



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 24 942 T2** 2006.09.21

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 083 348 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 24 942.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 119 342.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **07.09.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.03.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F16C 32/04** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

25318499 07.09.1999 JP

(73) Patentinhaber:

Ebara Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(72) Erfinder:

**Barada, Toshimitsu, Tokyo, JP; Ooyama, Atsushi,
Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, JP; Nakazawa,
Toshiharu, Chigasaki-shi, Kanagawa-ken, JP**

(54) Bezeichnung: **Magnetlager**

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**Hintergrund der Erfindung****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Magnetlagervorrichtung zum Anheben eines Objektes in einer willkürlichen Position außer Kontakt mit den Elektromagneten unter magnetischen Anzugskräften oder Rückstoßkräften, die durch die Elektromagneten erzeugt werden.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Fig. 1 der beigefügten Zeichnungen zeigt eine herkömmliche Magnetlagervorrichtung. Wie in Fig. 1 gezeigt, weist die herkömmliche Magnetlagervorrichtung ein anzuhebendes magnetisierbares Objekt **105**, ein Paar von Elektromagneten **101**, **102** zur Erzeugung von Magnetkräften, um das Objekt **105** anzuheben und zu tragen, und ein Paar von Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** auf, um eine Positionsverschiebung des Objektes **105** zu detektieren. Das Objekt **105** ist zwischen den Elektromagneten **101**, **102** und auch zwischen den Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** angeordnet.

[0003] Das Objekt **105** ist elektromagnetischen Anzugskräften oder Rückstoßkräften unterworfen, die durch die Elektromagneten **101**, **102** erzeugt werden. Die elektromagnetischen Anzugskräfte oder Rückstoßkräfte, die von den Elektromagneten **101**, **102** erzeugt werden, werden durch eine Steuerschaltung kompensiert, die auf einem detektierten Positionsverschiebungssignal (Signal für die detektierte Positionsverschiebung) basieren, welches von den Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** erzeugt wird. Das Objekt **105** wird angehoben und unter den elektromagnetischen Anzugskräften oder Rückstoßkräften aufgehängt, die durch die Elektromagneten **101**, **102** erzeugt werden.

[0004] Die Steuerschaltung **111** weist eine Sensorschaltung **110**, eine Kompensationsschaltung **108** und einen Treiber **109** auf. Die Sensorschaltung **110** weist eine Offset- bzw. Versetzungskorrekturvorrichtung **106** und eine Sensorverstärkungseinstellvorrichtung **107** auf.

[0005] Das Signal für die detektierte Positionsverschiebung, welches von den Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** erzeugt wird, wird mit einem Schwellenpegel verglichen, der in der Sensorschaltung **110** voreingestellt ist, und ein Differenzsignal wird von der Kompensationsschaltung **108** kompensiert, um den Treiber **109** zu steuern, um Antriebssignale an die Elektromagneten **101**, **102** anzulegen, um das Objekt **105** in eine erwünschte Position zwischen den Elektromagneten **101**, **102** anzuheben

und dort zu tragen.

[0006] Der Schwellenpegel ist voreingestellt, so dass er im Wesentlichen gleich dem Signal für die detektierte Positionsverschiebung ist, welches von den Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** erzeugt wird, wenn das Objekt **105** in der Mitte eines Hubbereiches zwischen den Elektromagneten **101**, **102** positioniert ist. Der Treiber **109** erregt die Elektromagneten **101**, **102**, um das Objekt **105** anzuheben und zu tragen, um das Differenzsignal zwischen dem Schwellenpegel und dem Signal für die detektierte Positionsverschiebung zu minimieren.

[0007] Um den Schwellenpegel voreinzustellen, ist es bis jetzt üblich gewesen, manuell das Objekt **105** zu bewegen oder das Objekt **105** unter Magnetkräften von den Elektromagneten **101**, **102** in einem mechanisch bewegbaren maximalen Bereich zwischen den Elektromagneten **101**, **102** zu bewegen. Die Offset- bzw. Versetzungskorrekturvorrichtung **106** berechnet einen Mittelwert des Signals für die detektierte Positionsverschiebung aus maximalen und minimalen Werten des Signals für die detektierte Positionsverschiebung, die durch die Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** erzeugt werden, wenn das Objekt **105** so bewegt wird. Der berechnete Mittelwert wird als der Schwellenpegel oder Nullpunkt verwendet.

[0008] Wenn die Magnetlagervorrichtung sehr groß oder sehr lang ist, oder wenn das anzuhebende Objekt **105** nicht berührt werden kann, dann ist es praktisch unmöglich, das Objekt **105** manuell in dem mechanisch bewegbaren maximalen Bereich zwischen den Elektromagneten **101**, **102** zu bewegen.

