



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 036 396 B4 2008.01.24**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 036 396.2**

(22) Anmeldetag: **03.08.2005**

(43) Offenlegungstag: **17.08.2006**

(45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **24.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H02K 5/167 (2006.01)**

F16C 17/10 (2006.01)

G11B 19/20 (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).

(66) Innere Priorität:

10 2005 002 586.2 20.01.2005

(73) Patentinhaber:

Minebea Co., Ltd., Nagano, JP

(74) Vertreter:

**Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131
 Lindau**

(72) Erfinder:

**Engesser, Martin, 78166 Donaueschingen, DE;
 Schwamberger, Stefan, 02999 Lohsa, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 102 10 231 A1

US2004/01 90 410 A1

US2004/01 84 689 A1

US2003/00 31 114 A1

US 58 47 479 A

US 55 38 347 A

US 55 24 986 A

US 61 81 039 B1

EP 13 65 164 A2

WO 2004/0 29 953 A1

**JP 2004072869 A (Japan Original, Abstract und
 Maschinenübersetzung);**

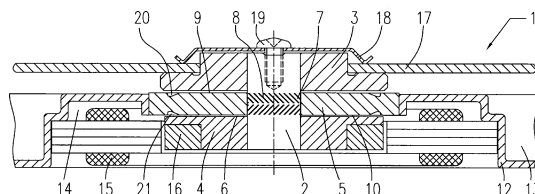
(54) Bezeichnung: **Spindelmotor mit fluiddynamischem Lagersystem**

(57) Hauptanspruch: Spindelmotor mit einem fluiddynamischen Lagersystem als Bestandteil eines Speicherplattenlaufwerks, welcher umfasst:

einen Rotor mit einer zylindrischen Welle (2), einer an einem Ende der Welle (2) angeordneten ersten Lagerscheibe (3) und einer zweiten Lagerscheibe (4), die in einem Abstand zur ersten Lagerscheibe an der Welle (2) angeordnet ist, derart, dass sich ein ringscheibenförmiger Freiraum zwischen den beiden Lagerscheiben (3; 4) ausbildet;

einen Stator mit einem ringscheibenförmigen Bauteil (5; 5'), das in dem durch den Rotor gebildeten ringscheibenförmigen Freiraum angeordnet ist, wobei jeweils einander gegenüberliegende Lagerflächen des Stators und des Rotors durch einen mit einem fluiden Medium gefüllten Lagerspalt (6) voneinander getrennt sind;

mindestens ein Radiallager (7), gebildet zwischen dem Außenumfang der Weile (2) und dem Innenumfang des ringscheibenförmigen Bauteils (5); und zwei Axiallager (9, 10), gebildet durch die beiden Stirnflächen des ringscheibenförmigen Bauteils (5; 5') und die jeweils gegenüberliegenden Stirnflächen der Lagerscheiben (3; 4); und eine elektromagnetische...



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Spindelmotor mit fluiddynamischem Lagersystem, insbesondere einen Spindelmotor kleiner Baugröße vorzugsweise zum Antrieb von Speicherplattenlaufwerken.

Stand der Technik

[0002] Durch die fortschreitende Miniaturisierung von Festplattenlaufwerken entstehen neue konstruktive Probleme, insbesondere bei der Herstellung kleiner Antriebsmotoren und geeigneten Lagersystemen. Wurden bisher Wälzlagersysteme verwendet, setzen sich nun fluiddynamische Lagersysteme aufgrund ihrer kleineren Bauart und höheren Präzision immer mehr durch.

[0003] Es ist bekannt, die verwendeten Lagersysteme mit zwei Radiallagern auszustatten. Um die erforderliche Lagersteifigkeit zu erreichen, müssen die Radiallager in einem ausreichenden axialen Abstand zueinander angeordnet sein. Dennoch sind herkömmliche konstruktive Lösungen für fluiddynamische Festplattenlager und die Verfahren zu ihrer Herstellung bei der Konstruktion von Miniatur-Spindelmotoren nicht oder nur unter Schwierigkeiten anwendbar. Je kleiner die Lagersysteme werden, desto geringer wird bei herkömmlicher Bauweise ihre Tragkraft und Steifigkeit.

[0004] Die US 5 538 347 A offenbart ein Luftlager, das ein rotierendes ringförmiges Bauteil umfasst, das sich um ein feststehendes zylinderförmiges Bauteil dreht. Zwischen den einander zugewandten Umfangsflächen der beiden Bauteile ist ein Radiallager angeordnet. Die Stirnflächen des rotierenden Bauteils bilden zusammen mit zwei feststehenden scheibenförmigen Bauteilen jeweils ein Axiallager aus. In bekannter Weise sind die Lagerflächen durch einen Lagerspalt voneinander beabstandet. Der notwendige dynamische Luftdruck im Lagerspalt wird durch Oberflächenstrukturen erzeugt, die auf den Lagerflächen aufgebracht sind. Das hier beschriebene dynamische Luftlager eignet sich nur bedingt für einen Spindelmotor zum Antrieb eines Speicherplattenlaufwerkes, da aufgrund des zentralen feststehenden Bauteils die Befestigung der Speicherplatten am rotierenden Bauteil problematisch ist.

[0005] Die Offenlegungsschrift EP 1 365 164 A2 offenbart den nächstliegenden Stand der Technik. Dort ist ein Spindelmotor mit einem fluiddynamischen Lagersystem gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruch 1 gezeigt.

