



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 07 428 B4 2008.03.20**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 07 428.6**
 (22) Anmeldetag: **18.02.2000**
 (43) Offenlegungstag: **13.06.2001**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **20.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F16C 32/04 (2006.01)**
H02K 7/09 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
88-121834 10.12.1999 TW

(73) Patentinhaber:
Delta Electronics, Inc., Taoyuan, TW

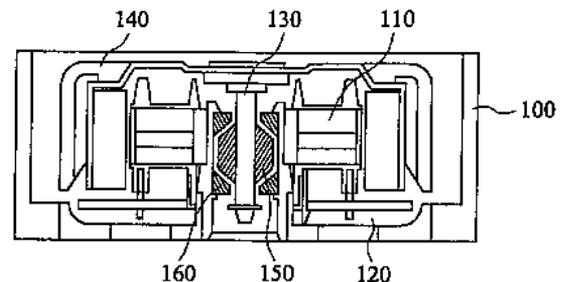
(74) Vertreter:
TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR
Patentanwälte, 81679 München

(72) Erfinder:
Lin, Kuo-cheng, Taoyan, TW; Chuang, Te-tsai,
Taoyan, TW; Huang, Wen-shi, Taoyan, TW; Tsai,
I-hsuan, Taoyan, TW

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 34 37 937 A1
WO 96/31 937 A1
JP 09-3 26 530 A
JP 05-14 76 109
JP 01-2 69 719
JP 58-83 552
JP 04-78 317

(54) Bezeichnung: **Magnetlager**

(57) Hauptanspruch: Magnetlager mit:
 – einer Drehwelle (130), auf der ein einzelner Permanentmagnet (150) angeordnet ist, der an seinen beiden axialen Stirnseiten konvex ausgebildet ist;
 – einem Stator (120), an dessen Innenseite zwei Permanentmagnete (160) befestigt sind, von denen jeder mit einer konkaven Stirnseite einer der konvexen Stirnseiten des an der Drehwelle (130) befestigten Permanentmagneten (150) gegenüberliegt, wobei aufgrund der zwischen ihnen erzeugten magnetischen Abstoßungskraft ein Spalt gebildet ist; und
 – einem elektromagnetischen Antrieb der Drehwelle (130), dessen mit einem elektrischen Strom erregbare Spulen (110) in Höhe der Permanentmagnete (150, 160) um die Drehwelle (130) herum angebracht sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine rotierende Vorrichtung und insbesondere ein Magnetlager.

[0002] Für ein herkömmliches Lager für die Unterstützung eines Rotors wird ein ungeteiltes Ringlager, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, verwendet. In radialer Richtung sind ein Paar Buchsen **10** vorgesehen. Der Rotor ist während seiner Drehung mit dem Lager in direktem Kontakt; daher entstehen eine Reibung, Geräusche und Schwingungen, wodurch der Leistungsverbrauch erhöht wird und die Lebensdauer des Lagers verringert wird. Da der Erhöhung der Drehzahl Grenzen gesetzt sind, kann die Drehzahl möglicherweise die Hochvakuum-Anforderungen eines Vakuumsystems nicht erfüllen. Darüber hinaus ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass das Schmiermittel zwischen dem Rotor und dem Lager während der Drehung des Rotors herausgepresst wird, so dass mit dem Lager die Anforderungen einer hochreinen Umgebung, etwa in einem Reinraum, nicht erfüllt werden können.

[0003] Zur Beseitigung der oben genannten Probleme hinsichtlich Reibung, Drehzahl, Lebensdauer und Reinheit ist in manchen Industriezweigen eine magnetische Aufhängung für die Unterstützung von Rotoren in kontaktloser Weise in großem Umfang in Gebrauch gekommen. Durch die Ausnutzung des Merkmals der Reibungsfreiheit des Magnetlagers kann die Drehzahl erhöht werden, was insbesondere in Anlagen zur Halbleiterfertigung, die Vakuumvorrichtungen mit hoher Drehzahl benötigen, um die Anforderungen von in Hochvakuumzuständen auszuführenden Prozessen zu erfüllen, Anwendung findet. Ein Magnetlager kann auch in einem Lüftermotor zum Belüften eines Computersystems angewendet werden. Durch Erhöhen der Drehzahl des Lüftermotors kann der Konvektionswirkungsgrad erhöht werden. Da ferner das Magnetlager den Rotor durch eine Magnetkraft unterstützt, ist ein Schmiermittel nicht erforderlich. Dadurch kann eine Verunreinigung der Umgebung durch das Schmiermittel, das in einem herkömmlichen Rotor benötigt wird, vermieden werden. Folglich kann das erfindungsgemäße Magnetlager auf das Trägersystem oder auf Fertigungsvorrichtungen in einem Reinraum angewendet werden.

