



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2007 003 469 T5 2010.03.11**

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2008/136054**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2007 003 469.6**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2007/000449**
 (86) PCT-Anmeldetag: **24.04.2007**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.11.2008**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **11.03.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01D 5/245 (2006.01)**
G01D 5/244 (2006.01)

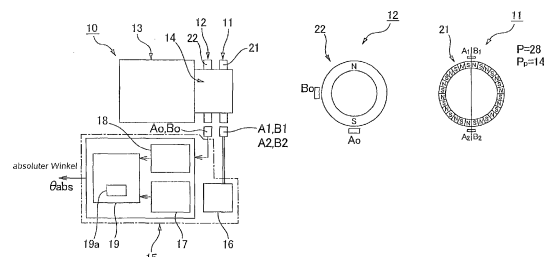
(71) Anmelder:
Harmonic Drive Systems Inc., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Miyashita, Kunio, Azumino, Nagano, JP;
Mitamura, Muneo, Azumino, Nagano, JP; Koyama,
Junji, Azumino, Nagano, JP

(74) Vertreter:
KSNH Patentanwälte Klunker & Kollegen, 80796
München

(54) Bezeichnung: **Magnetischer Geber und Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition**

(57) Hauptanspruch: Magnetischer Geber, dadurch gekennzeichnet, dass er aufweist:
 einen mehrpoligen Magneten, in dem N-Pole und S-Pole abwechselnd in gleichen Winkelabständen entlang einer Umfangsrichtung ausgebildet sind;
 ein erstes und ein zweites magnetisches Erfassungselement, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben;
 ein drittes und ein viertes magnetisches Erfassungselement, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben; und
 eine Signalverarbeitungsschaltung, wobei ein Signal, das die Rotationsposition der Rotationswelle, an welcher der mehrpolige Magnet koaxial befestigt ist, repräsentiert, auf der Basis eines Summensignals oder eines Differenzsignals der Ausgangssignale des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals oder eines Differenzsignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen magnetischen Geber (Encoder) zum Erfassen der absoluten Rotationsposition oder zum Erzeugen eines inkrementellen Signals im Zusammenhang mit der Rotation einer rotierenden Welle unter Benutzung eines mehrpoligen Magneten. Die vorliegende Erfindung bezieht sich insbesondere auf einen magnetischen Geber und ein Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition, das geeignet ist, die absolute Rotationsposition einer rotierenden Welle mit hoher Genauigkeit unter Benutzung eines mehrpoligen Magneten und eines zweipoligen Magneten zu erfassen.

Stand der Technik

[0002] Magnetische Geber werden benutzt, um die Rotationsposition der rotierenden Welle eines Servomotors o. Ä. zu erfassen. Solch ein magnetischer Geber ist z. B. in den Patentedokumenten 1 bis 3 offenbart. In dem Positionserfassungsgerät, das in Patentedokument 1 offenbart ist, ist ein Paar von Hallelementen in einem Winkelintervall von 90° so angeordnet, dass im Zusammenhang mit der Rotation eines bipolar magnetisierten Magnetings sinusförmige Signale mit einer Phasendifferenz von 90° erfasst werden. Der Fehlerbeitrag aufgrund von Turbulenzen o. Ä. wird durch die Benutzung der Differenz der Ausgangswerte der Hallelemente auf die Hälfte reduziert.

[0003] Der Sinus-Cosinus-Ausgabesensor, der in Patentedokument 2 offenbart ist, hat vier Hallelemente, die in gleichen Winkelabständen von 90° entlang des äußeren Umfangs eines bipolar magnetisierten Magnetings angeordnet sind, und die Erfassungsgenauigkeit der Rotationsposition wird basierend auf den Ausgangswerten der Hallelemente verbessert.

[0004] In der im Patentedokument 3 offenbarte Gebervorrichtung wird ein 12-Bit-Absolutwert-Ausgangswert mit einer Auflösung von 4096 (64×64) durch Benutzung eines zweipoligen magnetischen Gebers und eines 64-poligen magnetischen Gebers erhalten, um die Rotationsposition der rotierenden Welle mit hoher Genauigkeit zu erfassen. Bei diesem magnetischen Geber werden sechs obere Bits von dem zweipoligen magnetischen Geber erzeugt und sechs untere Bits werden von dem 64-poligen magnetischen Geber erzeugt.

Patentedokument 1: offen gelegte japanische Patentanmeldung S58-162813

Patentedokument 2: offen gelegte japanische Patentanmeldung Nr. 2001-050774

Patentedokument 3: offen gelegte japanische Gebrauchsmusteranmeldung Nr. H06-10813

[0005] Hierbei bewirken in einem magnetischen Geber, in dem ein magnetischer Ring benutzt wird, Schwankungen in der magnetischen Flussdichte, die durch eine Unwucht des magnetischen Rings erzeugt werden, dass die Genauigkeit des Erfassungswinkels reduziert wird. Auch bewirkt die Nichtgleichmäßigkeit der magnetischen Flussdichte jedes magnetischen Pols, dass die Genauigkeit des Erfassungswinkels in dem Fall, in dem ein mehrpoliger Magnetring benutzt wird, reduziert wird.

[0006] Das Folgende führt auch zu einer Reduktion der Genauigkeit des Erfassungswinkels, wenn ein bipolar magnetisierter Magnetring und ein mehrfach polarisierter Magnetring auf die Art wie in der im Patentedokument 3 offenbarte Gebervorrichtung, benutzt werden. Mit anderen Worten, es ist möglich, dass das Hallelement oder ein anderes magnetisches Erfassungselement zum Erfassen des magnetischen Flusses eines mehrfach polarisierten magnetischen Rings durch den magnetischen Fluss benachbart angeordneter, bipolar magnetisierter Ringe beeinflusst wird, der Fehleranteil des Erfassungssignals multipliziert und die Genauigkeit des Erfassungswinkels reduziert wird. In der im Patentedokument 3 offenbarten Gebervorrichtung muss die Genauigkeit des zweipoligen magnetischen Gebers äquivalent zu sechs Bits des 64-poligen magnetischen Gebers sein. Die Genauigkeit des zweipoligen magnetischen Gebers muss daher weiter erhöht werden, um einen Ausgangswert mit höherer Präzision zu erhalten und die Erhöhung der Präzision ist daher schwierig. Die Startpunkte des Ausgangssignals des zweipoligen magnetischen Gebers und des Ausgangssignals des 64-poligen magnetischen Gebers müssen aufeinander abgestimmt werden und das ist in sofern problematisch, als Zeit benötigt wird, um diese Einstellungen vorzunehmen.

Offenbarung der Erfindung

[0007] In Anbetracht des Obigen ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen magnetischen Geber bereitzustellen, der unter Benutzung eines mehrpoligen Magneten eine Winkelerfassung mit guter Genauigkeit durchführen kann.

[0008] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen magnetischen Geber bereitzustellen, der geeignet ist, unter Benutzung eines mehrpoligen Magneten und eines zweipoligen Magneten die absolute Rotationsposition mit guter Genauigkeit zu erfassen.

[0009] Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition bereitzustellen, das geeignet ist, unter Benutzung eines magnetischen Gebers, der mit einem mehrpoligen Magneten und einem zweipoligen Magneten ausgestattet ist, die ab-

solite Rotationsposition mit guter Genauigkeit zu erfassen.

[0010] Um die zuvor genannten Aufgaben zu lösen, ist der magnetische Geber der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass er aufweist: einen mehrpoligen Magneten, in dem entlang einer Umfangsrichtung in gleichen Winkelabständen abwechselnd N-Pole und S-Pole ausgebildet sind; erste und zweite Erfassungselemente, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben; dritte und vierte magnetische Erfassungselemente, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben; und eine Signalverarbeitungsschaltung, wobei ein Signal, das die Rotationsposition der Rotationswelle, an welcher der mehrpolige Magnet koaxial befestigt ist, repräsentiert, auf der Basis eines Summensignals oder eines Differenzsignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals oder eines Differenzsignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird, wobei die Anzahl der magnetischen Pole des mehrpoligen Magneten eine gerade Zahl größer oder gleich vier ist; das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Winkelpositionen angeordnet sind, die entlang einer Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind; das erste und das dritte magnetische Erfassungselement an den gleichen Winkelpositionen angeordnet sind oder durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind; und das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement in denselben Winkelpositionen angeordnet sind oder durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind.

[0011] Im magnetischen Geber der vorliegenden Erfindung sind das erste und das zweite magnetische Erfassungselement und das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet, die durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind. Die Verwendung eines solchen Aufbaus ermöglicht es, eine Verringerung der Erfassungsgenauigkeit der magnetischen Erfassungselemente aufgrund von Schwankungen der magnetischen Flussdichte, die durch eine Unwucht des mehrpoligen Magneten erzeugt werden, zu un-

terdrücken. Es ist auch möglich, eine Verringerung in der Erfassungsgenauigkeit der magnetischen Erfassungselemente aufgrund turbulenzinduzierter Schwankungen der magnetischen Flussdichte zu verringern. Daher ist es möglich, einen magnetischen Geber zu erhalten, der in der Lage ist, die Rotationsposition einer Rotationswelle unter Benutzung eines mehrpoligen Magneten mit hoher Genauigkeit zu erfassen.

[0012] In dem Fall, in dem die Anzahl P_p ($= P/2$) der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine gerade Zahl ist, können das dritte und das vierte Erfassungselement in Positionen angeordnet sein, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von im Wesentlichen 180° getrennt sind. In diesem Fall sind das erste und das dritte Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben ein gleichphasiges sinusförmiges Signal aus. Ähnlich sind das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben ein gleichphasiges sinusförmiges Signal aus. Daher kann in der Signalverarbeitungsschaltung der Fehleranteil, der durch Unwucht o. Ä. des mehrpoligen Magneten erzeugt wird, durch Benutzen eines Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements beseitigt werden.

[0013] In dem Fall, in dem die Anzahl P_p ($= P/2$) der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist, können das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sein, die um $360^\circ/P$ im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn von einer Position, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt ist, versetzt sind, angeordnet sein. Mit solch einem Aufbau sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben ein gleichphasiges sinusförmiges Signal aus. Ähnlich sind das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben ein gleichförmiges sinusförmiges Signal aus. Daher kann in der Signalverarbeitungsschaltung der Fehleranteil, der durch eine Unwucht o. Ä. des mehrpoligen Magneten erzeugt wird, durch Benutzen eines Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungse-

lements und eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements beseitigt werden.

[0014] In dem Fall, in dem die Anzahl $P_p (= P/2)$ der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist, können dritte und vierte magnetische Erfassungselemente in Winkelpositionen angeordnet sein, die durch einen mechanischen Winkel von im Wesentlichen 180° entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement getrennt sind. In diesem Fall sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement in Winkelpositionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind, und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. Ähnlich sind das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement in Winkelpositionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind, und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. Daher kann in der Signalverarbeitungsschaltung die Fehlerkomponente, die durch eine Unwucht o. Ä. erzeugt wird, durch Verwendung eines Differenzsignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Differenzsignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements beseitigt werden.

[0015] Weiter ist der magnetische Geber der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass er aufweist:

eine mehrpolige magnetische Erfassungseinheit, die einen mehrpoligen Magneten aufweist, der N-Pole und S-Pole hat, die entlang einer Umfangsrichtung abwechselnd in gleichen Winkelabständen angeordnet sind, ein erstes und ein zweites magnetisches Erfassungselement, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben, und ein drittes und ein viertes magnetisches Erfassungselement, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben;

eine zweipolige magnetische Erfassungseinheit, die mit einem zweipoligen Magneten, der entlang einer Umfangsrichtung in gleichen Winkelabständen bipolar magnetisiert ist, und einem Paar magnetischer Erfassungselemente zum Ausgeben eines sinusförmigen Signals mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° im Zusammenhang mit der Rotation des zweipoligen Magneten ausgestattet ist; und einer Signalverarbeitungsschaltung, wobei ein Sig-

nal, das eine Absolutposition eines mechanischen Winkels θ_{abs} innerhalb einer Rotation der Rotationswelle, an welcher der zweipolige Magnet und der mehrpolige Magnet koaxial befestigt sind, auf der Basis der Ausgangssignale des ersten bis vierten magnetischen Erfassungselements und der Ausgangssignale des Paares der magnetischen Erfassungselemente erzeugt wird, wobei

die Anzahl der Pole P des mehrpoligen Magneten eine gerade Zahl größer oder gleich vier ist; das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement in Positionen angeordnet sind, die entlang einer Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind; das erste und das dritte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen oder in Winkelpositionen, die um 180° getrennt sind, angeordnet sind; und das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen oder an Winkelpositionen, die um 180° getrennt sind, angeordnet sind.

[0016] Bei diesem Aufbau können, wenn die Anzahl $P_p (= P/2)$ der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine gerade Zahl ist, das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sein, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von genau 180° getrennt sind. In diesem Fall sind das erste und das zweite magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus. Ähnlich sind auch das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus. In der Signalverarbeitungsschaltung wird ein Summensignal des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements ebenso wie ein Summensignal des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements benutzt. Auf der Basis dieser Signale wird ein Signal erzeugt, das eine Absolutposition θ_{elr} innerhalb $1/P_p$ einer Rotation der Rotationswelle repräsentiert.

[0017] Daher kann der Fehleranteil der Ausgangssignale, der auf einer Unwucht des mehrpoligen Magneten beruht, durch Kombinieren der Ausgangssignale der magnetischen Erfassungselemente, die an Positionen angeordnet sind, die durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt sind, beseitigt werden. Ebenso kann der Fehleranteil des Ausgangssig-

nals, der auf dem magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten beruht, durch Kombinieren der phasengleichen sinusförmigen Signale beseitigt werden. Dementsprechend kann die absolute Position θ_{el} der rotierenden Welle mit guter Genauigkeit erfasst werden.

[0018] Wenn dagegen die Anzahl P_p ($= P/2$) der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist, sind das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet, die um $360^\circ/P$ im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn von einer Position versetzt sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt ist. Auf diese Weise sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus. Ähnlich sind das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus. In der Signalverarbeitungsschaltung wird auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements ein Signal erzeugt, das eine absolute Position θ_{el} innerhalb $1/P_p$ einer Rotation der Rotationswelle repräsentiert.

[0019] In diesem Fall kann der Fehleranteil des Ausgangssignals, der auf der Unwucht des mehrpoligen Magneten beruht, durch Kombinieren des Ausgangssignals der magnetischen Erfassungselemente, die in Winkelpositionen angeordnet sind, die durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt sind, beseitigt werden. Ebenso kann der Fehleranteil des Ausgangssignals, der auf dem magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten beruht, durch Kombinieren der gleichphasigen sinusförmigen Signale beseitigt werden. Dementsprechend kann die absolute Position θ_{el} der rotierenden Welle mit guter Genauigkeit erfasst werden.

[0020] Hierbei können, in dem Fall, in dem die Anzahl P_p ($= P/2$) der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist, wenn der Effekt des magnetischen Flusses von dem zweipoligen Magneten klein ist, z. B. wenn der zweipolige Magnet in einem Abstand von dem mehrpoligen Magneten angeordnet ist, oder wenn die beiden Magneten magnetisch voneinander abgeschirmt sind, das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sein, die entlang der Um-

fangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von genau 180° getrennt sind.

[0021] In diesem Fall sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. Ähnlich sind das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. In der Signalverarbeitungsschaltung wird auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements ein Signal erzeugt, das eine absolute Position θ_{el} innerhalb $1/P_p$ einer Rotation der Rotationswelle repräsentiert.

[0022] Da gegenphasige sinusförmige Signale kombiniert werden, kann der Fehleranteil des Ausgangssignals, der auf dem magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten beruht, nicht beseitigt werden, aber da die Ausgangssignale der magnetischen Erfassungselemente in Winkelpositionen angeordnet sind, die durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt sind, kann der Fehleranteil des Ausgangssignals, der auf einer Unwucht des mehrpoligen Magneten beruht, beseitigt werden. Solch eine Konfiguration kann benutzt werden, wenn der magnetische Fluss des zweipoligen Magneten einen kleinen Fehleranteil erzeugt, der in den Ausgangssignalen des ersten bis vierten magnetischen Erfassungselements auf Seiten des mehrpoligen Magneten auftritt.

