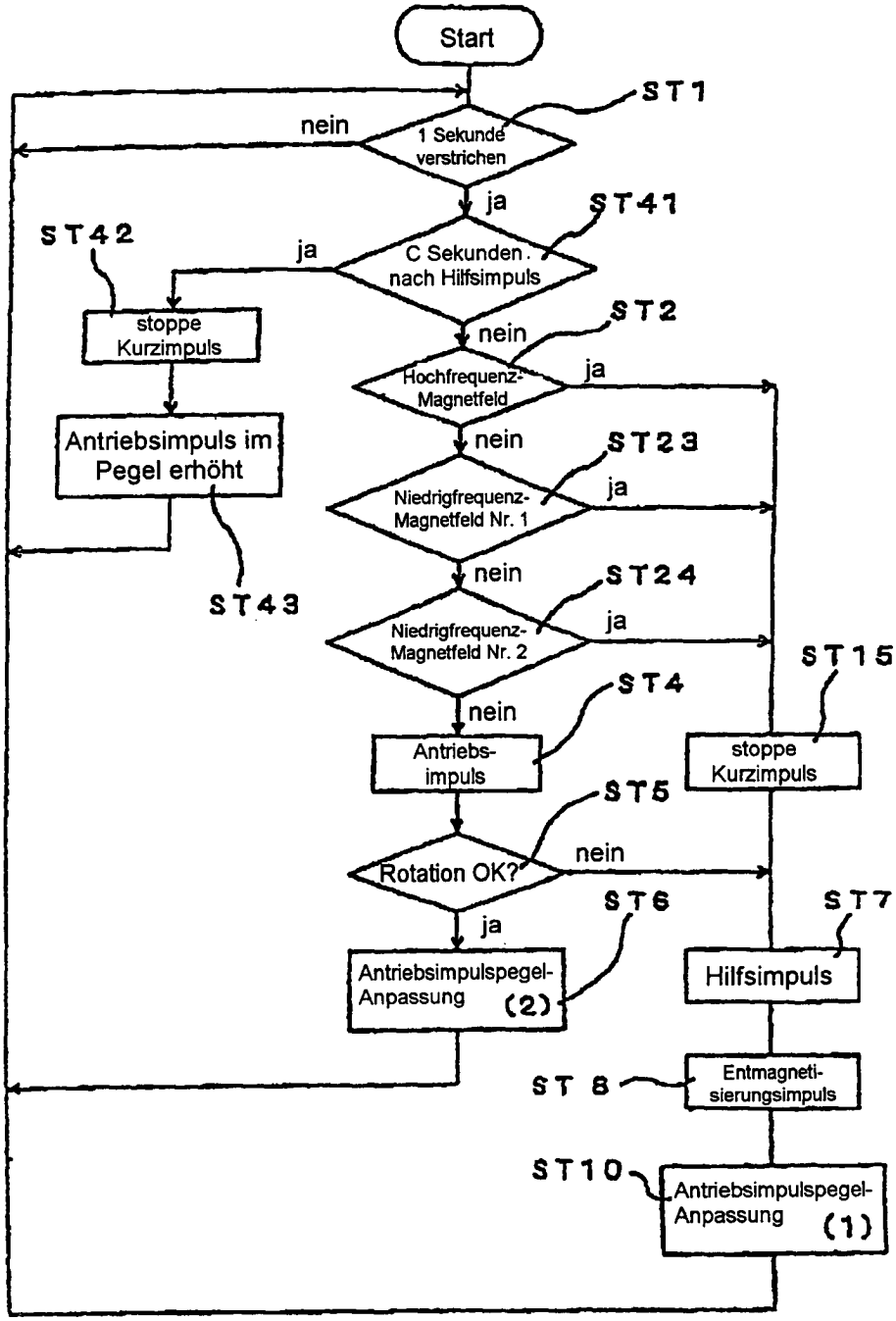

Start
ST1
nein
1 Sekunde verstrichen
ja
ST41
C Sekunden nach Hilfsimpuls
ST42
ja
stoppe Kurzimpuls
nein
ST2
Hochfrequenz-Magnetfeld
ja
Antriebsimpuls im Pegel erhöht
nein
ST23
Niedrigfrequenz-Magnetfeld Nr. 1
ja
ST43
nein
ST24
Niedrigfrequenz-Magnetfeld Nr. 2
ja
ST15
ST4
nein
Antriebs-impuls
