



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Veröffentlichung**  
⑩ **DE 100 82 527 T 1**

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 C 32/04**  
G 05 B 13/02

der internationalen Anmeldung mit der  
⑲ Veröffentlichungsnummer: WO 01/09529 in  
deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
⑳ Deutsches Aktenzeichen: 100 82 527.3  
㉑ PCT-Aktenzeichen: PCT/JP00/04912  
㉒ PCT-Anmeldetag: 21. 7. 2000  
㉓ PCT-Veröffentlichungstag: 8. 2. 2001  
㉔ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 16. 8. 2001

**DE 100 82 527 T 1**

⑳ Unionspriorität:  
11/215461 29. 07. 1999 JP  
㉕ Anmelder:  
Koyo Seiko Co., Ltd., Osaka, JP  
㉖ Vertreter:  
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

㉗ Erfinder:  
Kameno, Hironori, Nara, JP; Ueyama, Hirochika,  
Osaka, JP

㉘ Steuereinheit für Magnetlager

**DE 100 82 527 T 1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

KOYO SEIKO CO., LTD.  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku  
Osaka-shi  
Osaka 542-0081  
J A P A N

27. März 2001  
M/WPO-034-PC/DE  
MB/SJ/SJ/bi

STEUEREINHEIT FÜR MAGNETLAGER

Technisches Gebiet

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Steuereinheit für Magnetlager.

Einschlägiger Stand der Technik

- 10 Ein Rotationselement, das sich von einem Magnetlager berührungsfrei gehalten dreht, kommt in einen Resonanzzustand, wenn eine zunehmende Rotationsschwingungsfrequenz mit einer Eigenfrequenz übereinstimmt, wenn zum Beispiel das Rotations-
- 15 element aus einem stationären Zustand in einen Anlaufzustand gebracht wird, bei dem die Drehzahl zunimmt. Aufgrund einer sogenannten Kreiselwirkung ändert sich die Eigenfrequenz des Rotationselements mit einer Zunahme oder Abnahme seiner Dreh-
- 20 zahl.
- Zum Verhindern einer derartigen Resonanz, wie sie vorstehend erwähnt wurde, ist eine Steuereinheit für Magnetlager, wie sie in einer amtlichen Veröffentlichung der japanischen ungeprüften Patentanmeldung 63(1988)-275814 offenbart ist, derart ausgebildet, daß ein spannungsvariables Sperrfilter zwischen
- 25 einer Magnetlager-Ausgangsschaltung und einem Leistungsverstärker für die Energiezufuhr zu dem Magnetlager angeordnet ist.

Das spannungsvariable Sperrfilter ist für eine sequentielle Änderung einer Mittenfrequenz desselben durch die Spannung ausgebildet, wobei dies durch eine Frequenz-/Spannungs-Umwandlung der Drehzahl des Rotationselements erzielt wird.

5

Die Mittenfrequenz des Sperrfilters wird derart gesteuert, daß sie sich entsprechend der Eigenfrequenz ändert, die sich mit einer Zunahme oder Abnahme der Drehzahl des Rotationselements ändert. Als Ergebnis hiervon wird ein Resonanzsignal mit derselben Frequenz wie der Eigenfrequenz eliminiert, und auf diese Weise wird Resonanz verhindert.

10

Die vorstehend beschriebene herkömmliche Steuereinheit für Magnetlager ist vollständig aus analogen Schaltungseinrichtungen aufgebaut. In der letzten Zeit hat sich jedoch eine Steuereinheit durchgesetzt, die hauptsächlich aus digitalen Signalverarbeitungs-Schaltungseinrichtungen aufgebaut ist.

15

Eines der Merkmale der Steuereinheit, die in erster Linie aus digitalen Signalverarbeitungs-Schaltungseinrichtungen aufgebaut ist, besteht darin, daß mit Ausnahme eines Eingangs- und eines Ausgangsbereichs alle Einrichtungen an digitalen Verarbeitungen beteiligt sind.

20

Wenn jedoch das vorstehend genannte spannungsvariable Sperrfilter vorgesehen ist, muß dieser Bereich als zusätzliche analoge Schaltung vorgesehen werden. Dies führt zu dem Problem einer komplizierten Schaltungskonfiguration.

25

In Anbetracht des vorstehend beschriebenen, beim Stand der Technik bestehenden Problems besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Angabe einer Steuereinheit für Magnetlager, die zum Verhindern des Auftretens von Resonanz durch digitale Steuerung ausgebildet ist.

