



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 17 008 T2** 2008.07.24

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 361 486 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G05B 19/404** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 17 008.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 252 844.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **07.05.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.11.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.10.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.07.2008**

(30) Unionspriorität:

2002132560 08.05.2002 JP

2003128227 06.05.2003 JP

(74) Vertreter:

TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:

Canon K.K., Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Asano, Tosiya, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Mechanismus für ein bewegliches Teil und Steuerungsverfahren für den selben**

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

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

Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Mechanismus für ein bewegliches Teil zum Antreiben eines beweglichen Teils, ein Steuerverfahren für denselben und eine Belichtungsanordnung, die den Mechanismus für ein bewegliches Teil einsetzt.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Herkömmlich waren als Belichtungsanordnung, die in einem Halbleiterherstellungsprozess verwendet wird, eine Stepper genannte Vorrichtung und eine Scanner genannte Vorrichtung bekannt. Der Stepper verkleinert ein auf einem Retikel bzw. einer Zielmarke gebildetes Muster- bzw. Schablonenbild und projiziert das Muster- bzw. Schablonenbild über eine Projektionslinse auf einen Halbleiterwafer auf einer Gestell- bzw. Halterungsvorrichtung, während er den Wafer unterhalb der Projektionslinse schrittweise bewegt, wodurch der Wafer nach einer Vielzahl von Abschnitten auf einem Wafer belichtet werden. Der Scanner bewegt einen Wafer auf einem Wafergestell bzw. einer -halterung und ein Retikel auf einem Retikelgestell bzw. einer -halterung relativ mit Bezug auf eine Projektionslinse, strahlt schlitzförmiges Belichtungslicht während der relativen Bewegung (Abtastbewegung) aus und projiziert das Retikelmuster auf den Wafer. Der Stepper und der Scanner werden als die Hauptströmung von Belichtungsanordnungen im Hinblick auf die Auflösung und die Überlagerungsgenauigkeit betrachtet.

[0003] Einer von Vorrichtungsleistungsindizes ist der Durchsatz, der die Anzahl von pro Einheitszeit verarbeiteten Wafern darstellt. Um einen hohen Durchsatz zu realisieren, ist für das Wafergestell und das Retikelgestell eine Hochgeschwindigkeitsbewegung erforderlich. Ein herkömmliches Retikelgestell, das für einen Hochgeschwindigkeitsantrieb mit geringer Wärmeabfuhr geeignet ist, ist in dem japanischen Patent mit Offenlegungsnummer 2000-106344 (EP 0 977 244) offenbart.

[0004] Bei der herkömmlichen Belichtungsanordnung beinhaltet ein Strom, der durch die Antriebsspule eines Elektromagneten fließt, jedoch sogar bei Fehlen jeglicher Befehlsinformationen an den Elektromagneten einen Offset-Strom unter dem Einfluss einer Störgröße. Sogar ein kleiner Offset-Strom verursacht einen Kraftfehler, wodurch es scheitert, eine genaue Kraft zu erzeugen.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Gemäß der Erfindung ist ein Mechanismus für ein bewegliches Teil wie in Anspruch 1 dargelegt, eine Belichtungsanordnung wie in Anspruch 9 dargelegt und ein Verfahren zur Steuerung eines Mechanismus für ein bewegliches Teil wie in Anspruch 10 dargelegt bereitgestellt. Optionale Merkmale sind in den übrigen Ansprüchen dargelegt.

[0006] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden in Verbindung mit der begleitenden Zeichnung beschrieben, bei der gleiche Bezugszeichen in den Figuren von dieser durchwegs die gleichen oder ähnliche Bauteile bezeichnen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0007] Die begleitende Zeichnung, die in die Beschreibung eingebunden ist und einen Teil von dieser bildet, veranschaulicht Ausführungsbeispiele der Erfindung.

[0008] [Fig. 1](#) ist eine Ansicht, die die Anordnung einer Gestellvorrichtung gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0009] [Fig. 2](#) ist eine Darstellung, die die Anordnung des Elektromagnet-Steuersystems der Gestellvorrichtung gemäß [Fig. 1](#) zeigt;

[0010] [Fig. 3](#) ist eine Darstellung, die die Anordnung des Elektromagnet-Steuersystems einer Gestellvorrichtung gemäß dem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0011] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht, die die grundlegende Anordnung eines Steuersystems aus dem gemäß [Fig. 3](#) gezeigten Elektromagnet-Steuersystem heraus und eine an dem Steuersystem anliegende Störgröße zeigt;

[0012] **Fig. 5** ist eine Darstellung, die die Anordnung des Elektromagnet-Steuersystems einer Gestellvorrichtung gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0013] **Fig. 6** ist eine Darstellung, die die Anordnung des Elektromagnet-Steuersystems einer Gestellvorrichtung gemäß dem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

[0014] **Fig. 7** ist eine Ansicht, die die Anordnung eines Retikelgestells zeigt;

[0015] **Fig. 8** ist eine Ansicht, die das Steuersystem eines Elektromagnet-Hauptkörpers gemäß **Fig. 7** zeigt; und

[0016] **Fig. 9** ist eine schematische Ansicht, die die Anordnung einer Belichtungsanordnung zeigt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0017] Nachstehend werden unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben.

[Erstes Ausführungsbeispiel]

[0018] **Fig. 1** zeigt die Anordnung einer Gestellvorrichtung, die einen Mechanismus für ein bewegliches Teil einsetzt, gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0019] Bei der Gestellvorrichtung ist eine Führung **102** auf einem (nicht gezeigten) Grundträger angebracht. Ein Gestell bzw. eine Halterung **101**, das/die als bewegliches Teil dient, und das ein Werkstück lagert, ist entlang einer Achse bezüglich der Führung **102** verschiebbar gelagert. An einer Seitenfläche des Gestells bzw. der Halterung **101** ist bewegliches Element **103** eines Linearmotors angebracht. An der oberen und an der unteren Fläche des beweglichen Elements **103** des Linearmotors sind integrale Strukturen von vierpoligen Magneten und Jochen angeordnet, die jeweils dazu dienen, den magnetischen Fluss des Magneten zirkulieren zu lassen. Das bewegliche Element **103** des Linearmotors liegt in einer berührungsfreien Stellung einem Ständer **104** des Linearmotors gegenüber, der an dem (nicht gezeigten) Grundträger angebracht ist. Der Ständer **104** des Linearmotors ist durch Anbringung der Anordnung einer Vielzahl von Spulen an einem Ständerahmen gebildet.

[0020] Der Linearmotor ist ein gewöhnlicher bürstenloser Gleichstrommotor von erweiterter Bauart. Der Linearmotor schaltet eine Antriebsspule und deren Stromrichtung im Einklang mit der relativen Lagebeziehung zwischen dem Magneten und der Spule, wodurch eine gewünschte Kraft in einer gewünschten Richtung erzeugt wird. Das Gestell **101** lagert einen Dreifach- bzw. Tripelreflektor für ein (nicht gezeigtes) Laserinterferometer. Das (nicht gezeigte) Laserinterferometer misst die Versetzung bzw. Weggröße des Gestells **101** in der Bewegungsrichtung. Das Gestell **101** wird auf der Grundlage eines Befehls von einer (nicht gezeigten) Bewegungsbefehlseinheit und dem Versetzungsmesswert des Gestells **101** mittels eines (nicht gezeigten) Gestellsteuersystems positioniert. An der anderen Seitenfläche des Gestells **101** ist eine magnetische Platte **105** angeordnet. Ein Paar elektromagnetischer Einheiten, die Elektromagnet-Hauptkörper **106a** und **106b** umfassen, sind so angeordnet, dass sie die magnetische Platte **105** von den beiden Seiten aus in die Mitte nehmen.

[0021] Das Paar elektromagnetischer Einheiten ist an einer Gewindemutter **107** an einem Elektromagnet-Übertragungselement **120** angebracht. Die Gewindemutter **107** kann sich mittels eines Motors **108** und einer Vorschubspindel **109** in nahezu der gleichen Richtung wie das Gestell **101** bewegen. Als Ergebnis hiervon kann sich das Paar elektromagnetischer Einheiten mittels des Motors **108** und der Vorschubspindel **109** in nahezu der gleichen Richtung wie das Gestell **101** bewegen. Ein Ende der Vorschubspindel **109** ist durch ein Lager **110** gelagert. Der Motor **108**, die Vorschubspindel **109** und das Lager **110** sind ebenfalls an dem (nicht gezeigten) Grundträger angebracht. Die Elektromagnet-Hauptkörper **106a** und **106b**, die das Paar elektromagnetischer Einheiten bilden, und die magnetische Platte **105** werden über einen kleinen Abstand in einer berührungsfreien Stellung gehalten. Jeder der Elektromagnet-Hauptkörper **106a** und **106b** besteht aus einem E-förmigen Joch und einer an einem mittigen Zahn bzw. Zinken angeordneten Antriebsspule. Indem ein Strom durch die Antriebsspule fließt, wirkt die Anziehungskraft zwischen dem Joch und der magnetischen Platte **105**. Die Antriebsspulen der Elektromagnet-Hauptkörper **106a** und **106b** können die Spannung oder den Strom separat steuern. Indem eine Spannung oder ein Strom angepasst wird, die/der zu den beiden Spulen zugeführt wird, kann die Anziehungskraft angepasst werden, die zwischen den Elektromagneten und der magnetischen Platte **105** wirkt. Ferner kann die resultierende Kraft, die von dem Paar Elektromagnet-Hauptkörper **106a** und

106b auf die magnetische Platte **105** wirkt, sowie die Richtung der resultierenden Kraft angepasst werden.