[0004] In **Fig. 2** ist ein herkömmliches Magnetlager einer sich mit hoher Drehzahl drehenden Vorrichtung gezeigt, die eine Lagerbasis **20**, eine Gruppe von Spulen **30** um einen an der Lagerbasis **20** angebrachten Stator **40** sowie eine Drehwelle **50**, die aus einem an einem Rotor **60** angebrachten Permanentmagneten gebildet ist, umfasst. Wenn die Spulen **30** mit einem elektrischen Strom erregt werden, dreht sich der Rotor **60** in Bezug auf den Stator **40**. Das herkömmliche Magnetlager umfasst fünf Lagergruppen. In Axialrichtung (z-Achse) ist eine Gruppe aus

Schubmagnetlagern **70**, die aus Permanentmagneten gebildet sind, vorgesehen. An den oberen und unteren Seiten sind in radialer Richtung (x-Achse und y-Achse) Radialmagnetlager **80**, **90** (nicht gezeigt), die aus Permanentmagneten hergestellt sind, vorgesehen. Sie werden unabhängig in fünf axialen Richtungen gesteuert. Insbesondere wird die Position des Rotors **60** in radialer Richtung durch die Lager **80**, **90** gesteuert. Wenn der Rotor **60** aus seiner Gleichgewichtsposition abweicht, schiebt die durch die Permanentmagneten in entgegengesetzter Richtung erzeugte magnetische Abstoßungskraft den Rotor **60** in seine Gleichgewichtsposition zurück. Durch die magnetische Abstoßungskraft zwischen dem Rotor **60** und den Lagern **70**, **80**, **90** wird ein magnetischer Spalt aufrechterhalten, der verhindert, dass die Lager in direktem Kontakt mit dem Rotor gelangen, so dass der Rotor im Gleichgewicht gehalten wird. Die Reibung zwischen dem Rotor **60** und den Lagern **70**, **80**, **90** kann vermieden werden, so dass Geräusche und Schwingungen, die durch die Reibung verursacht werden, abnehmen. Ferner kann das herkömmliche Magnetlager den Leistungsverbrauch verringern und die Drehzahl des Rotors **60** sowie die Lebensdauer der Lager erhöhen.

[0005] In diesem herkömmlichen Magnetlager werden jedoch die Lager unabhängig in fünf axialen Richtungen gesteuert, ferner müssen die Lager während der Fertigung und der Montage in fünf axialen Richtungen gehandhabt werden. Daher ist die Struktur kompliziert und hat hohe Herstellungskosten zur Folge.

[0006] Aus der JP 58-083552 A ist bereits eine rotierende Maschine mit einem Rotor und einem diesen außen umgebenden Stator bekannt, der mit elektrischem Strom erregbare Spulen trägt. Zur Lagerung des Rotors in einem Gehäuse sind an jedem axialen Ende seiner Drehwelle Magnetlager vorgesehen, von denen jedes auf einer konvexen Kegelmantelfläche angeordnete Magnete trägt, die mit auf einer entsprechenden konkaven Gegenfläche angeordneten Magneten zusammenwirkt.

[0007] Aus der JP 5-146109 A sind Lagervorrichtungen für elektrische Maschinen bekannt, die jeweils zwei axial beabstandete Magnetlager umfassen, bei denen jeweils eine konkave Magnetanordnung an einer Welle mit einer konvexen Magnetanordnung am Stator zusammenwirkt. Daneben ist auch gezeigt, dass die Magneten an der Welle konvex ausgebildet sein können, während die am Stator konkav sind.

[0008] Zwischen den beiden axial voneinander beabstandeten Magnetlagern kann dann eine elektrische Maschine mit ihrem Rotor und dem am Stator vorgesehenen mit Strom erregbaren Spulen angeordnet werden.

[0009] Die JP 8-326530 A zeigt eine weitere elektrische Maschine, insbesondere Luftpumpe, deren Welle mit Magnetlagern in einem Gehäuse gelagert ist. Die Magnetlager umfassen jeweils eine Vielzahl von Elektromagneten, die mit kegelförmig angeordnete Gegenstücken auf der Welle zusammenarbeiten.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Magnetlager zu schaffen, das für die Steuerung der Position eines Rotors eine kontaktlose Magnetkraft nutzt, um Reibung zu vermeiden, um Geräusche, Schwingungen und den Leistungsverbrauch abzusenken, um die Drehzahl und die Lebensdauer des Lagers zu erhöhen und um die Herstellungskosten zu senken, und einen kompakten Aufbau einer drehenden Vorrichtung ermöglicht.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 oder 2.