30

Offenbarung der Erfindung

Eine Steuereinheit für Magnetlager gemäß der vorliegenden Erfindung weist folgendes auf:

- 5 eine Drehzahl-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Drehzahl eines durch ein Magnetlager gelagerten Rotationselements;  
eine Abtastfrequenz-Entscheidungseinrichtung zum Ändern einer Abtastfrequenz in Abhängigkeit von Änderungen der von der Drehzahl-Erfassungseinrichtung erfaßten Drehzahl;
- 10 eine Verlagerungs-Erfassungseinrichtung zum Erfassen einer Verlagerung des Rotationselements und zum Abgeben eines digitalen Verlagerungssignals auf der Basis einer erfaßten Verlagerung;
- eine Steuereinrichtung zum Abgeben eines Steuersignals zur positionsmäßigen Steuerung des Rotationselements auf der Basis
- 15 des von der Verlagerungs-Erfassungseinrichtung abgegebenen digitalen Verlagerungssignals;
- wobei die Steuereinrichtung einen vorbestimmten digitalen Filtervorgang mit der von der Abtastfrequenz-Entscheidungseinrichtung
- 20 gelieferten Abtastfrequenz durchführt, um dadurch eine Grenzfrequenz in Abhängigkeit von der Abtastfrequenz zu variieren, um das Steuersignal mit einem gedämpften Frequenzband abzugeben, das eine Resonanzfrequenz beinhaltet, die einer Eigenfrequenz zugeordnet ist, die sich mit der Drehzahl
- 25 des Rotationselements und einer Rotationsschwingungsfrequenz ändert; und
- eine Elektromagnet-Steuereinrichtung zum Steuern eines Elektromagneten des Magnetlagers auf der Basis des von der Steuereinrichtung abgegebenen Steuersignals (Anspruch 1).

30

Bei der in der vorstehend beschriebenen Weise ausgebildeten Steuereinheit für Magnetlager ändert die Abtastfrequenz-Entscheidungseinrichtung die Abtastfrequenz in Abhängigkeit von Änderungen der Drehzahl. Die Steuereinrichtung zum Abgeben des

Steuersignals für die positionsmäßige Steuerung des Rotations-  
elements führt die vorbestimmte digitale Filterverarbeitung  
mit der Abtastfrequenz durch, so daß die Grenzfrequenz in Ab-  
hängigkeit von den Änderungen der Abtastfrequenz variiert  
5 wird.

Auf diese Weise wird das "abzuschneidende" Frequenzband ent-  
sprechend der Resonanzfrequenz variiert, die der Eigenfrequenz  
zugeordnet ist, die der Drehzahl des Rotationselements und der  
10 Rotationsschwingungsfrequenz entspricht, so daß das Steuersi-  
gnal mit dem gedämpften Frequenzband abgegeben wird, das die  
Resonanzfrequenz beinhaltet. Als Ergebnis hiervon wird das Re-  
sonanzsignal eliminiert, und Resonanz läßt sich somit verhin-  
dern.

15

Bei der vorstehend beschriebenen Steuereinheit kann die Ab-  
tastfrequenz-Entscheidungseinrichtung die Abtastfrequenz gemäß  
einer Datentabelle festlegen (Anspruch 2).

20

Wenn in diesem Fall die Datentabelle verändert wird, werden  
die Änderungscharakteristika der Abtastfrequenz verändert, und  
somit werden auch die Änderungscharakteristika der Grenzfre-  
quenz verändert. Selbst wenn die Charakteristika der Eigenfre-  
quenz des Rotationselements möglicherweise variieren, kann das  
25 Resonanzsignal somit durch entsprechende Änderung der Datenta-  
belle oder durch Änderung der Grenzfrequenz gedämpft werden.

25

Wenn die Änderungscharakteristika der Grenzfrequenz derart ge-  
wählt werden, daß sie den Einsatzbedingungen des Rotationsele-  
30 ments entsprechen (zum Beispiel dem anzuschließenden Werkzeug-  
typ in dem Fall, in dem es sich bei dem Rotationselement um  
eine Spindel für die Verwendung in einer Werkzeugmaschine han-  
delt), kann die Resonanz bei allen verschiedenen Einsatzbedin-  
gungen des Rotationselements verhindert werden.

30

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

- 5 Fig. 1 ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer Steuereinheit für Magnetlager gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- 10 Fig. 2 eine grafische Darstellung zur Erläuterung der Beziehung zwischen der Drehzahl eines von dem Magnetlager gelagerten Rotationselements und dessen Eigenfrequenz;
- 15 Fig. 3 eine grafische Darstellung der Frequenzkennlinie eines Sperrfilters der vorstehend genannten Steuereinheit mit einer Abtastfrequenz, die als ein Parameter variiert wird, sowie unter Darstellung eines Beispiels, bei dem die Abtastfrequenz  $F_s$  bei 4 kHz liegt;
- 20 Fig. 4 eine der Fig. 3 ähnliche grafische Darstellung zur Veranschaulichung eines Beispiels, bei dem die Abtastfrequenz  $F_s$  bei 6 kHz liegt;
- 25 Fig. 5 eine der Fig. 3 ähnliche grafische Darstellung zur Veranschaulichung eines Beispiels, bei dem die Abtastfrequenz  $F_s$  bei 8 kHz liegt; und
- Fig. 6 eine der Fig. 3 ähnliche grafische Darstellung zur Veranschaulichung eines Beispiels, bei dem die Abtastfrequenz  $F_s$  bei 10 kHz liegt.