[0022] Die Versetzung des Elektromagnet-Übertragungsteils **120** in der Bewegungsrichtung wird durch einen (nicht gezeigten) Positionssensor gemessen. Das Elektromagnet-Übertragungsteil **120** wird mittels eines (nicht gezeigten) Elektromagnet-Übertragungsteil-Steuersystems positioniert. Das Elektromagnet-Übertragungsteil-Steuersystem koppelt die Beschleunigungs-/Verzögerungskraft des Elektromagnet-Übertragungsteils **120** vorwärts, wie es zweckmäßig ist, wodurch die Positionierungsabweichung des Elektromagnet-Übertragungsteils **120** während einer Beschleunigung/Verzögerung minimiert wird. Wenn das Gestell **101** zu bewegen ist, ist es wünschenswert, eine Positionierungssteuerung für das Gestell **101** unter Verwendung eines Rückkopplungssystems, eine Positionierungssteuerung für das Elektromagnet-Übertragungsteil **120** unter Verwendung von Vorwärtskopplungs- und Rückkopplungssystemen, sowie eine Positionierungssteuerung für die Elektromagnet-Hauptkörper **106a** und **106b** unter Verwendung des Vorwärtskopplungssystems zum Übertragen einer Beschleunigungs-/Verzögerungskraft an das Gestell **101** durchzuführen. Der Linearmotor des Gestells **101** muss nicht die Beschleunigungs-/Verzögerungskraft des Gestells **101** erzeugen, und es reicht aus, dass er eine für eine Feinpositionierung notwendige Kraft rückkoppelt bzw. zurück führt. Dies kann eine Wärmezeugung minimieren.

[0023] [Fig. 4](#) ist eine Darstellung, die ein Elektromagnet-Steuersystem für eine des Paares elektromagnetischer Einheiten gemäß [Fig. 1](#) zeigt. Eine durch den Elektromagneten erzeugte Kraft hat einen Wert, der proportional zu dem Quadrat des magnetischen Flusses zwischen dem Elektromagneten und der magnetischen Platte ist. Das Elektromagnet-Steuersystem empfängt von einer (nicht gezeigten) Hauptsteuerung, die den übergreifenden Arbeitsablauf des Gestells steuert, Befehlsinformationen (die hierin nachstehend als "Befehl für den magnetischen Fluss" zu bezeichnen sind), die die Größe bzw. Dimension eines magnetischen Flusses aufweisen, welche die Größe bzw. Dimension der Quadratwurzel des Absolutwerts einer Beschleunigungs-/Verzögerungskraft ist. Ein Elektromagnetjoch **301** weist eine Antriebsspule **302** und eine Suchspule **303** auf, und eine induzierte Spannung wird als Ausgabeinformation von dem Elektromagneten gemessen.

[0024] Die induzierte Spannung wird durch einen Integrator (g_1 ist der Verstärkungsfaktor) **304** zeitlich in eine Größe bzw. Dimension eines magnetischen Flusses integriert (die hierin nachstehend als "erfasster magnetischer Fluss" zu bezeichnen ist). Der Betrag des magnetischen Flusses, der zum Erzeugen einer gewünschten Kraft verwendet wird, kann aus der Anzahl von Windungen der Suchspule **303**, der Querschnittsfläche des Elektromagnetjochs **301** an einem Abschnitt, wo die Suchspule **303** angeordnet ist, und dem Verstärkungsfaktor g_1 des Integrators **304** berechnet werden. Der berechnete Wert wird als ein Befehl für den magnetischen Fluss eingegeben.

[0025] Das Elektromagnet-Steuersystem weist einen Addierer **305** als eine Eingabeeinheit auf. Der Addierer **305** berechnet einen Fehler im magnetischen Fluss als die Differenz zwischen einem eingegebenen Befehl für den magnetischen Fluss und einem erfassten magnetischen Fluss. Der Fehler im magnetischen Fluss wird mittels einer Verstärkungseinheit **306** mit einem angemessenen Verstärkungsfaktor multipliziert, und das resultierende Signal wird an einen Antriebsverstärker **307** gesendet. Die Spannung bzw. der Strom der Antriebsspule **302** wird mittels des Antriebsverstärkers **307** gesteuert, und ein gewünschter magnetischer Fluss wird in dem Elektromagneten erzeugt. Mit anderen Worten wird in dem Elektromagneten eine gewünschte Anziehungskraft erzeugt. Es ist zu beachten, dass das Elektromagnet-Steuersystem ein Eingabesystem für ein Integrator-Rücksetzsignal S1 zum Rücksetzen eines erfassten magnetischen Flusses auf 0 bei Aktivierung der Vorrichtung aufweist. Wird das Integrator-Rücksetzsignal S1 an den Integrator **304** eingegeben, wird die Ausgabe von dem Integrator **304** auf 0 rückgesetzt.

[0026] Das Elektromagnet-Steuersystem nimmt die folgenden Störungen bzw. Störgrößen auf. Störgröße A gibt einen Offset bzw. Versatz zu dem Strom der Antriebsspule **302** an. Störgröße A wird als äquivalente bzw. Ersatzstörgröße ausgedrückt, die eine Gesamtheit von Störungen bzw. Störgrößen an entsprechenden Abschnitten ist. Störgröße A enthält den Offset eines Werts von einem Befehl für den magnetischen Fluss, die Offsets eines Subtrahierers und der Verstärkungseinheit **306**, sowie den Offset des Antriebsverstärkers **307**. Störgröße B drückt äquivalent bzw. ersatzweise eine Störung bzw. Störgröße aus, die eine Drift bzw. Nullpunktverschiebung in dem Integrator **304** erzeugt. In einem idealen Zustand ist der durch die Antriebsspule **302** fließende Strom gleich 0, ist der erfasste magnetische Fluss gleich 0 und ist der Fehler im magnetischen Fluss gleich 0, wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt. Dieser ideale Zustand geht durch Störgrößen A und B verloren. Zum Beispiel sei E der Strom, der durch die Antriebsspule **302** fließt, wenn eine gewünschte Kraft in dem Elektromagneten erzeugt wird (Befehl für den magnetischen Fluss stellt nicht 0 dar), und sei e der Offset-Strom, der infolge der Störgrößen fließt, wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt. Der anfängliche Offset-Strom wird sogar bei Steuerung aufrecht erhalten. Die Anziehungskraft ist proportional zum

dem Quadrat des Stroms, und der Kraftfehler ist proportional zu:

$$(E + e)^2 - E^2 = 2Ee + e^2 \quad (1)$$

[0027] Wird die Größe von e^2 ignoriert, ist der Kraftfehler gleich 0, wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt. Der Fehler bei Erzeugung der maximalen Kraft wird jedoch durch den Term **2Ee** beeinflusst. Sogar ein kleiner Offset-Strom beeinflusst daher den Kraftfehler.

[0028] Gemäß [Fig. 2](#) kann der Einfluss von äquivalenten bzw. ersatzweisen Störgrößen A und B beseitigt werden. Ein Eingabeanschluss für ein Driftkorrektursignal S2 ist an dem Eingang des Integrators **304** eingerichtet, der eine induzierte Spannung von der Suchspule **303** zeitlich integriert. Das Driftkorrektursignal S2 wird mittels der Hauptsteuerung wie folgt im Voraus berechnet. Das Gestell wird still gehalten und die Antriebsspule **302** des Elektromagneten wird kurzgeschlossen. Dies verhindert jegliche Änderung im magnetischen Fluss, und das Signal von der Suchspule **303** wird 0. Nachdem der Integrator **304** zwischenzeitlich rückgesetzt ist, wird der Integrator **304** für eine vorgegebene Zeit betrieben, um die Ausgabe zu beobachten. Als die Driftcharakteristik des Integrators **304** bei dem ersten Ausführungsbeispiel kann eine äquivalente Störgröße B aus der Integrationsbetriebszeit und einer Höhe einer Integratorausgabeschwankung berechnet werden. Das Driftkorrektursignal S2 hat z. B. einen Wert mit dem gleichen Absolutwert wie demjenigen eines Signals, das Störgröße B darstellt, aber ein umgekehrtes Vorzeichen, um so Störgröße B aufzuheben. Ein denkbarer Schwankungsfaktor von äquivalenter Störgröße B sind Schwankungen in den thermischen Eigenschaften eines elektrischen Elements. Die Schwankungsgeschwindigkeit wird als langsam betrachtet. Die Drift des Integrators **304** kann im Wesentlichen innerhalb einer endlichen Zeit unterdrückt werden. Eine Driftkorrektur erlaubt einen kleinen Fehler, der nachstehend beschrieben wird. Diese Funktion kann weggelassen werden, solange die Drift des Integrators **304** in einem vernachlässigbaren Grad auftritt.