[0012] Das erfindungsgemäße Magnetlager kann in einer sich mit hoher Drehzahl drehenden Vorrichtung verwendet werden.

[0013] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, die auf die Zeichnung Bezug nimmt; es zeigen:

[0014] **Fig. 1** die bereits erwähnte Querschnittsansicht einer herkömmlichen Ringlagerstruktur;

[0015] **Fig. 2** die bereits erwähnte Querschnittsansicht einer herkömmlichen Magnetlagerstruktur;

[0016] **Fig. 3** eine Querschnittsansicht eines Magnetlagers gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

[0017] **Fig. 4** eine schematische Darstellung der Kraftkomponenten F_{x1} und F_{y1} , die auf den Rotor durch die radiale Abstoßungskraft $Fr1$ wirken, die zwischen dem Drehwellen-Verbindungsabschnitt und dem Stator-Verbindungsabschnitt erzeugt wird;

[0018] **Fig. 5** eine Querschnittsansicht eines Magnetlagers gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung; und

[0019] **Fig. 6** eine schematische Darstellung der Kraftkomponenten F_{x2} und F_{y2} , die auf den Rotor durch die radiale Abstoßungskraft $Fr2$ wirken, die zwischen dem Drehwellen-Verbindungsabschnitt und dem Stator-Verbindungsabschnitt erzeugt wird.

[0020] **Fig. 3** zeigt ein Magnetlager gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, das in einer sich mit hoher Drehzahl drehenden Vorrichtung verwendet wird, die eine Lagerbasis **100**, eine Grup-

pe von Spulen **110** um einen an der Lagerbasis **100** angebrachten Stator **120** sowie eine Drehwelle **130** an einem Rotor **140** umfasst. Wenn die Gruppe von Spulen **110** mit einem elektrischen Strom erregt wird, dreht sich der Rotor **140** relativ zum Stator **120**. Insbesondere umfasst das Magnetlager als Wellenbefestigung einen Permanentmagneten **150** mit konvexer Form, der an der äußeren Oberfläche der Drehwelle **130** befestigt ist, sowie als Statorbefestigung einen Permanentmagneten **160** mit konkaver Form, der an der Innenseite des Stators **120** befestigt ist.

[0021] In dieser Ausführungsform wird zwischen dem Permanentmagneten **150** und dem Permanentmagneten **160** aufgrund der dazwischen erzeugten magnetischen Abstoßungskraft ein Spalt gebildet. Wenn der Rotor **140** aus seiner Gleichgewichtsposition abweicht, wird die magnetische Abstoßungskraft $Fr1$, die zwischen den Permanentmagneten **150**, **160** erzeugt wird, größer, da die magnetische Kraft zum Kehrwert des Quadrats des Abstandes proportional ist. Die Kraftkomponente F_{x1} in radialer Richtung schiebt den Rotor **140** in radialer Richtung in seine Gleichgewichtsposition zurück, während die Kraftkomponente F_{y1} den Rotor **140** in axialer Richtung in seine Gleichgewichtsposition zurückschiebt.

[0022] In **Fig. 5** ist ein Magnetlager gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gezeigt, das in einer sich mit hoher Drehzahl drehenden Vorrichtung verwendet werden kann, die eine Lagerbasis **200**, eine Gruppe von Spulen **210** um einen an der Lagerbasis **200** angebrachten Stator **220** sowie eine Drehwelle **230** am Rotor **240** umfasst. Wenn die Gruppe von Spulen **210** mit einem elektrischen Strom erregt wird, dreht sich der Rotor **240** in Bezug auf den Stator **220**. Insbesondere enthält das Magnetlager als Wellenbefestigung einen Permanentmagneten **250** mit konkaver Form, der an der Außenseite der Drehwelle **230** befestigt ist, sowie als Statorbefestigung einen Permanentmagneten **260** mit konvexer Form, der an der Innenseite des Stators **220** befestigt ist.