stoppe Kurzimpuls
ST5
Rotation OK?
nein
ST6
ja
ST7
Antriebsimpulspegel-Anpassung (2)
Hilfsimpuls
ST 8
Entmagneti-sierungsimpuls
ST10
Antriebsimpulspegel-Anpassung (1)

FIG. 9

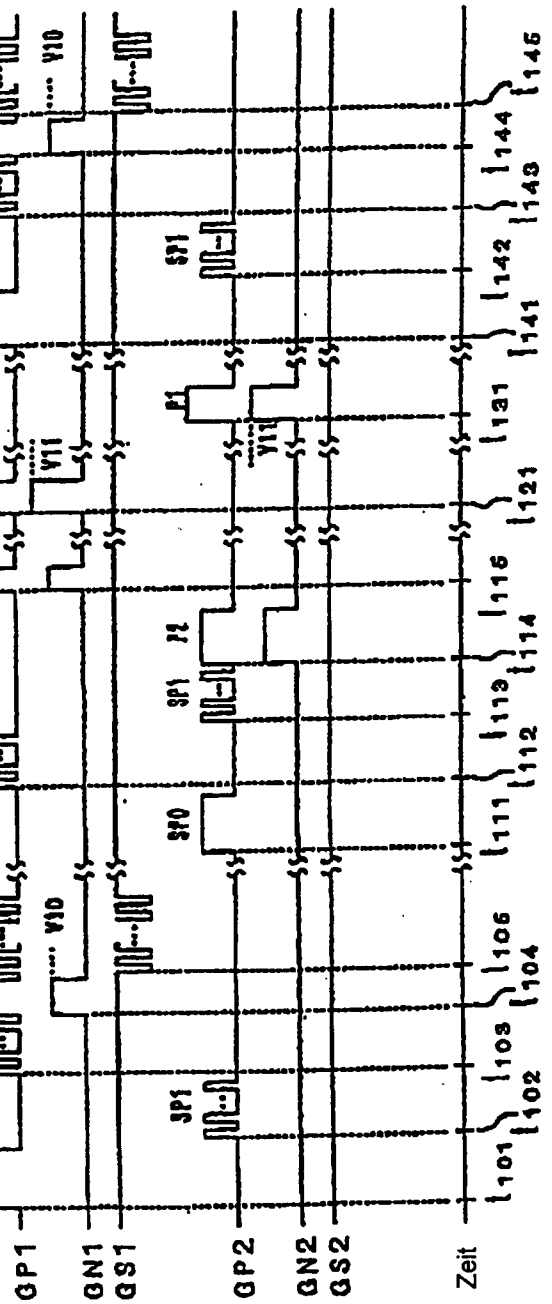

GP1
GN1
GS1
GP2
GN2
GS2
Zeit
SP0
SP1
P1
SP2
V10
V11
P2
101
102
103
104
106
111
112
113
114
116
121
131
141
142
143
144
145