[0023] Weiterhin stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition zum Erfassen einer mechanischen Winkelposition θ_{abs} innerhalb einer Rotation einer rotierenden Welle unter Benutzung eines magnetischen Gebers, der den zuvor beschriebenen Aufbau mit einem mehrpoligen Magneten und einem zweipoligen Magneten hat, bereit, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass vor einem Betrieb zum Erfassen der Rotationsposition der rotierenden Welle bewirkt wird, dass die rotierende Welle rotiert, der Absolutwert θ_{el} , der von der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten wird, gemessen und dem Absolutwert θ_t , der von der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten wird, zugeordnet wird, und die temporäre Polpaarnummer N_x des mehrpoligen Magneten den Absolutwerten θ_t , die von der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten werden, zugeord-

net wird;
 wobei, wenn die Erfassung der Rotationsposition der rotierenden Welle gestartet wird,
 der Absolutwert θ_{ti} der rotierenden Welle gemäß der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit gemessen wird,
 der Absolutwert θ_{elr} der rotierenden Welle gemäß der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit gemessen wird;
 die temporäre Polpaarnummer N_x , die dem Absolutwert θ_{ti} zugeordnet ist, korrigiert wird, und die Polpaarnummer N_r auf der Basis des Absolutwertes θ_{elt} , der dem gemessenen Absolutwert θ_{ti} zugeordnet ist, und auf der Basis des gemessenen Absolutwertes θ_{elr} berechnet wird; und
 eine mechanische Winkelabsolutposition θ_{abs} innerhalb einer Rotation der rotierenden Welle gemäß der folgenden Formel unter Benutzung eines mechanischen Winkels θ_{elp} ($= 360^\circ/P_p$), der einem elektrischen Winkel einer Periode eines Ausgangssignals der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit entspricht, berechnet wird:

$$\theta_{abs} = (N_r \times \theta_{elp} + \theta_{elr})/P_p.$$

[0024] Eine genaue Polpaarnummer N_r kann wie folgt aus der temporären Polpaarnummer N_{xi} bestimmt werden, wenn die Genauigkeit oder Winkelreproduzierbarkeit X des zweipoligen Absolutwertmessgebers die folgende Gleichung erfüllt, wobei R_t eine Auflösung des zweipoligen Absolutwertmessgebers ist:

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/2) - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p.$$

[0025] Insbesondere wenn $\theta_{elt} \geq \theta_{elp}/2$ ist, wird die korrigierte Polpaarnummer N_r auf N_x gesetzt, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} - \theta_{elp}/2)$ ist, und die korrigierte Polpaarnummer N_r wird auf $N_x + 1$ gesetzt, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} - \theta_{elp}/2)$ ist.

[0026] Umgekehrt wird, wenn $\theta_{elt} < \theta_{elp}/2$ ist, die korrigierte Polpaarnummer N_r auf N_x gesetzt, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} + \theta_{elp}/2)$ ist, und die korrigierte Polpaarnummer N_r wird auf $N_x - 1$ gesetzt, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} + \theta_{elp}/2)$ ist.

[0027] Die Winkelreproduzierbarkeit X des zweipoligen Absolutwertmessgebers kann so eingestellt werden, dass sie die folgende Gleichung erfüllt, wobei R_{tmin} der Minimalwert der Auflösung des zweipoligen Absolutwertmessgebers für jedes der magnetischen Polpaare des mehrpoligen Absolutwertmessgebers ist:

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/2) - (\theta_{elp}/R_{tmin}))/P_p.$$

[0028] Im Allgemeinen kann eine genaue Polpaarnummer N_r aus der temporären Polpaarnummer N_{xi} wie folgt bestimmt werden, wenn die Genauigkeit

oder Winkelreproduzierbarkeit X des zweipoligen Absolutwertmessgebers die folgende Gleichung erfüllt, wobei M eine ganze Zahl größer oder gleich zwei ist:

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/M) - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p.$$

[0029] Wenn $\theta_{elt} \geq \theta_{elp}/M$ ist, wird die korrigierte Polpaarnummer N_r auf N_x gesetzt, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} - \theta_{elp}/M)$ ist, und die korrigierte Polpaarnummer N_r wird auf $N_x + 1$ gesetzt, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} - \theta_{elp}/M)$ ist.

[0030] Wenn $\theta_{elt} < \theta_{elp}/2$ ist, wird die korrigierte Polpaarnummer N_r auf N_x gesetzt, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} + \theta_{elp}/M)$ ist, und die korrigierte Polpaarnummer N_r wird auf $N_x - 1$ gesetzt, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} + \theta_{elp}/M)$ ist.

[0031] Die Winkelreproduzierbarkeit X des zweipoligen Absolutwertmessgebers kann so eingestellt werden, dass sie die folgende Gleichung erfüllt, wobei R_{tmin} der Minimalwert der Auflösungen des zweipoligen Absolutwertmessgebers für jedes der Polpaare des mehrpoligen Absolutwertmessgebers ist:

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/M) - (\theta_{elp}/R_{tmin}))/P_p.$$

[0032] Gemäß der erfindungsgemäßen Methode zum Erfassen einer absoluten Rotationsposition wird die Auflösung zum Erfassen der absoluten Position der rotierenden Welle durch $P_p \times R_m$ vorgegeben, wobei R_m die Auflösung des mehrpoligen Absolutwertmessgebers ist. Die Erfassungsgenauigkeit hängt nur von der Auflösung des mehrpoligen Absolutwertmessgebers ab. Die Auflösung und Genauigkeit des zweipoligen Absolutwertmessgebers stehen nicht in Beziehung zu der Auflösung und Genauigkeit der Erfassung der Absolutposition und werden nur benutzt, um die Polpaarnummer zu erhalten. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann daher ein magnetischer Absolutwertmessgeber mit hoher Auflösung verwirklicht werden, ohne die Auflösung und Genauigkeit des zweipoligen Absolutwertmessgebers zu erhöhen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0033] [Fig. 1](#) ist ein schematisches Blockdiagramm, welches den magnetischen Geber des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0034] [Fig. 2](#) ist eine beschreibende Ansicht und ein Signal-Schaltbild der magnetischen Erfassungseinheit aus [Fig. 1](#);

[0035] [Fig. 3](#) ist ein schematisches Blockdiagramm, das den magnetischen Geber des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt, eine beschreibende Ansicht, welche die zweipolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers zeigt, und eine beschreibende Ansicht, welche die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit des

magnetischen Gebers zeigt;

[0036] [Fig. 4](#) ist eine beschreibende Ansicht und ein Signal-Schaltbild der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit aus [Fig. 3](#);

[0037] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht, welche die A-Phasensignalwellenform und die B-Phasensignalwellenform zeigt, die der Signalverarbeitungsschaltung aus [Fig. 3](#) präsentiert wird, und welche den vom magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten erzeugten Fehleranteil zeigt;

[0038] [Fig. 6](#) ist eine Signalwellenform, welche die Ausgangswellenformen der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit und der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit aus [Fig. 3](#) zeigt, und eine beschreibende Ansicht, welche den Zustand zeigt, in dem ein Bereich der Signalwellenform in Richtung der Zeitachse verlängert worden ist;

[0039] [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm, das den Ablauf zum Berechnen der Absolutposition des mechanischen Winkels zeigt;

[0040] [Fig. 8](#) ist eine beschreibende Ansicht, welche das den Bearbeitungsvorgang vom Schritt ST13 zum Schritt ST19 aus [Fig. 7](#) zeigt;

[0041] [Fig. 9](#) ist eine beschreibende Ansicht, welche den Bearbeitungsvorgang vom Schritt ST13 bis zum Schritt ST21 aus [Fig. 7](#) zeigt;

[0042] [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm, das den Ablauf zum Berechnen der Absolutposition des mechanischen Winkels zeigt;

[0043] [Fig. 11](#) ist eine schematische Blockansicht, die den magnetischen Geber eines dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt, eine beschreibende Ansicht, welche die zweipolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers und die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers zeigt;

[0044] [Fig. 12](#) ist eine beschreibende Ansicht und ein Signal-Schaltbild der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit aus [Fig. 11](#);

[0045] [Fig. 13](#) ist eine Ansicht, welche die A-Phasensignalwellenform und die B-Phasensignalwellenform, die der Signalverarbeitungsschaltung aus [Fig. 11](#) präsentiert werden, zeigt und die den Fehleranteil, der vom magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten erzeugt wird, zeigt;

[0046] [Fig. 14](#) ist eine schematische Blockansicht, die den magnetischen Geber eines vierten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt, eine beschreibende Ansicht, welche die zweipolige mag-

netische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers und die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers zeigt;

[0047] [Fig. 15](#) ist eine beschreibende Ansicht und ein Signal-Schaltbild der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit aus [Fig. 14](#);

[0048] [Fig. 16](#) ist eine schematische Blockansicht, die den magnetischen Geber eines Vergleichsbeispiels zeigt, eine beschreibende Ansicht, welche die zweipolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers und die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers zeigt;

[0049] [Fig. 17](#) ist eine beschreibende Ansicht einer mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit in dem Vergleichsbeispiel, ein Signalwellenformdiagramm, welches die A-Phasensignalwellenform und die B-Phasensignalwellenform, die der Signalverarbeitungsschaltung präsentiert werden, zeigt, und ein Diagramm, welches den Fehleranteil, der von dem magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten erzeugt wird, zeigt; und

[0050] [Fig. 18](#) ist eine beschreibende Ansicht der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit im Vergleichsbeispiel, ein Signalwellenformdiagramm, welches die A-Phasensignalwellenform und die B-Phasensignalwellenform, die der Signalverarbeitungsschaltung präsentiert werden, zeigt, und ein Diagramm, welches den Fehleranteil zeigt, der vom magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten verursacht wird.

Bestes Ausführungsbeispiel der Erfindung

[0051] Ausführungsbeispiele eines magnetischen Gebers, in denen die vorliegende Erfindung benutzt wird, werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0052] [Fig. 1](#) ist ein schematisches Blockdiagramm, das einen magnetischen Geber zeigt, der mit einem mehrpoligen Magneten ausgestattet ist, in dem die vorliegende Erfindung benutzt worden ist. Der magnetische Geber **1** hat einen mehrpoligen Magneten **2**, bei dem N-Pole und S-Pole abwechselnd in gleich großen Winkelabständen entlang der Umfangsrichtung angeordnet sind, ein erstes und ein zweites magnetisches Erfassungselement A1, B1, die benachbart entlang der umlaufenden bzw. kreisförmigen äußeren Umfangsfläche **2a** des mehrpoligen Magneten **2** angeordnet sind, ein drittes und ein viertes magnetisches Erfassungselement A2, B2, die benachbart entlang der umlaufenden bzw. kreisförmigen äußeren Umfangsfläche **2a** des mehrpoligen Magneten **2** angeordnet sind, und eine Signalverarbeitungsschal-

tung **5** zum Erzeugen von Signalen, welche die Rotationsposition einer rotierenden Welle eines Aufbaus, in dem eine Erfassung vorzunehmen ist, z. B. einer rotierenden Welle **4** eines Servomotors **3**, repräsentieren, wobei die Signale auf der Basis des ersten bis vierten magnetischen Erfassungselements A1 bis B2 erzeugt werden.

[0053] Die Fig. 2(a) und (b) sind beschreibende Ansichten und ein Ausgangssignal-Schaltbild, welche die magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers **1** zeigen. Der mehrpolige Magnet **2** des vorliegenden Beispiels hat N-Pole und S-Pole, die in Umfangsrichtung alternierend in gleich großen Winkelabständen so ausgebildet sind, dass die Anzahl P der magnetischen Pole gleich 28 ist. Das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 sind benachbart so angeordnet, dass sie durch einen elektrischen Winkel von 90° getrennt sind und im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten **2** sinusförmige Signale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgegeben werden. Mit anderen Worten, das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 sind benachbart so angeordnet, dass der Abstand zwischen den Elementen in Umfangsrichtung gleich der Hälfte des Abstands der Breite der magnetischen Pole ist. Ähnlich sind das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 benachbart angeordnet, so dass sie durch einen elektrischen Winkel von 90° getrennt sind und sinusförmige Signale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgegeben werden.

[0054] Das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 und das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 sind an Winkelpositionen angeordnet, die durch einen mechanischen Winkel von 180° entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten **2** getrennt sind. Das erste und das dritte magnetische Erfassungselement A1, A2 sind an der gleichen elektrischen Winkelposition angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus, da die Anzahl der Pole P des mehrpoligen Magneten **2** gleich 28 ist, was zu einer geraden Anzahl von 14 magnetischen Polpaaren P_p führt. Auch das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement B1, B2 sind an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben phasengleiche sinusförmige Signale aus.

[0055] Die Signalverarbeitungsschaltung **5** ist mit einer Signalkombinationsschaltung **6** versehen, die, wie in Fig. 2(b) gezeigt, verdrahtet ist. Ein Summensignal A+ des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements A1 und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements A2 und ein invertiertes Signal A- des Summensignals A+ werden in der Signalkombinationsschaltung **6** erhalten. Ebenso werden ein Summensignal B+ des

Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements B1 und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements B2 und ein invertiertes Signal B- des Summensignals B+ erhalten. Auf der Basis dieser Signale werden Signale, welche die Rotationsposition der rotierenden Welle repräsentieren, erzeugt und durch die Signalverarbeitungsschaltung **5** ausgegeben.

[0056] Das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 und das dritte und vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 sind im magnetischen Geber **1** des vorliegenden Ausführungsbeispiels an Winkelpositionen angeordnet, die durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt sind. Die Benutzung einer solchen Anordnung ermöglicht es, eine Reduzierung der Erfassungsgenauigkeit der magnetischen Erfassungselemente A1 bis B2 aufgrund von Fluktuationen der magnetischen Flussdichte, die durch eine Unwucht des mehrpoligen Magneten **2** verursacht wird, zu unterdrücken. Es ist auch möglich, eine Reduzierung der Erfassungsgenauigkeit der magnetischen Erfassungselemente A1 bis B2, die von turbulenzinduzierten Schwankungen der magnetischen Flussdichte verursacht wird, zu unterdrücken. Es ist daher möglich, einen magnetischen Geber zu erhalten, der in der Lage ist, unter Benutzung eines zweipoligen Magneten **2** die Rotationsposition einer rotierenden Welle **4** mit guter Genauigkeit zu erfassen.

[0057] Hierbei können in dem Fall, dass die Anzahl $P_p (= P/2)$ der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten **2** eine ungerade Zahl ist, das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 an Positionen angeordnet sein, die um $\delta (= 360^\circ/P)$ im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn von einer Position versetzt sind, die entlang einer Umfangsrichtung des zweipoligen Magneten **2** in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt ist.

[0058] Wenn z. B. die Anzahl P der magnetischen Pole des mehrpoligen Magneten **2A** gleich 26 ist und die Anzahl der magnetischen Polpaare P_p gleich 13 ist, können die Positionen um einen mechanischen Winkel $\delta = 360^\circ/26$ von der 180° -Position versetzt sein, wie in Fig. 2(c) gezeigt. Bei solch einem Aufbau sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement A1, A2 an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben ein phasengleiches sinusförmiges Signal aus. Ähnlich sind auch das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement B1, B2 an gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben ein phasengleiches sinusförmiges Signal aus. Daher werden das Summensignal A+ des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements A1 und des Ausgangssignals der dritten magnetischen Erfassungse-

lements A2 und das Summensignal des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements B1 und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements B2 in der Signalkombinationsschaltung **6** erhalten, wie in **Fig. 2(d)** gezeigt, wodurch der Fehleranteil, der durch die Unwucht des mehrpoligen Magneten **2A** erzeugt wird, und der Fehleranteil, der durch die Schwankung des magnetischen Flusses erzeugt wird, beseitigt werden können.

[0059] Auch können, wenn die Anzahl P_p ($= P/2$) der Paare magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten **2A** eine ungerade Zahl ist, das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 und das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 an Winkelpositionen angeordnet sein, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten **2** durch einen mechanischen Winkel von genau 180° getrennt sind. **Fig. 2(e)** zeigt den Fall, in dem die Anzahl P der magnetischen Pole **26** und die Anzahl P_p der Paare magnetischer Pole **13** ist. In diesem Fall sind die magnetischen Erfassungselemente A1, A2 in Winkelpositionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind, und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. Ähnlich sind das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement B1, B2 in Winkelpositionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind, und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. Daher sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement A1, A2 parallel miteinander verbunden und das Differenzsignal $A+$ der Ausgangssignale und ein invertiertes Signal $A-$ des Differenzsignals $A+$ werden in der Signalkombinationsschaltung **6A** erhalten, wie in **Fig. 2(f)** gezeigt. Auf ähnliche Weise werden auch ein Differenzsignal $B+$ des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements B1 und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements B2 und ein invertiertes Signal $B-$ des Differenzsignals $B+$ erhalten. Der Fehleranteil aufgrund von Unwucht der rotierenden Welle kann auf der Basis einer Kombination dieser Signale beseitigt werden.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0060] Als nächstes sind die **Fig. 3(a)** bis **3(c)** ein schematisches Blockdiagramm, das den magnetischen Geber des zweiten Ausführungsbeispiels zeigen, in dem die vorliegende Erfindung benutzt wird, eine beschreibende Ansicht, welche die zweipolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers zeigt, und eine beschreibende Ansicht, welche die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit des magnetischen Gebers zeigt.