[0029] Ein gepunkteter Anteil gemäß [Fig. 2](#) ist ein Offset-Kompensationssystem **201** zum Bewältigen von Offset-Störgröße A. Wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt, wird der Wert an dem Eingabeanschluss des Antriebsverstärkers **307** mittels eines Integrators **201b** (Verstärkungsfaktor g_2) integriert und wird der integrierte Wert negativ bzw. negiert an den Addierer **305** zurück geführt bzw. rückgekoppelt. Mit einem Schleifenbetrieb ist der Wert an dem Eingabeanschluss des Antriebsverstärkers **307** stets 0, wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt. Es ist zu beachten, dass der Antriebsverstärker **307** einen Offset aufweisen kann. Das heißt, dass der Strom durch die Antriebsspule **302** fließt und ein vorgegebener Wert an den Eingabeanschluss der Antriebsspule **302** eingegeben werden muss, um den Strom aus der Antriebsspule **302** vollständig zu beseitigen, selbst wenn ein Befehl „0“ an den Antriebsverstärker **307** eingegeben wird. Dieser Wert wird erhalten, indem die Charakteristik der Antriebsspule **302** im Voraus geprüft wird. Der Wert wird als Antriebsverstärker-Offset-Anpassung S3 von der Hauptsteuerung an das Offset-Kompensationssystem **201** gesendet. Wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt, kann der durch die Antriebsspule **302** fließende Strom daher zuverlässig beseitigt werden. Diese Schleife kann auch den vorstehend beschriebenen Integrator-Driftkorrekturfehler aufheben. Das heißt, dass die Schleife ein System ist, das eine Eingabe eines Offsets an den Addierer **305** auf die Drift des Integrators hin erlaubt.

[0030] Ein Signal, das darstellt, ob der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt, wird als ein Antriebszeitsteuerungsbefehl S4 gesendet. Stellt der Befehl für den magnetischen Fluss nicht 0 dar, betätigt der Antriebszeitsteuerungsbefehl S4 einen Halteschalter **201a**, wird die durch die gepunktete Linie umgebene Schleife im Wesentlichen getrennt und wird ein unmittelbar vorangehender Wert gehalten und an den Addierer **305** gesendet. Wenn der Befehl für den magnetischen Fluss am Ende einer Ansteuerung 0 darstellt, betätigt der Antriebszeitsteuerungsbefehl S4 den Halteschalter **201a** erneut, wird die Schleife des Offset-Kompensationssystems (innerhalb der gepunkteten Linie) **201** hergestellt und wird der Strom der Antriebsspule **302** zu 0. Auf diese Weise kann der Einfluss durch die Drift des Integrators **304** beseitigt werden, um den Offset-Strom der Antriebsspule **302** aufzuheben. Ein magnetischer Fluss, der einem Befehl für den magnetischen Fluss entspricht, kann erzeugt werden, und somit kann eine gewünschte Kraft erzeugt werden. Gemäß diesem Verfahren kann eine kleine Drift nicht beseitigt werden und verbleibt diese. Ein langfristiger Gestellantrieb kann infolge der Drift einen Überlauf über den Betriebsbereich der Ausgabe des Integrators **304** verursachen. Um dies zu verhindern, wird der Integrator **304** im Einklang mit einem Befehl von der Hauptsteuerung rückgesetzt, während das Gestell nicht bewegt wird.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

[0031] Es wird die Anordnung einer Gestellvorrichtung beschrieben, die einen Mechanismus für ein bewegliches Teil einsetzt, gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. [Fig. 7](#) ist eine konzeptionelle An-

sicht, die die schematische Anordnung der Gestellvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt. Die Gestellvorrichtung ist schematisch gebildet, indem einige der Funktionen der Gestellvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel geändert sind. Im Speziellen umfasst die Gestellvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Abstandssensor **611** (Abstandssensor **611a** oder **611b**), der den Abstand zwischen einem Elektromagnet-Hauptkörper **106** (Elektromagnet-Hauptkörper **106a** oder **106b**) und einer magnetischen Platte **105** misst, anstelle der Suchspule **303** der Gestellvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0032] **Fig. 8** ist eine Ansicht, die ein Elektromagnet-Steuersystem für eine eines Paars elektromagnetischer Einheiten gemäß **Fig. 7** zeigt. Das Elektromagnet-Steuersystem nimmt vorbestimmte Befehlsinformationen (Kraftbefehl) auf der Grundlage der Beschleunigung/Verzögerung eines Gestells bzw. einer Halterung **101** gemäß **Fig. 7** auf. Die durch den Elektromagneten erzeugte Anziehungskraft ist proportional zu dem Quadrat des durch eine Antriebsspule **302** fließenden Stroms. Eine Stromberechnungseinheit **701** in dem Elektromagnet-Steuersystem berechnet einen Stromwert, der zu der Antriebsspule **302** des Elektromagnet-Hauptkörpers **106** zuzuführen ist, auf der Grundlage von Befehlsinformationen (Kraftbefehl). Ein Antriebsstromverstärker **702** treibt die Antriebsspule **302** auf der Grundlage des Stromwerts (Strombefehls) an, der durch die Stromberechnungseinheit **701** berechnet wird. Wenn h der Abstand zwischen dem Elektromagnet-Hauptkörper **106** und der magnetischen Platte **105** sei, ist die in dem Elektromagneten erzeugte Anziehungskraft proportional zu ungefähr $1/h^2$. Der Proportionalitätsfaktor wird wünschenswert im Voraus gemessen. Der Abstandssensor **611** ist nahe dem Elektromagnet-Hauptkörper **106** angeordnet. Der Abstandssensor **611** misst den Abstand zwischen dem Elektromagnet-Hauptkörper **106** und der magnetischen Platte **105** als von dem Elektromagneten ausgegebene Information. Eine Abstandskorrekturereinheit **703** berechnet einen Korrekturkoeffizienten α . Ein Multiplizierer **704** in dem Elektromagnet-Steuersystem multipliziert einen durch die Stromberechnungseinheit **701** berechneten Stromwert (Strombefehl) mit dem Korrekturkoeffizienten α . Diese Anordnung kann Schwankungen der Anziehungskraft auf Abstandsschwankungen hin unterdrücken.

[0033] **Fig. 3** ist eine Darstellung, die das Elektromagnet-Steuersystem gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt. Das Elektromagnet-Steuersystem ist schematisch gebildet, indem einige der Funktionen des Elektromagnet-Steuersystems von **Fig. 2** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel geändert sind. Im Speziellen ersetzen der Abstandssensor **611** die Abstandskorrekturereinheit **703** die Suchspule **303** und den Integrator **304** des Elektromagnet-Steuersystems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Weiterhin ersetzt der Multiplizierer **704** die Verstärkung **306** des Elektromagnet-Steuersystems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Der Multiplizierer **704** multipliziert eine Ausgabe von dem Addierer **305** mit dem durch die Abstandskorrekturereinheit **703** berechneten Korrekturkoeffizienten α .

[0034] Ähnlich zu **Fig. 2** stellt Störgröße A äquivalent bzw. ersatzweise eine Störung bzw. Störgröße dar, die den Offset-Strom der Antriebsspule **302**, der in der Stromberechnungseinheit **701** berechnet wird, des Antriebsstromverstärkers **702** oder dergleichen angibt. Ein gepunkteter Anteil gemäß **Fig. 3** ist ein Offset-Kompensationssystem **201** zum Bewältigen von Störgröße A . Wenn der Kraftbefehl 0 darstellt, wird der Wert an dem Eingabeanschluss des Antriebsstromverstärkers **702** mittels eines Integrators **201b** (Verstärkungsfaktor g_0) integriert und wird der integrierte Wert negativ bzw. negiert an einen Addierer **305** zurück geführt bzw. rückgekoppelt. Mit einem Schleifenbetrieb des Offset-Kompensationssystems **201** ist der Wert an dem Eingabeanschluss des Antriebsstromverstärkers **702** stets 0 , wenn der Kraftbefehl 0 darstellt. Wenn der Kraftbefehl 0 darstellt, wird z. B. „ 0 “ als ein Antriebszeitsteuerungsbefehl $S4$ an einen Halteschalter **201a** gesendet und wird eine Ausgabe von dem Integrator **201b** an den Addierer **305** gesendet. Wenn der Kraftbefehl nicht 0 darstellt, wird z. B. „ 1 “ als der Antriebszeitsteuerungsbefehl $S4$ an den Halteschalter **201a** gesendet, wird die durch die gepunktete Linie umgebene Schleife im Wesentlichen getrennt und wird eine Ausgabe von dem Integrator **201b**, die durch den Halteschalter **201a** gehalten wurde, unmittelbar bevor die Schleife getrennt wird, an den Addierer **305** gesendet. Es ist zu beachten, dass der Offset-Wert des Antriebsstromverstärkers **702** beseitigt werden kann, indem die Charakteristik des Antriebsstromverstärkers **702** im Voraus geprüft und das Signal einer Antriebsverstärker-Offset-Anpassung $S3$ von der Hauptsteuerung an das Offset-Kompensationssystem **201** gesendet wird, wie es gemäß **Fig. 3** gezeigt ist. Wenn der Kraftbefehl 0 darstellt, kann der durch die Antriebsspule fließende Strom daher zuverlässig beseitigt werden. Das Signal einer Antriebsverstärker-Offset-Anpassung $S3$ kann den gleichen Absolutwert wie z. B. denjenigen von einem Signal annehmen, das die Charakteristik des Antriebsverstärkers **702** darstellt, aber ein umgekehrtes Vorzeichen.