Beste Verfahrensweisen zum Ausführen der Erfindung

- 30 Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer Anordnung einer Steuereinheit für Magnetlager gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Wie unter Bezugnahme auf die Zeichnung zu sehen ist, wird ein Rotationselement 1 von einem Motor 10 zur Ausführung einer Rotationsbewegung mit ho-

her Geschwindigkeit angetrieben, wobei das Rotationselement durch ein Magnetlager in berührungsfreier Weise gelagert ist.

5 Eine Verlagerung des Rotationselements 1 wird durch einen Verlagerungssensor 2 erfaßt. Ein von dem Verlagerungssensor 2 abgegebenes analoges Verlagerungssignal wird durch einen A/D-Wandler 3 in ein digitales Verlagerungssignal umgewandelt und in einen digitalen Signalprozessor (DSP) 4 eingespeist.

10 Auf der Basis des eingespeisten digitalen Verlagerungssignals gibt der digitale Signalprozessor 4 ein digitales Steuersignal zum Steuern eines Elektromagneten des Magnetlagers ab. Ein D/A-Wandler 5 wandelt diese Steuersignal in ein analoges Strombefehlssignal um und führt das resultierende Signal einem  
15 Verstärker 6 zu.

Der Verstärker 6 schafft einen Steuerstrom durch Verstärken dieses Signals und führt den Steuerstrom dem Elektromagneten 7 des Magnetlagers zu. Bei Empfang des Steuerstroms sorgt der  
20 Elektromagnet 7 für eine positionsmäßige Steuerung des Rotationselements 1.

Der digitale Signalprozessor 4 beinhaltet als Funktionsbereiche, die in Form von Software ausgeführt sind, einen Magnetlager-Steuerbereich 41 zum Abgeben des vorstehend genannten digitalen Steuersignals, eine Drehzahl-Überwachungseinrichtung  
25 43 und einen Abtastfrequenz-Entscheidungsbereich 44 (wobei die Abtastfrequenz mit "Fs" bezeichnet ist).

30 Der Magnetlager-Steuerbereich 41 beinhaltet ein Sperrfilter 42 als digitales Filter, das durch Software gebildet ist. Der digitale Signalprozessor 4 ist über eine serielle Kommunikationsplatte 11 mit einem Personal Computer (PC) 12 kommunikativ verbunden.

Es ist darauf hinzuweisen, daß der digitale Signalprozessor 4 einen darin enthaltenen Speicher sowie einen damit verbundenen, erforderlichen externen Speicher aufweist, wobei jedoch auf die Darstellung dieser Speicher verzichtet worden ist. In diesen Speichern sind ein Betriebsprogramm für den digitalen Signalprozessor 4 und Steuerparameter sowie eine später noch zu beschreibende Datentabelle gespeichert.

Ein Rotationssensor 8, der in der Nähe des Rotationselements 1 angeordnet ist, gibt einen Impuls in Abhängigkeit von der Drehzahl des Rotationselements 1 ab. Der abgegebene Impuls wird in die Drehzahl-Überwachungseinrichtung 43 eingespeist. Bei Empfang des Impulses bestimmt die Drehzahl-Überwachungseinrichtung 43 eine Drehzahl des Rotationselements 1 beispielsweise aufgrund einer umgekehrten Anzahl eines Zeitintervalls der Impulseingänge.

Die resultierende Drehzahl wird zu dem Abtastfrequenz-Entscheidungsbereich 44 geschickt und auch mit dem Magnetlager-Steuerbereich 41 rückgekoppelt. Von dem digitalen Signalprozessor 4 wird ein Drehzahl-Befehlssignal erzeugt und zu einem Inverter 9 geschickt.

Auf der Basis dieses Signals steuert der Inverter 9 die Rotation des Motors 10. Unter Rückgriff auf die Datentabelle führt der Abtastfrequenz-Entscheidungsbereich 44 eine Entscheidung hinsichtlich der Abtastfrequenz  $F_s$  entsprechend der Drehzahl aus.

Nachfolgend wird eine ausführliche Beschreibung von Hauptoperationen der vorliegenden Erfindung angegeben.

Fig. 2 zeigt eine grafische Darstellung zur Erläuterung der Beziehung zwischen der Drehzahl und der Eigenfrequenz des Rotationselements 1.

5 Wie in der Zeichnung zu sehen ist, liegt eine Eigenfrequenz, die auf einem primären Biegemoment basiert, bei einem festen Wert  $f_1$ , wenn das Rotationselement 1 stationär ist. Diese Eigenfrequenz wird jedoch aufgrund der Kreiselwirkung, wenn die Drehzahl des Rotationselements 1 zunimmt, in eine vorwärts gerichtete Eigenfrequenz  $a_1$  und eine rückwärts gerichtete  
10 Eigenfrequenz  $b_1$  unterteilt.