[0006] US 2004/0190410 A1 offenbart einen Spindelmotor mit einem ringscheibenförmigen Lagerbau-

teil, das in einer Öffnung eines Gehäuserahmens des Spindelmotors angeordnet ist.

[0007] Aus US 2003/0031114 A1 ist ein Spindelmotor bekannt, bei dem eine Lagerscheibe als Träger für eine Speicherplatte des Speicherplattenlaufwerks ausgebildet ist. Ferner ergibt sich aus dieser Schrift, sowie auch aus JP 2004 072869 A, dass in einem ringförmigen Raum eines Gehäuserahmens des Spindelmotors Statorwicklungen auf entsprechenden Statorblechpaketen als Teil der elektromagnetischen Antriebseinheit angeordnet sind, wobei die Statorwicklungen die an der zweiten Lagerscheibe angeordneten Permanentmagnete umgeben und diesen gegenüberliegen.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Spindelmotor mit einem fluiddynamischen Lager als Bestandteil eines Speicherplattenlaufwerks zu schaffen, der bei geringer Baugröße, insbesondere einer geringen Bauhöhe, und hoher Lagersteifigkeit einen einfachen Aufbau aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Bevorzugte Ausgestaltungen und weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0011] Der erfindungsgemäße Spindelmotor mit fluiddynamischem Lagersystem als Bestandteil eines Speicherplattenlaufwerks umfasst einen Rotor mit einer zylindrischen Welle, einer an einem Ende der Welle angeordneten ersten Lagerscheibe und einer zweiten Lagerscheibe, die in einem Abstand zur ersten Lagerscheibe an der Welle angeordnet ist, derart, dass sich ein ringscheibenförmiger Freiraum zwischen den beiden Lagerscheiben ausbildet; einen Stator mit einem ringscheibenförmigen Bauteil, das in dem durch den Rotor gebildeten ringscheibenförmigen Freiraum angeordnet ist, wobei jeweils einander gegenüberliegende Lagerflächen des Stators und des Rotors durch einen mit einem fluiden Medium gefüllten Lagerspalt getrennt sind; mindestens ein Radiallager, gebildet zwischen dem Außenumfang der Welle und dem Innenumfang des ringscheibenförmigen Bauteils; zwei Axiallager, gebildet durch die beiden Stirnflächen des ringscheibenförmigen Bauteils und den jeweils gegenüberliegenden Stirnflächen der Lagerscheiben; und eine elektromagnetische Antriebseinheit. Der Spindelmotor zeichnet sich dadurch aus, dass der Lagerspalt beidseitig offen ist, dass die erste Lagerscheibe als Träger für eine Speicherplatte des Speicherplattenlaufwerks ausgebildet ist, wobei die zweite Lagerscheibe an ihrem Außenumfang Permanentmagnete als Teil der elektromagnetischen Antriebseinheit trägt, und das ringschei-

benförmige Bauteil in einer Öffnung eines Gehäuserahmens angeordnet ist, und in einem ringförmigen Hohlraum des Gehäuserahmens Statorwicklungen auf entsprechenden Statorblechpaketen als Teil der elektromagnetischen Antriebseinheit angeordnet sind, wobei die Statorwicklungen die an der zweiten Lagerscheibe angeordneten Permanentmagnete umgeben und diesen gegenüberliegen.

[0012] Durch entsprechende Bestromung der Statorwicklungen wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, das auf die Permanentmagnete wirkt und den Rotor antreibt.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Radiallager durch Oberflächenstrukturen auf der Welle und/oder dem ringscheibenförmigen Bauteil definiert, wobei die Strukturen eine in das Zentrum des Radiallagers gerichtete Pumpwirkung auf das fluide Medium erzeugen. Entsprechend ist jedes Axiallager ebenfalls durch Oberflächenstrukturen auf dem ringscheibenförmigen Bauteil und/oder der Lagerscheibe definiert, wobei die Strukturen eine überwiegend radial nach innen in Richtung des Radiallagers gerichtete Pumpwirkung auf das fluide Medium erzeugen. Die Pumpwirkungen der beiden Axiallager sind zueinander entgegengesetzt gerichtet.

[0014] Der Spindelmotor ist für den Einsatz in einem Speicherplattenlaufwerk vorgesehen, wobei ein rotierendes Teil des Motors die mindestens eine Speicherplatte antreibt. In vorteilhafter Weise wird die erste Lagerscheibe als Träger für die Speicherplatte des Speicherplattenlaufwerks verwendet, wobei die Speicherplatte vorzugsweise mittels einer Klammer (clamp) an der Lagerscheibe befestigt ist. Aufgrund der sich zusammen mit der Lagerscheibe drehenden Welle kann die Klammer auf einfache Weise mittels einer Schraube in einer zentralen Bohrung der Welle befestigt werden.

[0015] Eine magnetische Abschirmung der Speicherplatte gegenüber dem Magnetkreis der Antriebseinheit wird dadurch erreicht, dass der Gehäuserahmen oder ein weiteres mit dem Stator verbundenes weichmagnetisches Bauteil zwischen den Statorwicklungen und der Speicherplatte angeordnet ist. Ein separates Bauteil zur Schirmung kann daher im ersten Fall eingespart werden.