[Drittes Ausführungsbeispiel]

[0035] **Fig. 5** zeigt die Anordnung eines Elektromagnet-Steuersystems gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel. Ein grundlegendes Magnetfluss-Rückkopplungssystem und Offset-Kompensationssystem **201** sind die

gleichen wie diejenigen gemäß [Fig. 2](#). Falls der Befehl für den magnetischen Fluss in einem Driftkompensationssystem **401** gemäß [Fig. 5](#) 0 darstellt, wird ein erfasster magnetischer Fluss als eine Ausgabe von einem Integrator **304** mit einer Verstärkung (g_3) **401a** multipliziert und wird das Produkt negativ bzw. negiert an den Eingabeanschluss des Integrators **304** zurück geführt bzw. rückgekoppelt. Eine Übertragungsfunktion $t(s)$ einer geschlossenen Schleife bzw. eines Regelkreises umfassend den Integrator **304** und das Verstärkungselement **401a** weist eine zeitliche Verzögerung erster Ordnung auf:

$$t(s) = \frac{g_1}{s + g_1 g_3} \quad \dots \quad (2)$$

[0036] Eine Antwort in einem stationären Zustand auf Anwendung einer Störgröße B mit sehr langsamen Schwankungen auf dieses System hin nimmt einen nahezu konstanten Wert an, wodurch die Drift unterdrückt wird. Es reicht aus, dass die Zeitkonstante der Übertragungsfunktion $t(s)$ schneller ist als Schwankungen von Störgröße B, und sie erfordert keinen sehr kleinen Wert. Für die Zeitkonstante ist g_3 auf einen Verstärkungsfaktor eingestellt, der eine Zeitkonstante von ungefähr 1 Sek. bereitstellt. Der Integrator **304** kann stetig einen vorgegebenen Wert ausgeben, und dieser Wert wird durch den Betrieb des Offset-Kompensationssystems **201**, ähnlich zu dem Steuersystem gemäß [Fig. 2](#), beseitigt.

[0037] Falls der Befehl für den magnetischen Fluss nicht 0 darstellt, wird ein Antriebszeitsteuerungsbefehl S5 zu einem Halteschalter **401b** zugeführt, wird die Schleife des Driftkompensationssystems **401** im Wesentlichen getrennt und wird der Rückkopplungsterm an den Eingabeanschluss des Integrators **304** auf einem unmittelbar vorangehenden Wert gehalten. Dieser Betrieb unterdrückt die Drift des Integrators **304** während einer Beschleunigung/Verzögerung, und der Integrator **304** arbeitet nur als Integrator. Es ist zu beachten, dass der Antriebszeitsteuerungsbefehl S5 das gleiche Befehlssignal wie dasjenige des Antriebszeitsteuerungsbefehls S4 verwenden kann.

[0038] Wenn der Befehl für den magnetischen Fluss am Ende eines Antriebs erneut zu 0 wird, wird der Antriebszeitsteuerungsbefehl S5 zu dem Halteschalter **401b** zugeführt und wird die Schleife des Driftkompensationssystems **401** erneut geschlossen. Selbst wenn Störgröße B schwankt, wird die Drift automatisch unterdrückt, wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt. Selbst wenn das Gestell für eine lange Zeit angetrieben wird, werden alle oder einige Driftkomponenten angehäuft, um einen Überlauf des Integrators **304** zu verhindern. Verglichen mit dem Steuersystem gemäß [Fig. 2](#), dass bei dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben ist, wird die Drift einfach durch Schließen der Schleife des Driftkompensationssystems **401** korrigiert. Ein Betrieb zum Erhalten eines Driftkorrekturwerts im Voraus kann weggelassen werden. Bei der Verwendung des Driftkompensationssystems wird der Offset einer Ausgabe von dem Integrator **304** akzeptiert und muss das Offset-Kompensationssystem **201**, das gemäß [Fig. 2](#) gezeigt ist, übernommen werden.

[Viertes Ausführungsbeispiel]

[0039] [Fig. 6](#) zeigt die Anordnung eines Elektromagnet-Steuersystems gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel. [Fig. 6](#) zeigt eine Modifikation an der Anordnung gemäß [Fig. 5](#), die bei dem dritten Ausführungsbeispiel beschrieben ist. Um die Drift zu korrigieren, wird ein Signal verwendet, das eine Driftkomponente enthält. Das Signal eines Offset-Kompensationssystems **201** enthält eine Driftkomponente. Eine Offset-Störgröße A schwankt ähnlich zu einer Drift-Störgröße B sehr langsam. Demnach ist der größte Teil der dynamischen Komponente des Offset-Korrektursignals eine Driftkomponente. Die Drift und der Offset können unter Verwendung einer Anordnung korrigiert werden, bei der eine Ausgabe von einem Halteschalter **201a** in dem Offset-Kompensationssystem **201** gemäß [Fig. 6](#) (Signal, das durch Integration eines Signals an dem Eingang eines Antriebsverstärkers **307** mittels eines Integrators **201b** erhalten wird) mit einer Verstärkung (g_3) **501a** eines Driftkompensationssystems **501** multipliziert wird und das Produkt negativ bzw. negiert an den Eingabeanschluss eines Integrators **304** zurück geführt bzw. rückgekoppelt wird. Durch den Elektromagneten kann eine Anziehungskraft erzeugt werden, die einem Befehl für den magnetischen Fluss entspricht.

[0040] Es ist zu beachten, dass die Verstärkung (g_3) **501a** die gleiche Baukomponente wie diejenige der Verstärkung (g_3) **401a** bei dem dritten Ausführungsbeispiel verwenden kann.

[0041] Der Vorteil der Anordnung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel besteht darin, dass kein erfasster magnetischer Fluss zu dem Driftkompensationssystem **501** zugeführt werden muss. Zum Beispiel kann bei Herstellung bzw. Aufbau eines Steuersystems durch Verwendung eines digitalen Computers die Anzahl von Operationen zum Zuführen eines erfassten magnetischen Flusses zu dem digitalen System verringert werden. Die Anordnung gemäß [Fig. 5](#) und diejenige gemäß [Fig. 6](#) zeigen das gleiche Leistungsverhalten, aber sie unterscheiden sich in einer Ausgabe von dem Integrator **304** und dem Gleichgewichtswert des Offset-Korrektur-

werts, wenn der Befehl für den magnetischen Fluss 0 darstellt.

[0042] Wie vorstehend beschrieben ist, erfasst das Elektromagnet-Steuersystem gemäß dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel einen magnetischen Fluss, der physikalisch mit der durch den Elektromagneten erzeugten Anziehungskraft korreliert ist, führt es den erfassten magnetischen Fluss zurück, und steuert es auf die Weise die Anziehungskraft mit einer hohen Genauigkeit. Die Drift des Integrators in dem Magnetfluss-Erfassungssystem und der Offset-Strom der Antriebsspule bei Nichtantrieb werden beseitigt. Das Steuersystem ist daher resistent gegenüber Störungen des elektrischen Systems. Bei der Verwendung einer elektromagnetischen Kopplung zum Übertragen einer Beschleunigungs-/Verzögerungskraft kann die Anordnung des Steuersystems der elektromagnetischen Kopplung bereitgestellt werden.

[0043] Der bewegliche Abschnitt der Gestellvorrichtung gemäß dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel kann als Gestellaufbau übernommen werden, der in dem Wafergestellsystem einer Halbleiterbelichtungsvorrichtung einen Wafer und/oder in dem Retikelgestellsystem ein Retikel trägt.

[0044] Der Mechanismus für ein bewegliches Teil gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung kann bewirken, dass der Elektromagnet eine genaue Kraft erzeugt. Der Mechanismus für ein bewegliches Teil gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung kann einen Mechanismus für ein bewegliches Teil wie etwa ein Hochpräzisionsgestell bzw. eine -halterung mit geringer Wärmeerzeugung bereitstellen. Das Elektromagnet-Steuersystem zur Steuerung des Mechanismus für ein bewegliches Teil gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung kann ein hochpräzises Steuersystem zum Übertragen eines Antriebs- bzw. Ansteuerbefehls für eine Beschleunigungs-/Verzögerungskraft oder dergleichen, sowie ein gegenüber Störungen resistentes Steuersystem bereitstellen.