In gleicher Weise liegt eine Eigenfrequenz, die auf einem sekundären Biegemoment basiert, bei einem festen Wert  $f_2$ , wenn  
15 das Rotationselement 1 stationär ist. Wenn die Drehzahl des Rotationselements 1 zunimmt, wird jedoch aufgrund der Kreiselwirkung diese Eigenfrequenz in eine vorwärts gerichtete Eigenfrequenz  $a_2$  und eine rückwärts gerichtete Eigenfrequenz  $b_2$  unterteilt.

20 Wie durch eine Kennlinienkurve  $c$  dargestellt ist, nimmt andererseits die Rotationsschwingungsfrequenz bei zunehmender Drehzahl des Rotationselements 1 mit einem konstanten Gradienten in linearer Weise zu. Als Ergebnis hiervon tritt an den  
25 jeweiligen Schnittpunkten  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  und  $P_4$  Resonanz auf.

Wenn die Drehzahlen sowie die Eigenfrequenzen an diesen Schnittpunkten als  $P_1$  ( $N_{p1}$ ,  $f_{p1}$ ),  $P_2$  ( $N_{p2}$ ,  $f_{p2}$ ),  $P_3$  ( $N_{p3}$ ,  $f_{p3}$ ) und  $P_4$  ( $N_{p4}$ ,  $f_{p4}$ ) dargestellt werden, muß das Sperrfilter 42  
30 von dem digitalen Signalprozessor 4 derart gesteuert werden, daß die Mittenfrequenzen des Sperrfilters 42 bei den Drehzahlen  $N_{p1}$ ,  $N_{p2}$ ,  $N_{p3}$  und  $N_{p4}$  mit den Eigenfrequenzen  $f_{p1}$ ,  $f_{p2}$ ,  $f_{p3}$  bzw.  $f_{p4}$  übereinstimmen.

Da das Sperrfilter 42 eine digitale Filterverarbeitung auf der Basis von Abtastdaten in einer zeitlichen Abfolge ausführt, steht eine Grenzfrequenz des Sperrfilters in enger Beziehung zu der Abtastfrequenz  $F_s$ .

5

Die Fig. 3 bis 6 zeigen grafische Darstellungen, in denen jeweils die Frequenzkennlinie einer Verstärkung des Sperrfilters 42 dargestellt ist, wenn die Abtastfrequenz  $F_s$  als Parameter variiert wird. Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5 und Fig. 6 zeigen jeweils exemplarische Fälle, in denen die Abtastfrequenz  $F_s$  bei 10 4 kHz, 6 kHz, 8 kHz und 10 kHz in dieser Reihenfolge liegt.

Wie aus den Fig. 3 bis 6 zu sehen ist, kommt es bei den Grenzfrequenzen, die in der Nähe der Mittenfrequenzen von "Kerben" vorhanden sind, zu einer Zunahme oder einer Abnahme in Abhängigkeit von einer Zunahme oder Abnahme der Abtastfrequenz  $F_s$ . Die Grenzfrequenz und die Mittenfrequenz des Sperrfilters 42 können somit in der gewünschten Weise variiert werden, indem die Abtastfrequenz  $F_s$  in geeigneter Weise erhöht oder reduziert wird. 20

Der Abtastfrequenz-Entscheidungsbereich 44 ist ferner mit einer Datentabelle versehen, die auf empirischen tatsächlichen Messungen basiert, so daß die Abtastfrequenz  $F_s$  nach Maßgabe der Datentabelle variiert wird, um jede Mittenfrequenz des Sperrfilters 42 bei jeder Drehzahl  $N_{p1}$ ,  $N_{p2}$ ,  $N_{p3}$  und  $N_{p4}$  in Übereinstimmung mit der jeweiligen der vorstehend genannten Eigenfrequenzen  $f_{p1}$ ,  $f_{p2}$ ,  $f_{p3}$  und  $f_{p4}$  zu bringen. 25

Somit kann ein mit der Eigenfrequenz übereinstimmendes Resonanzsignal gedämpft werden, indem die Abtastfrequenz  $F_s$  entsprechend der Drehzahl  $N$  festgelegt wird, um auf diese Weise das Auftreten von Resonanz zu verhindern. 30



Beim Starten des Rotationselements 1 veranlaßt der digitale Signalprozessor 4 genauer gesagt, daß das Rotationselement 1 in eine Zielposition in Schwebezustand gebracht wird, und zwar unter Verwendung einer vorbestimmten digitalen Signalverarbeitungskonstante, wie zum Beispiel eines Steuerparameters.