[0016] Das fluiddynamische Lager weist in der erfindungsgemäßen Konstruktion zwei offene Enden auf, die beide durch Dichtungsmittel abgedichtet werden müssen, damit kein Lagerfluid in den Motorraum austritt. Dabei werden erfindungsgemäß dynamische Dichtungsmittel verwendet, die durch die vorhandenen Oberflächenstrukturen der Axiallager gebildet sein können und auf das fluide Medium eine in das Innere des Lagers gerichtete Pumpwirkung erzeugen und dadurch eine dynamische Abdichtung des offe-

nen Endes des Lagerspalts bewirken. Die Dichtungsmittel können auch durch von den Lagerstrukturen unterschiedliche Dichtungsstrukturen gebildet werden, die eine unabhängige Pumpwirkung in Richtung des Inneren des Lagesystems erzeugen.

[0017] In den dem Lagerspalt zugewandten Stirnflächen des ringscheibenförmigen Bauteils oder der Lagerscheiben, radial außerhalb der Oberflächenstrukturen, können ringförmige Aussparungen vorgesehen sein, die zumindest teilweise mit dem fluiden Medium gefüllt sind, als Vorratsvolumina für das fluide Medium dienen und den Lagerspalt nach außen abdichten.

[0018] Durch Integration von Bauteilfunktionen besteht der erfindungsgemäße Spindelmotor aus wenigen Bauteilen. Diese sind mit herkömmlichen Fertigungsverfahren herstellbar. Da die benötigte Kippsteifigkeit nicht durch Radiallager mit großem axialem Abstand, sondern vorrangig durch die Axiallager erreicht wird, kann die nötige Bauhöhe klein ausgeführt werden. Die axiale Steifigkeit ist dadurch groß. Die noch notwendige radiale Steifigkeit wird durch das Radiallager erzielt.

[0019] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Konstruktion liegt darin, dass durch die Anordnung des Stators keine Durchführung der elektrischen Verbindung durch den Gehäuserahmen (Baseplate) nötig ist.

[0020] Ein erfindungsgemäßer Spindelmotor mit geringer Bauhöhe dient insbesondere zum Antrieb der Speicherplatten von Festplattenlaufwerken. Vor allem bei Festplattenlaufwerken für mobile Anwendungen besteht aber in ungünstigen Fällen die Gefahr, dass die Gehäuseabdeckungen durch einwirkende Druckbelastungen verformt (durchgebogen) werden. Dadurch ist eine Beeinträchtigung oder sogar Beschädigung der rotierenden Speicherplatten, des Antriebsmotors oder der Schreib-/Leseköpfe des Festplattenspeichers möglich.

[0021] Um dies zu vermeiden ist es in einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Welle als Hohlwelle ausgebildet ist, und im Zentrum der Hohlwelle ein durchgehender Stift angeordnet ist, der an gegenüberliegenden Seiten eines den Spindelmotor aufnehmenden Gehäuses befestigt ist. Dieser Stift erhöht die Festigkeit der Gehäusedeckel und verhindert ein Durchbiegen der Gehäusedeckel und folglich eine Beschädigung des Festplattenlaufwerks. Alternativ oder zusätzlich können weitere Versteifungen außerhalb des Durchmessers der rotierenden Speicherplatte in Form von mindestens einem durchgehenden Stift vorgesehen sein.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von

drei Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung ergeben sich weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen:

[0023] Es zeigen:

[0024] [Fig. 1](#): einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Spindelmotor mit fluiddynamischem Lagersystem;

[0025] [Fig. 2](#): eine Ansicht des feststehenden, ringscheibenförmigen Bauteils des Lagersystems von unten;

[0026] [Fig. 3](#): eine Ansicht einer anderen Ausgestaltung des ringscheibenförmigen Bauteils;

[0027] [Fig. 4](#): einen Schnitt durch eine weitere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Spindelmotors mit fluiddynamischem Lagersystem;

[0028] [Fig. 5](#): einen Schnitt durch eine dritte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Spindelmotors mit fluiddynamischem Lagersystem.

[0029] [Fig. 6](#): eine Ansicht des feststehenden, ringscheibenförmigen Bauteils des Lagersystems in [Fig. 5](#) von unten;

[0030] [Fig. 7](#): eine Ansicht einer anderen Ausgestaltung des ringscheibenförmigen Bauteils.

Beschreibung von bevorzugten Ausgestaltungen der Erfindung

[0031] [Fig. 1](#) zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines erfindungsgemäßen Spindelmotors **1**. Der Spindelmotor **1** zeichnet sich durch seine einfache Bauweise aus und umfasst ein fluiddynamisches Lagersystem. Der Rotor des Spindelmotors wird gebildet durch eine zylindrische Welle **2**, eine an einem Ende der Welle **2** angeordnete erste Lagerscheibe **3** und eine zweite Lagerscheibe **4**, die in einem Abstand zur ersten Lagerscheibe **3** an der Welle **2** angeordnet ist, derart, dass sich ein ringscheibenförmiger Freiraum zwischen den beiden Lagerscheiben **3**, **4** ausbildet.

[0032] Der Stator des Spindelmotors umfasst ein feststehendes Lagerteil in Form eines ringscheibenförmigen Bauteils **5**, das in dem durch den Rotor gebildeten ringscheibenförmigen Freiraum aufgenommen ist. Jeweils einander gegenüberliegenden Lagerflächen des Stators und des Rotors sind durch einen mit einem fluiden Medium, beispielsweise Lageröl oder auch Luft, gefüllten Lagerspalt **6** voneinander getrennt.

