



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 61 183 A1** 2005.07.28

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 61 183.5**

(22) Anmeldetag: **24.12.2003**

(43) Offenlegungstag: **28.07.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G11B 19/20**  
**G11B 19/253**

(71) Anmelder:  
**Minebea Co., Ltd., Nagano, JP**

(74) Vertreter:  
**Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131  
Lindau**

(72) Erfinder:  
**Braun, Dieter, 78549 Spaichingen, DE; Hoffmann,  
Jörg, 66693 Mettlach, DE**

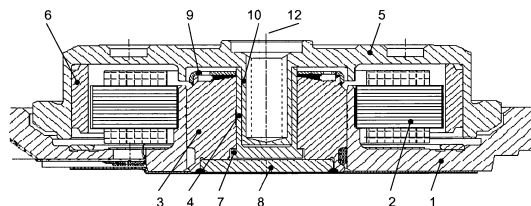
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US2003/00 48 575 A1**  
**US 62 53 322 B1**  
**EP 4 10 293 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Spindelmotor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Spindelmotor, insbesondere für den Antrieb der Speicherplatten in Festplattenlaufwerken, mit einer Basisplatte, einer, bezogen auf die Basisplatte, feststehenden Statoranordnung, einer Welle und einem Lagersystem zur Drehlagerung eines mit der Welle verbundenen, drehangetriebenen Rotors. Um einen Spindelmotor zu schaffen, bei dem eine Verbindung von Welle und Rotor mit einer hohen Haltekraft und verbesserter Laufgenauigkeit möglich wird, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Welle zumindest teilweise als Hohlwelle ausgebildet ist und dass der Rotor einen konzentrisch zu dessen Rotationsachse ausgerichteten Wellenansatz aufweist, der in die Hohlwelle eingesetzt und mit dieser fest verbunden wird.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Spindelmotor, insbesondere für den Antrieb der Speicherplatten in Festplattenlaufwerken, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

## Stand der Technik

**[0002]** Derartige Spindelmotoren für Festplattenlaufwerke umfassen eine Basisplatte bzw. einen Basisflansch, eine bezogen auf die Basisplatte feststehende Statoranordnung, eine Welle und ein Lagersystem zur Drehlagerung eines mit der Welle verbundenen, drehangetriebenen Rotors. Das Lagersystem ist vorzugsweise als hydrodynamisches Lagersystem ausgebildet. Es können aber auch vorgespannte Wälzlagersysteme verwendet werden.

**[0003]** In der Regel wird der Rotor durch eine Pressverbindung fest mit der Welle verbunden. Hierzu ist der Rotor mit einer zu seiner Rotationsachse konzentrischen Bohrung versehen, die einen bestimmten Durchmesser und eine bestimmte Länge aufweist, in welche ein Ende der Welle eingepresst wird. Der Außendurchmesser der Welle ist geringfügig größer, als der Innendurchmesser der Bohrung im Rotor. Dieses Übermaß ist derart gewählt, dass über die gesamte Fügelänge ein minimales Haftmaß, d.h. eine bestimmte Haltekraft, sichergestellt ist aber ein maximales Haftmaß, dessen Überschreitung zu einer unzulässigen Beanspruchung der Bauteile führen würde, nicht überschritten wird.

**[0004]** Bei Festplattenlaufwerken geht der Trend zu immer kleineren und flacheren Laufwerken, so dass auch die Bauhöhe der verwendeten Spindelmotoren immer mehr reduziert werden muss. Unter anderem geht eine Verringerung der Bauhöhe auf Kosten der möglichen Fügelänge zwischen Rotor und Welle, wobei gegebenenfalls die benötigte Haltekraft nicht mehr erreicht werden kann. Vergrößert man als Gegenmaßnahme das Übermaß, so kann dies beim Einpressvorgang zu einer Beschädigung der Bauteile führen.

**[0005]** Außerdem kann es bei der Montage des Rotors auf der Welle aufgrund von Bauteile- und Montagetoleranzen und einer zu geringen Fügelänge zu mehr oder weniger großen Abweichungen zwischen der tatsächlichen und der theoretischen, zeitlich unveränderlichen Drehachse kommen. Diese Abweichungen rühren unter anderem daher, dass die Mittelachse des Rotors nicht genau mit der Mittelachse der den Rotor tragenden Welle übereinstimmt. Die Folge davon ist ein unerwünscht großer Schlag des Rotors (RRO: Repeatable Runout), sowohl axial (Stirnschlag) als auch radial (Radialschlag), eine Kip-

pung des Rotors gegenüber der Drehachse der Welle und eine geringere Schockfestigkeit.