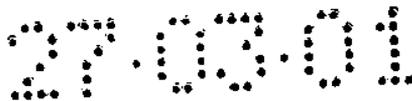
Dabei wird die Abtastfrequenz  $F_s$  des digitalen Signalprozessors 4 auf der Basis der Eigenfrequenzen  $f_1$  und  $f_2$  (Fig. 2) des Rotationselements 1 festgelegt, wobei die Drehzahl desselben bei 0 liegt. Anschließend steuert der digitale Signalprozessor 4 den Inverter 9 zum Ansteuern des Motors 10. Dies bringt das Rotationselement 1 in Rotation.

Die Rotation des Rotationselements 1 veranlaßt den Rotationssensor 8 zur Abgabe eines Impulses, während die Drehzahl-Überwachungseinrichtung 43 die Drehzahl  $N$  erfaßt. Der Abtastfrequenz-Entscheidungsbereich 44 liest die Datentabelle, wie diese zum Beispiel in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt ist.

20

TABELLE 1

Drehzahl (U/s)		Abtastfrequenz $F_s$ (kHz)
während der Zunahme	während der Abnahme	
$0 \leq N < 120$	$0 \leq N \leq 100$	6
$120 \leq N < 150$	$100 < N \leq 145$	6,1
$150 \leq N < 180$	$145 < N \leq 175$	6,2
$180 \leq N < 210$	$175 < N \leq 205$	6,3
$210 \leq N < 240$	$205 < N \leq 235$	6,4
$240 \leq N < 270$	$235 < N \leq 265$	6,5
$270 \leq N < 300$	$265 < N \leq 295$	6,6
$300 \leq N$	$295 < N \leq 325$	6,7



Beim Starten des Rotationselements 1 wird die Abtastfrequenz  $F_s$  (kHz) auf der Basis des Bereichs der Drehzahl  $\underline{N}$  (U/s) festgelegt, wie dieser in der Spalte "während der Zunahme" der Tabelle 1 dargestellt ist. Wenn zum Beispiel  $0 \leq N < 120$  ist, wird die Abtastfrequenz auf  $F_s = 6$  festgelegt.

Wenn  $120 \leq N < 150$  ist, beträgt  $F_s = 6,1$ . In ähnlicher Weise steigt die Abtastfrequenz  $F_s$  bei zunehmender Drehzahl  $\underline{N}$  an. Die nacheinander in dieser Weise festgelegten Abtastfrequenzen  $F_s$  werden dem Magnetlager-Steuerbereich 41 zugeführt. Der Magnetlager-Steuerbereich 41 tastet somit die Ausgangssignale von dem A/D-Wandler 3 mit der zugeführten Abtastfrequenz  $F_s$  ab.

Die Resonanzsignale, die mit den Eigenfrequenzen  $fp_1$ ,  $fp_2$ ,  $fp_3$  und  $fp_4$  übereinstimmen, werden durch Festlegen der Abtastfrequenz  $F_s$  in Übereinstimmung mit der Drehzahl  $\underline{N}$  gedämpft, und auf diese Weise läßt sich das Auftreten von Resonanz verhindern.

Wenn andererseits die Rotation des Rotationselements 1 gestoppt werden soll, wird die Abtastfrequenz  $F_s$  (kHz) auf der Basis des Bereichs der Drehzahl  $\underline{N}$  (U/s) festgelegt, wie dieser in der Spalte "während der Abnahme" der Tabelle 1 dargestellt ist.

Wenn zum Beispiel  $295 < N \leq 325$  ist, beträgt  $F_s = 6,7$ , und wenn  $265 < N \leq 295$  ist, beträgt  $F_s = 6,6$ . Wie in der Tabelle 1 gezeigt ist, werden die übrigen Abtastfrequenzen  $F_s$  auf der Basis der Bereiche von  $\underline{N}$  festgelegt, die von denen für die Zeit der Zunahme der Drehzahl verschieden sind.



Indem auf diese Weise unterschiedliche Schwellenwerte für die Zeit der Zunahme der Drehzahl gegenüber von denen für die Zeit der Abnahme der Drehzahl verwendet werden, kann eine Hysterese verhindert werden.

5

Während der Zeit der Zunahme der Drehzahl werden gleichermaßen die mit den Eigenfrequenzen  $fp_1$ ,  $fp_2$ ,  $fp_3$  und  $fp_4$  übereinstimmenden Resonanzsignale dadurch gedämpft, daß die Abtastfrequenz  $F_s$  entsprechend der reduzierten Drehzahl  $N$  festgelegt wird, so daß das Auftreten von Resonanz verhindert wird.

10

Bei der vorstehend beschriebenen Steuereinheit bilden der Rotationssensor 8 und die Drehzahl-Überwachungseinrichtung 43 eine Drehzahl-Erfassungseinrichtung zum Erfassen der Drehzahl des von dem Magnetlager gelagerten Rotationselements 1.