[0009] Die Einstellung der angehobenen Position des Objektes **105** unter den Magnetkräften, die von den Elektromagneten **101**, **102** erzeugt werden, benötigt auch spezielle Rücksichtnahme. Insbesondere wenn die Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** ungenaue Ausgabecharakteristiken haben, und zwar aufgrund von mechanischen Abmessungsfehlern oder individuellen Variationen der Positionsverschiebungssensoren **103**, **104** oder weil entweder der Magnetlagermechanismus oder die Steuerschaltung **111** zum Zeitpunkt der Instandhaltung der Magnetlagervorrichtung ersetzt wird, dann ist es nötig, die angehobene Position des Objektes **105** in dem Magnetlagermechanismus mit der Steuerschaltung **111** einzustellen, die in einer neuen Kombination verwendet werden.

[0010] Die Magnetlagervorrichtung hat Zusatzträger (Zusatzlager), um das Objekt **105** in dem Fall zu berühren und zu tragen, in dem das Objekt **105** in Ruhe gehalten wird, während es angehoben wird, oder während der Hubsteuerprozess unter einer Fehlfunktion leidet. Wenn die Zusatzträger beschädigt sind,

kaputt sind oder übermäßig in einem Ausmaß abgenutzt sind, dass sie ihre Funktion nicht ausführen können, kann dann ein solches Versagen nicht detektiert werden, während der Magnetlagermechanismus zusammengebaut bleibt.

[0011] Insbesondere offenbaren die Patent Abstracts of Japan, Vol. D2, PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, Nr. 11, 30. September 1999 und JP 11 166535 A (DAIKIN IND. LTD.), 22. Juli 1999 (Oberbegriff des Anspruchs 1) eine Magnetlagervorrichtung bei der jedes Mal, wenn eine Leistungsverorgung eingeschaltet wird, ein arithmetischer Steuerteil 26 eine sich drehende Welle von einem Ende zum anderen Ende eines Einschränkungsbereiches durch ein Berührungslager bewegt, dann die Ausgabeversetzung von Sensoren zu einer "Null" macht, und die Korrekturgröße einer Verstärkung/Offset-Korrekturschaltung berechnet, um eine durch die Verstärkung (Gain) bestimmte Verstärkung um den festgelegten Wert niedriger als eine optimale Verstärkung zu machen. Der arithmetische Steuerteil beliefert weiter die Elektromagneten mit einem Strom, der mit Sinuswellen mit festgelegter Frequenz f_1 , f_2 , f_3 zusammen addiert wird, die in einem Sinuswellen erzeugenden Teil erzeugt werden, dann misst er eine Transferfunktion eines Lagersteuersystems und sucht nach einer Verstärkungskonstante zur Korrektur der festgelegten Verstärkung auf eine optimale Verstärkung auf der Grundlage dieser Transferfunktion und stellt diese ein. Die Verstärkung/Versetzungs-Einstellung (Gain/Offset-Einstellung) wird somit automatisch jedes Mal dann gemacht, wenn die Leistungsverorgung eingeschaltet wird, so dass die Verstärkung (Gain) und die Versetzung (Offset) leicht und korrekt eingestellt werden, auch wenn die Positionssensoren sich mit dem Verlauf der Zeit verändern.

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Magnetlagervorrichtung nach Anspruch 1 vorgesehen. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen offenbart.

Zusammenfassung der Erfindung

[0013] Es ist daher ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Magnetlagervorrichtung vorzusehen, die es einfach macht, ein voreingestelltes Niveau der angehobenen Position eines anzuhebenden Objektes einzustellen, und die fähig ist, leicht eine Verformung oder Abnutzung von einem zusätzlichen Träger für das anzuhebende Objekt zu detektieren.

[0014] Um das obige Ziel zu erreichen, wird eine Magnetlagervorrichtung vorgesehen, die ein Paar von Elektromagneten aufweist, ein magnetisierbares anzuhebendes Objekt, welches zwischen den Elektromagneten angeordnet ist, ein Paar von Positionsverschiebungssensoren zur Detektion einer Positionsverschiebung des Objektes und eine Steuer-