[0023] In dieser Ausführungsform wird zwischen dem Permanentmagneten **250** und dem Permanentmagneten **260** aufgrund der zwischen ihnen erzeugten magnetischen Abstoßungskraft ein Spalt gebildet. Wenn der Rotor **240** aus seiner Gleichgewichtsposition abweicht, wird die magnetische Abstoßungskraft $Fr2$, die wie in **Fig. 6** gezeigt zwischen den Permanentmagneten **250**, **260** erzeugt wird, größer, da die magnetische Kraft zum Kehrwert des Quadrats des Abstandes proportional ist. Die Kraftkomponente F_{x2} schiebt den Rotor **240** in radialer Richtung in seine Gleichgewichtsposition zurück, während die Kraftkomponente F_{y2} den Rotor **240** in axialer Richtung in seine Gleichgewichtsposition zurückschiebt.

[0024] Das erfindungsgemäße Magnetlager hat die

folgenden Vorteile:

1. Der zwischen dem Rotor und dem Lager gebildete magnetische Spalt kann einen direkten Kontakt zwischen diesen verhindern, das Lager im Gleichgewicht halten und durch Reibung verursachte Geräusche und Schwingungen vermeiden.
2. Da zwischen dem Rotor und dem Lager keine Reibung vorhanden ist, kann das Magnetlager der Erfindung den Leistungsverbrauch absenken und die Lebensdauer verlängern.
3. Die Struktur kann einfach hergestellt werden, so dass die Herstellungskosten gesenkt werden können.

Patentansprüche

1. Magnetlager mit:

- einer Drehwelle (130), auf der ein einzelner Permanentmagnet (150) angeordnet ist, der an seinen beiden axialen Stirnseiten konvex ausgebildet ist;
- einem Stator (120), an dessen Innenseite zwei Permanentmagnete (160) befestigt sind, von denen jeder mit einer konkaven Stirnseite einer der konvexen Stirnseiten des an der Drehwelle (130) befestigten Permanentmagneten (150) gegenüberliegt, wobei aufgrund der zwischen ihnen erzeugten magnetischen Abstoßungskraft ein Spalt gebildet ist; und
- einem elektromagnetischen Antrieb der Drehwelle (130), dessen mit einem elektrischen Strom erregbare Spulen (110) in Höhe der Permanentmagnete (150, 160) um die Drehwelle (130) herum angebracht sind.

2. Magnetlager mit:

- einem Stator (220), an dessen Innenseite ein einzelner Permanentmagnet (260) angeordnet ist, der an seinen beiden axialen Stirnseiten konkav ausgebildet ist;
- einer Drehwelle (230), auf der zwei Permanentmagnete (250) befestigt sind, von denen jeder mit einer konvexen Stirnseite einer der konkaven Stirnseiten des am Stator (220) befestigten Permanentmagneten (260) gegenüberliegt, wobei aufgrund der zwischen ihnen erzeugten magnetischen Abstoßungskraft ein Spalt gebildet ist; und
- einem elektromagnetischen Antrieb der Drehwelle (230), dessen mit einem elektrischen Strom erregbare Spulen (210) in Höhe der Permanentmagnete (250, 260) um die Drehwelle (230) herum angebracht sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