[Weiteres Ausführungsbeispiel]

[0045] [Fig. 9](#) ist eine schematische Ansicht, die eine Anordnung zeigt, wenn der Mechanismus für ein bewegliches Teil gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung auf eine Belichtungsvorrichtung angewandt wird, die in einem Halbleiterherstellungsprozess verwendet wird. Gemäß [Fig. 9](#) bestrahlt von einem optischen Beleuchtungssystem **901** ausgestrahltes Licht ein als Maske dienendes Retikel **902**. Das Retikel **902** wird durch ein Retikelgestell **903** gehalten, und das Muster bzw. die Schablone des Retikels **902** wird mit der Verkleinerung einer Verkleinerungsprojektionslinse **904** verkleinert und projiziert. Die Bildebene der Verkleinerungsprojektionslinse **904**, ist senkrecht zu der Z-Richtung. Die Oberfläche eines Substrats **905**, das als zu belichtende/s Probe/Arbeitsstück dient, ist mit einem Fotolack beschichtet und weist eine Anordnung von Schüssen bzw. Aufnahmen auf, die in dem Belichtungsschritt gebildet werden. Das zu steuernde Substrat **905** wird auf ein Gestell **101** gesetzt, das als bewegliches Teil dient. Das Gestell **101** weist ein Futter bzw. eine Spannvorrichtung, das/die das Substrat **905** hält, und ein als Antriebseinheit dienendes X-Y-Gestell auf, das sich horizontal entlang der X- und der Y-Achse bewegen kann. Positionsinformationen des Gestells **101** werden durch ein Laserinterferometer **908** mit Bezug auf einen an dem Gestell **101** angebrachten Spiegel **907** gemessen. Der Mechanismus für ein bewegliches Teil gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung kann das Gestell **101** mit hoher Genauigkeit antreiben.

[0046] Da viele offensichtlich weitgehend unterschiedliche Ausführungsbeispiele der Erfindung angefertigt werden können, ohne von dem Umfang von dieser abzuweichen, ist es selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf die speziellen Ausführungsbeispiele von dieser beschränkt ist.

Patentansprüche

1. Mechanismus für ein bewegliches Teil, mit:

einem Elektromagneten mit einer Spule (**302**) zum Antreiben eines beweglichen Teils (**105**); und einem ersten Steuermechanismus mit einem Eingabeabschnitt und einem Verstärker (**307**) zum Zuführen eines Stroms zu der Spule,

dadurch gekennzeichnet, dass

der erste Steuermechanismus eingerichtet ist, um den Elektromagneten auf Grundlage von Befehlsinformationen und einer an den Eingabeabschnitt eingegebenen Rückkopplungsvariablen zu regeln, wobei die Rückkopplungsvariable hergeleitet wird aus der Ausgabe eines Abstandssensors (**611**), der zum Messen eines Abstands zwischen dem Elektromagneten und dem beweglichen Teil eingerichtet ist, oder aus der Ausgabe einer Suchspule (**303**), die zum Messen einer in dem Elektromagneten erzeugten induzierten Spannung eingerichtet ist;

und dadurch, dass der Mechanismus für ein bewegliches Teil ferner aufweist:

einen Offset-Kompensationsmechanismus (**201**) zum Einstellen des Stroms, der von dem Verstärker zu der Spule zugeführt wird, auf 0, wenn die Befehlsinformationen 0 darstellen, und der aufweist:
 einen ersten Integrator (**101b**), der zum zeitlichen Integrieren der Summe eines Signals an einem Eingang des Verstärkers und eines Anpassungssignals (S3) eingerichtet ist, und
 einen ersten Halteschalter (**201a**), der eingerichtet ist, um eine Ausgabe von dem ersten Integrator negativ zu dem Eingabeabschnitt des ersten Steuermechanismus zurück zu führen, wenn die Befehlsinformationen 0 darstellen, der eingerichtet ist, um eine Ausgabe zu halten, die von dem ersten Integrator bereitgestellt wird, wenn die Befehlsinformationen 0 darstellen, und der eingerichtet ist, um die gehaltene Ausgabe von dem ersten Integrator negativ zum Eingabeabschnitt des ersten Steuermechanismus zurück zu führen, wenn die Befehlsinformationen nicht 0 darstellen.

2. Mechanismus gemäß Anspruch 1, ferner mit einer Abstandskorrekturereinheit zum Berechnen eines vorbestimmten Korrekturkoeffizienten auf Grundlage des durch den Abstandssensor gemessenen Abstands, einer Stromberechnungseinheit zum Berechnen eines zu dem Elektromagneten zugeführten Stroms auf Grundlage der Befehlsinformationen und einem Multiplizierer zum Multiplizieren des Korrekturkoeffizienten mit dem durch die Stromberechnungseinheit berechneten Strom.

3. Mechanismus gemäß Anspruch 1, ferner mit einem zweiten Integrator (**304**), der zum zeitlichen Integrieren der durch die Suchspule gemessenen induzierten Spannung eingerichtet ist, und einem zweiten Steuermechanismus, der eingerichtet ist, um den Elektromagneten auf Grundlage eines Differenzwerts zwischen den Befehlsinformationen und der durch den zweiten Integrator zeitlich integrierten induzierten Spannung zu regeln.

4. Mechanismus gemäß Anspruch 3, bei dem der zweite Steuermechanismus einen Driftkompensationsmechanismus zum Erfassen einer Drift des zweiten Integrators und zum Zuführen eines Kompensationssignals (S2) zum Aufheben der Drift zu dem zweiten Steuermechanismus aufweist.

5. Mechanismus gemäß Anspruch 4, bei dem der Driftkompensationsmechanismus konfiguriert ist, um eine Ausgabe von dem zweiten Integrator mit einem Verstärkungsfaktor zu multiplizieren und ein Produkt negativ zu einem Eingabeabschnitt des zweiten Steuermechanismus zurück zu führen.

6. Mechanismus gemäß Anspruch 4, bei dem der Driftkompensationsmechanismus konfiguriert ist, um zu dem zweiten Integrator ein Signal zuzuführen, das im Wesentlichen den gleichen Absolutwert wie ein Absolutwert eines Signals hat, das die Drift darstellt, und ein umgekehrtes Vorzeichen hat.

7. Mechanismus gemäß Anspruch 4, bei dem der Driftkompensationsmechanismus einen zweiten Halteschalter aufweist, der eingerichtet ist, um eine von dem zweiten Integrator bereitgestellte Ausgabe zu halten, wenn die Befehlsinformationen 0 darstellen, und der eingerichtet ist, um die gehaltene Ausgabe von dem zweiten Integrator zu dem Eingabeabschnitt des zweiten Steuermechanismus zuzuführen, wenn die induzierte Spannung nicht 0 darstellt.

8. Mechanismus gemäß Anspruch 4, bei dem der Driftkompensationsmechanismus konfiguriert ist, um eine Ausgabe von dem ersten Halteschalter negativ zu einem Eingabeabschnitt des zweiten Steuermechanismus zurück zu führen.

9. Belichtungsvorrichtung mit:
 einem optischen System zum Projizieren von Belichtungslicht, das auf eine ein Muster tragende Maske einfällt, auf ein Substrat; und
 einer Gestellvorrichtung zum Halten und Ausrichten des Substrats oder der Maske,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Gestellvorrichtung einen Mechanismus für ein bewegliches Teil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

10. Verfahren zur Steuerung eines Mechanismus für ein bewegliches Teil, der einen Elektromagneten mit einer Spule (**302**) zum Antreiben eines beweglichen Teils (**105**) und einen ersten Steuermechanismus aufweist, der einen Eingabeabschnitt und einen Verstärker (**307**) aufweist, der einen Strom zu der Spule zuführt, gekennzeichnet durch
 einen Steuerschritt zum Regeln des Elektromagneten auf Grundlage von Befehlsinformationen und einer an den Eingabeabschnitt eingegebenen Rückkopplungsvariablen, wobei die Rückkopplungsvariable hergeleitet wird aus der Ausgabe eines Abstandssensors (**611**), der einen Abstand zwischen dem Elektromagneten und

dem beweglichen Teil misst, oder aus der Ausgabe einer Suchspule (**303**), die eine in dem Elektromagneten erzeugte induzierte Spannung misst, um den Strom, der von dem Verstärker zu der Spule zugeführt wird, auf 0 einzustellen, wenn die Befehlsinformationen 0 darstellen;

wobei der Steuerschritt aufweist:

einen Schritt zum zeitlichen Integrieren der Summe eines Signals an einem Eingang des Verstärkers und eines Anpassungssignals (S3), das im Voraus auf Grundlage der Charakteristik der Antriebsspule bestimmt wird, und

die Schritte zum negativen Zurückführen einer Ausgabe von dem ersten Integrator zu dem Eingabeabschnitt des ersten Steuermechanismus, wenn die Befehlsinformationen 0 darstellen, zum Halten einer Ausgabe, die von dem ersten Integrator bereitgestellt wird, wenn die Befehlsinformationen 0 darstellen, und zum negativen Zurückführen der gehaltenen Ausgabe von dem ersten Integrator zu dem Eingabeabschnitt des ersten Steuermechanismus, wenn die Befehlsinformationen nicht 0 darstellen.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