[0061] Der magnetische Geber **10** hat eine mehrpolige magnetische Erfassungseinheit **11**, eine zweipolige magnetische Erfassungseinheit **12** und eine Sig-

nalverarbeitungsschaltung **15** zum Erzeugen von Signalen, welche die mechanische Absolutposition θ_{abs} innerhalb einer Rotation einer rotierenden Welle eines Aufbaus, in dem eine Erfassung durchgeführt wird, wie z. B. einer rotierenden Welle **14** eines Servomotors **13**, repräsentieren, wobei die Signale auf Basis der Signale erzeugt werden, die von den Erfassungseinheiten **11**, **12** erhalten werden.

[0062] Die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit **11** hat einen mehrpoligen Magneten **21**, bei dem entlang der Umfangsrichtung abwechselnd in gleich großen Winkelabständen N-Pole und S-Pole angeordnet sind, ein erstes und ein zweites magnetisches Erfassungselement A1, B1, die benachbart so angeordnet sind, dass im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten **21** sinusförmige Ausgangssignale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgegeben werden, und ein drittes und ein viertes magnetisches Erfassungselement A2, B2, die benachbart so angeordnet sind, dass im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten **21** sinusförmige Signale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgegeben werden. Die zweipolige magnetische Erfassungseinheit **12** hat einen zweipoligen Magneten **22**, der entlang einer Umfangsrichtung in gleichgroßen Winkelabständen bipolar magnetisiert ist, und ein Paar magnetischer Erfassungselemente A_0 , B_0 zum Ausgeben sinusförmiger Signale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° im Zusammenhang mit der Rotation des zweipoligen Magneten **22**. Der mehrpolige Magnet **21** und der zweipolige Magnet **22** sind coaxial an der rotierenden Welle **14** befestigt und werden integral mit der rotierenden Welle rotiert.

[0063] **Fig. 4(a)** und **4(b)** sind eine beschreibende Ansicht und ein Ausgangssignal-Schaltbild der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11**. Die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit **11** hat denselben Aufbau wie die magnetische Erfassungseinheit, die in den **Fig. 1**, **2(a)** und **2(b)** gezeigt ist. Mit anderen Worten, der mehrpolige Magnet **21** hat N-Pole und S-Pole, die abwechselnd in gleichgroßen Winkelabständen entlang der Umfangsrichtung ausgebildet sind, so dass die Anzahl P magnetischer Pole gleich 28 ist. Das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 sind benachbart so angeordnet, dass sie durch einen elektrischen Winkel von 90° getrennt sind und im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten **21** sinusförmige Signale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben. Mit anderen Worten, das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 sind benachbart so angeordnet, dass der Abstand zwischen diesen Elementen in Umfangsrichtung gleich der Hälfte des Abstands der Breite der magnetischen Pole ist. Ähnlich sind das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 benachbart so angeordnet, dass sie durch einen

elektrischen Winkel von 90° getrennt sind und sinusförmige Signale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben. Ähnlich sind auch das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 benachbart so angeordnet, dass sie durch einen elektrischen Winkel von 90° getrennt sind und sinusförmige Signale mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben.

[0064] Das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 und das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 sind an Winkelpositionen angeordnet, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten **21** durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt sind. Das erste und das dritte magnetische Erfassungselement A1, A2 sind in denselben elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus, da die Anzahl der Pole P des mehrpoligen Magneten **21** gleich 28 ist, was zu einer geraden Anzahl von 14 magnetischen Polpaaren Pp führt. Das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement B1, B2 sind auch an den gleichen elektrischen Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus.

[0065] Die Signalverarbeitungsschaltung **15** ist mit einer Signalkombinationsschaltung **16** ausgestattet, die wie in **Fig. 4(b)** gezeigt verdrahtet ist. Ein Summensignal A+ des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements A1 und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements A2 und ein invertiertes Signal A- des Summensignals A+ werden in der Signalkombinationsschaltung **16** erhalten. Auch erhalten werden ein Summensignal B+ des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements B1 und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements B2 und ein invertiertes Signal B- des Summensignals B+.

[0066] Das erste und das zweite magnetische Erfassungselement A1, B1 und das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A2, B2 sind in dem magnetischen Geber **10** des vorliegenden Ausführungsbeispiels an Winkelpositionen angeordnet, die durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt sind. Die Benutzung eines solchen Aufbaus ermöglicht es, eine Reduzierung der Erfassungsgenauigkeit der magnetischen Erfassungselemente A1 bis B2 durch Fluktuationen in der magnetischen Flussdichte, die von einer Unwucht des mehrpoligen Magneten **21** erzeugt werden, zu unterdrücken.

[0067] Kombinieren der phasengleichen sinusförmigen Signale macht es auch möglich, den Fehleranteil der Ausgangssignale der magnetischen Erfassungselemente A1 bis B2, der auf dem magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten **22** beruht, zu beseitigen. Es ist daher möglich, die Rotationsposition der rotie-

renden Welle **14** mit guter Genauigkeit zu erfassen. Z. B. wurde eine Messung in dem Fall gemacht, in dem der Offsetwert des ersten bis vierten magnetischen Erfassungselements A1 bis B2 aufgrund des Effekts des magnetischen Flusses von dem zweipoligen Magneten um 10% geschwankt ist, woraufhin ein A-Phasenausgangswert und ein B-Phasenausgangswert mit einer Phasendifferenz von 90° erhalten wurden, wie in **Fig. 5(a)** gezeigt. Der von dem zweipoligen Magneten **22** erzeugte und in den Signalen enthaltenen Fehleranteil wurde berechnet und es wurde bestätigt, dass er im Wesentlichen Null war, wie in **Fig. 5(b)** gezeigt.

(Verfahren des Berechnens der absoluten Position θ_{abs})

[0068] Als nächstes werden der Aufbau und der Signalverarbeitungsvorgang der Signalverarbeitungsschaltung **15** des vorliegenden Ausführungsbeispiels beschrieben. Die Signalverarbeitungsschaltung **15** hat eine Errechnungsschaltung **17** zum Errechnen des Absolutwertes θ_{el} innerhalb $1/Pp$ einer Rotation der rotierenden Welle **14** auf der Basis des Ausgangssignals der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit durch die Signalkombinierschaltung **16**, eine Berechnungsschaltung **18** zum Berechnen des Absolutwertes θ_t innerhalb einer Rotation der Rotationswelle **14** auf der Basis des Ausgangssignals der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** und eine Berechnungsschaltung **19** zum Berechnen der mechanischen Absolutposition θ_{abs} innerhalb einer Rotation der Rotationswelle **14** auf der Basis der Absolutwerte θ_{el} und θ_t mit Bezug auf eine Korrelationstabelle **19a**, wie in **Fig. 3(a)** gezeigt.

[0069] Insbesondere wird die Auflösung R_t , d. h., eine absolute Position θ_t des mechanischen Winkels von 0 bis 360° in der Berechnungsschaltung **18** aus den Sinuswellensignalen mit einer Phasendifferenz von 90° , die von dem Paar der Hallelemente A0, B0 der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** ausgegeben werden, berechnet. In der Errechnungsschaltung **17** wird die Auflösung R_m , d. h., die absolute Position θ_{el} des elektrischen Winkels 0 bis 360° (mechanische Winkel 0 bis $360/Pp$) aus den sinusförmigen Signalen, die eine Phasendifferenz von 90° haben und die aus den Ausgangswerten des ersten bis vierten magnetischen Erfassungselements A1 bis B2 der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11** kombiniert werden, errechnet. In der Berechnungsschaltung **19** wird die Absolutposition θ_{abs} des mechanischen Winkels innerhalb einer Rotation der Rotationswelle **14** gemäß der folgenden Gleichung unter Benutzung von θ_{elp} ($= 360^\circ/Pp$) und einer Polpaarnummer Nr, die wie im Folgenden beschrieben berechnet wird, berechnet.

$$\theta_{abs} = (Nr \times \theta_{elp} + \theta_{elr})/Pp \quad (1)$$

[0070] Um die Polpaarnummer Nr genau zu berechnen, wird die Genauigkeit oder Winkelreproduzierbarkeit X der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit 12 so eingestellt, dass sie die folgende Gleichung erfüllt.

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/2 - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p) \quad (2)$$

[0071] Die zweipolseitig ausgegebene Signalwellenform des Hallelements Ao ist durch eine dünne Linie in Fig. 6(a) gezeigt und die multipolseitige Signalwellenform, die von der Signalkombinationsschaltung 16 erhalten wird, ist durch eine dicke Linie gezeigt. Fig. 6(b) zeigt einen Bereich davon, der in Richtung der horizontalen Achse (Zeitachse) vergrößert ist.

[0072] Als nächstes ist Fig. 7 ein Flussdiagramm, welches das Verfahren zum Berechnen der Polpaarnummer Nr zeigt, und die Fig. 8 und Fig. 9 sind beschreibende Ansichten, welche den Vorgang zum Berechnen der Nr zeigen. Die Symbole haben die folgende Bedeutung:

Rm:	Auflösung der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit
Rt:	Auflösung der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit
θ_{elt} :	wahrer Absolutwert der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit (0 bis $(\theta_{elp} - 1)$)
θ_{elt} :	temporärer Absolutwert der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit (0 bis $(\theta_{elp} - 1)$)
θ_{ti} :	Absolutwert der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit (0 bis $(\theta_{tp} - 1)$)
Pp:	Anzahl der magnetischen Polpaare des mehrpoligen Magneten
Nr:	wahre Polpaarnummer (0 bis $(P_p - 1)$) des mehrpoligen Magneten
Nx:	temporäre Polpaarnummer (0 bis $(P_p - 1)$) des mehrpoligen Magneten

[0073] Vor dem eigentlichen Erfassungsvorgang im magnetischen Geber 10 wird die rotierende Welle bei konstanter Temperatur, Unwucht und Drehzahl rotierend angetrieben und die Ausgaben der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit 12 und der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit 11 werden gemessen. Mit anderen Worten, der temporäre Absolutwert θ_{elt} der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit 11 wird relativ zum absoluten Wert θ_{ti} der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit 12 gemessen. Eine temporäre Polpaarnummer Nx des mehrpoligen Magneten 21 wird dann jedem der Absolutwerte θ_{ti} der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit zugeordnet. Diese Information wird in die Korrespondenztabelle 19a eingetragen und wird im nicht flüchtigen Speicher o. Ä. gespeichert und verwaltet (Schritt ST11 in Fig. 7).

[0074] Der Absolutwert θ_{ti} der rotierenden Welle 14 gemäß der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit 12 wird am Anfang des aktuellen Erfassungsvorgangs gemessen (Schritt ST12 in Fig. 7). Der Absolutwert θ_{ti} wird benutzt, um die Korrespondenztabelle 19a zu Rate zu ziehen und der temporäre Absolutwert θ_{elt} der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit 11 und die temporäre Polpaarnummer Nx des mehrpoligen Magneten 21, die dem Absolutwert θ_{ti} zugeordnet sind, werden ausgelesen (Schritt ST13 von Fig. 7). Der Absolutwert θ_{elr} der rotierenden Welle gemäß der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit 11 wird gleichzeitig oder nach diesem Vorgang gemessen (Schritt ST14 von Fig. 7).

[0075] Der Absolutwert θ_{ti} der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit 12, welcher dem aktuellen Absolutwert θ_{elr} entspricht, ändert sich in Abhängigkeit von der Temperatur, der Drehzahl und anderen Betriebsbedingungen und die Beziehung ist nicht konstant. Der Absolutwert θ_{ti} und der Absolutwert θ_{elt} , die gemäß der Korrespondenztabelle 19(a) zugeordnet werden, stimmen daher in wirklichen Rotationszuständen häufig nicht überein. Mit anderen Worten, die Korrespondenz schwankt innerhalb des Bereichs der Winkelreproduzierbarkeit X, wie sie durch Gleichung (2) beschrieben wird.

[0076] Dementsprechend wird die temporäre Polpaarnummer Nx korrigiert und die genaue Polpaarnummer Nr wird wie folgt berechnet.

[0077] Zunächst wird bestimmt, ob der Absolutwert θ_{elt} , der temporär zugeordnet worden ist, gleich oder größer als der Wert $\theta_{elp}/2$ ist (Schritt ST15 in Fig. 7).

[0078] Wenn $\theta_{elt} < \theta_{elp}/2$ ist, wird bestimmt, ob der gemessene Absolutwert θ_{elr} kleiner als $(\theta_{elt} + \theta_{elp}/2)$ ist (Schritt ST16 in Fig. 7). Die Polpaarnummer Nr wird auf der Basis der Ergebnisse dieser Bestimmung wie folgt gesetzt.

[0079] Die Polpaarnummer Nr ist Nx, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} + \theta_{elp}/2)$ ist (Schritt ST19 in Fig. 7). Umgekehrt ist die Polpaarnummer Nr gleich $Nx - 1$, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} + \theta_{elp}/2)$ ist (Schritt ST18 in Fig. 7).

[0080] Das Verfahren für den Ablauf von Schritt ST13 zu den Schritten ST18, 19 in Fig. 7 ist in Fig. 8 gezeigt. Wie in den Zeichnungen gezeigt, schwankt der Absolutwert θ_{elr} der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit 11 aufgrund der radialen Unwucht der rotierenden Welle 14 oder anderen Rotationsbedingungen mit einer Schwankungsamplitude, wenn der Absolutwert der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit 12 gleich θ_{ti} ist. Wenn die Abweichung in der Größe der Rotation bzw. Drehzahl der rotierenden Welle 14 klein ist, wird die wirkliche Rotationsposition der rotierenden Welle innerhalb des Winkelbereichs liegen, dem das Polpaarnummer Nx

– 1 zugeordnet worden ist. Der aktuelle Absolutwert θ_{elr} ist in diesem Fall größer als $(\theta_{elt} + \theta_{elp}/2)$, auf dieser Basis kann die wirkliche Polpaarnummer N_r dementsprechend als $N_x - 1$ bestimmt werden.

[0081] Wenn andererseits $\theta_{elt} \geq \theta_{elp}/2$ ist, wird bestimmt, ob der gemessene Absolutwert θ_{elr} kleiner als $(\theta_{elt} - \theta_{elp}/2)$ ist (Schritt ST17 in [Fig. 7](#)). Die Polpaarnummer N_r wird aufgrund der Ergebnisse dieser Bestimmung wie folgt zugeordnet.

[0082] Die Polpaarnummer N_r ist N_x , wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} - \theta_{elp}/2)$ ist (Schritt ST20 in [Fig. 7](#)). Umgekehrt ist die Polpaarnummer N_r gleich $N_x + 1$, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} - \theta_{elp}/2)$ ist (Schritt ST21 in [Fig. 7](#)).

[0083] Das Verfahren des Ablaufs vom Schritt ST13 zu den Schritten ST20, 21 von [Fig. 7](#) ist in [Fig. 9](#) gezeigt. Wie in den Zeichnungen gezeigt, schwankt der Absolutwert θ_{elr} der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11** aufgrund der axialen Unwucht der rotierenden Welle oder anderer Rotationsbedingungen mit einer Schwankungsamplitude, wenn der Absolutwert der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** gleich θ_{ti} ist. Wenn die Abweichung in der Größe der Rotation bzw. Drehzahl der rotierenden Welle **14** groß ist, wird die wirkliche Rotationsposition der rotierenden Welle in dem Winkelbereich liegen, dem die Polpaarnummer $N_x + 1$ zugeordnet worden ist. Der wirkliche Absolutwert θ_{elr} ist in diesem Fall kleiner als $(\theta_{elt} - \theta_{elp}/2)$, auf dieser Basis kann die wirkliche Polpaarnummer N_r dementsprechend als $N_x + 1$ bestimmt werden.

[0084] So wird die Polpaarnummer N_r bestimmt und die Absolutposition des mechanischen Winkels θ_{abs} der rotierenden Welle **14** wird auf der Basis der obigen Gleichung (1) berechnet. Die Absolutposition θ_{abs} des mechanischen Winkels der rotierenden Welle kann danach basierend auf den Änderungen des Absolutwertes θ_{elr} der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11** fortlaufend erfasst werden. Wenn der magnetische Geber **19** des vorliegenden Beispiels wie zuvor beschrieben benutzt wird, werden die Auflösung und Genauigkeit der Erfassung durch die mehrpolige magnetische Erfassungseinheit **11** vorgegeben und die Auflösung und Genauigkeit der Erfassung werden nicht durch die Auflösung und Genauigkeit der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** beschränkt. Auch eine Justage, um die Startpunkte der Erfassungssignale der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** und der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11** in Übereinstimmung zu bringen, ist nicht notwendig.