FIG. 10

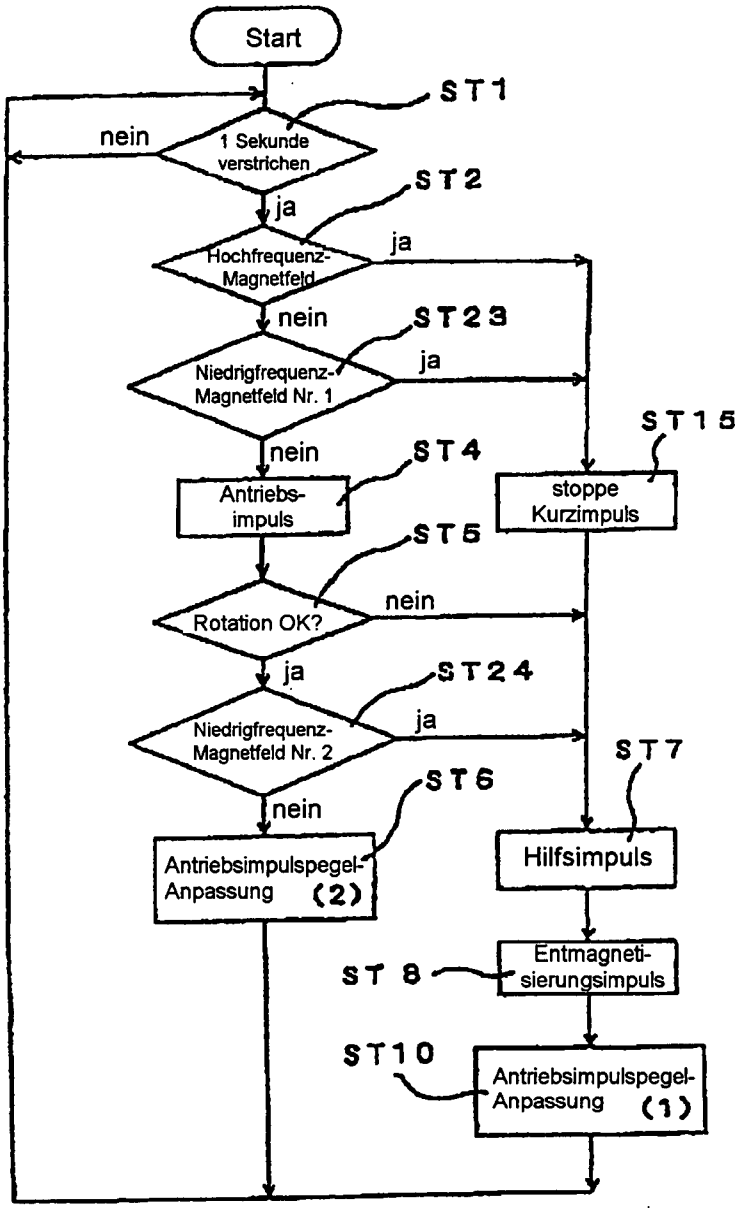

Start
ST1
1 Sekunde verstrichen
nein
ja
ST2
Hochfrequenz-Magnetfeld
ja
nein
ST23
Niedrigfrequenz-Magnetfeld Nr. 1
ja
nein
ST4
Antriebs-impuls
ST15
stoppe Kurzimpuls
ST5
Rotation OK?
nein
ja
ST24
Niedrigfrequenz-Magnetfeld Nr. 2
ja
nein
ST6
Antriebsimpulspegel-Anpassung (2)
ST7
Hilfsimpuls
ST 8
Entmagneti-sierungsimpuls
ST10
Antriebsimpulspegel-Anpassung (1)