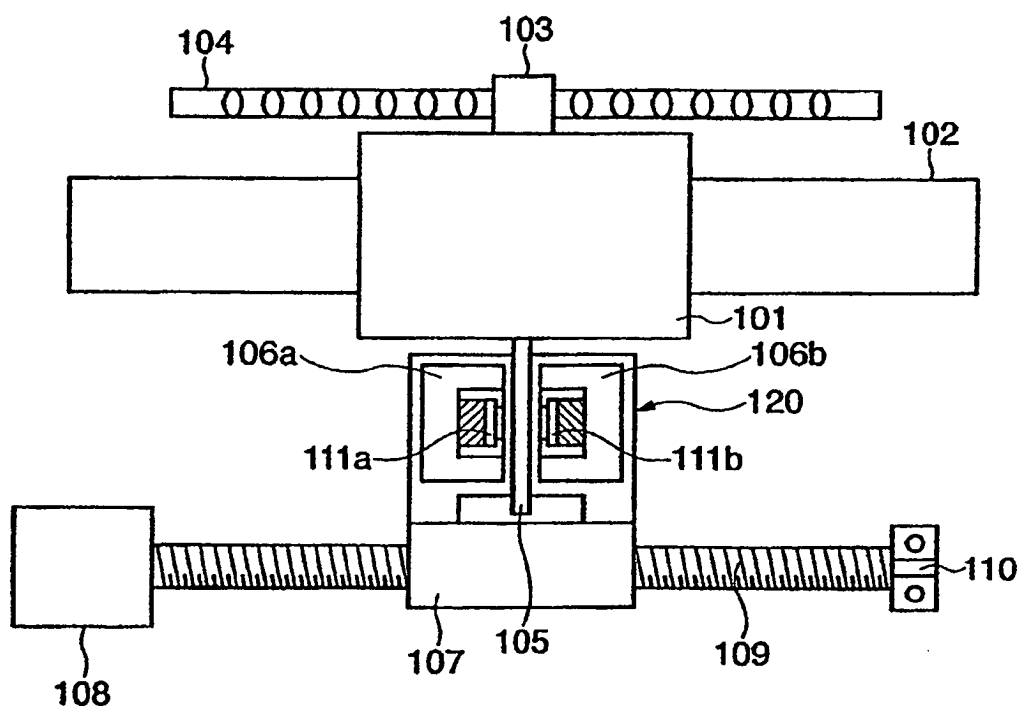
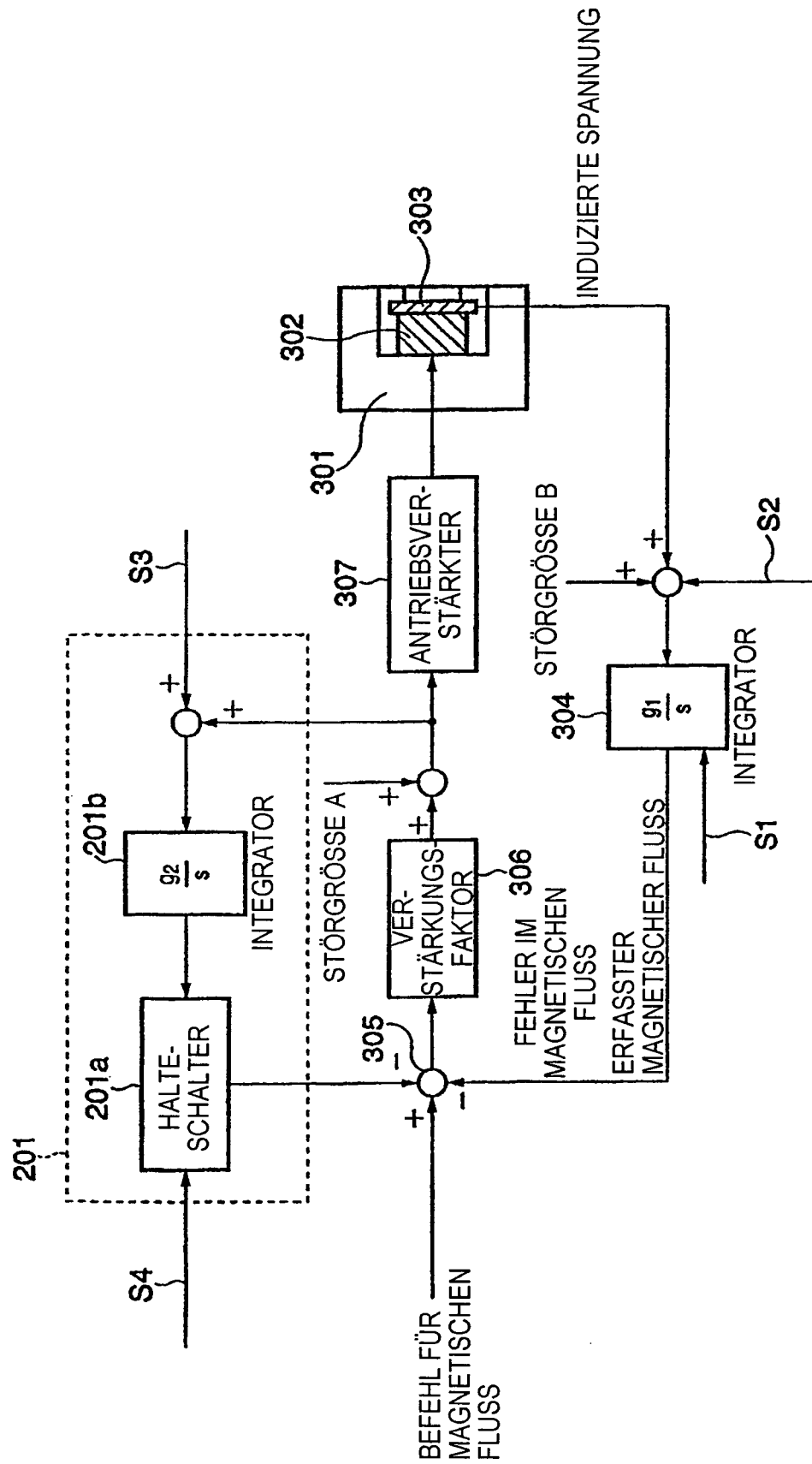