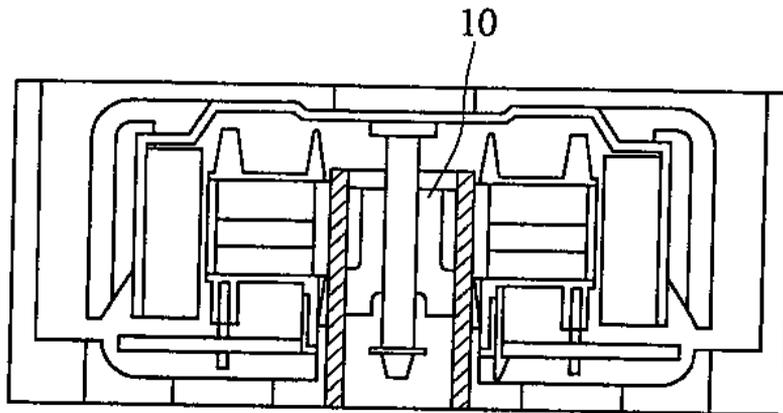


FIG. 1

Stand der Technik

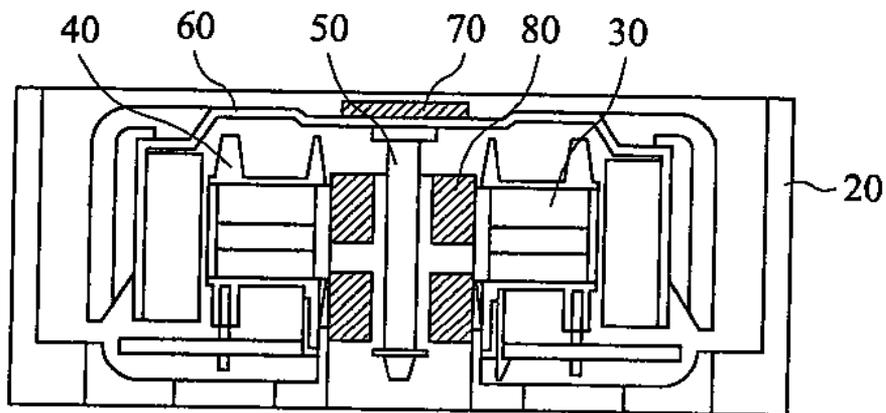


FIG. 2

Stand der Technik

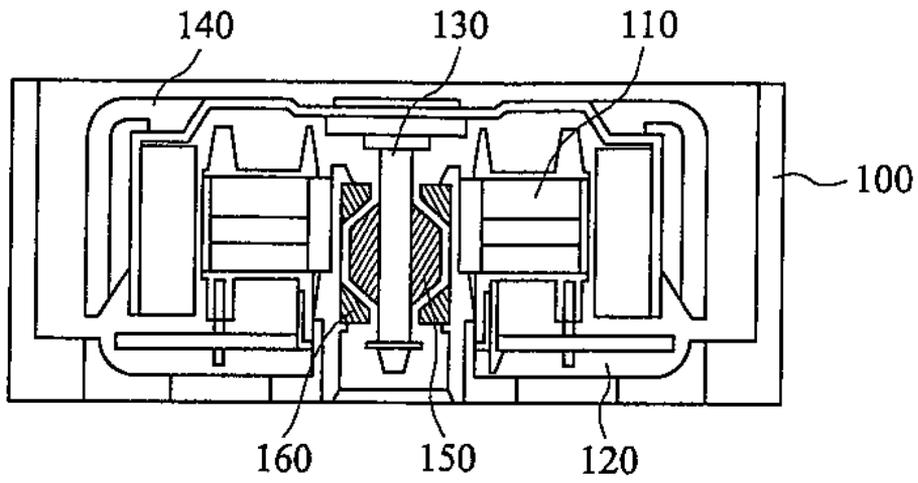


FIG. 3

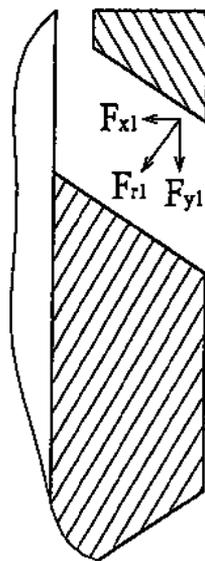


FIG. 4

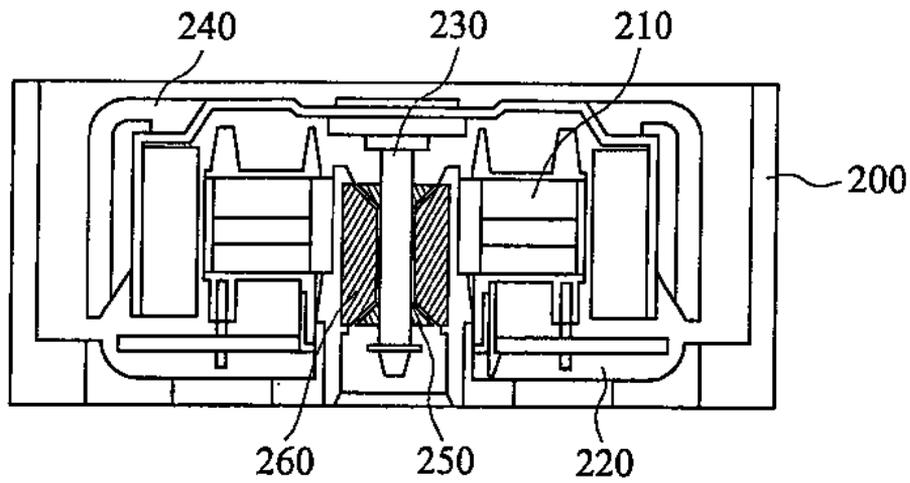


FIG. 5

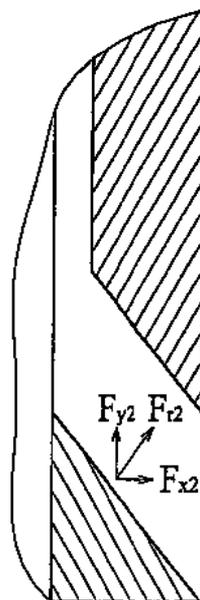


FIG. 6