schaltung, die auf ein Signal für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren anspricht, um einen Steuerstrom auszugeben, um magnetische Anzugskräfte oder Rückstoßkräfte zu steuern, die von den Elektromagneten erzeugt werden, um das Ziel in einer willkürlichen Position zwischen den Elektromagneten außer Kontakt damit anzuheben, wobei die Steuerschaltung Offset- bzw. Versetzungskorrekturmittel aufweist, um ein offsetkorrigiertes Signal aus dem Signal für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren zu erzeugen, Positionskompensationsmittel zur Kompensation des offset- bzw. versetzungskorrigierten Signals von den Versetzungskorrekturmitteln, einen Treiber, der auf ein kompensiertes Signal von den Positionskompensationsmitteln anspricht, um ein Antriebssignal anzuwenden, um die Elektromagneten zu erregen, weiter Steuermittel zur Steuerung des Treibers, um darauf folgend die Elektromagneten zu erregen, um das Ziel in einem mechanisch bewegbaren maximalen Bereich zwischen den Elektromagneten zu bewegen, um maximale und minimale Werte des Signals für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren zu detektieren, um einen Mittelwert zwischen den maximalen und minimalen Werten zu berechnen und den Mittelwert mit einem vorbestimmten Schwellenpegel zu vergleichen, und Ausgangseinstellmittel zur Einstellung des offset- bzw. versetzungskorrigierten Signals von den Offset-Korrekturmitteln, um im Wesentlichen die Differenz zwischen dem Mittelwert und dem Schwellenpegel zu eliminieren, so dass der Mittelwert eine Position darstellt, an der das Objekt zwischen den Elektromagneten anzuheben ist.

[0015] Die Steuerschaltung kann weiter Mittel aufweisen, um selektiv einen manuellen oder automatischen Einstellprozessbefehl einzugeben, um einen Steuerungsprozess der Steuermittel auszuführen, um den Treiber zu steuern, um aufeinander folgend die Elektromagneten zu erregen, um das Objekt in einem mechanisch bewegbaren maximalen Bereich zwischen den Elektromagneten zu bewegen, die maximalen und minimalen Werte des Signals für die detektierte Positionsverschiebung zu detektieren, den Mittelwert zwischen den maximalen und minimalen Werten zu berechnen und den Mittelwert mit einem vorbestimmten Schwellenpegel zu vergleichen, und wobei die Ausgangseinstellmittel das offsetkorrigierte Signal einstellen, um im Wesentlichen die Differenz zwischen dem Mittelwert und dem Schwellenpegel zu eliminieren.

[0016] Die Magnetlagervorrichtung kann weiter ein Paar von zusätzlichen Trägern aufweisen, um einen bewegbaren Bereich des Objektes einzuschränken, und die Steuerschaltung kann weiter Mittel aufweisen, um eine Veränderung der maximalen und minimalen Werte von dem Signal für die detektierte Posi-

tionsverschiebung zu überwachen, wenn das Objekt in dem mechanisch bewegbaren maximalen Bereich zwischen den Elektromagneten bewegt wird, um dadurch zu detektieren, wann die zusätzlichen Träger ein Versagen erleiden.

[0017] Durch aufeinander folgende Erregung der Elektromagneten wird das Objekt in dem mechanisch bewegbaren maximalen Bereich zwischen den Elektromagneten bewegt. Zu diesem Zeitpunkt werden die maximalen und minimalen Werte des Signals für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren detektiert, und ein Mittelwert zwischen den maximalen und minimalen Werten wird berechnet und mit einem Schwellenpegel verglichen, um eine Position zu bestimmen, in die das Objekt anzuheben ist. Ein Einstellungssignal wird auf die Offset-Korrekturmittel angelegt, um im Wesentlichen die Differenz zwischen dem Mittelwert und dem Schwellenpegel zu eliminieren. Bei dieser Anordnung ist es möglich, das Objekt in eine erwünschten Position anzuheben und dort zu tragen, auch wenn die Magnetlagervorrichtung sehr groß oder sehr lang ist, oder falls das anzuhebende Objekt nicht berührt werden kann.

[0018] Auch wenn die Positionsverschiebungssensoren ungenaue Ausgabecharakteristiken aufgrund von mechanischen Abmessungsfehlern oder aufgrund von individuellen Variationen der Positionsverschiebungssensoren haben, oder falls einzelne Komponenten des Magnetlagermechanismus und der Steuerschaltung ersetzt werden müssen, können die Positionsverschiebungssensoren in einer verringerten Zeitperiode eingestellt werden, und irgendeine Belastung, die dem Bediener für eine solche Einstellung auferlegt wird, wird reduziert.

[0019] Es ist auch möglich, zu detektieren, wann die zusätzlichen Träger beschädigt, kaputt oder übermäßig abgenutzt sind, und zwar basierend auf einer Veränderung der Maxima der Signale für die detektierte Positionsverschiebung während des obigen Prozesses der Bestimmung der Zielhubposition des Objektes.