FIG. 11

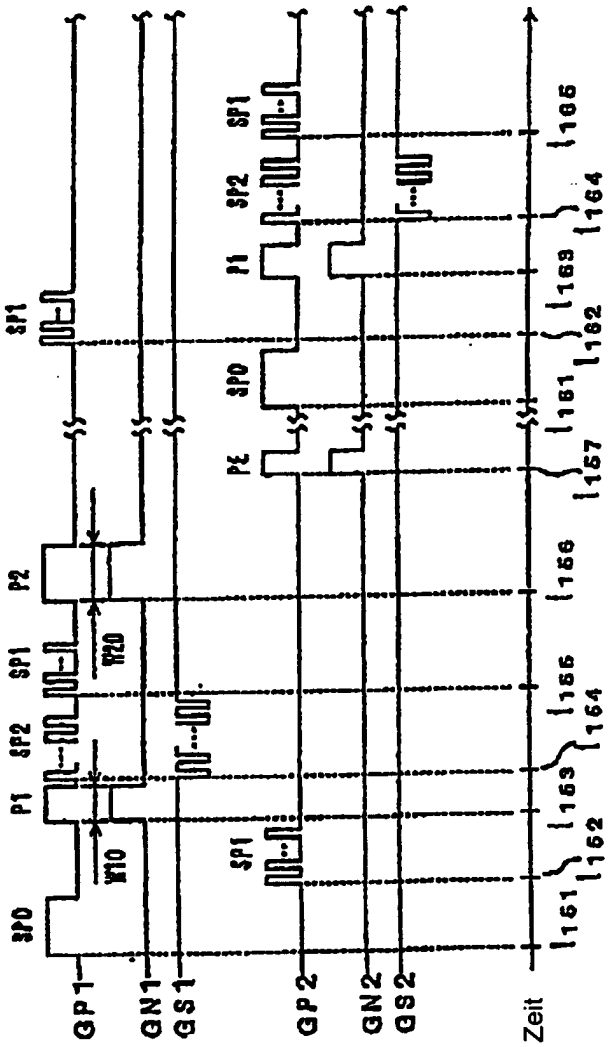

SP0
P1
SP2
SP1
W10
W20
P2
SP1
GP1
GN1
GS1
SP1
P2
SP0
P1
SP2
SP1
GP2
GN2
GS2
Zeit
161
162
163
164
165
166
156
157

FIG. 12

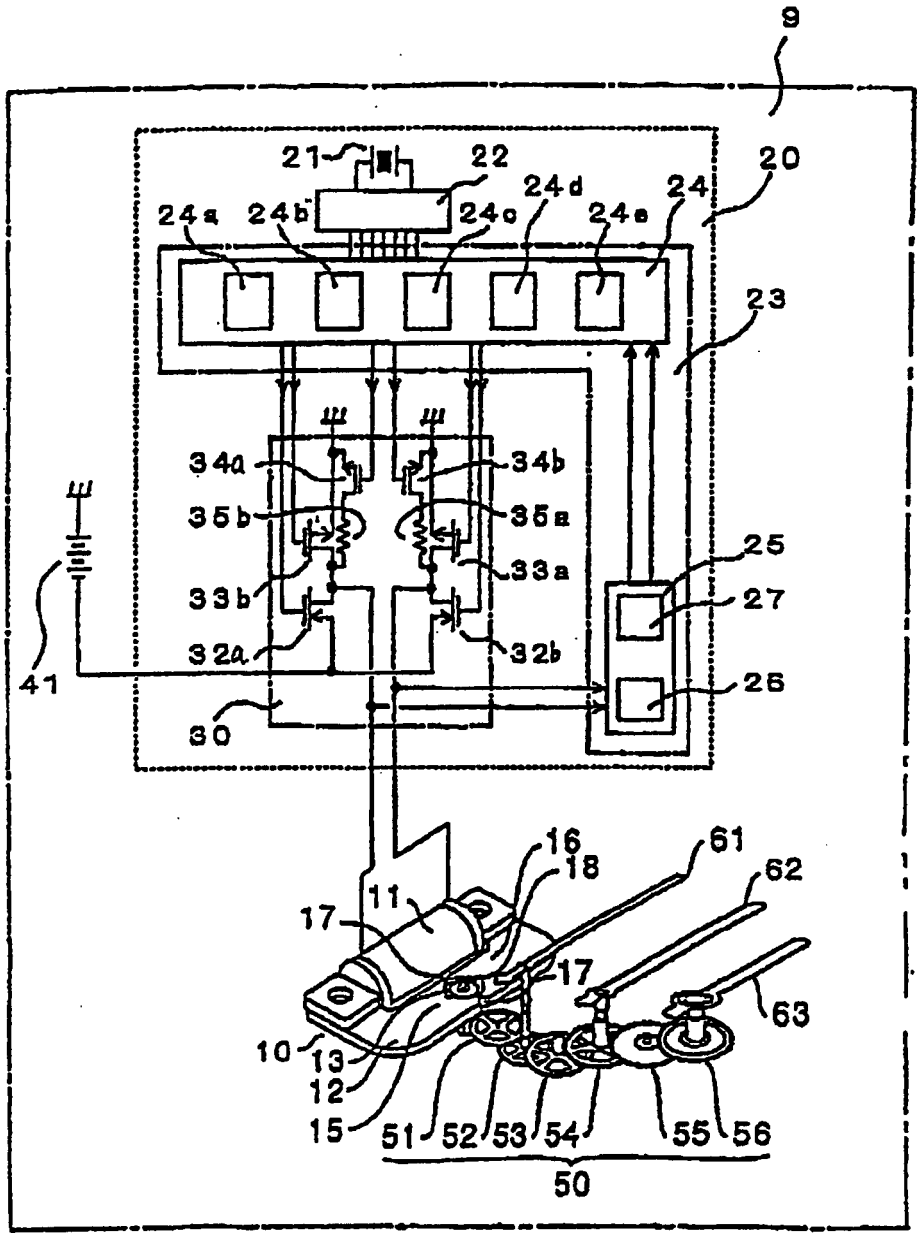

9
21
22
20
24d
24
24a
24b
24c
24e
23
34a
34b
35b
35a
25
33a
27
33b
32a
32b
41
26
30
16
61
18
62
17
11
17
63
10
13
12
15
51
52
53
54
55
56
50