[0033] Das fluiddynamische Lagersystem umfasst ein Radiallager **7**, das zwischen dem Außenumfang der Welle **2** und dem Innenumfang des ringscheibenförmigen Bauteils **5** ausgebildet ist. Das Radiallager **7** ist in bekannter Weise durch Oberflächenstrukturen **8** definiert, die auf der Welle **2** und/oder dem ringscheibenförmigen Bauteil **5** angeordnet sind. Die Oberflächenstrukturen **8** sind derart beschaffen, dass sie bei Rotation der Welle **2** eine in das Zentrum des Radiallagers gerichtete Pumpwirkung auf das fluide Medium ausüben. Gemäß [Fig. 1](#) sind die Oberflächenstrukturen **8** als schräge, vorzugsweise zueinander symmetrische Rillenmuster ausgebildet, die bei einer Rotation der Welle **2** nach links einen in das Zentrum des Radiallagers gerichteten hydrodynamischen Druck erzeugen.

[0034] Ferner umfasst das Lagersystem zwei Axiallager **9**, **10**, die durch die beiden Stirnflächen des ringscheibenförmigen Bauteils **5** und die diesen Flächen jeweils gegenüberliegenden Stirnflächen der Lagerscheiben **3** bzw. **4** gebildet werden. Jedes Axiallager **9** bzw. **10** ist ebenfalls durch Oberflächenstrukturen **11** bzw. **11'** definiert, die auf dem ringscheibenförmigen Bauteil **5** und/oder den Lagerscheiben **3**, **4** angeordnet sind. Wie man in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) erkennt, können die Oberflächenstrukturen **11** bzw. **11'** beispielsweise auf der Oberfläche des ringscheibenförmigen Bauteils **5** angeordnet und spiralartig ausgebildet sein. Diese spiralartigen Strukturen **11** üben bei Drehung der zweiten Lagerscheibe **4** relativ zum ringscheibenförmigen Bauteil **5** entgegen dem Uhrzeigersinn eine überwiegend radial nach innen in Richtung des Radiallagers **7** gerichtete hydrodynamische Pumpwirkung auf das fluide Medium aus. Die im Durchmesser relativ großen, in das Lagerinnere wirkenden (pumpenden) Axiallager **9** bzw. **10** sorgen zusammen mit dem Radiallager **7** für eine hohe axiale und radiale Steifigkeit und Kippsteifigkeit des Lagers.

[0035] In der [Fig. 3](#) ist alternativ ein ringscheibenförmiges Bauteil **5** dargestellt, das kreisförmig angeordnete fischgrätenartige (herringbone) Strukturen zur Erzeugung des fluiddynamischen Drucks aufweist.

[0036] Das feststehende ringscheibenförmige Bauteil **5** als Teil des Stators ist in einer Öffnung eines Gehäuserahmens **12** angeordnet. Der Gehäuserahmen **12** ist Teil einer Basisplatte **13** (Baseplate) des Spindelmotors oder mit dieser fest verbunden. Der Gehäuserahmen **12** besteht vorzugsweise aus einem profilierten Metallteil, wobei im Wesentlichen unterhalb der Ebene des Lagerbauteils **5** ein ringförmiger Hohlraum **14** ausgebildet ist.

[0037] Der Rotor des Spindelmotors **1** wird durch eine elektromagnetische Antriebseinheit angetrieben. Die Antriebseinheit umfasst Statorwicklungen

15 auf entsprechenden Blechpaketen, die in dem Hohlraum **14** des Gehäuserahmens **12** angeordnet sind. Die Statorwicklungen **15** sind kreisförmig um die zweite Lagerscheibe **4** verteilt angeordnet.

[0038] Die zweite Lagerscheibe **4** trägt an ihrem Außenumfang Permanentmagnete **16**, die den anderen Teil der elektromagnetischen Antriebseinheit bilden. Die Permanentmagnete **16** sind so angeordnet, dass sie den Statorwicklungen **15** direkt gegenüberliegen und nur durch einen kleinen Luftspalt von diesen getrennt sind. Durch entsprechende Bestromung der Statorwicklungen **15** wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, das auf die Permanentmagnete **16** wirkt und den Rotor antreibt.

[0039] Der Spindelmotor **1** kann vorzugsweise zum Antrieb einer oder mehrerer Speicherplatten **17** eines Speicherplattenlaufwerks eingesetzt werden. Die erste Lagerscheibe **3** wird hierbei vorzugsweise als Träger für die Speicherplatte **17** verwendet. Die Lagerscheibe **3** umfasst eine Stufe, auf der die Speicherplatte **17** aufliegt. Zur Befestigung der Speicherplatte **17** auf der Lagerscheibe ist eine Klammer **18** vorgesehen, die mittels einer Schraube **19** in einer zentralen Bohrung der Welle **2** befestigt ist.

[0040] Der Gehäuserahmen **12** ist derart ausgebildet, dass er die Statorwicklungen **15** und die Speicherplatte **17** voneinander trennt und somit eine magnetische Abschirmung für die Speicherplatte **17** bildet.