[0085] Weiterhin können Schwankungen in den Auflösungsstufen R_{ti} der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** in Übereinstimmung mit dem magnetischen Polpaar der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11** vorhanden sein. Die Summe

der Auflösungsstufen R_{ti} der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** in Übereinstimmung mit jedem magnetischen Polpaar kann R_t sein. Wenn der Minimalwert der Auflösungen $R_{ti} = R_{tmin}$ ist, kann die Genauigkeit und Winkelreproduzierbarkeit X der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** so wie in der folgenden Gleichung eingestellt werden, um die Polpaarnummer N_r genau zu berechnen:

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/2 - (\theta_{elp}/R_{tmin}))/P_p) \quad (2A).$$

[0086] Im Allgemeinen kann, wenn die Genauigkeit oder Winkelreproduzierbarkeit X der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** so eingestellt wird, dass sie die folgende Gleichung erfüllt, wobei M eine ganze Zahl größer oder gleich 2 ist, die Absolutposition θ_{abs} des mechanischen Winkels gemäß dem Fluss, wie er in [Fig. 10](#) gezeigt ist, berechnet werden:

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/M - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p) \quad (2B).$$

[0087] Auch in diesem Fall kann die Genauigkeit oder Winkelreproduzierbarkeit X der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12** so eingestellt werden, dass sie die folgende Gleichung erfüllt, um die Polpaarnummer N_r genau zu bestimmen, wenn der Minimalwert der Größe R_{ti} der Auflösungen der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit **12**, die jedem der magnetischen Polpaare der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11** entsprechen, gleich R_{tmin} ist:

$$X < 2 \times ((\theta_{elp}/M - (\theta_{elp}/R_{tmin}))/P_p) \quad (2C).$$

(Drittes Ausführungsbeispiel)

[0088] Weiterhin befinden sich in dem Fall, dass die Anzahl P_p der Paare magnetischer Pole $P_p (= P/2)$ des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist und das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement A_2, B_2 an Positionen angeordnet sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetischen Erfassungselemente A_1, B_2 durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind, das erste und das dritte magnetische Erfassungselement A_1, A_2 an Positionen, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind, und die Ausgangswerte der Elemente haben eine entgegengesetzte Phase. Ähnlich sind das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement B_1, B_2 auch an Positionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. Der Fehlerbeitrag, der durch den magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten erzeugt wird, kann sogar mit der Erzeugung eines A-Phasensignals und eines B-Phasensignals unter Benutzung der Differenz in den gegenphasigen Ausgangssignalen beseitigt werden.

[0089] In Anbetracht des zuvor Gesagten sind in der mehrpoligen magnetische Erfassungseinheit **11A** eines magnetischen Gebers **20** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement **A2, B2** an Positionen angeordnet, die um δ ($= 360^\circ/P$) im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn von einer Position versetzt sind, die entlang einer Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten **21A** in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement **A1, B1** durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt ist, wie in den [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) gezeigt. Der Aufbau ist ansonsten der gleiche wie der des zuvor beschriebenen magnetischen Gebers **10**.

[0090] Bei solch einem Aufbau sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement **A1, A2** an denselben Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus. Ähnlich sind das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement an den gleichen Winkelpositionen angeordnet und geben gleichphasige sinusförmige Signale aus.

[0091] Ein Summensignal des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements **A1** und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements **A2** und ein Summensignal des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements **B1** und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements **B2** werden in der Signalkombinationsschaltung **16** der Signalverarbeitungsschaltung **15** erhalten und die Rotationsposition der rotierenden Welle kann mit guter Genauigkeit auf Basis dieser Summensignale erfasst werden.

[0092] Z. B. wurde eine Messung für den Fall gemacht, in dem der Offsetwert vom ersten bis vierten magnetische Erfassungselement **A1** bis **B2** aufgrund des Effekts des magnetischen Flusses von dem zweipoligen Magneten **22** um 10% geschwankt ist, worauf ein A-Phasenausgangswert und ein B-Phasenausgangswert mit einer Phasendifferenz von 90° erhalten wurden, wie in [Fig. 13\(a\)](#) gezeigt. Der Fehleranteil, der von dem zweipoligen Magneten **22** erzeugt worden ist, wurde berechnet und es wurde bestätigt, dass er deutlich reduziert worden ist, wie in [Fig. 13\(b\)](#) gezeigt. Es wurde bestätigt, dass der Fehleranteil auf ungefähr $1/8$ des Fehleranteils, wie er im folgend beschriebenen Vergleichsbeispiel (siehe [Fig. 18](#)) erzeugt worden ist, reduziert worden ist.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

[0093] Weiter können, wenn der Effekt aufgrund des magnetischen Flusses von dem zweipoligen Magneten **22** gering ist, das erste und das zweite magnetische Erfassungselement **A1, B1** und das dritte und vierte magnetische Erfassungselement **A2, B2** an

Positionen angeordnet sein, die durch einen mechanischen Winkel von genau 180° entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten **21A** getrennt sind, wenn der zweipolige Magnet **22** in einem Abstand von dem mehrpoligen Magneten **21A** in dem zuvor beschriebenen magnetischen Geber **20** angeordnet ist, oder in einem Fall, in dem die Magnete **21A, 22** magnetisch voneinander abgeschirmt sind, oder in anderen Fällen.

[0094] Die [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) zeigen den Aufbau des magnetischen Gebers in diesem Fall. In der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit **11B** in einem magnetischen Geber **30** sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement **A1, A2** in Winkelpositionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus. Ähnlich sind das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement **B1, B2** in Winkelpositionen angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind und geben gegenphasige sinusförmige Signale aus.

[0095] Wie in [Fig. 15\(b\)](#) gezeigt, sind das erste und das dritte magnetische Erfassungselement **A1, A2** parallel zueinander mit entgegengesetzter Phase verbunden und ein Differenzsignal **A+** dieser Ausgangssignale und ein invertiertes Signal **A-** des Differenzsignals **A+** werden in der Signalkombinationsschaltung **16A** der Signalverarbeitungsschaltung **15** erhalten. Ähnlich werden ein Differenzsignal **B+** des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements **B1** und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements **B2** und eine invertiertes Signal **B-** des Differenzsignals **B+** erhalten. Ein Fehleranteil, der von einer Unwucht der rotierenden Welle verursacht wird, kann basierend auf einem kombinierten Signal dieser Signale beseitigt werden.

[0096] Der Aufbau ist ansonsten der gleiche wie bei dem zuvor beschriebenen magnetischen Geber **10** oder dem magnetischen Geber **20**.

(Vergleichsbeispiel)

[0097] [Fig. 16](#) ist eine schematische Blockansicht, die einen magnetischen Geber als Vergleichsbeispiel zeigt, eine beschreibende Ansicht der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit und eine beschreibende Ansicht der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit. Das Vergleichsbeispiel wird benutzt, um den zuvor beschriebenen magnetischen Geber **10** des zweiten Ausführungsbeispiels und den magnetischen Geber **30** des dritten Ausführungsbeispiels zu vergleichen.

[0098] Im magnetischen Geber **40** des Vergleichsbeispiels ist die mehrpolige magnetische Erfassungs-

einheit **11C** nur mit einem Paar aus einem ersten und einem zweiten magnetischen Erfassungselement A1, B1, die benachbart zueinander angeordnet sind, ausgestattet und in der Signalverarbeitungsschaltung **15A** wird basierend auf diesen Ausgangssignalen ein Absolutwert θ_{elr} berechnet.

[0099] Ein mehrpoliger Magnet **21** mit einer Polzahl P von 28 wurde als mehrpoliger Magnet des magnetischen Gebers **40** des Vergleichsbeispiels benutzt, wie in **Fig. 17(a)** gezeigt. In diesem Fall wurde eine Messung für den Fall gemacht, in dem der Offsetwert der magnetischen Erfassungselemente A1, B1 aufgrund des Effektes des magnetischen Flusses des zweipoligen Magneten **22** um 10% schwankte, woraufhin ein A-Phasenausgangswert und eine B-Phasenausgangswert mit einer Phasendifferenz von 90° erhalten wurden, wie in **Fig. 17(a)** gezeigt. Der von dem zweipoligen Magneten **22** erzeugte Fehleranteil wurde berechnet und als beachtlich gefunden, wie in **Fig. 17(c)** gezeigt.

[0100] Ein mehrpoliger Magnet **21A** mit einer Polzahl P von 26 wurde als mehrpoliger Magnet des magnetischen Gebers **40** des Vergleichsbeispiels benutzt, wie in **Fig. 18(a)** gezeigt. In diesem Fall wurde eine Messung für den Fall gemacht, indem der Offsetwert der magnetischen Erfassungselemente A1, B1 aufgrund des Effektes des magnetischen Flusses von dem zweipoligen Magneten **22** um 10% geschwankt ist, woraufhin ein A-Phasenausgangswert und ein B-Phasenausgangswert mit einer Phasendifferenz von 90° erhalten wurden, wie in **Fig. 18(b)** gezeigt. Der von dem zweipoligen Magneten **22** erzeugte Fehleranteil wurde berechnet und wurde als beachtlich gefunden, wie in **Fig. 18(c)** gezeigt.

[0101] In Übereinstimmung mit dem magnetischen Geber der vorliegenden Erfindung kann ein merklicher Anteil des Fehlers, der von dem magnetischen Fluss des zweipoligen Magneten verursacht wird, beseitigt werden. Dies ist offensichtlich, wenn ein Vergleich zwischen den Fehleranteilen im Vergleichsbeispiel und den **Fig. 5(b)** und **13(b)** gemacht wird, welche die Fehleranteile im zweiten und dritten Ausführungsbeispiel zeigen.

Zusammenfassung

[0102] Ein magnetischer Geber (**10**) weist eine mehrpolige magnetische Erfassungseinheit (**11**) mit einem mehrpoligen Magneten (**21**) auf. In der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit sind ein erstes und ein zweites magnetisches Erfassungselement (A1, B1), welche sinusförmige Signale mit einer 90°-Phasendifferenz ausgeben, durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt von einem dritten und einem vierten magnetischen Erfassungselement (A2, B2) angeordnet. Das erste und das dritte magnetische Erfassungselement (A1, A2) sind an der

gleichen Position, die durch einen elektrischen Winkel repräsentiert wird, angeordnet und geben sinusförmige Signale der gleichen Phase aus. Das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement (B1, B2) sind an der gleichen Position angeordnet, die durch einen elektrischen Winkel repräsentiert wird, und geben sinusförmige Signale der gleichen Phase aus. Ein Summensignal der Ausgangssignale des erste und des dritten magnetischen Erfassungselements (A1, A2) und das der Ausgangssignale des zweiten und vierten magnetischen Erfassungselements (B1, B2) werden erhalten, wodurch Fehleranteile der Erfassungssignale des ersten bis vierten magnetischen Erfassungselements (A1 bis B2), die durch den magnetischen Fluss eines zweipoligen Magneten (**22**) verursacht werden und solche der Erfassungssignale, die durch eine Unwucht des mehrpoligen Magneten (**21**) verursacht werden, eliminiert oder deutlich verringert werden. Ein Rotationswinkel kann mit hoher Genauigkeit erfasst werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 58-162813 [\[0004\]](#)
- JP 2001-050774 [\[0004\]](#)
- JP 06-10813 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Magnetischer Geber, **dadurch gekennzeichnet**, dass er aufweist:

einen mehrpoligen Magneten, in dem N-Pole und S-Pole abwechselnd in gleichen Winkelabständen entlang einer Umfangsrichtung ausgebildet sind;
 ein erstes und ein zweites magnetisches Erfassungselement, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben;
 ein drittes und ein viertes magnetisches Erfassungselement, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben; und
 eine Signalverarbeitungsschaltung, wobei ein Signal, das die Rotationsposition der Rotationswelle, an welcher der mehrpolige Magnet koaxial befestigt ist, repräsentiert, auf der Basis eines Summensignals oder eines Differenzsignals der Ausgangssignale des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals oder eines Differenzsignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird, wobei die Anzahl der magnetischen Pole P des mehrpoligen Magneten eine gerade Zahl größer oder gleich vier ist;
 das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Winkelpositionen angeordnet sind, die entlang einer Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind;
 das erste und das dritte magnetische Erfassungselement an den gleichen Positionen angeordnet oder durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind; und
 das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement an den gleichen Winkelpositionen angeordnet oder durch einen elektrischen Winkel von 180° getrennt sind.

2. Magnetischer Geber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl $P_p (= P/2)$ von Paaren magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine gerade Zahl ist; das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind; und die Signalverarbeitungsschaltung ein Signal erzeugt, welches die Rotationsposition der Rotationswelle repräsentiert, wobei das Signal auf der Basis eines

Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird.

3. Magnetischer Geber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl $P_p (= P/2)$ von Paaren magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist; das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement in Positionen angeordnet sind, die um $360^\circ/P$ im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn von einer Position versetzt sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt ist; und eine Signalverarbeitungsschaltung ein Signal erzeugt, welches die Rotationsposition der Rotationswelle repräsentiert, wobei das Signal auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird.

4. Magnetischer Geber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl $P_p (= P/2)$ von Paaren magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist; das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind; und eine Signalverarbeitungsschaltung ein Signal erzeugt, welches die Rotationsposition der Rotationswelle repräsentiert, wobei das Signal auf der Basis eines Differenzsignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Differenzsignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird.

5. Magnetischer Geber, dadurch gekennzeichnet, dass er aufweist:
 eine mehrpolige magnetische Erfassungseinheit, die mit einem mehrpoligen Magneten, der N-Pole und S-Pole hat, die abwechselnd in gleichen Winkelabständen entlang einer Umfangsrichtung angeordnet sind, einem ersten und einem zweiten magnetischen Erfassungselement, die benachbart so angeordnet

sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben, und einem dritten und einem vierten magnetischen Erfassungselement ausgestattet ist, die benachbart so angeordnet sind, dass sie im Zusammenhang mit der Rotation des mehrpoligen Magneten ein sinusförmiges Signal mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° ausgeben;

eine zweipolige magnetische Erfassungseinheit, die mit einem zweipoligen Magneten, der in gleichen Winkelabständen entlang der Umfangsrichtung bipolar magnetisiert ist, und einem Paar magnetischer Erfassungselemente zum Ausgeben eines sinusförmigen Signals mit einer gegenseitigen Phasendifferenz von 90° im Zusammenhang mit der Rotation des zweipoligen Magneten ausgestattet ist; und

eine Signalverarbeitungsschaltung, wobei ein Signal, welches eine absolute mechanische Winkelposition θ_{abs} innerhalb einer Rotation der Rotationswelle an welcher der zweipolige Magnet und der mehrpolige Magnet koaxial befestigt sind, repräsentiert, auf der Basis der Ausgangssignale des ersten bis vierten magnetischen Erfassungselements und der Ausgangssignale des Paares magnetischer Erfassungselemente erzeugt wird, wobei

eine Anzahl von Polen P des mehrpoligen Magneten eine ganze Zahl größer oder gleich vier ist;

das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sind, die entlang einer Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind;

das erste und das dritte magnetische Erfassungselement in der gleichen elektrischen Winkelposition oder elektrischen Winkelpositionen, die um 180° getrennt sind, angeordnet sind; und

das zweite und das vierte magnetische Erfassungselement in den gleichen elektrischen Winkelpositionen oder in elektrischen Winkelpositionen, die um 180° getrennt sind, angeordnet sind.

6. Magnetischer Geber nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass:

die Anzahl $P_p (= P/2)$ von Paaren magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine gerade Zahl ist;

das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten im Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement durch einen mechanischen Winkel von ungefähr 180° getrennt sind; und

eine Signalverarbeitungsschaltung ein Signal erzeugt, das eine Absolutposition θ_{elr} innerhalb $1/M$ einer Rotation der Rotationswelle repräsentiert, wobei das Signal auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Ba-

sis eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird.

7. Magnetischer Geber nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass:

die Anzahl $P_p (= P/2)$ von Paaren magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist;

das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sind, die um $360^\circ/P$ im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn von einer Position versetzt sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten durch einen Winkel von ungefähr 180° in Bezug auf das erste und das zweite magnetische Erfassungselement getrennt ist; und

eine Signalverarbeitungsschaltung ein Signal erzeugt, welches eine Absolutposition θ_{elr} innerhalb $1/P_p$ einer Rotation der Rotationswelle repräsentiert, wobei das Signal auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Summensignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird.

8. Magnetischer Geber nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass:

die Anzahl $P_p (= P/2)$ von Paaren magnetischer Pole des mehrpoligen Magneten eine ungerade Zahl ist;

das erste und das zweite magnetische Erfassungselement und das dritte und das vierte magnetische Erfassungselement an Positionen angeordnet sind, die entlang der Umfangsrichtung des mehrpoligen Magneten durch einen mechanischen Winkel von 180° getrennt sind; und

die Signalverarbeitungsschaltung ein Signal erzeugt, welches eine Absolutposition θ_{elr} innerhalb $1/P_p$ einer Rotation der Rotationswelle repräsentiert, wobei das Signal basierend auf einem Differenzsignal des Ausgangssignals des ersten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des dritten magnetischen Erfassungselements und auf der Basis eines Differenzsignals des Ausgangssignals des zweiten magnetischen Erfassungselements und des Ausgangssignals des vierten magnetischen Erfassungselements erzeugt wird.

9. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition zum Erfassen einer Absolutposition θ_{abs} eines mechanischen Winkels innerhalb einer Rotation einer rotierenden Welle unter Benutzung des magnetischen Gebers nach Anspruch 6, wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass:

vor einem Betrieb zum Erfassen der Rotationsposition der rotierenden Welle die rotierende Welle zum Rotieren gebracht wird, der Absolutwert θ_{elr} , der von

der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten wird, gemessen und den Absolutwerten θ_t , die von der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten werden, zugeordnet wird, und die temporäre Polpaarnummer N_x des mehrpoligen Magneten den Absolutwerten θ_t zugeordnet wird, die von der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten werden;

wobei, wenn die Erfassung der Rotationsposition der rotierenden Welle gestartet wird,

der Absolutwert θ_{ti} der rotierenden Welle gemäß der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit gemessen wird;

der Absolutwert θ_{elr} der rotierenden Welle gemäß der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit gemessen wird;

die temporäre Polpaarnummer N_x , die dem Absolutwert θ_{ti} zugeordnet worden ist, korrigiert wird und die Polpaarnummer N_r auf der Basis des Absolutwertes θ_{elt} , der dem gemessenen Absolutwert θ_{ti} zugeordnet worden ist, und auf der Basis des gemessenen Absolutwertes θ_{elr} berechnet wird; und

eine Absolutposition θ_{abs} des mechanischen Winkels innerhalb einer Rotation der rotierenden Welle unter Benutzung eines mechanischen Winkels θ_{elp} ($= 360^\circ/P_p$), welcher einem elektrischen Winkel einer Periode eines Ausgangssignals der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit entspricht, gemäß der folgenden Formel berechnet wird:

$$\theta_{abs} = (N_r \times \theta_{elp} + \theta_{elr})/P_p.$$

10. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition, dadurch gekennzeichnet, dass es in dem magnetischen Geber nach Anspruch 9 einschließt:

Setzen einer Winkelreproduzierbarkeit der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit so, dass sie die Gleichung $X < 2 \times \{((\theta_{elp}/M) - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p\}$ erfüllt, wobei R_t die Auflösung der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit und M eine ganze Zahl größer oder gleich zwei ist;

wobei, wenn $\theta_{elt} \geq \theta_{elp}/M$ ist, die Polpaarnummer N_r auf N_x gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} - \theta_{elp}/M)$ ist, und die Polpaarnummer N_r auf $N_x + 1$ gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} - \theta_{elp}/M)$ ist; und

wobei wenn $\theta_{elt} < \theta_{elp}/2$ ist, die Polpaarnummer N_r auf N_x gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} + \theta_{elp}/M)$ ist, und die Polpaarnummer N_r auf $N_x - 1$ gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} + \theta_{elp}/M)$ ist.

11. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass es einschließt, die Winkelreproduzierbarkeit der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit so einzustellen, dass sie die Gleichung $X < 2 \times \{((\theta_{elp}/M) - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p\}$ erfüllt, wobei R_t die Auflösung der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit ist.

12. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass es einschließt, die Winkelreproduzierbarkeit X der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit so einzustellen, dass sie die Gleichung $X < 2 \times \{((\theta_{elp}/2) - (\theta_{elp}/R_{tmin}))/P_p\}$ erfüllt, wobei R_{tmin} der Minimalwert der Auflösung der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit für jedes der magnetischen Polpaare der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit ist.

13. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition zum Erfassen einer absoluten Rotationsposition θ_{abs} eines mechanischen Winkels innerhalb einer Rotation der rotierenden Welle unter Benutzung des magnetischen Gebers nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass:

vor einem Betrieb zum Erfassen der Rotationsposition der rotierenden Welle die rotierende Welle zum Rotieren gebracht wird, der Absolutwert θ_{elt} , der von der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten wird, gemessen und den Absolutwerten θ_t , die von der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten werden, zugeordnet wird und die temporäre Polpaarnummer N_x des mehrpoligen Magneten den Absolutwerten θ_t , die von der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit erhalten werden, zugeordnet wird;

wobei, wenn die Erfassung der Rotationsposition der rotierenden Welle gestartet wird, der Absolutwert θ_{ti} der rotierenden Welle gemäß der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit gemessen wird; der Absolutwert θ_{elr} der rotierenden Welle gemäß der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit gemessen wird;

die temporäre Polpaarnummer N_x , die dem Absolutwert θ_{ti} zugeordnet worden ist, korrigiert wird, und die Polpaarnummer N_r auf der Basis des Absolutwertes θ_{elt} , der dem gemessenen Absolutwert θ_{ti} zugeordnet ist, und auf Basis des gemessenen Absolutwertes θ_{elr} berechnet wird; und

eine Absolutposition θ_{abs} eines mechanischen Winkels innerhalb einer Rotation der rotierenden Welle unter Benutzung eines mechanischen Winkels θ_{elp} ($= 360^\circ/P_p$), der einem elektrischen Winkel einer Periode eines Ausgangssignals der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit entspricht, auf der Basis der folgenden Formel berechnet wird:

$$\theta_{abs} = (N_r \times \theta_{elp} + \theta_{elr})/P_p.$$

14. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition dadurch gekennzeichnet, dass in dem magnetischen Geber nach Anspruch 13, die Winkelreproduzierbarkeit der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit so eingestellt wird, dass sie $X < 2 \times \{((\theta_{elp}/M) - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p\}$ erfüllt, wobei R_t die Auflösung der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit und M eine ganze Zahl größer oder gleich zwei ist;

wobei, wenn $\theta_{elt} \geq \theta_{elp}/M$ ist, die Polpaarnummer Nr auf N_x gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} - \theta_{elp}/M)$, und die Polpaarnummer Nr auf $N_x + 1$ gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} - \theta_{elp}/M)$; und wobei wenn $\theta_{elt} < \theta_{elp}/2$ ist, die Polpaarnummer Nr auf N_x gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} < (\theta_{elt} + \theta_{elp}/M)$ ist, und die Polpaarnummer Nr auf $N_x - 1$ gesetzt wird, wenn $\theta_{elr} \geq (\theta_{elt} + \theta_{elp}/M)$.

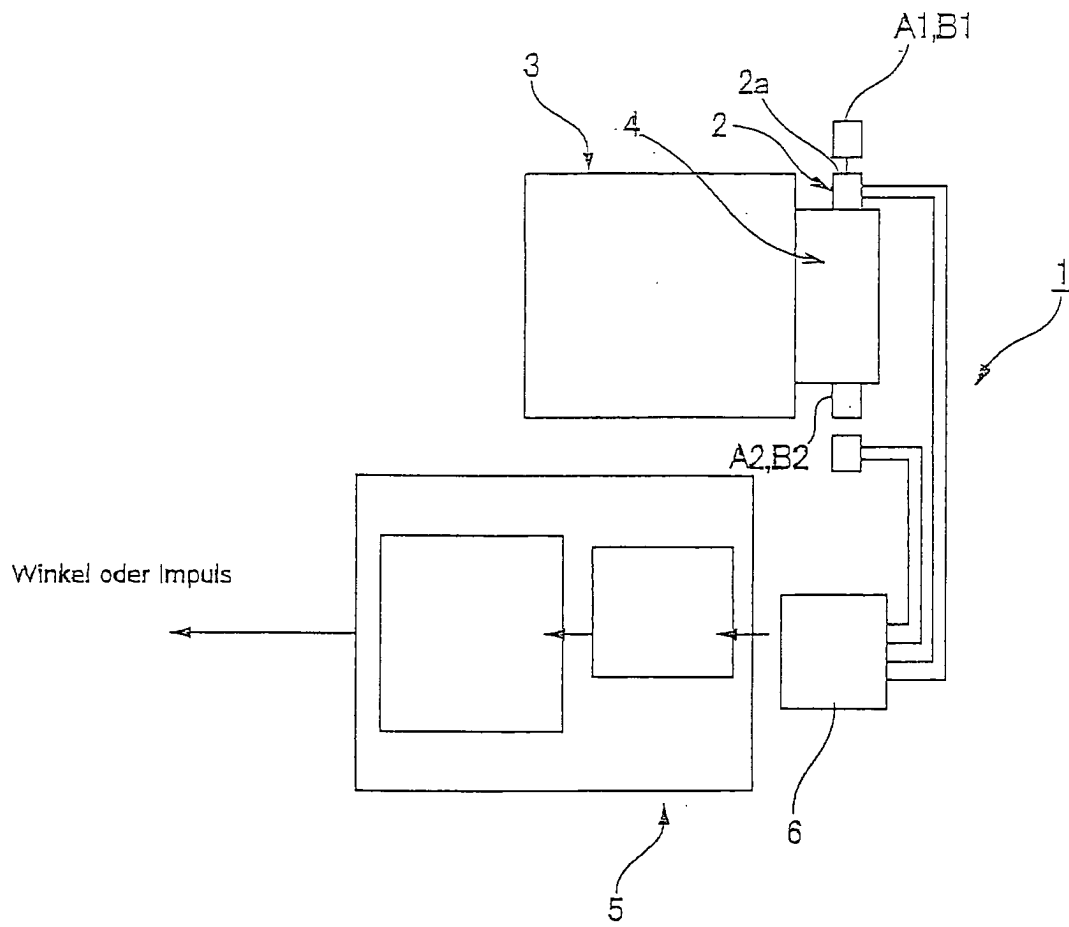
15. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch Einstellen der Winkelreproduzierbarkeit X der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit, so dass sie $X < 2 \times \{((\theta_{elp}/M) - (P_p \times \theta_{elp}/R_t))/P_p\}$ erfüllt, wobei R_t die Auflösung der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit ist.

16. Verfahren des Erfassens einer absoluten Rotationsposition nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch Einstellen der Winkelreproduzierbarkeit X der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit, so dass sie $X < 2 \times \{((\theta_{elp}/2) - (\theta_{elp}/R_{tmin}))/P_p\}$ erfüllt, wobei R_{tmin} der Minimalwert der Auflösung der zweipoligen magnetischen Erfassungseinheit für jedes der magnetischen Polpaare der mehrpoligen magnetischen Erfassungseinheit ist.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1



(erstes Ausführungsbeispiel)

FIG.2

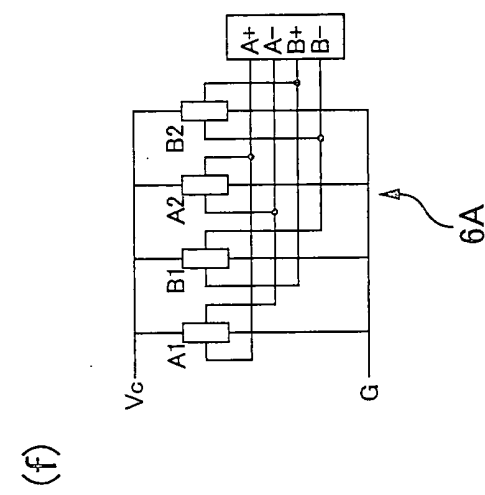
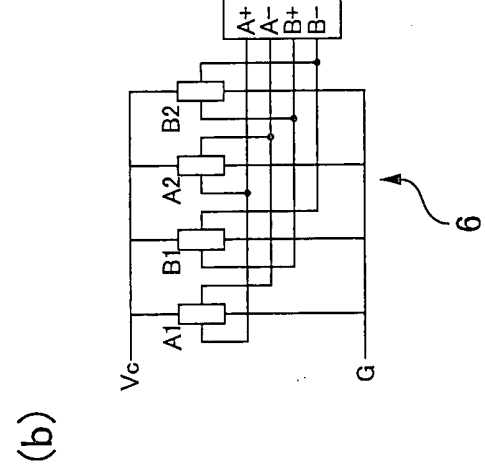
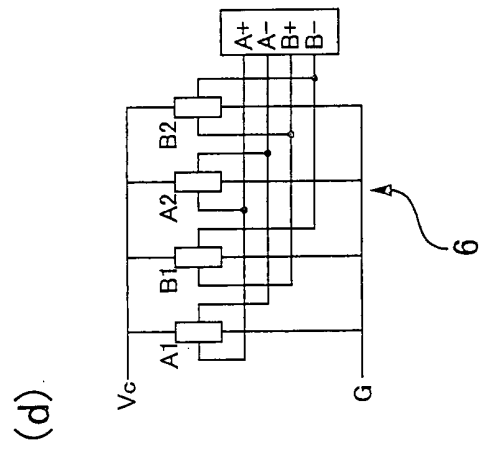
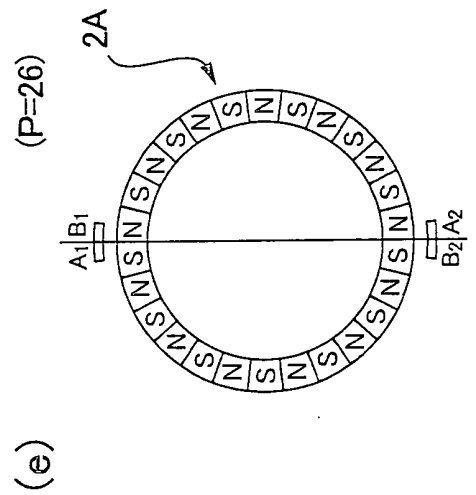
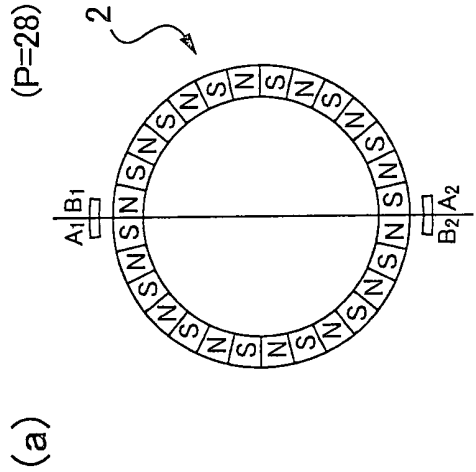
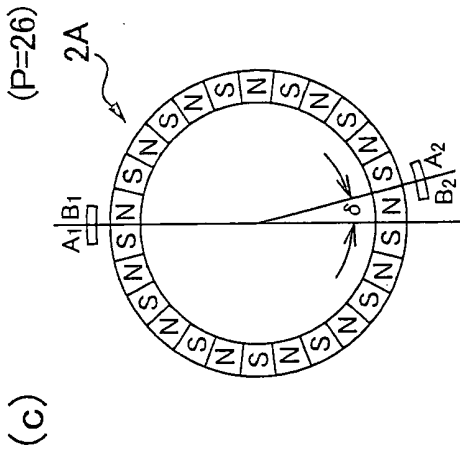
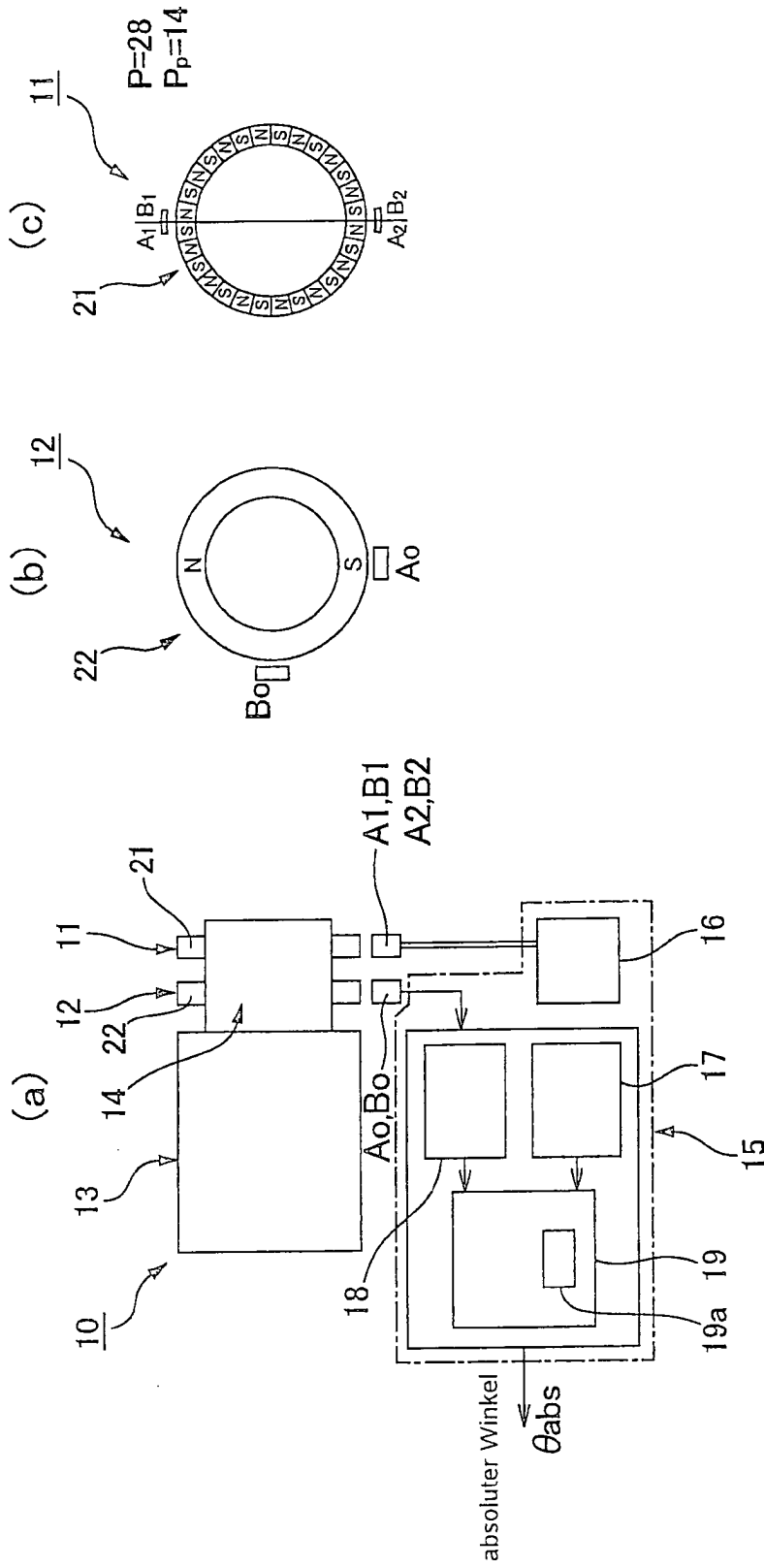