15

Der Abtastfrequenz-Entscheidungsbereich 44 bildet in Kombination mit der Datentabelle eine Abtastfrequenz-Entscheidungseinrichtung zum Variieren der Abtastfrequenz  $F_s$  in Abhängigkeit von den Änderungen der Drehzahl. Der Verlagerungssensor 2 und der A/D-Wandler 3 bilden eine Verlagerungs-Erfassungseinrichtung zum Erfassen der Verlagerung des Rotationselements 1 und zum Abgeben des digitalen Verlagerungssignals auf der Basis der erfaßten Verlagerung.

25

Der Magnetlager-Steuerbereich 41 bildet eine Steuereinrichtung, die auf der Basis des digitalen Verlagerungssignals das Steuersignal für eine positionsmäßige Steuerung des Rotationselements 1 abgibt.

30

Der Magnetlager-Steuerbereich 41 bildet ferner eine Steuereinrichtung, die die vorbestimmte digitale Filterverarbeitung auf der Basis der Abtastfrequenz durchführt, um auf diese Weise die Grenzfrequenz in Abhängigkeit von der Abtastfrequenz zu

5 variieren, so daß das Steuersignal mit einem gedämpften Frequenzband abgegeben wird, das die Resonanzfrequenz beinhaltet, die der Eigenfrequenz zugeordnet ist, die sich in Abhängigkeit von der Drehzahl des Rotationselements 1 und der Rotationsschwingungsfrequenz ändert.

Der D/A-Wandler 5 und der Verstärker 6 bilden eine Elektromagnet-Steuer-  
einrichtung zum Steuern des Elektromagneten 7 des Magnetlagers auf der Basis des Steuersignals.

10

Es ist darauf hinzuweisen, daß die Datentabelle, die die Drehzahlen  $N$  und die Abtastfrequenzen  $F_s$  enthält, nicht auf die vorstehend genannte Tabelle begrenzt ist, sondern auch durch Eingabe von Anweisungen von dem Personal Computer 12 aus verändert werden kann.

15

Auf diese Weise läßt sich Resonanz bei verschiedenen Einsatzbedingungen des Rotationselements 1 verhindern, wenn die Änderungscharakteristika der Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen des Rotationselements ausgewählt werden (wobei es sich zum Beispiel um den Typ des Werkzeugs handelt, das mit dem Rotationselement 1 in einem Fall zu verbinden ist, in dem es sich bei dem Rotationselement um eine Spindel in einer Werkzeugmaschine handelt).

20

27.03.01

100 82 527.3

STEUEREINHEIT FÜR MAGNETLAGER 14

DE 100 82 527 T 1

Zusammenfassung

5 Bei einer Steuereinheit für Magnetlager wird eine Abtastfre-  
quenz eines digitalen Signalprozessors (4) in Abhängigkeit von  
der Drehzahl eines Rotationselements (1) variiert. Auf diese  
Weise wird ein durch ein Sperrfilter (42) als digitales Filter  
zu dämpfendes Frequenzband entsprechend einer Resonanzfrequenz  
10 variiert, die einer Eigenfrequenz und einer Rotationsschwin-  
gungsfrequenz zugeordnet wird, um dadurch ein in einem Steuer-  
signal enthaltenes Resonanzsignal zu dämpfen. Das Auftreten  
von Resonanz wird auf diese Weise durch digitale Steuerung  
verhindert.

15

(Fig. 1)

15

KOYO SEIKO CO., LTD.  
5-8, Minamisemba 3-chome  
Chuo-ku  
Osaka-shi  
Osaka 542-0081  
J A P A N