[0020] Die obigen und andere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung offensichtlich, wenn diese in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen gesehen wird, die ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beispielhaft veranschaulichen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] **Fig. 1** ist eine Ansicht, teilweise in Blockdiagrammform, einer herkömmlichen Magnetlagervorrichtung;

[0022] **Fig. 2A** ist eine Ansicht, teilweise in Blockdiagrammform, einer Magnetlagervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0023] **Fig. 2B** ist eine Abbildung, die die Anordnung der Elektromagneten in den X- und Y-Achsenrichtungen der Magnetlagervorrichtung zeigt;

[0024] **Fig. 3** ist ein detailliertes Blockdiagramm einer Sensorschaltung der in **Fig. 2A** gezeigten Magnetlagervorrichtung;

[0025] **Fig. 4** ist eine Abbildung, die einen Vektor der elektromagnetischen Kraft zeigt, die auf das anzuhebende Objekt unter den elektromagnetischen Anzugskräften oder Rückstoßkräften wirkt; und

[0026] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm einer automatischen Einstellsteuersequenz für eine automatische Einstellsteuerschaltung der in **Fig. 2A** gezeigten Magnetlagervorrichtung.

Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0027] Wie in **Fig. 2A** gezeigt, weist eine Magnetlagervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zwei Paare von gegenüber liegenden Elektromagneten 1, 2, 3, 4 zum Anheben und zum Tragen eines magnetisierbaren Objektes 9 auf, welches anzuheben ist, welches zwischen den gegenüber liegenden Elektromagneten angeordnet ist, weiter zwei Paare von Positionsverschiebungssensoren 5, 6, 7, 8, um eine Positionsverschiebung des Objektes 9 zu detektieren, und zwei Paare von zusätzlichen Trägern (Zusatzlager) 10, 11, um das Objekt 9 zu tragen, wenn das Objekt 9 nicht von den Elektromagneten 1, 2, 3, 4 angehoben wird. Die Elektromagneten 1, 2, 3, 4, die Positionsverschiebungssensoren 5, 6, 7, 8 und die Hilfsträger 10, 11 bilden zusammen einen Magnetlagermechanismus.

[0028] Ein Signal Ss1 für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren 5, 6 und ein Signal Ss2 für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren 7, 8 werden an eine Sensorschaltung 12 angelegt. Wie in **Fig. 3** gezeigt, weist die Sensorschaltung 12 eine Versetzungskorrekturvorrichtung 19 und eine Sensorverstärkungseinstellvorrichtung 20 auf. Zur Abkürzung ist nur die Schaltungsanordnung der Sensorschaltung 12 zur Verarbeitung des Signals Ss1 für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren 5, 6 in **Fig. 3** veranschaulicht. Die Versetzungskorrekturvorrichtung 19 und die Sensorverstärkungseinstellvorrichtung 20 geben ein korrigiertes Verschiebungssensorausgangssignale Sg an eine Kompensationschaltung 13 aus, die ein kompensiertes Signal Sp ausgibt. Das kompensierte Signal Sp wird an einen

Treiber **14** angelegt, der entsprechende Ströme an die Elektromagneten **1, 2, 3, 4** anlegt. Die Elektromagneten **1, 2, 3, 4** erzeugen elektromagnetische Anzugskräfte oder Rückstoßkräfte, um das Objekt **9** stabil anzuheben. Auf diese Weise wird der Hubvorgang des Objektes **9** durch eine Rückkoppelungsschleife gesteuert.

[0029] Ein Hubpositionseinstellprozess, d. h. ein Prozess für die Einstellung der Hubposition des Objektes **9**, wird ausgeführt, während das Objekt **9** nicht angehoben ist, die Kompensationsschaltung **13** und der Treiber **14** von einander durch einen Schalter SW getrennt sind und eine Oszillatorschaltung **16** mit dem Treiber **14** durch den Schalter SW verbunden ist. Bei einem Einstellprozess wird ein Dummy-Signal von der Oszillationsschaltung **16** an den Treiber **14** angelegt, um zu ermöglichen, dass die Elektromagneten **1, 2, 3, 4** elektromagnetische Kräfte erzeugen, die groß genug sind, um das Objekt **9** in Kontakt mit den zusätzlichen Trägern **10, 11** zu bringen.