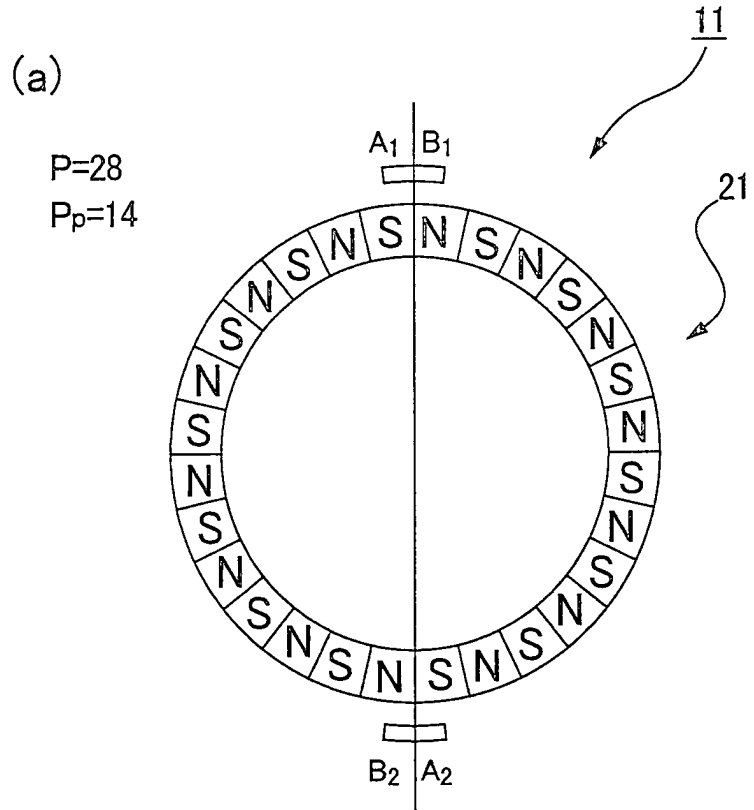
FIG.3



- 16: Drahtverbindingsträger
- 17: Berechnung des Multipol-Winkels θ_{ei}
- 18: Berechnung des Zweipol-Winkels θ_t
- 19: Berechnung des absoluten Winkels θ_{abs}

(zweites Ausführungsbeispiel)

FIG.4



(b)

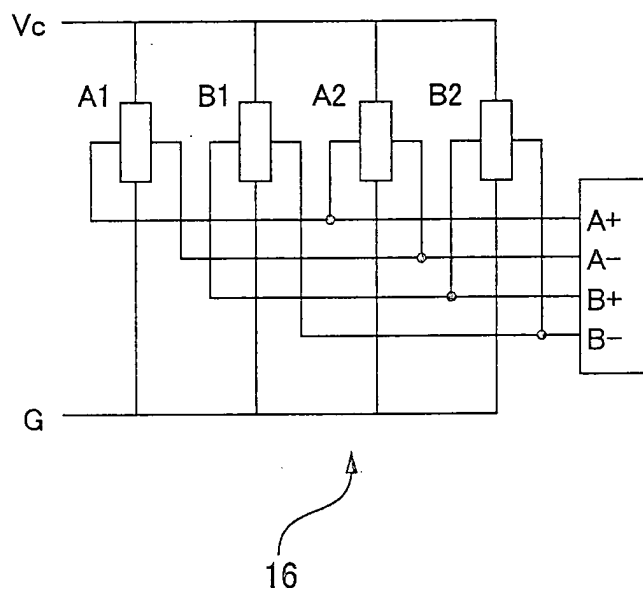
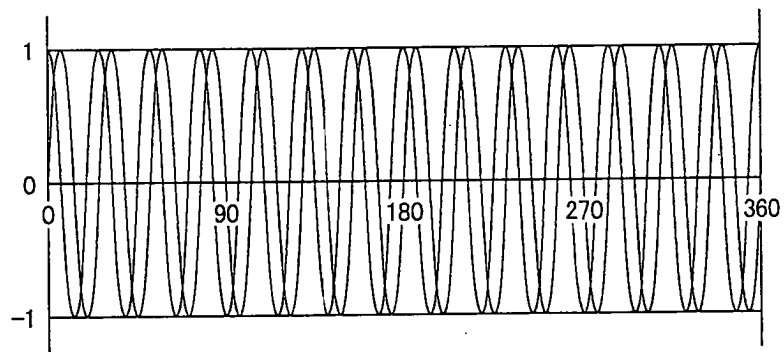


FIG.5

(a)



(b)

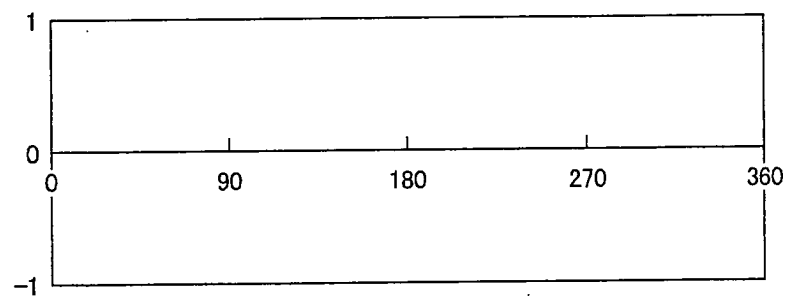
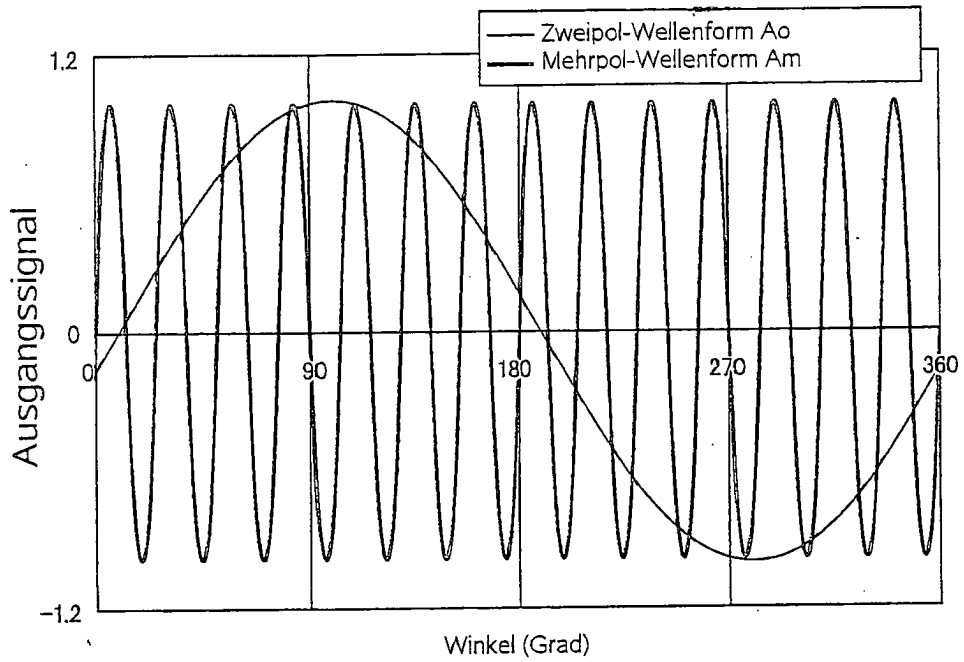


FIG.6

(a)



(b)

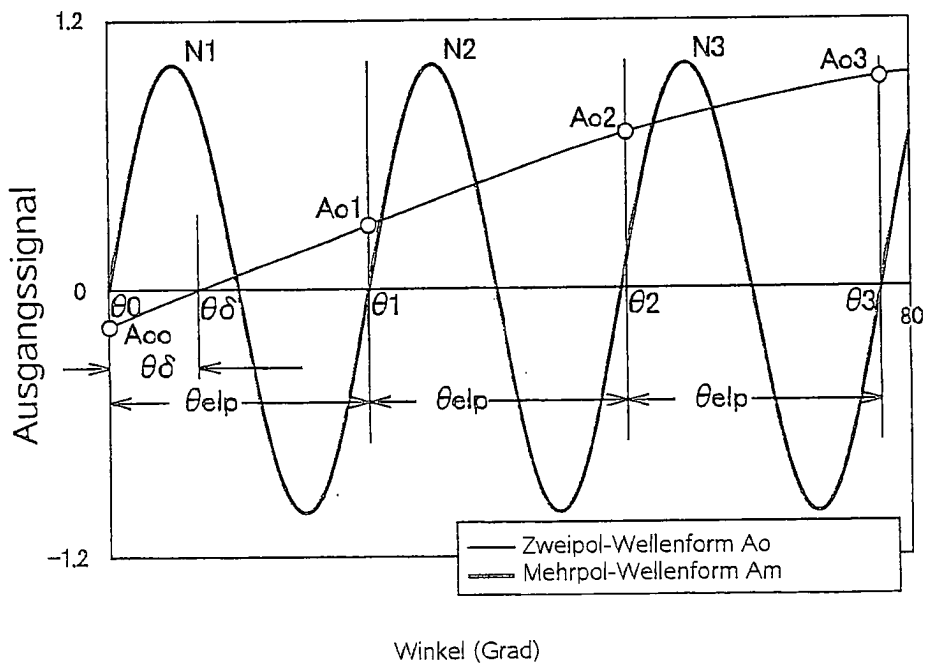
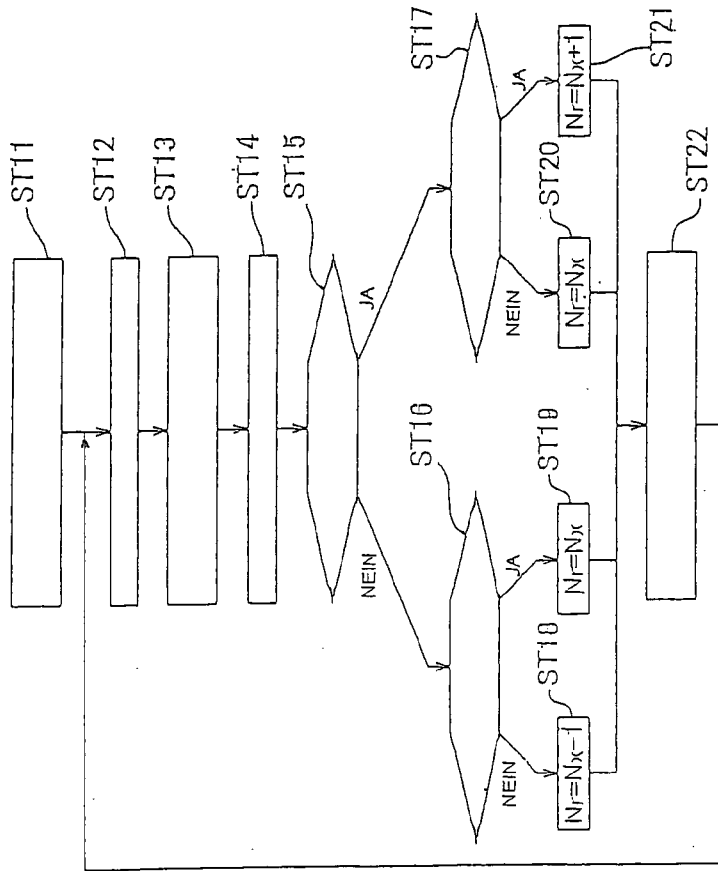


FIG.7



- ST11: Ordne Polpaarnummer N_x und Winkel θ_{ei} des Multipols jedem Winkel θ_i des Zweipools zu
- ST12: Miss den Winkel θ_{ii} des Zweipols
- ST13: Lese die Polpaarnummer N_x and den Winkel θ_{ei} , die zu θ_{ii} gehören
- ST14: Miss den Winkel θ_{er} des Multipols
- ST15: Ist θ_{ei} größer als $\theta_{ep}/2$?
- ST16: Ist θ_{er} kleiner als $(\theta_{ei} + \theta_{ep}/2)$?
- ST17: Ist θ_{er} kleiner als $(\theta_{ei} - \theta_{ep}/2)$?
- ST22: Berechne den absoluten Winkel θ_{abs} unter Benutzung des folgenden Ausdrucks