27. März 2001  
M/WPO-034-PC/DE  
MB/SJ/SJ/bi

STEUEREINHEIT FÜR MAGNETLAGER

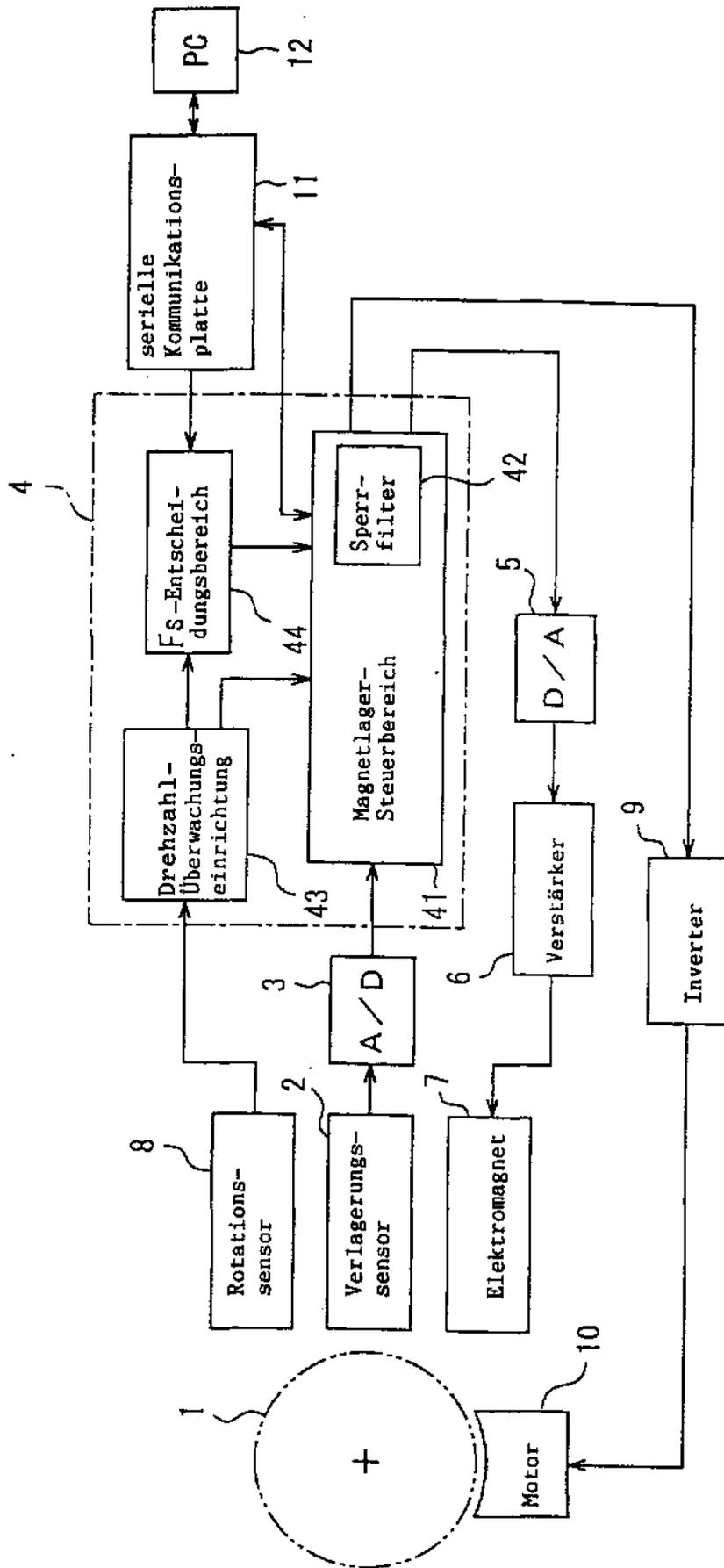
PATENTANSPRÜCHE

1. Steuereinheit für Magnetlager, die folgendes aufweist:
- 5 eine Drehzahl-Erfassungseinrichtung (8, 43) zum Erfassen einer Drehzahl eines von einem Magnetlager gelagerten Rotationselements (1);
- eine Abtastfrequenz-Entscheidungseinrichtung (44) zum Variieren einer Abtastfrequenz in Abhängigkeit von Änderungen
- 10 der von der Drehzahl-Erfassungseinrichtung (8, 43) erfaßten Drehzahl;
- eine Verlagerungs-Erfassungseinrichtung (2, 3) zum Erfassen einer Verlagerung des Rotationselements (1) und zum Abgeben eines digitalen Verlagerungssignals auf der Basis einer er-
- 15 faßten Verlagerung;
- eine Steuereinrichtung (4) zum Abgeben eines Steuersignals zur positionsmäßigen Steuerung des Rotationselements (1) auf der Basis des von der Verlagerungs-Erfassungseinrichtung (2, 3) abgegebenen digitalen Verlagerungssignals, wo-
- 20 bei die Steuereinrichtung (4) eine vorbestimmte digitale Filterverarbeitung mit der von der Abtastfrequenz-Entscheidungseinrichtung (44) gelieferten Abtastfrequenz durchführt, um dadurch eine Grenzfrequenz in Abhängigkeit von der Abtastfrequenz zu variieren, um das Ausgangssignal mit
- 25 einem gedämpften Frequenzband abzugeben, das eine Resonanzfrequenz beinhaltet, die einer Eigenfrequenz zugeordnet

ist, die sich mit der Drehzahl des Rotationselements (1)  
und der Rotationsschwingungsfrequenz ändert; und  
eine Elektromagnet-Steuerereinrichtung (5, 6) zum Steuern  
eines Elektromagneten des Magnetlagers auf der Basis des  
5 von der Steuerereinrichtung (4) abgegebenen Steuersignals.

2. Steuerereinheit für Magnetlager nach Anspruch 1,  
wobei die Abtastfrequenz-Entscheidungseinrichtung (44) die  
Abtastfrequenz gemäß einer Datentabelle festlegt.