[0041] Die Abdichtung der beiden Öffnungen des Lagerspalts **6** wird durch eine sogenannte dynamische Dichtung erreicht. Durch die nach innen gerichtete Pumpwirkung der Oberflächenstrukturen **11**, **11'** der beiden Axiallager **9** und **10** wird das im Lagerspalt **6** befindliche fluide Medium in das Lagerinnere gedrückt und dadurch verhindert, dass Lagerfluid aus dem Lagerspalt **6** nach außen in den Motorraum austreten kann.

[0042] Die Abdichtung kann aber auch durch separate Oberflächenstrukturen (nicht dargestellt) erreicht werden, die nicht Teil der Axiallagers **9** bzw. **10** sind. Im dynamisch abgedichteten Fluidlager stellt sich im Betrieb ein Gleichgewicht ein, bei dem die Druckunterschiede im Lagerspalt **6** ausgeglichen werden. Dies erfordert entsprechende Vorratsvolumina **20**, **21** für das Lagerfluid, die im gezeigten Beispiel an den beiden offenen Enden des Lagerspalts **6** vorgesehen sind. Die Vorratsvolumina **20**, **21** sind beispielsweise in den dem Lagerspalt **6** zugewandten Stirnflächen des ringscheibenförmigen Bauteils **5** oder der Lagerscheiben **3**, **4**, radial außerhalb der Oberflächenstrukturen **11**, **11'** vorgesehen. Die Vorratsvolumina **20**, **21** können als ringförmige Aussparungen oder Nuten ausgebildet sein, wie man gut in [Fig. 2](#) erkennt, sind zumindest teilweise mit dem fluiden Medi-

um gefüllt und begrenzen den Lagerspalt **6** nach außen.

[0043] Alternativ können Kapillardichtungen verwendet werden, die in den Bauteilen **3** und **4** und/oder **5** in Form von konischen Erweiterungen des Axiallagerspalts **6** eingeformt werden, die sich radial nach außen hin erweitern.

[0044] [Fig. 4](#) zeigt eine gegenüber [Fig. 1](#) abgewandelte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Spindelmotors **100** zum Antrieb mindestens einer Speicherplatte **17** eines Festplattenlaufwerks, wobei hier auf die im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) gemachten Erläuterungen verwiesen wird. In den [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) sind gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0045] Im Unterschied zu [Fig. 1](#) ist beim Spindelmotor **100** nach [Fig. 4](#) die Welle als Hohlwelle **22** ausgebildet. Durch das Zentrum der Hohlwelle **22** erstreckt sich ein durchgehender Stift **23**, dessen Außendurchmesser deutlich geringer ist als der Innendurchmesser der Hohlwelle **22**, so dass der Stift **23** die Innenwand der Welle **22** nicht berührt. Der Motor als Teil des Speicherplattenlaufwerks ist in einem geschlossenen Gehäuse angeordnet, wobei in [Fig. 4](#) lediglich ein oberes und ein unteres Gehäuseteil **24**, **25** dargestellt ist.

[0046] Der durchgehende Stift **23** ist an den beiden gegenüberliegenden Gehäuseteilen **24**, **25** befestigt, wodurch das Gehäuse wesentlich versteift wird und ein Durchbiegen der Gehäuseabdeckungen **24**, **25**, beispielsweise aufgrund von äußeren Druck- oder Stoßbelastungen, vermieden wird.

[0047] Alternativ oder zusätzlich kann es vorgesehen sein, dass außerhalb des Durchmessers der rotierenden Speicherplatte **17** mindestens ein (weiterer) durchgehender Stift **26** angeordnet ist, der ebenfalls an den gegenüberliegenden Seiten **24**, **25** des Gehäuses befestigt ist, und eine Erhöhung der Gehäusefestigkeit bewirkt.

[0048] [Fig. 5](#) zeigt eine weitere gegenüber [Fig. 1](#) abgewandelte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Spindelmotors **1** zum Antrieb mindestens einer Speicherplatte eines Festplattenlaufwerks, wobei hier auf die im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) gemachten Erläuterungen verwiesen wird. In den [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) sind gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0049] Im Unterschied zu [Fig. 1](#) ist beim Spindelmotor **1** nach [Fig. 5](#) das ringscheibenförmige Bauteil **5'** relativ schmal ausgebildet und im Durchmesser größer als die beiden Lagerscheiben **3** und **4**. Der überstehende, äußere Rand des Bauteils **5'** ist zylinderförmig ausgebildet, wobei zwischen dem Innendurch-

messer des Zylinders und dem Außendurchmesser der jeweiligen Lagerscheiben **3** und **4** ein axial verlaufender Spalt verbleibt, der mit dem Lagerspalt **6** verbunden ist.

[0050] Die Abdichtung der beiden Öffnungen des Lagerspalts **6** wird einerseits durch eine dynamische Dichtungswirkung erreicht, die durch die nach innen gerichtete Pumpwirkung der Oberflächenstrukturen **11**, **11'** der beiden Axiallager **9** und **10** erzeugt wird, wie es in Verbindung mit [Fig. 1](#) beschrieben wurde.

[0051] Ferner umfassen die axialen Spalte Kapillardichtungen, die durch am Außendurchmesser der Lagerscheiben **3** und **4** eingeformte Vorratsvolumina **20**, **21** in Form von konische Erweiterungen des Lagerspaltes **6** gebildet sind.