$$\theta_{abs} = (Nr * \theta_{ei} + A_{er}) / P_n$$

FIG.8

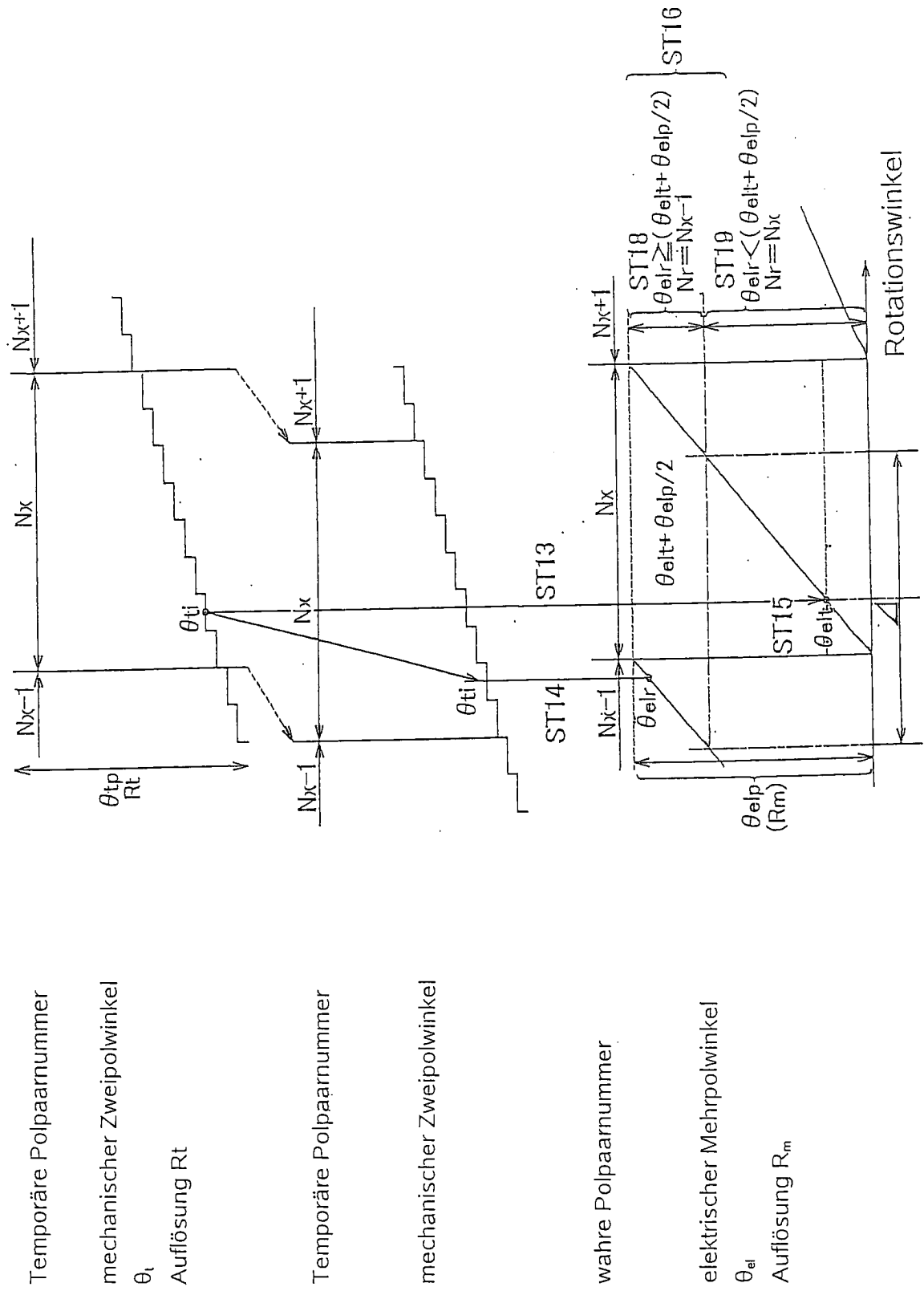


FIG.9

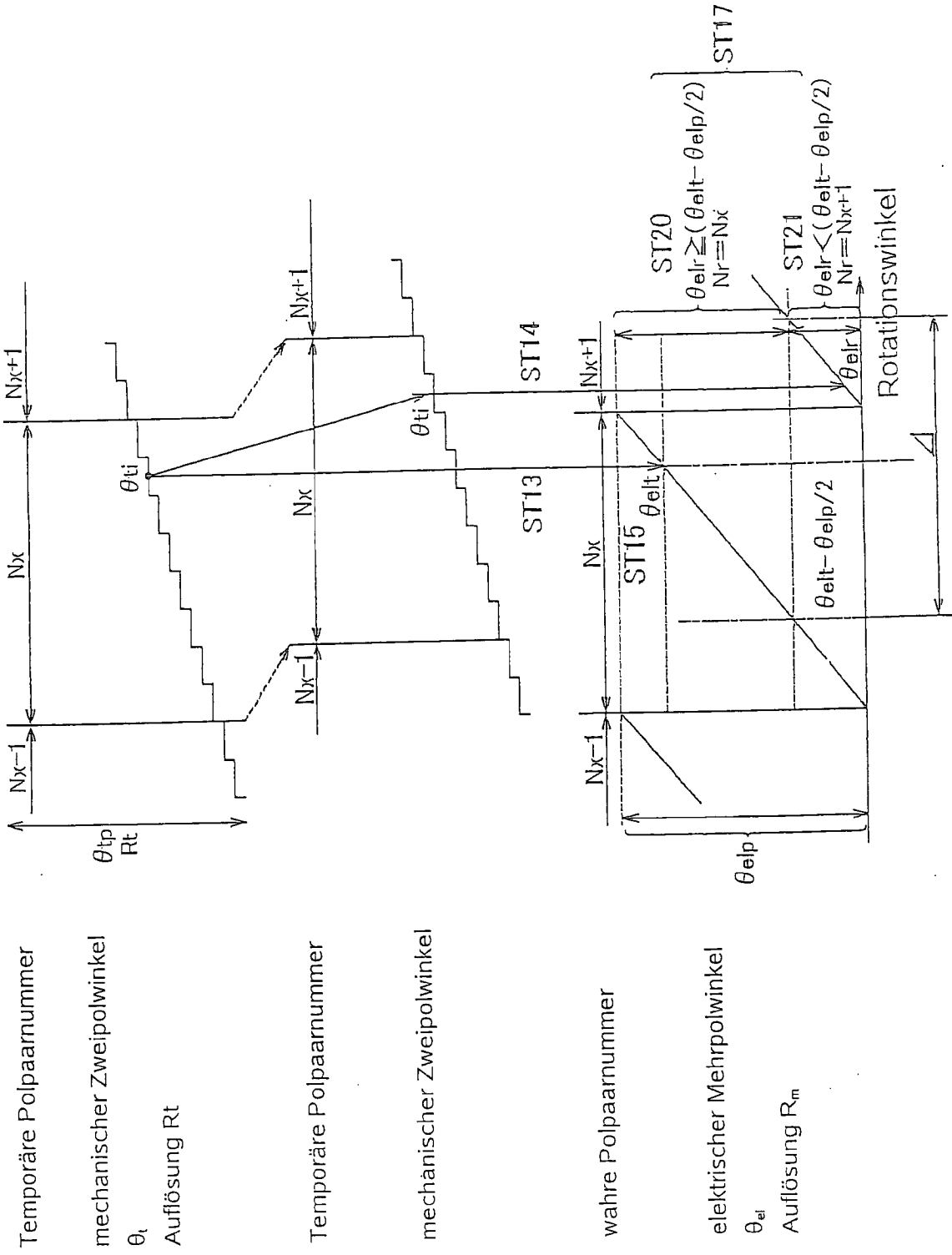
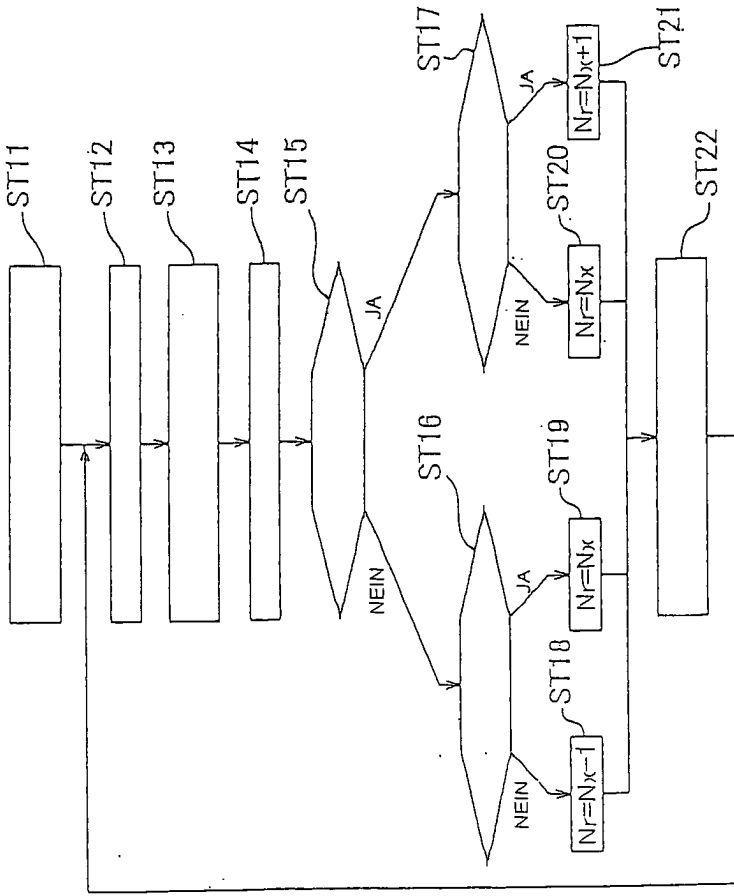


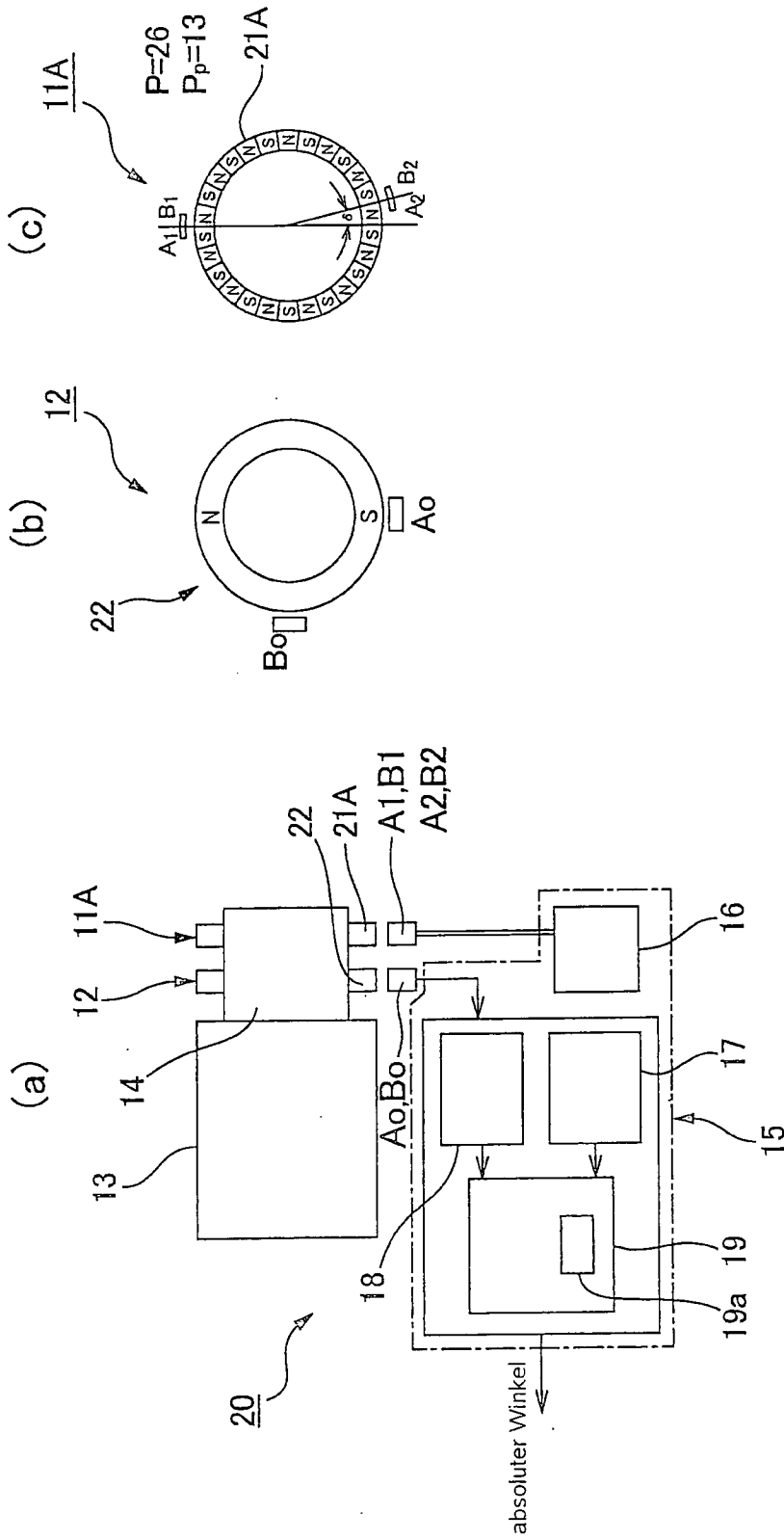
FIG.10



- ST11: Ordne Polpaarnummer N_x und Winkel θ_{ai} des Multipols jedem Winkel θ_i des Zweipools zu
- ST12: Miss den Winkel θ_i des Zweipols
- ST13: Lese die Polpaarnummer N_x and den Winkel θ_{air} , die zu θ_i gehören
- ST14: Miss den Winkel θ_{air} des Multipols
- ST15: Ist θ_{ait} größer als θ_{air}/M ?
- ST16: Ist θ_{air} kleiner als $(\theta_{ait} + \theta_{air}/M)$?
- ST17: Ist θ_{air} kleiner als $(\theta_{ait} - \theta_{air}/M)$?
- ST22: Berechne den absoluten Winkel θ_{abs} unter Benutzung des folgenden Ausdrucks

$$A . = (Nr * A . + A .) / Pn$$

FIG.11



16: Drahtverbindungsträger

17: Berechnung des Multipol-Winkels θ_{ei}

18: Berechnung des Zweipol-Winkels θ_i

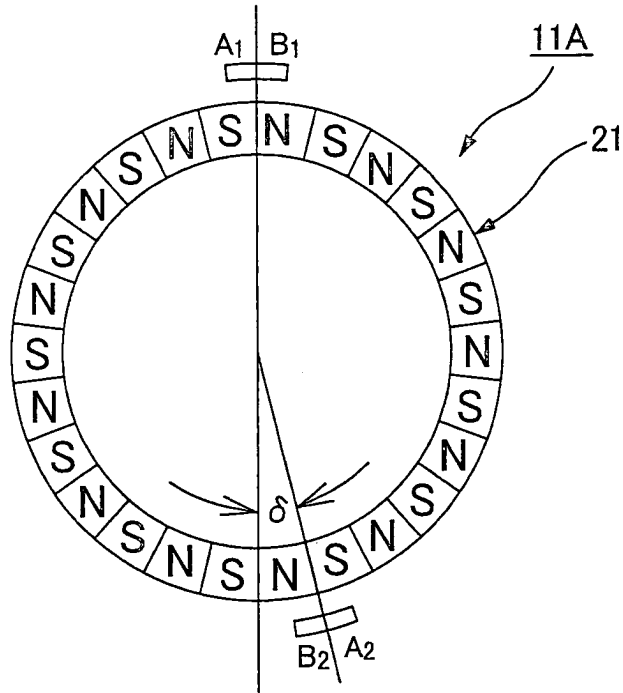
19: Berechnung des absoluten Winkels θ_{abs}

(drittes Ausführungsbeispiel)

FIG.12

(a)

$P=26$
 $P_p=13$



(b)

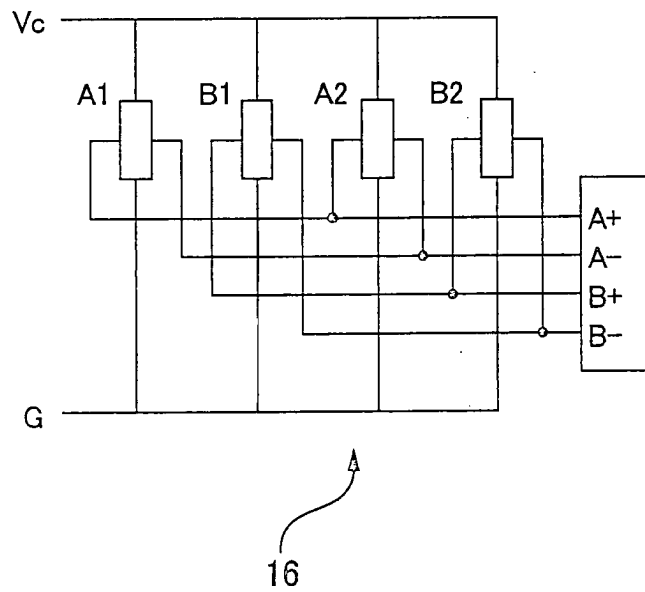
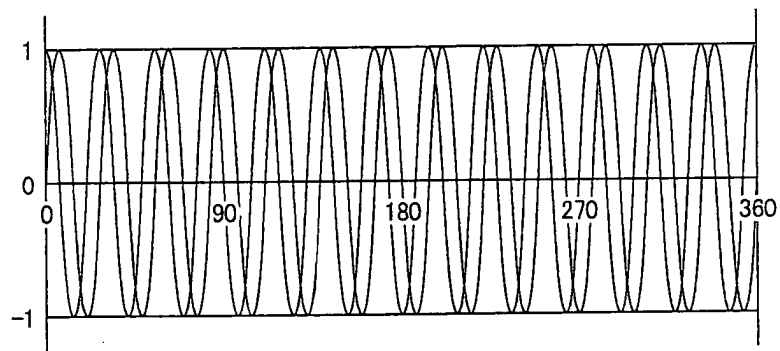


FIG.13

(a)



(b)