FIG. 7

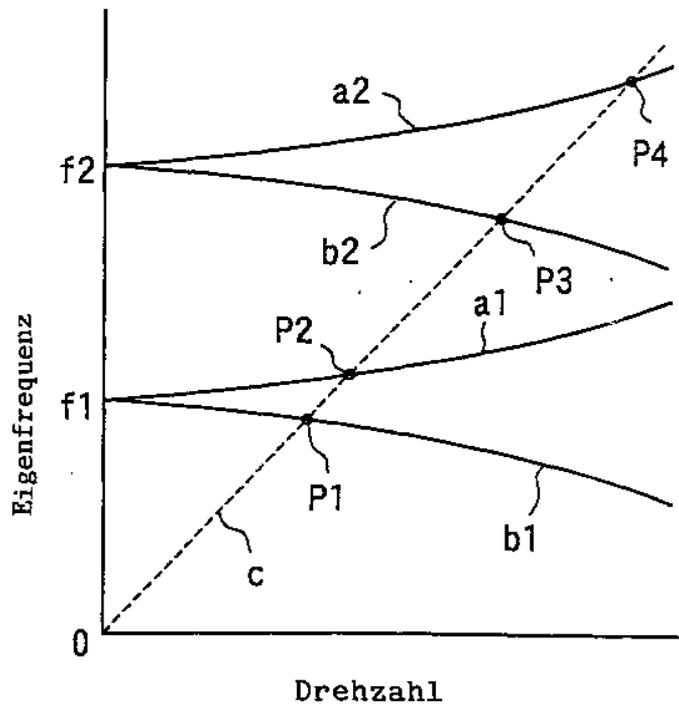


27.03.01

17

DE100 82 527 T1

FIG. 2



97.03.01

18

DE100 82 527 T1

FIG. 3

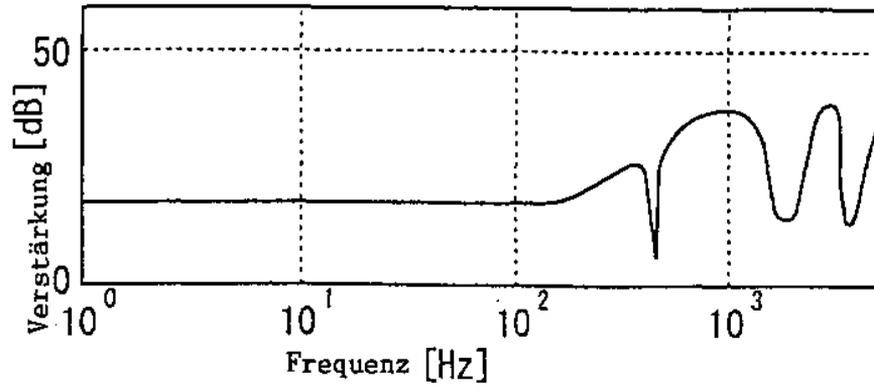


FIG. 4

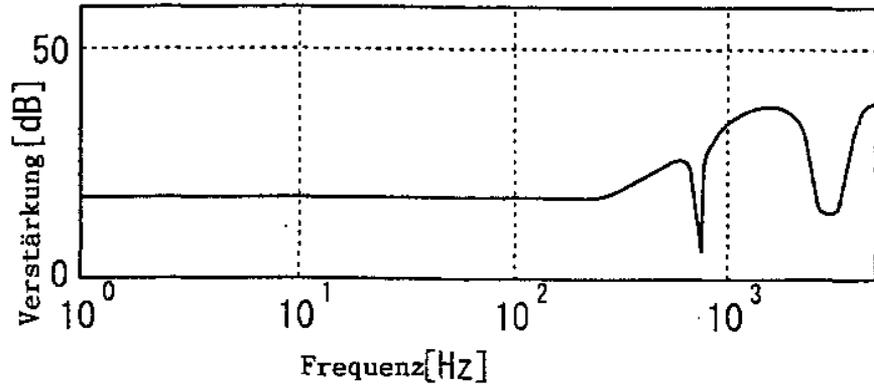


FIG. 5

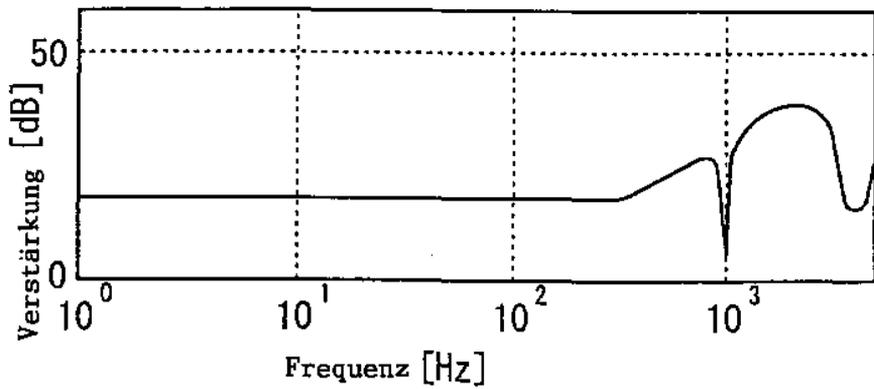


FIG. 6