[0030] Wenn das Dummy-Signal von der Oszillationsbewegung **16** an den Treiber **14** angelegt wird, legt der Treiber **14** ein Sinuswellensignal an die elektromagnetischen Spulen **1X, 3X, 2X, 4X** der Elektromagneten **1, 3, 2, 4** an, die auf einer X-Achse angeordnet sind, und legt auch ein Signal, welches das Sinuswellensignal um 90° vorausschiebt oder verzögert, an die elektromagnetischen Spulen **1Y, 3Y, 2Y, 4Y** der Elektromagneten **1, 3, 2, 4** an, die auf der Y-Achse angeordnet sind. Zu diesem Zeitpunkt dreht sich ein Vektor f (siehe **Fig. 4**) der elektromagnetischen Kräfte, die von den Elektromagneten **1, 3, 2, 4** erzeugt werden und auf das Objekt **9** wirken, in dem Magnetlagermechanismus mit einer konstanten Periode entsprechend der Frequenz der Sinuswellensignale, wodurch das Objekt **9** entlang der zusätzlichen Träger **10, 11** bewegt wird.

[0031] Während dieser Zeit wird ein versetzungs-korrigiertes Ausgangssignal, welches von der Versetzungskorrekturvorrichtung **19** erzeugt wird, durch eine automatische Einstellsteuerschaltung **15** detektiert, die dann einen Versetzungseinstellbefehl C1 ausgibt, um die absoluten Werte der maximalen und minimalen Werte der Signale für die detektierte Positionsverschiebung miteinander an die Versetzungskorrekturvorrichtung **19** auszugleichen, um dadurch die Zielhubposition des Objektes **9** mit der Mitte der zusätzlichen Träger **10, 11** auszurichten. Dieser Prozess wird als ein Versetzungskorrekturprozess bezeichnet.

[0032] Dann wird ein verstärkungseingestelltes Ausgangssignal Sg von der Sensorverstärkungseinstellvorrichtung **20** von der automatischen Einstellsteuerschaltung **15** detektiert, die einen Verstärkungseinstellbefehl C2 ausgibt, um den absoluten Wert des verstärkungseingestellten Ausgangssignals

Sg auf eine vorbestimmte Größe für die Sensorverstärkungseinstellvorrichtung **20** einzustellen, um dadurch eine voreingestellte Sensorempfindlichkeit zu erreichen. Dieser Prozess wird als ein Sensorverstärkungseinstellprozess bezeichnet.

[0033] Nach dem Versetzungskorrekturprozess und dem Sensoreinstellprozess addiert die automatische Einstellsteuerschaltung **15** einen willkürlichen Wert zu dem Versetzungseinstellbefehl C1 oder subtrahiert einen willkürlichen Wert davon, und der daraus folgende Befehl für die Offset- bzw. Versetzungskorrekturvorrichtung **19** wird vorgesehen, wodurch das Objekt **19** zu einer willkürlichen Zielhubposition angehoben wird. Dieser Prozess wird als der Hubpositionseinstellprozess bezeichnet.

[0034] Der Hubpositionseinstellprozess wird wie folgt automatisiert: ein Einstellstartknopf **18** gibt ein Sensoreinstellstartsignal Sst an eine Latch-Schaltung **17** aus, die das Sensoreinstellstartsignal Sst hält, und gibt es an den Schalter SW, die Oszillatorschaltung **16** und die automatische Einstellsteuerschaltung **15** aus. Der Schalter SW verbindet seine Kontakte a, c miteinander, und die Oszillationsschaltung **16** gibt ein Sinuswellensignal und ein Signal aus, welches das Sinuswellensignal um 90° nach vorne oder nach hinten versetzt, und zwar über den Schalter SW an den Treiber **14**. Die automatische Einstellsteuerschaltung **15** beginnt nun den Hubpositionseinstellprozess.

[0035] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm einer automatischen Einstellsteuersequenz der automatischen Einstellsteuerschaltung **15**. Wie in **Fig. 5** gezeigt, wird der Versetzungseinstellprozess im Schritt ST1 ausgeführt, wenn das Sensoreinstellstartsignal Sst eingeschaltet wird. Dann wird der Sensorverstärkungseinstellprozess im Schritt ST2 ausgeführt. Danach wird der Hubpositionseinstellprozess im Schritt ST3 ausgeführt. Schließlich wird das Sensoreinstellstartsignal Sst ausgeschaltet.

[0036] Wenn der Sensorverstärkungseinstellprozess beendet ist, gibt die automatische Einstellsteuerschaltung **15** ein Sensoreinstellstoppsignal Soff an die Latch-Schaltung **17** aus, um das Sensoreinstellstartsignal Sst auszuschalten. Die Oszillationsschaltung **16** wird nun ausgeschaltet, und der Schalter SW verbindet die Kontakte ab miteinander. Die Magnetlagervorrichtung beginnt nun, den Hubprozess des Objektes **9** zu steuern.