FIG. 13

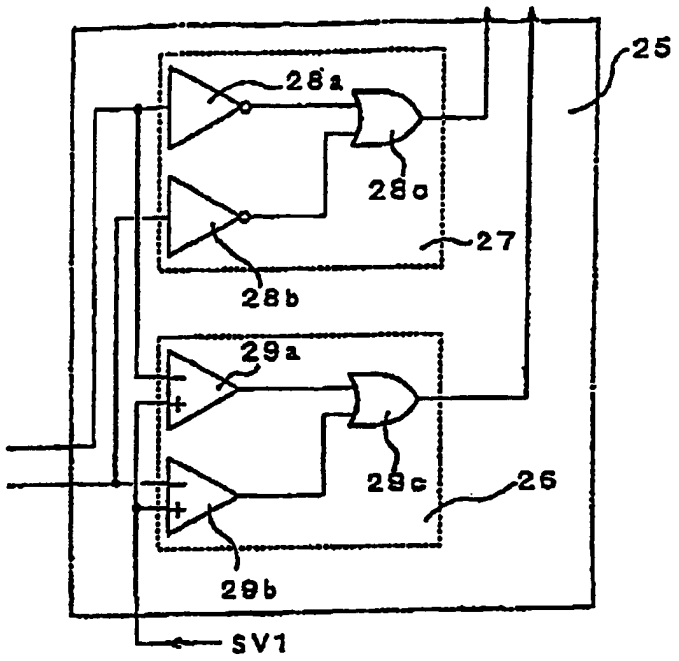

25
28a
28c
27
28b
29a
29c
26
29b
SV1

FIG. 14

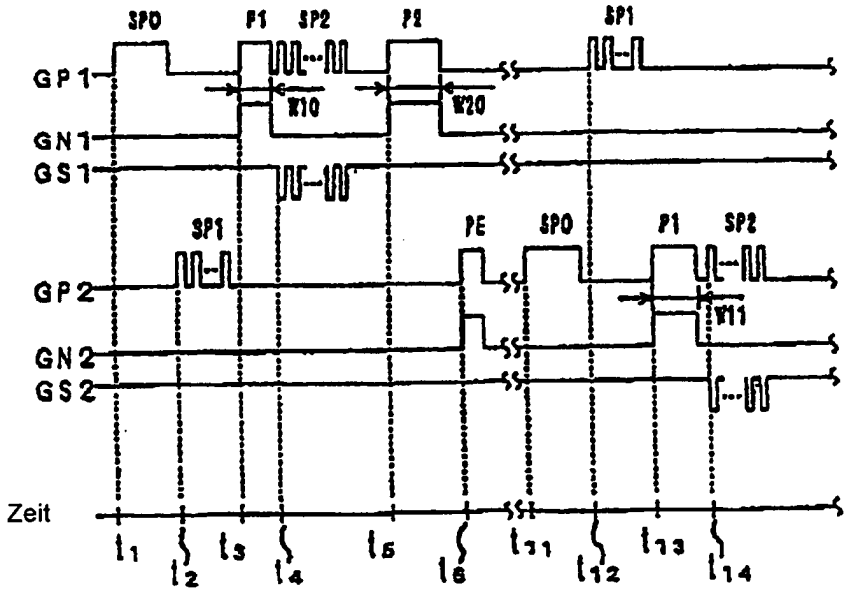
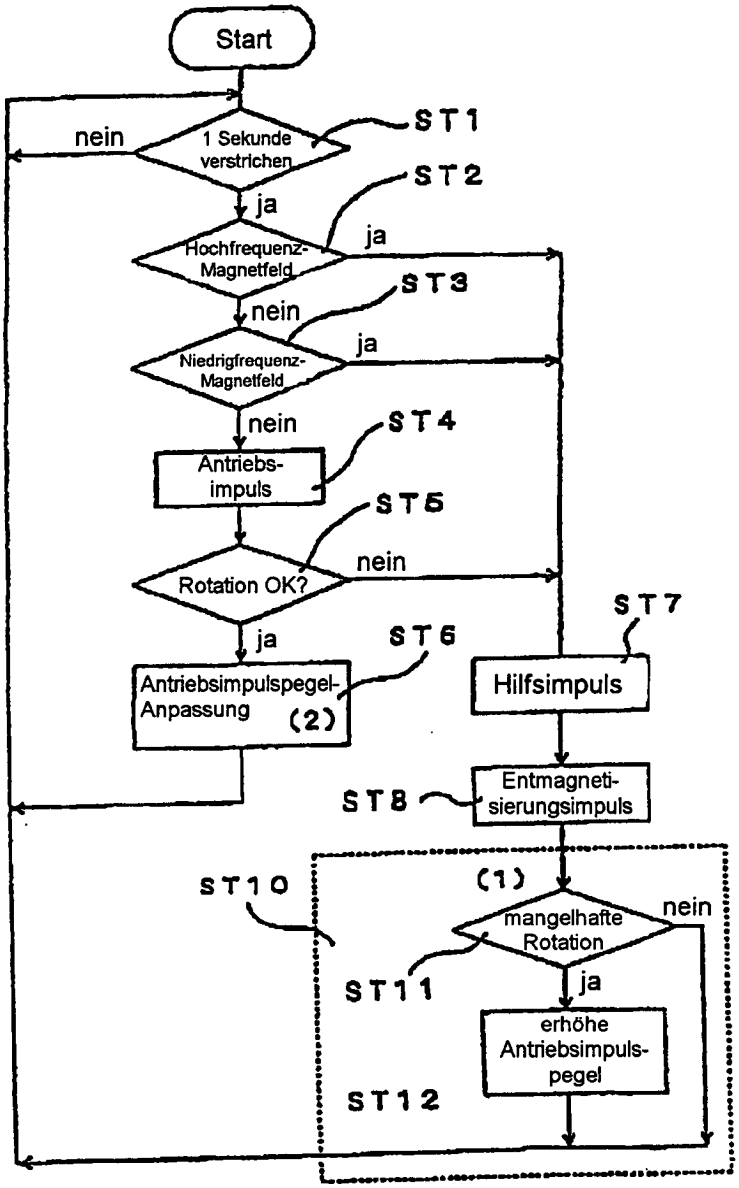

SPO
P1
SP2
PE
SP1
GP1
W10
W20
GN1
GS1
SP1
PE
SPO
P1
SP2
GP2
W11
GN2
GS2
Zeit
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t11
t12
t13
t14

FIG. 15


Start
1 Sekunde verstrichen
nein
ST1
ja
Hochfrequenz-Magnetfeld
ST2
ja
nein
Niedrigfrequenz-Magnetfeld
ST3
ja
nein
Antriebs-impuls
ST4
Rotation OK?
ST5
nein
ja
Antriebsimpulspegel-Anpassung (2)
ST6
Hilfsimpuls
ST7
Entmagneti-sierungsimpuls
ST8
(1)
mangelhafte Rotation
nein
ST10
ST11
ja
erhöhe Antriebsimpuls-pegel
ST12