FIG. 2



3
G.
F

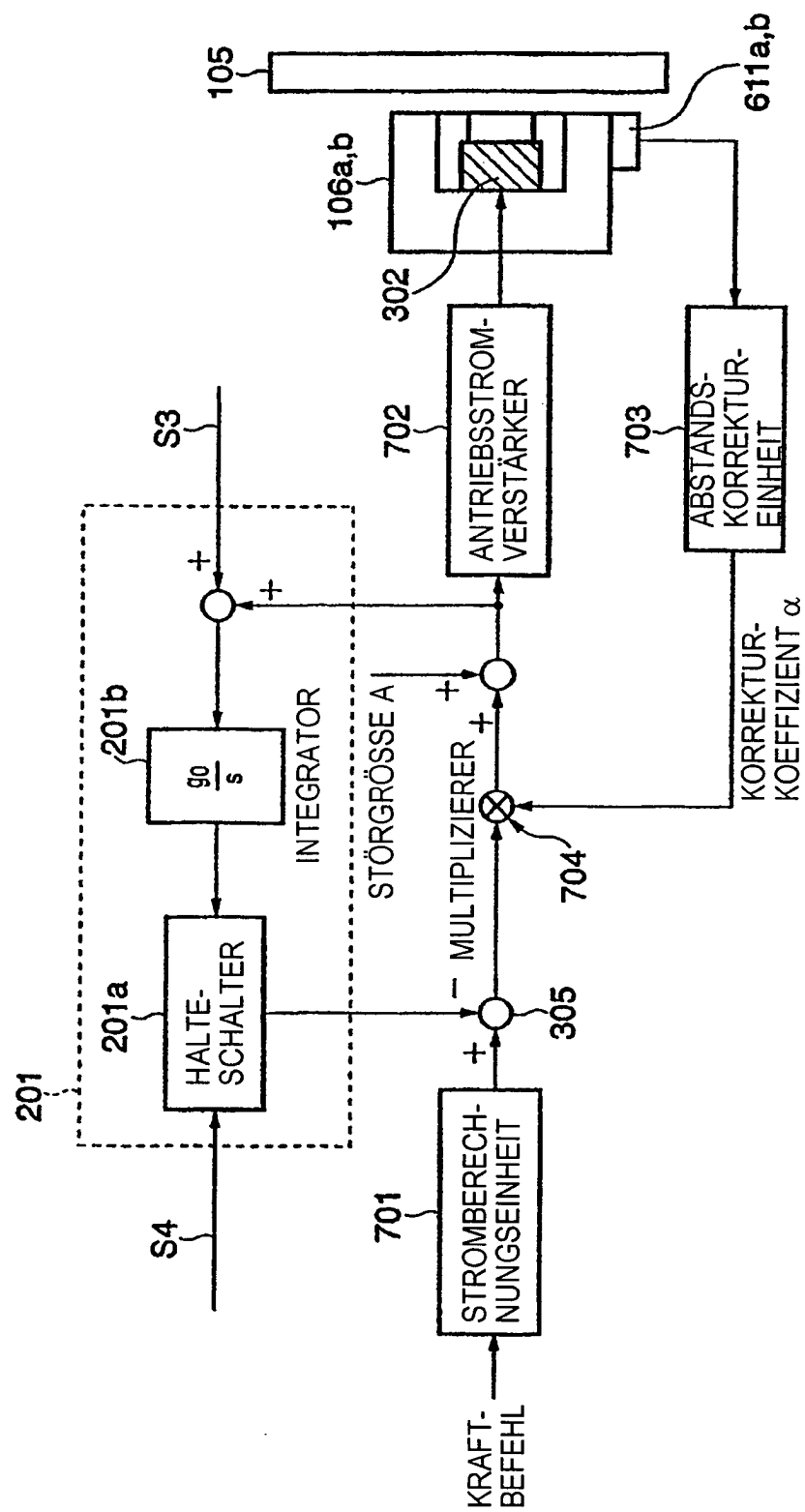


FIG. 4

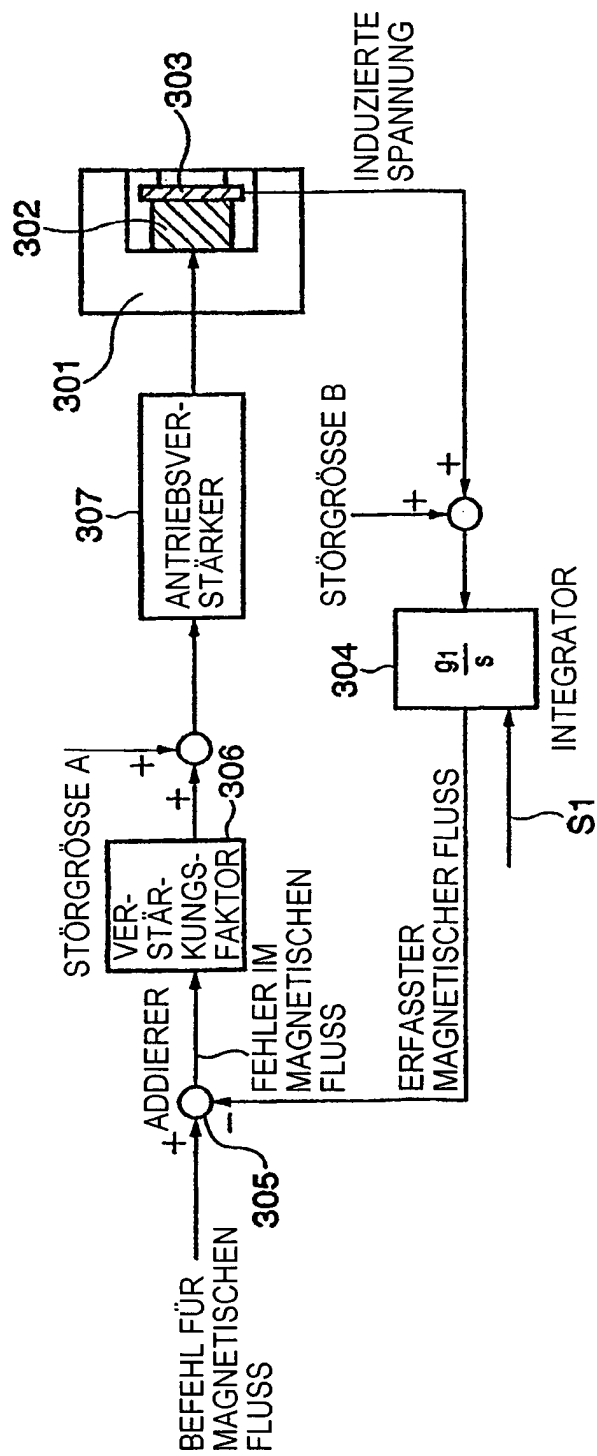


FIG. 5

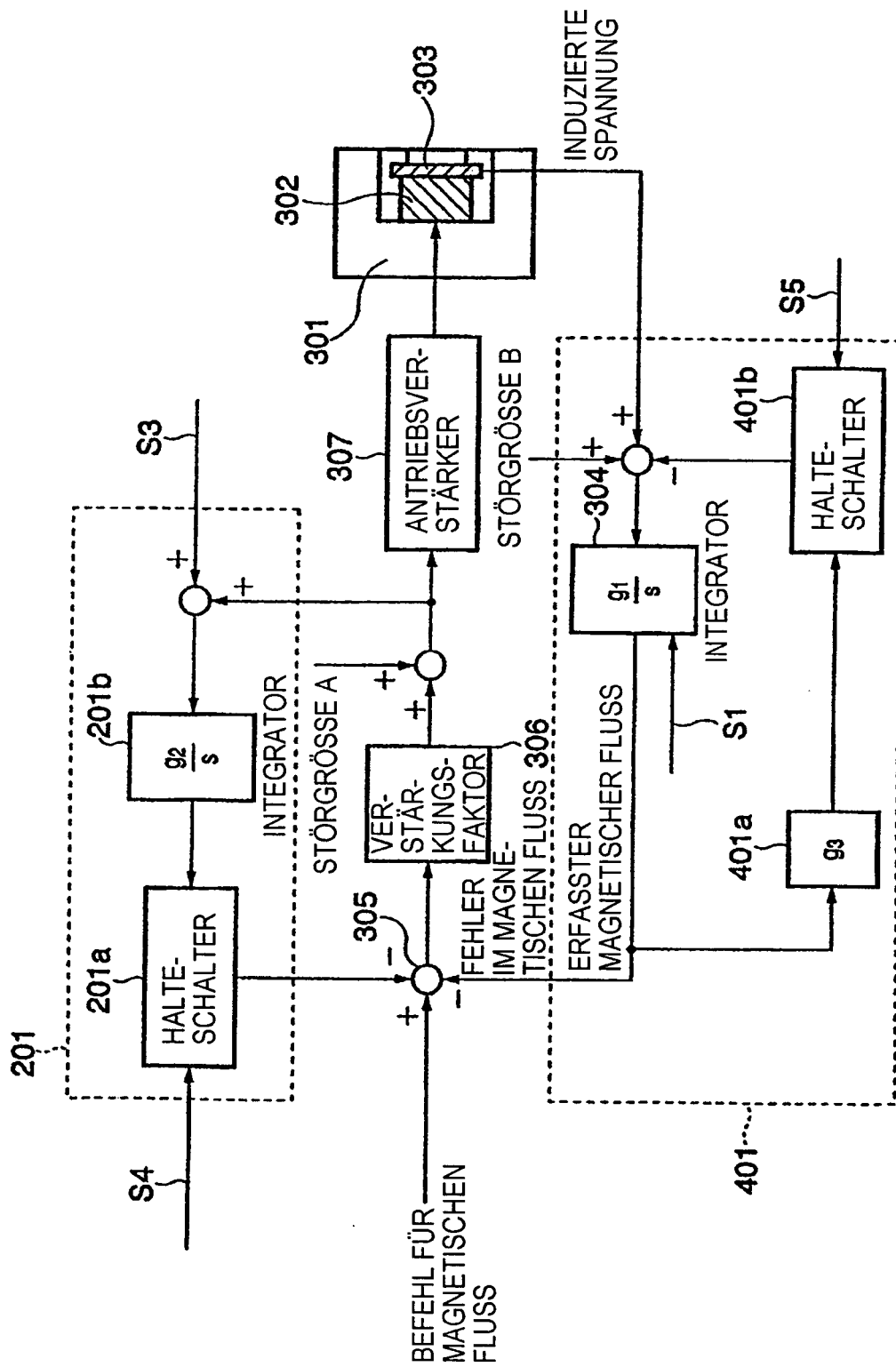