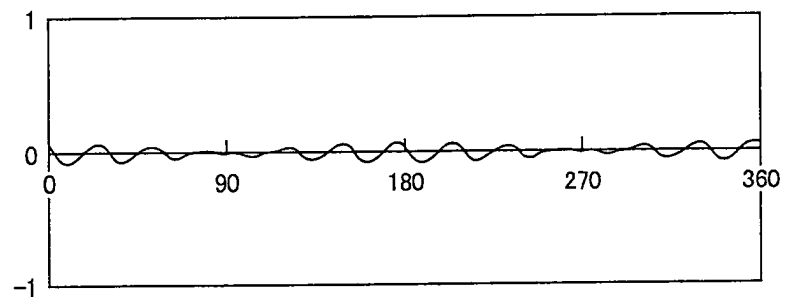
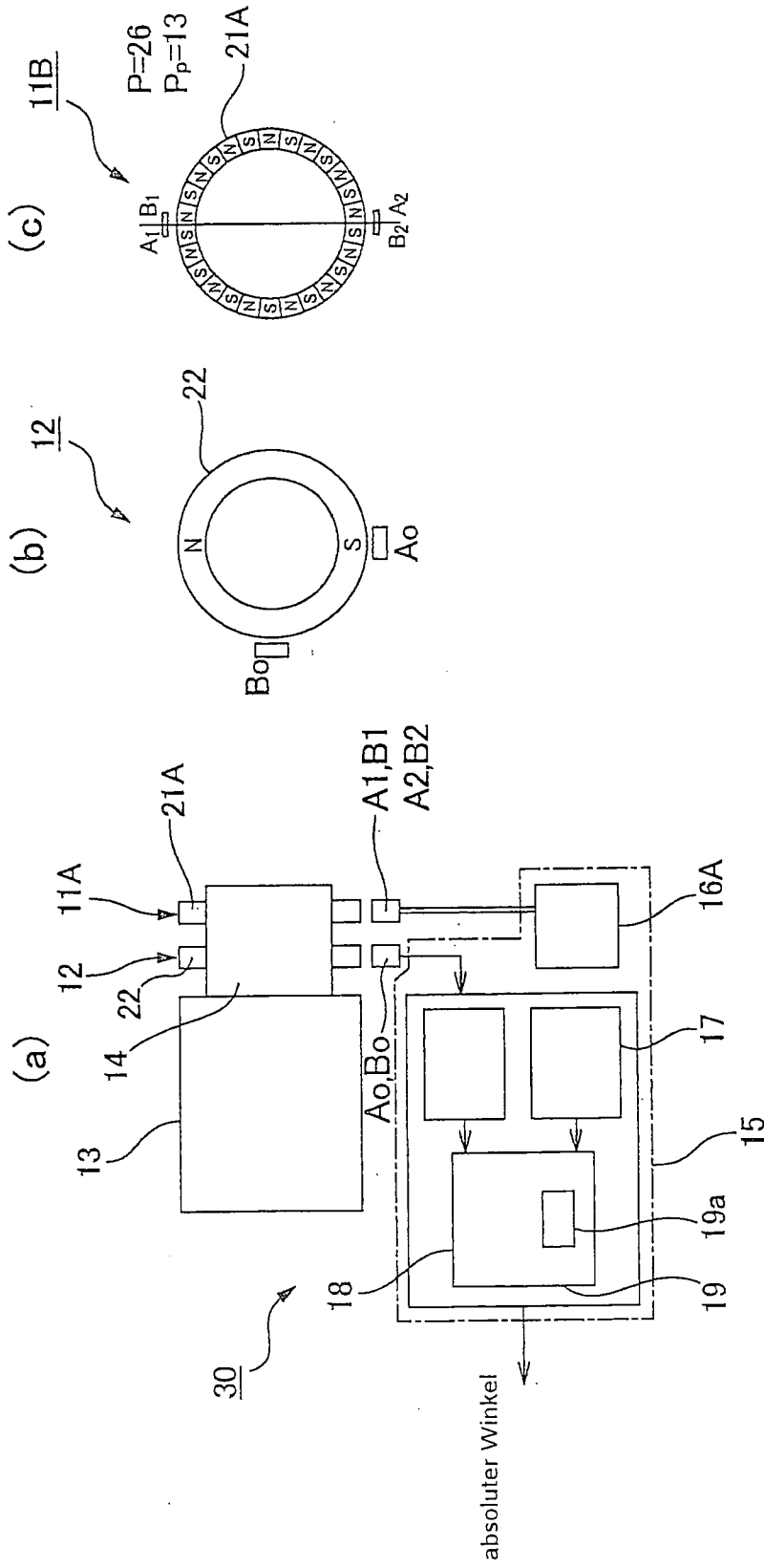


FIG.14



16A: Drahtverbindungsträger

17: Berechnung des Multipol-Winkels θ_{el}

18: Berechnung des Zweipol-Winkels θ_t

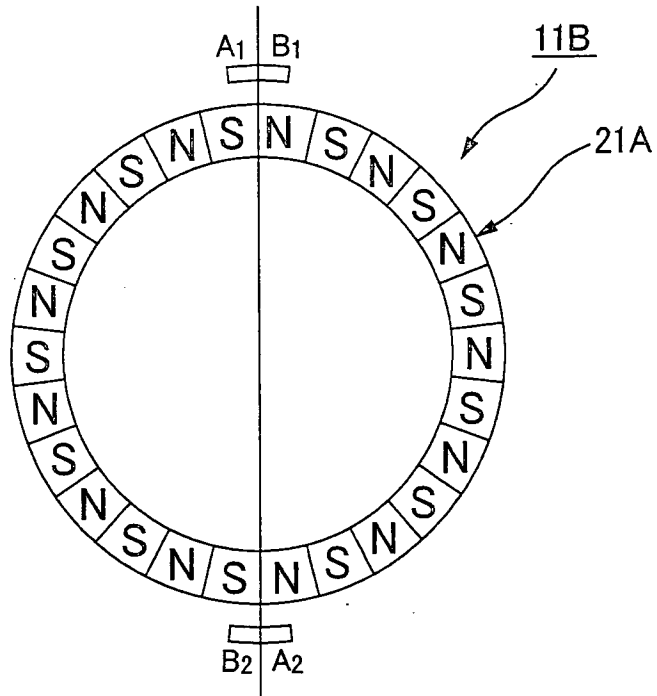
19: Berechnung des absoluten Winkels θ_{abs}

(viertes Ausführungsbeispiel)

FIG.15

(a)

$P=26$
 $P_p=13$



(b)

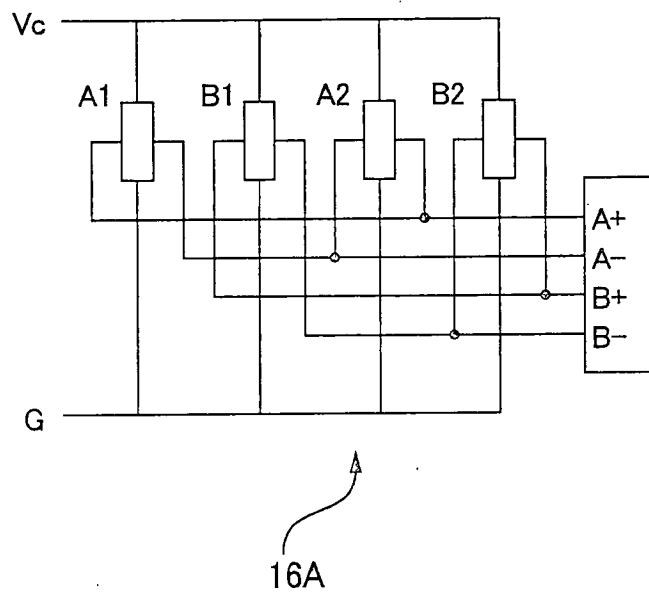
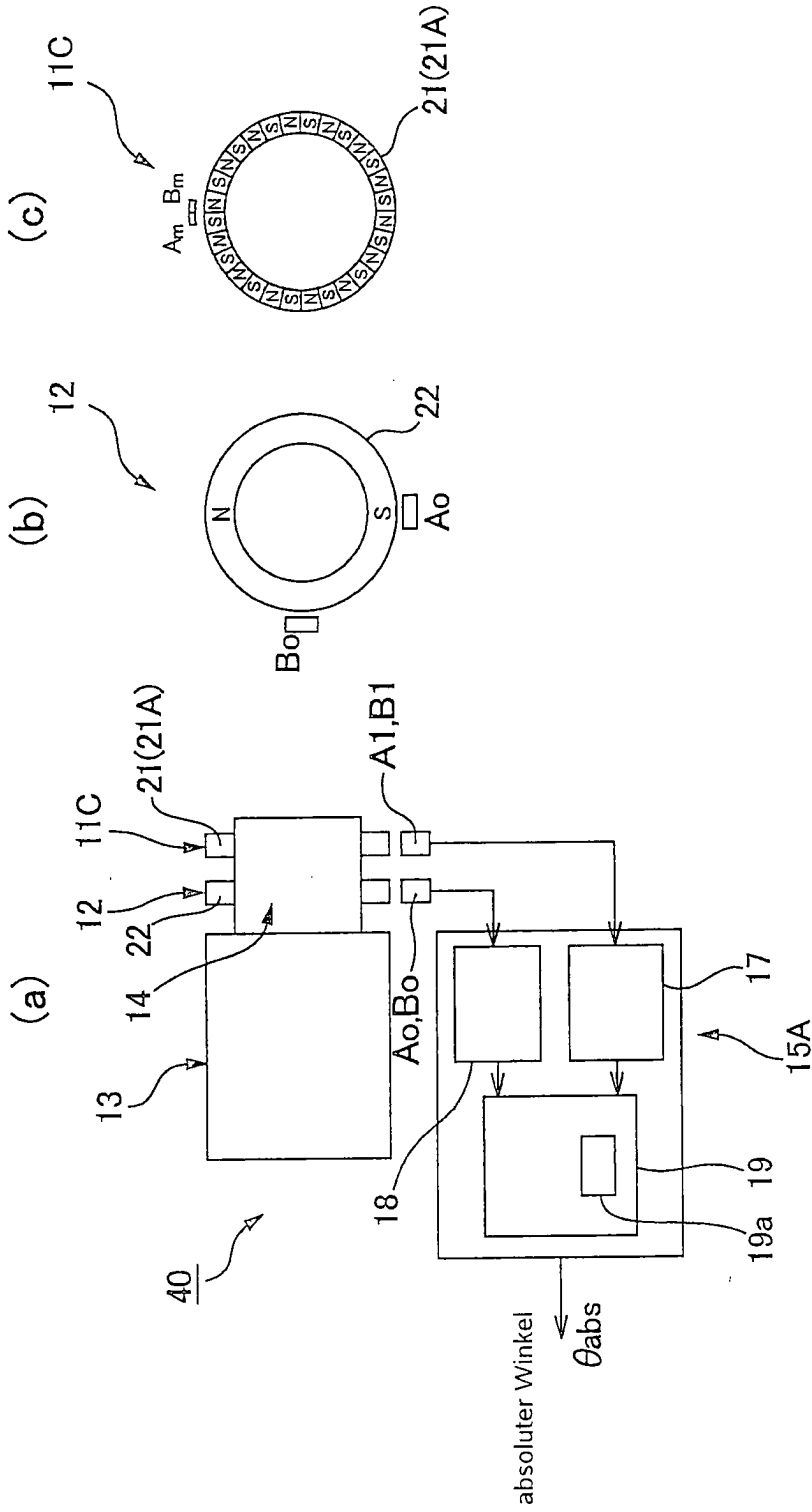


FIG.16



17: Berechnung des Multipol-Winkels θ_{ei}

18: Berechnung des Zweipol-Winkels θ_i

19: Berechnung des absoluten Winkels θ_{abs}

(Vergleichsbeispiel)

FIG.17

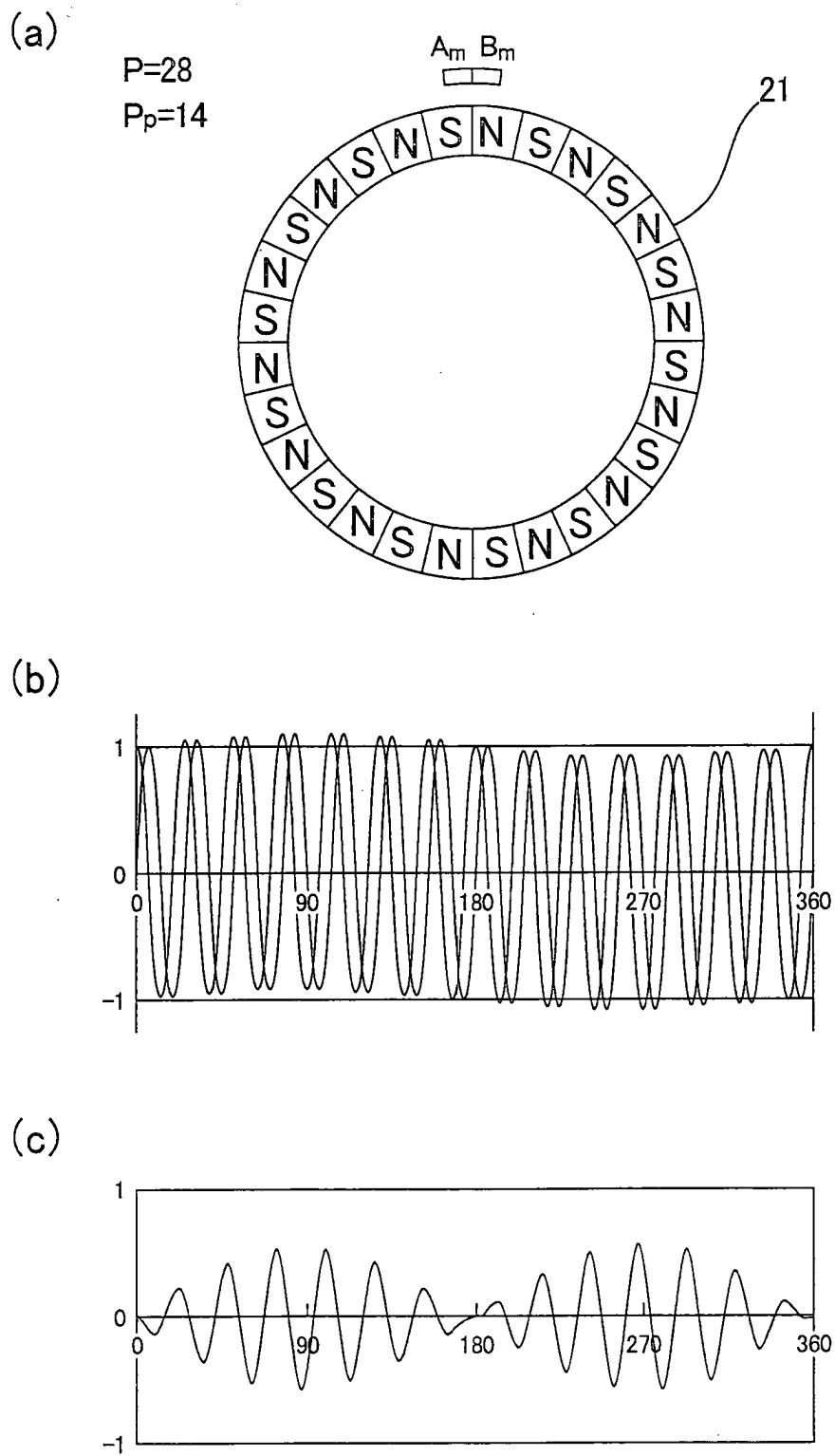
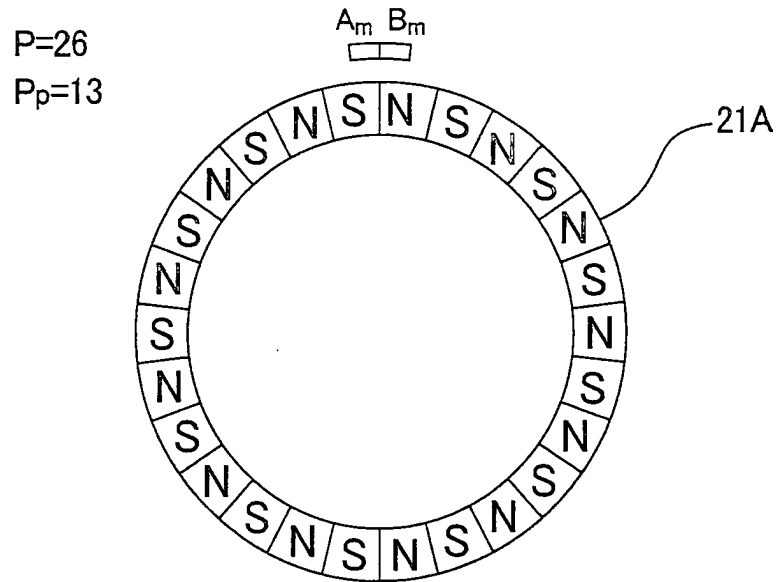
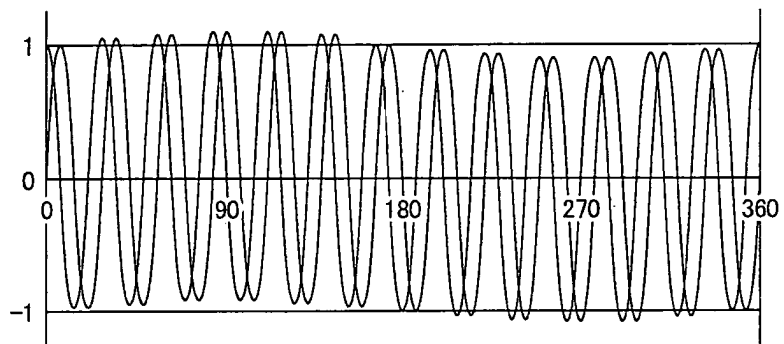


FIG.18

(a)



(b)



(c)