## Aufgabenstellung

## Offenbarung der Erfindung

**[0006]** Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen Spindelmotor insbesondere für den Antrieb der Speicherplatten in Festplattenlaufwerken anzugeben, bei dem eine Verbindung von Welle und Rotor mit einer hohen Haltekraft und Genauigkeit auch bei einer geringen Bauhöhe des Motors möglich ist.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist die Welle zumindest teilweise als Hohlwelle ausgebildet, wobei der Rotor einen konzentrisch zu dessen Rotationsachse ausgerichteten Wellenansatz aufweist, der in die Hohlwelle eingesetzt und mit dieser fest verbunden ist.

**[0010]** Der Vorteil der Erfindung liegt in der Vergrößerung der effektiven Fügelänge bzw. der wirksamen Verbindungsfläche zwischen dem rotorseitigen Wellenansatz und der (Hohl)Welle, wobei die Fügelänge des überlappenden Verbindungsbereiches vorzugsweise wenigstens halb so lang ist, wie die gesamte Länge der Hohlwelle. Durch die Erhöhung des Führungsverhältnisses ( $l/d$ ) wird eine sehr gute Rechtwinkligkeit und ein fester Sitz des Wellenansatzes in der Hohlwelle erzielt. Diese Maßnahme führt zu einer Verringerung sowohl des radialen als auch des axialen Schlages des Rotors und dessen Kippung gegenüber der Rotationsachse der Welle. Zudem wird die Schockfestigkeit des Motors verbessert.

**[0011]** Wird als Verbindung zwischen dem rotorseitigen Wellenansatz und der Hohlwelle eine Pressverbindung gewählt, so kann das Übermaß des Wellenansatzes gegenüber dem Innendurchmesser der Hohlwelle aufgrund der großen Fügelänge insgesamt kleiner gewählt werden, so dass der Rotor bauteilechonender mit der Welle verbunden werden kann.

**[0012]** Es kann aber auch eine Klebeverbindung vorgesehen sein, bei der das „Zusammenstecken“ von Wellenansatz und Hohlwelle ebenfalls Vorteile bringt.

**[0013]** Zur Erzielung hoher und vor allem wiederholbarer Genauigkeiten ist der Wellenansatz vorzugsweise als ein integraler Teil des Rotors hergestellt.

**[0014]** Die Erfindung kann bevorzugt in Spindelmo-

toren mit einem hydrodynamischen Lagersystem verwendet werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Druckplatte – als Teil des Drucklagers in dem Lagersystem –, integraler Bestandteil der Hohlwelle und an das untere Ende der Hohlwelle angeformt. Somit lassen sich die zueinander rechtwinkligen Laufflächen der Welle und der Druckplatte mit hoher Präzision aus einem Stück herstellen.

**[0015]** In einer anderen Ausgestaltung ist die Druckplatte integraler Teil eines Stopfens, der in das untere, offene Ende der Hohlwelle eingesteckt und fest mit dieser verbunden wird. Die Verbindung zwischen Stopfen und Hohlwelle kann sowohl eine Pressverbindung als auch eine Klebeverbindung sein. Auch bei dieser Anordnung der Druckplatte ergibt sich durch die hohe Genauigkeit bei der Materialbearbeitung und die große Verbindungslänge eine hohe Präzision und eine gute Rechtwinkligkeit der Laufflächen.

**[0016]** Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander. Alle in den Unterlagen offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung, werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

#### Ausführungsbeispiel

##### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0017]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungsfiguren näher beschrieben.

**[0018]** Es zeigt:

**[0019]** **Fig. 1**: einen Schnitt durch eine erste Ausgestaltung eines Spindelmotors für Festplattenlaufwerke mit erfindungsgemäßer Verbindung zwischen Rotor und Welle;

**[0020]** **Fig. 2**: einen Schnitt durch eine zweite Ausgestaltung eines Spindelmotors für Festplattenlaufwerke mit erfindungsgemäßer Verbindung zwischen Rotor und Welle.

##### Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung

**[0021]** Die Zeichnungen zeigen Spindelmotoren mit einem hydrodynamischen Lagersystem für den Antrieb der Speicherplatten in Festplattenlaufwerken. Erfindungsgemäß kann anstelle eines hydrodynamischen Lagersystems auch ein Wälzlagersystem vor-

gesehen sein.

**[0022]** Der Spindelmotor gemäß **Fig. 1** umfasst eine feststehende Basisplatte **1**, an der eine Statoranordnung **2**, bestehend aus Statorkern und Wicklungen, angeordnet ist. Eine Lagerhülse **3** ist in einer Ausnehmung der Basisplatte **1** fest aufgenommen und weist eine axiale zylindrische Bohrung auf, in welcher eine Welle, die erfindungsgemäß als Hohlwelle **4** ausgebildet ist, drehbar aufgenommen ist. Das eine Ende der Hohlwelle **4** ist stirnseitig verschlossen während das andere, freie Ende der Hohlwelle einen Rotor **5** trägt, auf dem eine oder mehrere Speicherplatten (nicht dargestellt) des Festplattenlaufwerks angeordnet und befestigt sind. An dem inneren, unteren Rand des Rotors **5** ist ein ringförmiger Permanentmagnet **6** mit einer Mehrzahl von Polpaaren angeordnet, die von der über einen Arbeitsluftspalt beabstandeten Statoranordnung **2** mit einem elektrischen Wechselfeld beaufschlagt werden, so dass der Rotor **5** zusammen mit der Hohlwelle **4** in Drehung versetzt wird.

**[0023]** Die Drehlagerung der Hohlwelle **4** in der Lagerhülse **3** ist in den Ausführungsbeispielen durch ein hydrodynamisches Lagersystem realisiert, dessen grundlegende konstruktive Ausgestaltung und Funktion einem Fachmann bekannt ist und daher hier nicht näher beschrieben werden muss. Die hydrodynamische Lageranordnung umfasst einen durch einander zugewandte Oberflächen der Hohlwelle **4** und der Lagerhülse **3** gebildeten hydrodynamischen Radiallagerbereich, der die radialen Kräfte der Lageranordnung aufnimmt. Zum anderen wird durch eine am unteren Ende der Hohlwelle **4** angeordnete Druckplatte **7** und eine Abdeckplatte **8** ein hydrodynamisches Drucklager gebildet, das die axialen Kräfte der Lageranordnung aufnimmt. Das hydrodynamische Lagersystem ist mit einem vorzugsweise flüssigen Schmiermittel gefüllt, welches die Oberflächen der relativ zueinander rotierenden Lagerteile voneinander trennt. Der Axiallagerbereich wird durch die Abdeckplatte **8** luftdicht verschlossen, so dass kein Schmiermittel aus dem Lagerspalt austreten kann.

**[0024]** An ihrem einen, in der Zeichnung oberen Ende ist die Hohlwelle **4** aus der Lagerhülse **3** herausgeführt. Die Lagerhülse **3** ist an diesem Ende durch eine Lagerabdeckung **9** verschlossen. An ihrem anderen, unteren Ende trägt die Hohlwelle **4** die Druckplatte **7**, die in diesem Ausführungsbeispiel als integraler Teil der Hohlwelle **4** ausgebildet ist und sich als „Bund“ um die Hohlwelle **4** herum erstreckt. An diesem Ende ist die Hohlwelle **4** stirnseitig verschlossen.

**[0025]** Die Verbindung zwischen dem Rotor **5** und der Hohlwelle **4** erfolgt erfindungsgemäß durch einen konzentrisch zur Rotationsachse **12** des Rotors **5** ausgerichteten Wellenansatz **10**, der in das nach

oben offene der Druckplatte **7** gegenüberliegende Ende der Hohlwelle **4** eingesetzt und mit dieser fest verbunden wird. Der Wellenansatz **10** ist also integraler Bestandteil des Rotors und mit diesem einstückig (aus einem Stück) hergestellt. Die Länge des Wellenansatzes **10** entspricht vorzugsweise mindestens der halben Länge der Hohlwelle **4**, so dass sich eine ausreichend große Verbindungslänge zwischen beiden Bauteilen ergibt. Im Beispiel gemäß [Fig. 1](#) erstreckt sich der Wellenansatz **10** nahezu über die gesamte Länge der Hohlwelle **4**.