[0037] Der bewegbare Bereich bzw. Bewegungs-bereich des Objektes **9**, der in dem Hubpositionseinstellprozess erhalten wird, ist auf die inneren Abmessungen der zusätzlichen Träger **10, 11** eingeschränkt. Daher stellt der maximale Wert der Signale für die detektierte Positionsverschiebung die inneren Abmessungen der zusätzlichen Träger **10, 11** dar.

[0038] Wenn die zusätzlichen Träger **10, 11**, die das Objekt **9** tragen, während das Objekt **9** nicht magnetisch durch die Magnetlagervorrichtung angehoben wird, beschädigt, kaputt oder übermäßig abgenutzt sind, dann verändern die Signale für die detektierte Positionsverschiebung, die von den Positionsverschiebungssensoren **5, 6, 7, 8** erzeugt werden, ihren maximalen Wert im Vergleich zu dem, der erzeugt wird, wenn die zusätzlichen Träger **10, 11** normal sind. Wenn die Veränderung der Signale für die detektierte Positionsverschiebung einen vorbestimmten zulässigen Bereich überschreitet, dann wird ein Alarm ausgegeben, um anzuzeigen, dass die zusätzlichen Träger **10, 11** ein Versagen erlitten haben.

[0039] Wie oben beschrieben, wird das Objekt **9** mechanisch in dem Bereich bewegt, in dem es durch die Elektromagneten **1, 2, 3, 4** bewegt werden kann. Basierend auf den maximalen und minimalen Werten der Signale für die detektierte Positionsverschiebung, die von den Elektromagneten **1, 2, 3, 4** detektiert werden, wird der Prozess der Bestimmung einer Zielhubposition des Objektes **9** gemäß einem automatischen oder manuellen Einstellprozessbefehl ausgeführt. Die Magnetlagervorrichtung kann somit automatisch initialisiert werden. Es ist auch möglich, zu detektieren, wann die zusätzlichen Träger **10, 11** beschädigt, kaputt oder übermäßig abgenutzt sind, und zwar basierend auf einer Veränderung der Maxima der Signale für die detektierte Positionsverschiebung, während dem obigen Prozess der Bestimmung der Zielhubposition des Objektes **9**.

[0040] Obwohl ein gewisses bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt worden ist und im Detail beschrieben worden ist, sei bemerkt, dass verschiedene Veränderungen und Modifikationen daran vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der beigefügten Ansprüche abzuweichen.

Patentansprüche

1. Magnetlagervorrichtung, die Folgendes aufweist:
ein Paar von Elektromagneten;
wobei ein Paar der erwähnten Elektromagnete (**1, 2, 3, 4**) auf einer X-Achse und ein anderes Paar der Elektromagnete (**1, 2, 3, 4**) auf einer Y-Achse angeordnet ist;
ein magnetisierbares Objekt, das in einen Schwebestand gebracht werden soll und zwar angeordnet zwischen den erwähnten Elektromagneten, Hilfsträger (**10, 11**) zur Begrenzung eines Bewegungsbereichs des Objekts (**9**);
ein Paar von Positionsverschiebungssensoren zum Detektieren einer Positionsverschiebung des Objekts; und
eine Steuerschaltung ansprechend auf ein Signal für die detektierte Positionsverschiebung von den Posi-

tionsverschiebungssensoren zur Ausgabe eines Steuerstroms zur Steuerung der magnetischen Anzugs- und Abstoßkräfte, erzeugt durch die Elektromagnete, um das Objekt in eine beliebige Position zwischen den Elektromagneten außer Kontakt mit diesen anzuheben;

wobei die Steuerschaltung Folgendes aufweist:

Versetzungskorrekturmittel (**19**) zur Erzeugung eines versetzungskorrigierten Signals aus dem Signal für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren;

Positionskompensationsmittel zum Kompensieren des versetzungskorrigierten Signals von den Versetzungskorrekturmitteln;

einen Treiber (**14**) ansprechend auf ein kompensiertes Signal von den Positionskompensationsmitteln zum Anlegen eines Treibersignals zur Erregung der Elektromagnete;

Steuermittel zum Steuern des Treibers zur aufeinander folgenden Erregung der Elektromagnete, um das Objekt entlang der erwähnten Hilfsträger (**10, 11**) zu bewegen;

Detektieren von Maximal- und Minimalwerten des Signals (**Ss1, Ss2**) für die detektierte Positionsverschiebung von den Positionsverschiebungssensoren (**5, 6, 7, 8**), Berechnen eines Mittelwerts zwischen den Maximal- und Minimalwerten, und Vergleichen des Mittelwerts mit einem vorbestimmten Schwellenpegel; und