FIG. 6

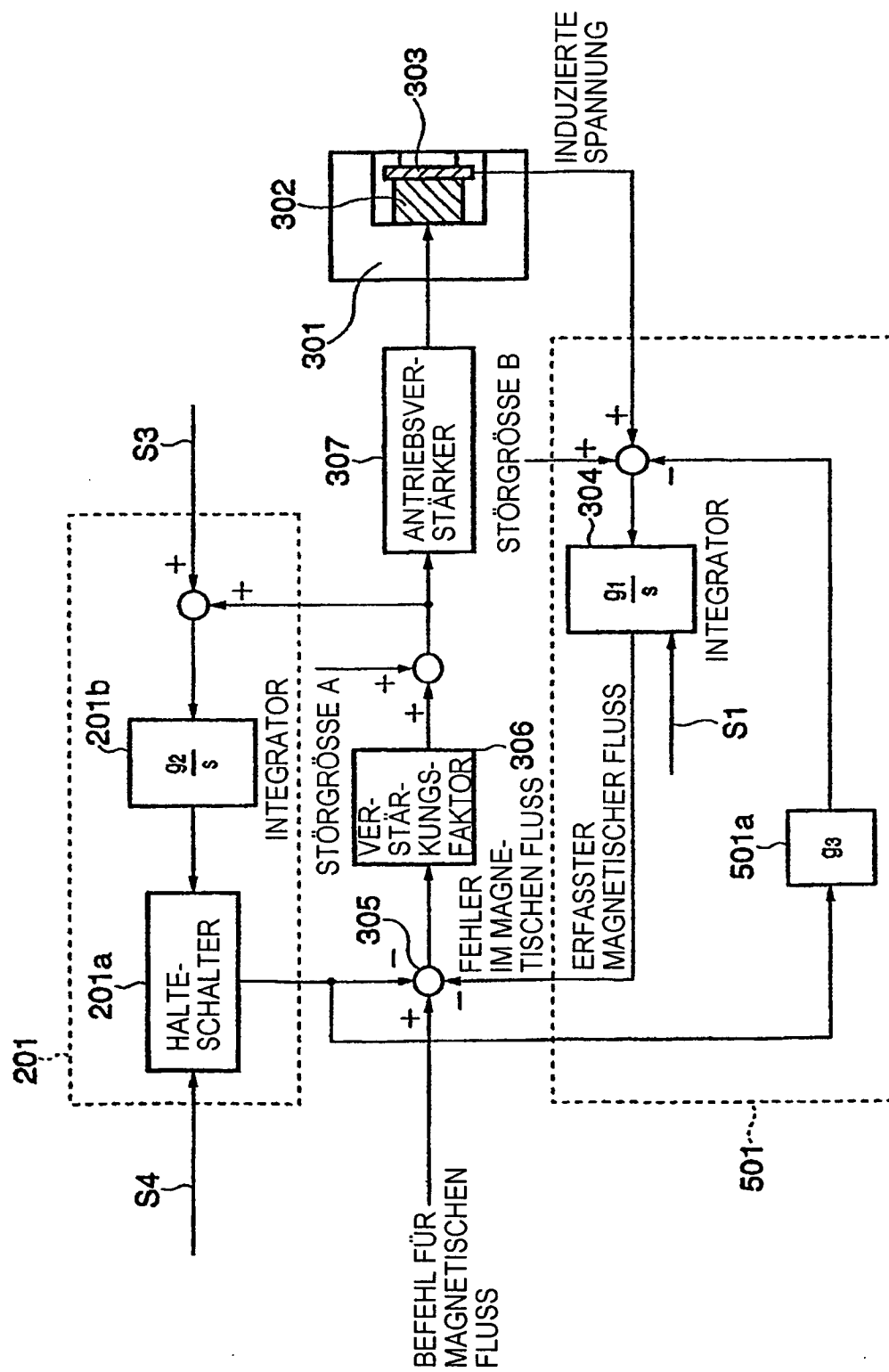


FIG. 7

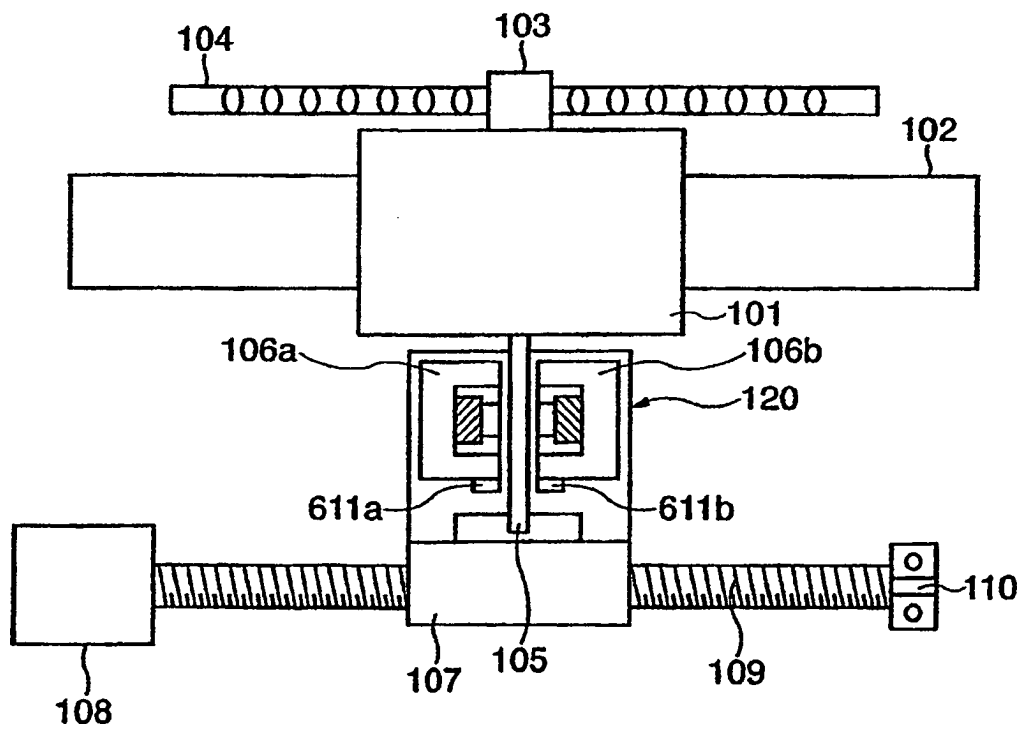


FIG. 8

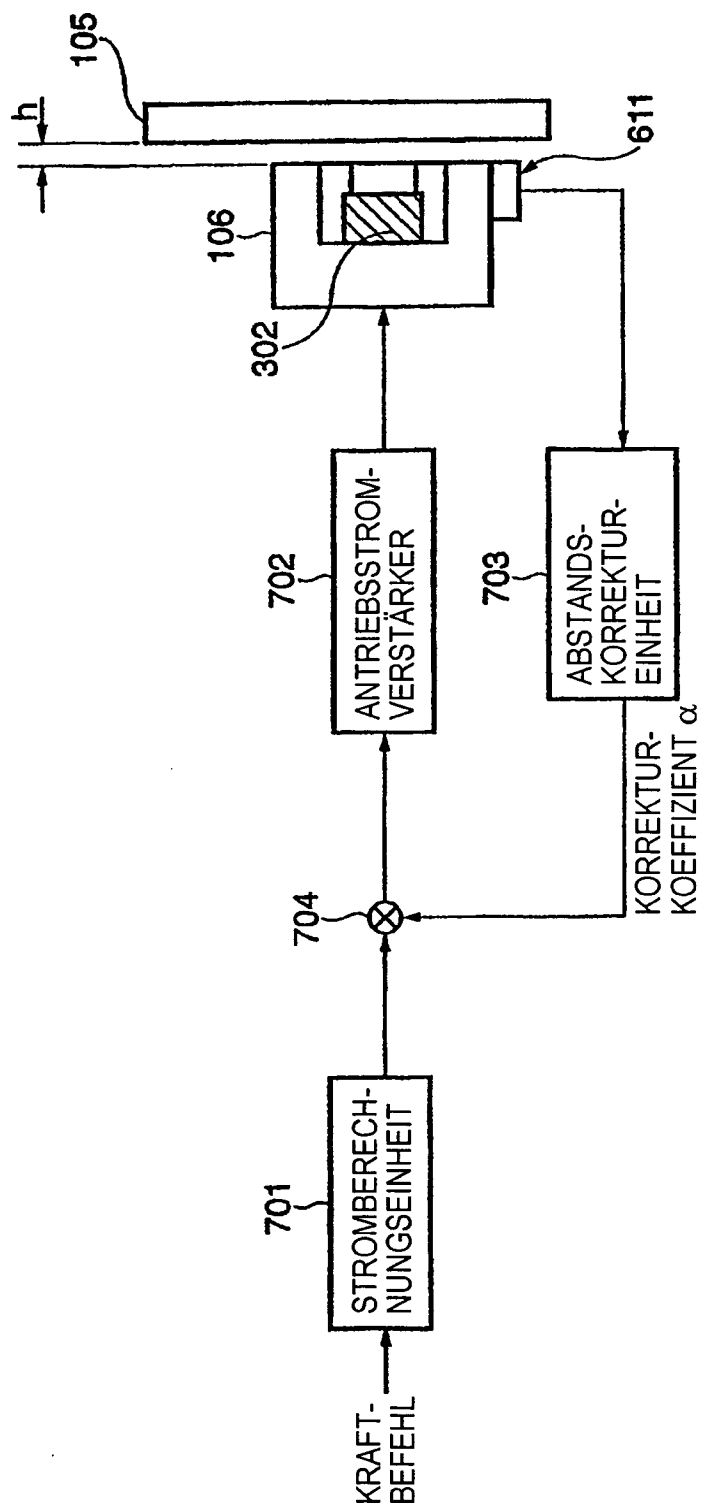


FIG. 9