**[0026]** Die Verbindung zwischen dem Wellenansatz **10** und der Hohlwelle **4** ist vorzugsweise eine Pressverbindung, bei der der Außendurchmesser des Wellenansatzes **10** geringfügig größer ist als der Innendurchmesser der Hohlwelle **4**.

**[0027]** Es kann aber auch eine Klebeverbindung zwischen dem Wellenansatz **10** und der Hohlwelle **4** vorgesehen sein. In diesem Fall ist der Außendurchmesser des Wellenansatzes **10** gleich oder geringfügig kleiner als der Innendurchmesser der Hohlwelle **4**.

**[0028]** In [Fig. 2](#) ist eine abgewandelte Ausgestaltung eines Spindelmotors dargestellt. Im Unterschied zu [Fig. 1](#) ist der in das obere, offene Ende der Hohlwelle **4'** eingesetzte Wellenansatz **10'** kürzer und erstreckt sich nur etwa über die halbe Länge der Hohlwelle **4'**. Das untere, offene Ende der Hohlwelle **4'** ist durch einen Stopfen **11** verschlossen, der – in gleicher Weise wie der Wellenansatz, jedoch vom anderen Ende her – in die Hohlwelle **4'** eingesetzt und mit dieser fest verbunden wird.

**[0029]** Die Druckplatte **7'**, die in [Fig. 1](#) integraler Teil der Hohlwelle war, ist im Beispiel nach [Fig. 2](#) ein integraler Teil des Stopfens **11** und als Durchmesser-vergrößerung des Stopfens ausgebildet.

**[0030]** Als Verbindung zwischen Stopfen **11** und Hohlwelle **4'** kann sowohl eine Pressverbindung als auch eine Klebeverbindung dienen.

#### Bezugszeichenliste

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| <b>1</b>       | Basisplatte     |
| <b>2</b>       | Statoranordnung |
| <b>3</b>       | Lagerhülse      |
| <b>4, 4'</b>   | (Hohl)Welle     |
| <b>5</b>       | Rotor           |
| <b>6</b>       | Permanentmagnet |
| <b>7, 7'</b>   | Druckplatte     |
| <b>8</b>       | Abdeckplatte    |
| <b>9</b>       | Lagerabdeckung  |
| <b>10, 10'</b> | Wellenansatz    |
| <b>11</b>      | Stopfen         |
| <b>12</b>      | Rotationsachse  |

#### Patentansprüche

1. Spindelmotor, insbesondere für den Antrieb der Speicherplatten in Festplattenlaufwerken, mit einer Basisplatte (**1**), einer bezogen auf die Basisplatte feststehenden Statoranordnung (**2**), einer Welle und einem Lagersystem zur Drehlagerung eines mit der Welle verbundenen, drehangetriebenen Rotors (**5**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle zumindest teilweise als Hohlwelle (**4**; **4'**) ausgebildet ist, und dass der Rotor (**5**) einen konzentrisch zu dessen Rotationsachse (**12**) ausgerichteten Wellenansatz (**10**; **10'**) aufweist, der in die Hohlwelle eingesetzt und mit dieser fest verbunden ist.

2. Spindelmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen Wellenansatz (**10**; **10'**) und Hohlwelle (**4**; **4'**) eine Pressverbindung ist.

3. Spindelmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen Wellenansatz (**10**; **10'**) und Hohlwelle (**4**; **4'**) eine Klebeverbindung ist.

4. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wellenansatz (**10**; **10'**) ein integraler Teil des Rotors (**5**) ist.

5. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass an einem Ende der Hohlwelle (**4**; **4'**) eine Druckplatte (**7**; **7'**) als Teil eines Drucklagers eines hydrodynamischen Lagersystems angeordnet ist.

6. Spindelmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckplatte (**7**) ein integraler Teil der Hohlwelle (**4**) ist.

7. Spindelmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckplatte (**7'**) ein integraler Teil eines Stopfens (**11**) ist, der in die Hohlwelle (**4'**) eingesteckt und mit dieser fest verbunden ist.

8. Spindelmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen Stopfen (**11**) und Hohlwelle (**4'**) eine Pressverbindung ist.

9. Spindelmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen Stopfen (**11**) und Hohlwelle (**4'**) eine Klebeverbindung ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

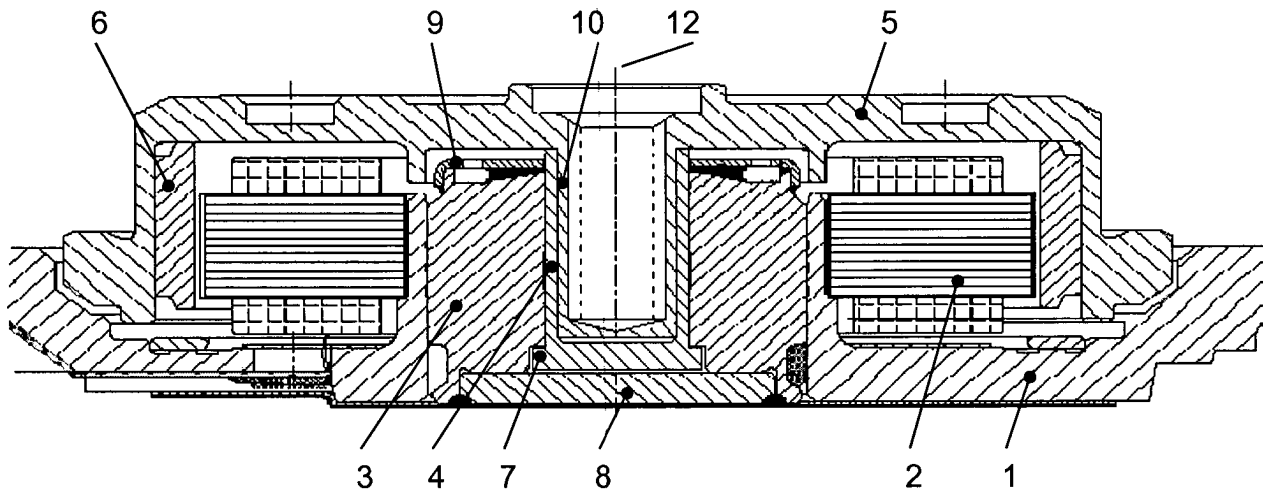


Fig. 1

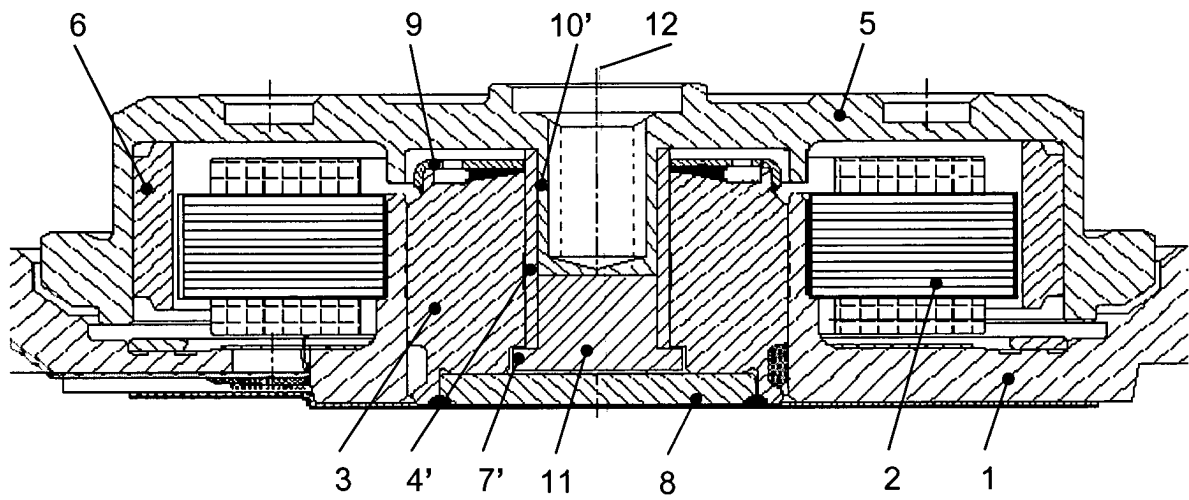


Fig. 2