Ausgangseinstellmittel (**15**) zum Einstellen des versetzungskorrigierten Signals von den Versetzungskorrekturmitteln (**19, 20**), um im Wesentlichen die Differenz zwischen dem Mittelwert und dem Schwellenpegel derart zu eliminieren, dass der Mittelwert eine Position repräsentiert, in der das Objekt zwischen den Elektromagneten (**1, 2, 3, 4**) gehalten wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerschaltung ferner Folgendes aufweist:

Objektbewegungsmittel zur Bewegung des Objekts (**9**) durch Anlegen von Sinuswellensignalen an die Elektromagnete (**1, 2, 3, 4**), wobei ein Sinuswellensignal an die Elektromagnete (**1X, 2X, 3X, 4X**) der X-Achse angelegt wird, und wobei ein weiteres Sinuswellensignal, welches gegenüber dem ersten Sinuswellensignal um 90° voreilt oder nacheilt, an die Elektromagnete (**1Y, 2Y, 3Y, 4Y**) der Y-Achse derart angelegt wird, dass das Objekt (**9**) sich längs der Hilfsträger (**10, 11**) mit einer konstanten Periode entsprechend einer Frequenz der Sinuswellensignale bewegt.

2. Magnetische Lagervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung ferner Mittel aufweist zum selektiven Eingeben eines manuellen oder automatischen Einstellprozessbefehls zur Durchführung eines Verfahrens der Steuerung der Steuermittel zur Steuerung des Treibers (**14**), um aufeinander folgend die erwähnten Elektromagnete zu erregen, um das Objekt (**9**) in einem mechanisch beweglichen Maximalbereich zwischen den Elektromagneten zu bewe-

gen, um die Maximal- und Minimalwerte des Signals für die detektierte Positionsverschiebung zu detektieren, den Mittelwert zwischen den Maximal- und Minimalwerten zu berechnen, und den Mittelwert mit einem vorbestimmten Schwellenpegel zu vergleichen, und wobei ferner die erwähnten Ausgangseinstellmittel (15) das versetzungskorrigierte Signal (S_g) derart einstellen, um die Differenz zwischen dem Mittelwert und dem erwähnten Schwellenpegel im Wesentlichen zu eliminieren.

3. Magnetlagervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung ferner Mittel aufweist zur Überwachung einer Änderung der maximalen und minimalen Werte des Signals (S_{s1} , S_{s2}) für die detektierte Positionsverschiebung, wenn das Objekt (3) in dem mechanisch beweglichen Maximalbereich zwischen den Elektromagneten bewegt wird, und wodurch detektiert wird, wann die Hilfsträger (10, 11) einen Ausfall erleiden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

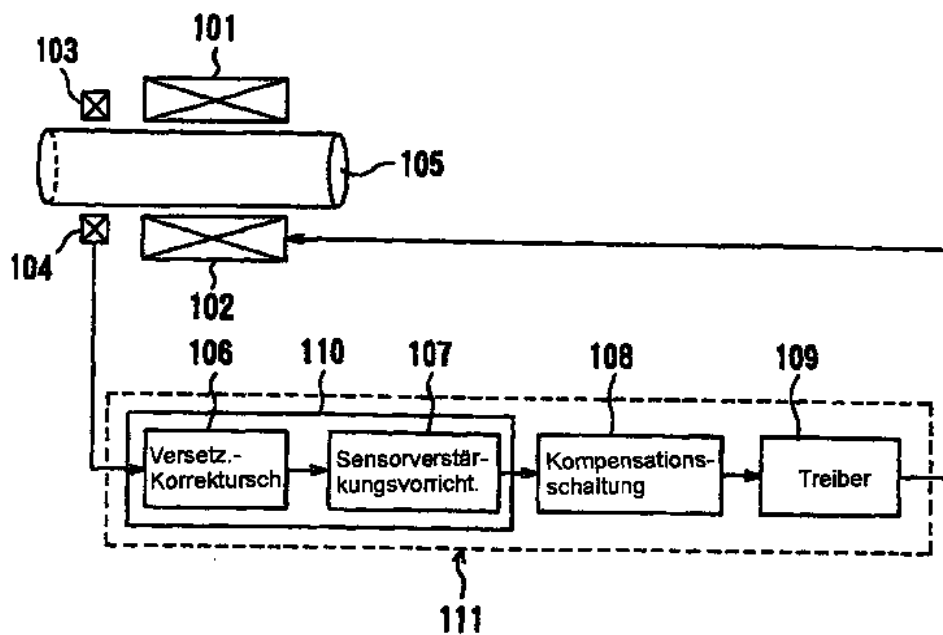


FIG. 2A

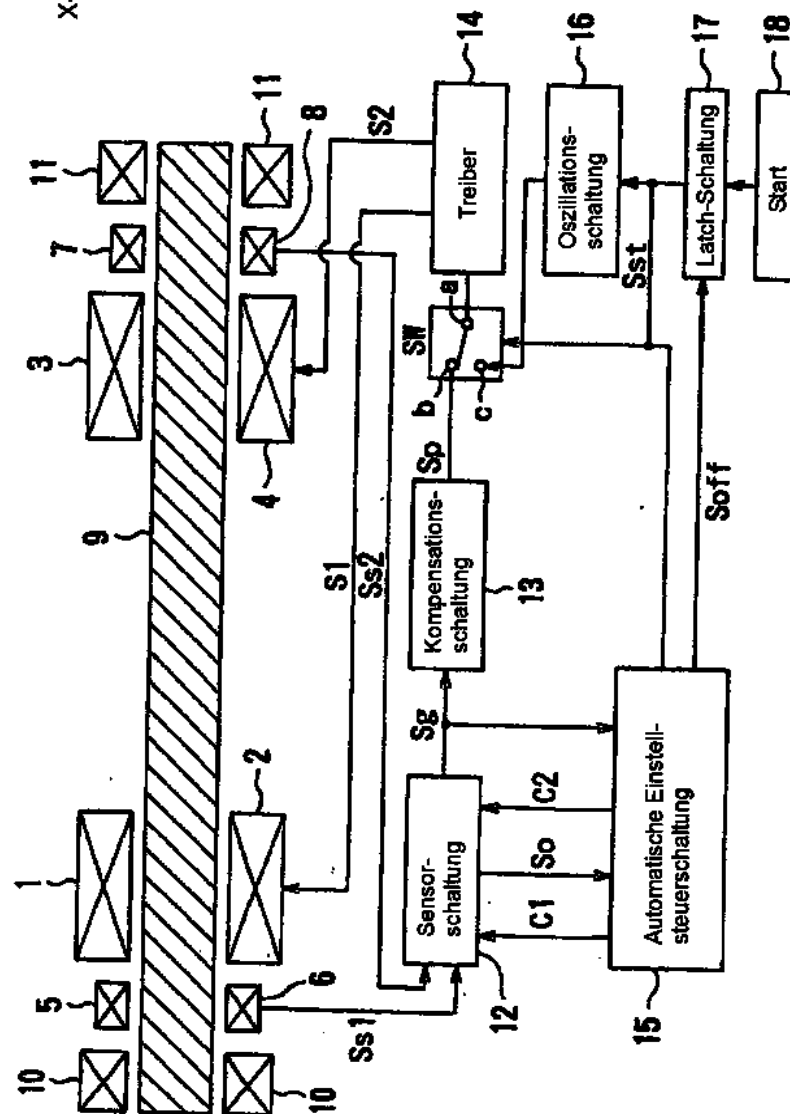


FIG. 2B

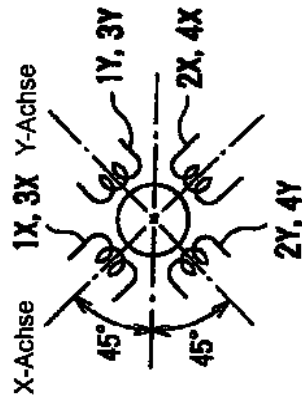


FIG. 3

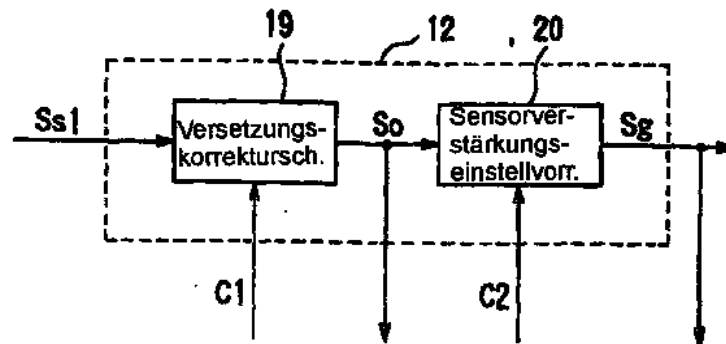


FIG. 4

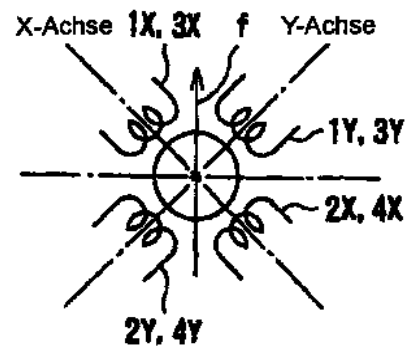


FIG. 5