[0052] Die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen eine Draufsicht auf zwei mögliche Ausgestaltungen des ringscheibenförmigen Bauteils **5'**, die sich in der Form der Oberflächenstrukturen **11** bzw. **11'** des Axiallagers **10** unterscheiden. Die Oberflächenstrukturen **11** in [Fig. 6](#) sind beispielsweise spiralartig ausgebildet, während die Oberflächenstrukturen **11'** in [Fig. 7](#) aus kreisförmig angeordneten fischgrätenartigen (heringbone) Strukturen besteht.

Bezugszeichenliste

1	Spindelmotor
2	Welle
3	Lagerscheibe (erste)
4	Lagerscheibe (zweite)
5, 5'	Ringscheibenförmiges Bauteil
6	Lagerspalt
7	Radiallager
8	Oberflächenstrukturen
9	Axiallager
10	Axiallager
11, 11'	Oberflächenstrukturen
12	Gehäuserahmen
13	Basisplatte
14	Hohlraum
15	Statorwicklungen
16	Permanentmagnete
17	Speicherplatte
18	Klammer
19	Schraube
20	Vorratsvolumen
21	Vorratsvolumen
22	Hohlwelle
23	Stift
24	Gehäuse (Oberseite)
25	Gehäuse (Unterseite)
26	Stift

Patentansprüche

1. Spindelmotor mit einem fluiddynamischen La-

gersystem als Bestandteil eines Speicherplattenlaufwerks, welcher umfasst:

einen Rotor mit einer zylindrischen Welle (**2**), einer an einem Ende der Welle (**2**) angeordneten ersten Lagerscheibe (**3**) und einer zweiten Lagerscheibe (**4**), die in einem Abstand zur ersten Lagerscheibe an der Welle (**2**) angeordnet ist, derart, dass sich ein ringscheibenförmiger Freiraum zwischen den beiden Lagerscheiben (**3**; **4**) ausbildet;

einen Stator mit einem ringscheibenförmigen Bauteil (**5**; **5'**), das in dem durch den Rotor gebildeten ringscheibenförmigen Freiraum angeordnet ist, wobei jeweils einander gegenüberliegende Lagerflächen des Stators und des Rotors durch einen mit einem fluiden Medium gefüllten Lagerspalt (**6**) voneinander getrennt sind;

mindestens ein Radiallager (**7**), gebildet zwischen dem Außenumfang der Weile (**2**) und dem Innenumfang des ringscheibenförmigen Bauteils (**5**); und zwei Axiallager (**9**, **10**), gebildet durch die beiden Stirnflächen des ringscheibenförmigen Bauteils (**5**; **5'**) und die jeweils gegenüberliegenden Stirnflächen der Lagerscheiben (**3**; **4**); und

eine elektromagnetische Antriebseinheit,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Lagerspalt (**6**) beidseitig offen ist,

dass die erste Lagerscheibe (**3**) als Träger für eine Speicherplatte (**17**)

des Speicherplattenlaufwerks ausgebildet ist,

dass die zweite Lagerscheibe (**4**) an ihrem Außenumfang Permanentmagnete (**16**) als Teil der elektromagnetischen Antriebseinheit trägt, und

dass das ringscheibenförmige Bauteil (**5**; **5'**) in einer Öffnung eines Gehäuserahmens (**12**) angeordnet ist, und in einem ringförmigen Hohlraum des Gehäuserahmens (**12**) Statorwicklungen (**15**) auf entsprechenden Statorblechpaketen als Teil der elektromagnetischen Antriebseinheit angeordnet sind, wobei die Statorwicklungen (**15**) die an der zweiten Lagerscheibe (**4**) angeordneten Permanentmagnete (**16**) umgeben und diesen gegenüberliegen.

2. Spindelmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Radiallager (**7**) durch auf der Welle (**2**) und/oder dem ringscheibenförmigen Bauteil (**5**) aufgebrachte Oberflächenstrukturen (**8**) definiert ist, die eine in das Zentrum des Radiallagers gerichtete Pumpwirkung auf das fluide Medium erzeugen.

3. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Axiallager (**9**; **10**) durch auf dem ringscheibenförmigen Bauteil (**5**; **5'**) und/oder der Lagerscheiben (**3**; **4**) aufgebrachte Oberflächenstrukturen (**11**, **11'**) definiert ist, die eine überwiegend radial nach innen in Richtung des Radiallagers (**7**) gerichtete Pumpwirkung auf das fluide Medium erzeugen.

4. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpwirkun-

gen der beiden Axiallager (9; 10) einander entgegengesetzt gerichtet sind.

5. Spindelmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Speicherplatte mittels einer Klammer (18) an der ersten Lagerscheibe (3) befestigt ist.

6. Spindelmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Klammer mittels einer Schraube (19) in einer zentralen Bohrung der Welle (2) befestigt ist.

7. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehäuserahmen (12) zwischen den Statorwicklungen (15) und der Speicherplatte (17) angeordnet ist und eine magnetische Abschirmung bildet.

8. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Dichtungsmittel vorgesehen sind, die durch Oberflächenstrukturen gebildet sind, die an den offenen Enden des Lagerspalts (6) an dem ringscheibenförmigen Bauteil (5; 5'), und/oder der ersten Lagerscheibe (3) und/oder der zweiten Lagerscheibe (4) angeordnet und derart ausgestaltet sind, dass sie auf das fluide Medium eine in das Innere des fluiddynamischen Lagersystems gerichtete Pumpwirkung erzeugen und dadurch eine dynamische Abdichtung der offenen Enden des Lagerspalts (6) bewirken.

9. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsmittel durch die Oberflächenstrukturen (11, 11') der Axiallager (9; 10) gebildet sind.

10. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsmittel durch von den Oberflächenstrukturen (11, 11') der Axiallager separate Oberflächenstrukturen gebildet sind, die eine Pumpwirkung auf das fluide Medium in Richtung des Radiallagers (7) erzeugen.

11. Spindelmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in den dem Lagerspalt (6) zugewandten Stirnflächen des ringscheibenförmigen Bauteils (5) oder der Lagerscheiben (3; 4), radial außerhalb der Oberflächenstrukturen (11, 11'), ringförmige Aussparungen (20, 21) vorgesehen sind, die zumindest teilweise mit dem fluiden Medium gefüllt sind, als Vorratsvolumina für das fluide Medium dienen und den Lagerspalt (6) nach außen begrenzen.

12. Spindelmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in den Lagerscheiben (3; 4) und/oder dem ringscheibenförmigen Bauteil (5; 5') eine konische Aussparung eingeformt ist, die sich radial nach außen hin

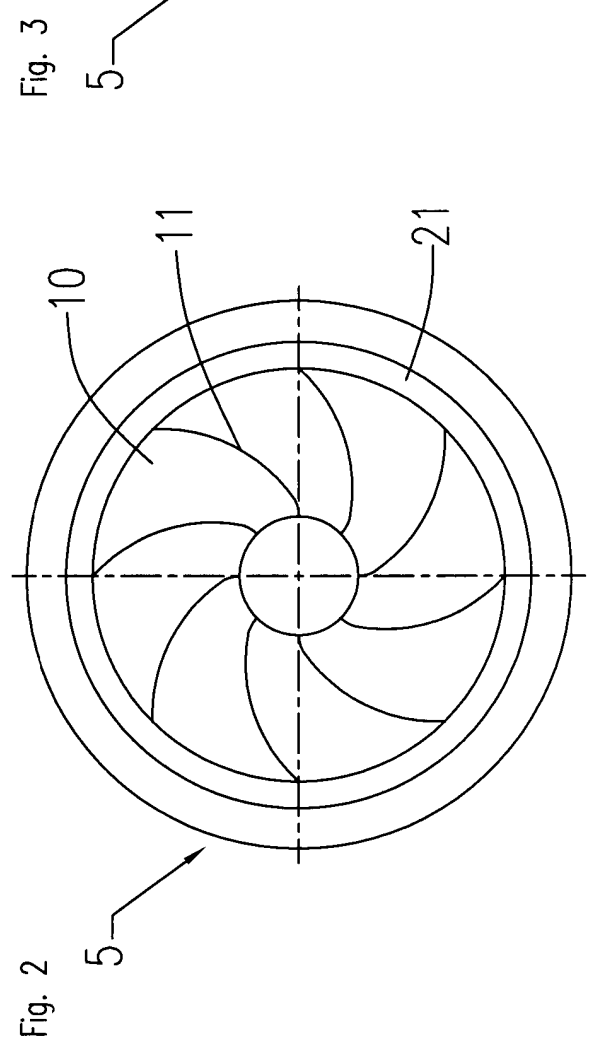
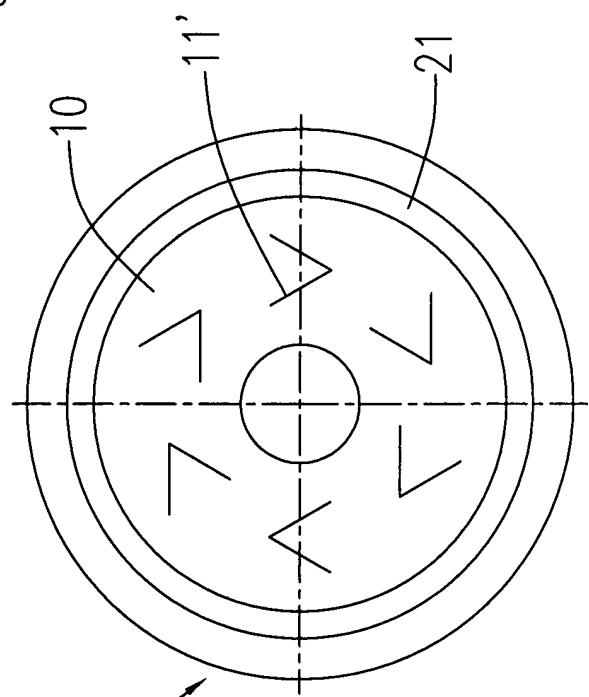
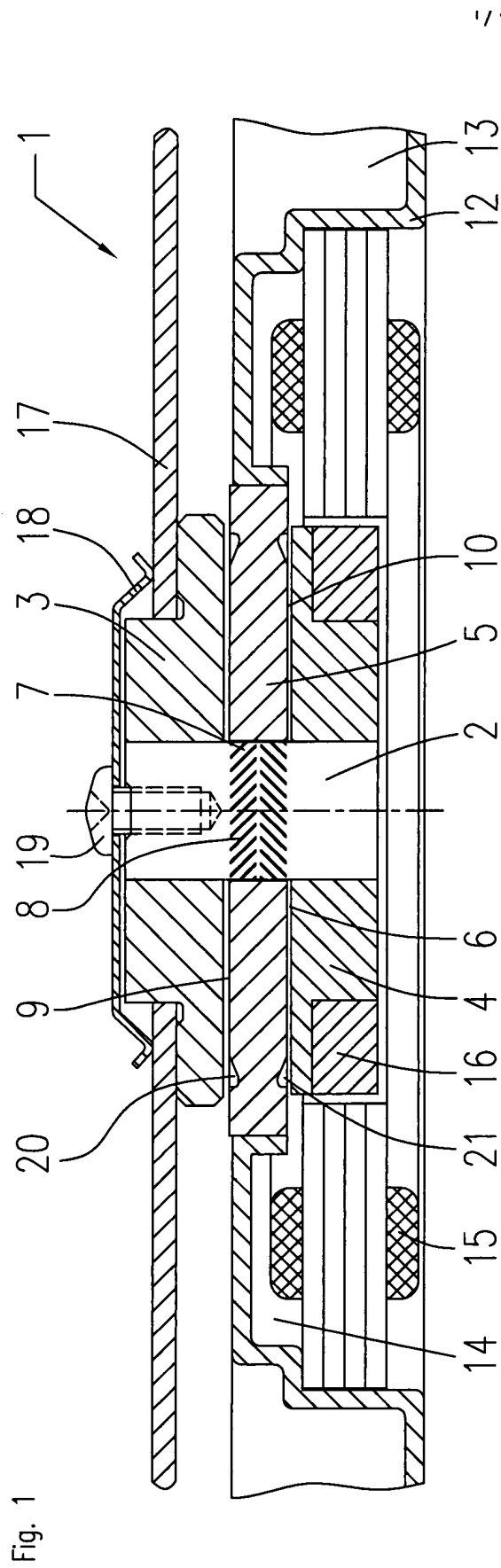
erweitert und an den Lagerspalt (6) anschließt.

13. Spindelmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle als Hohlwelle (22) ausgebildet ist, und im Zentrum der Hohlwelle (22) ein durchgehender Stift (23) angeordnet ist, der an gegenüberliegenden Seiten eines den Spindelmotor (100) aufnehmenden Gehäuses (24, 25) befestigt ist.

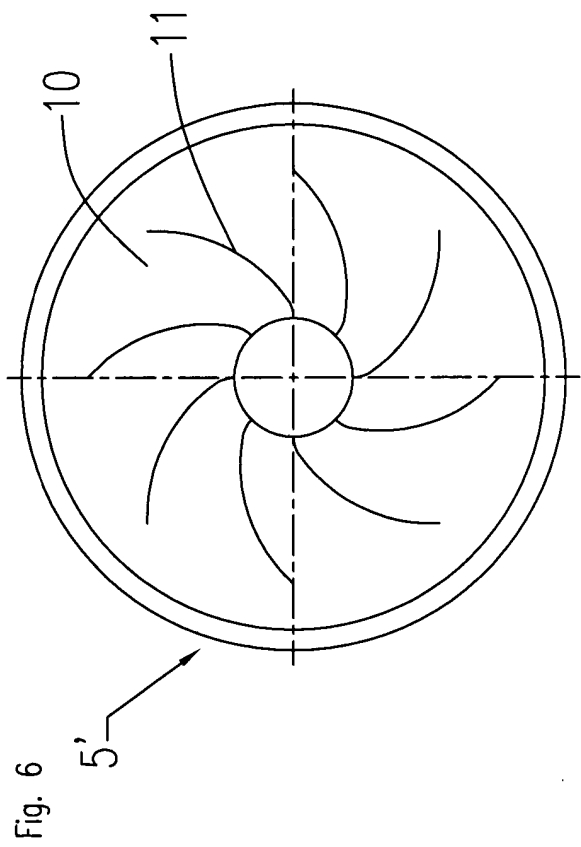
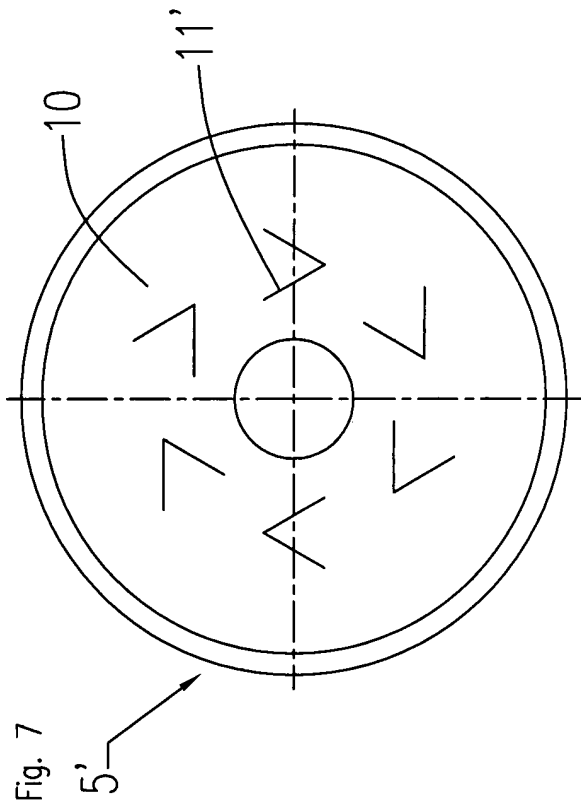
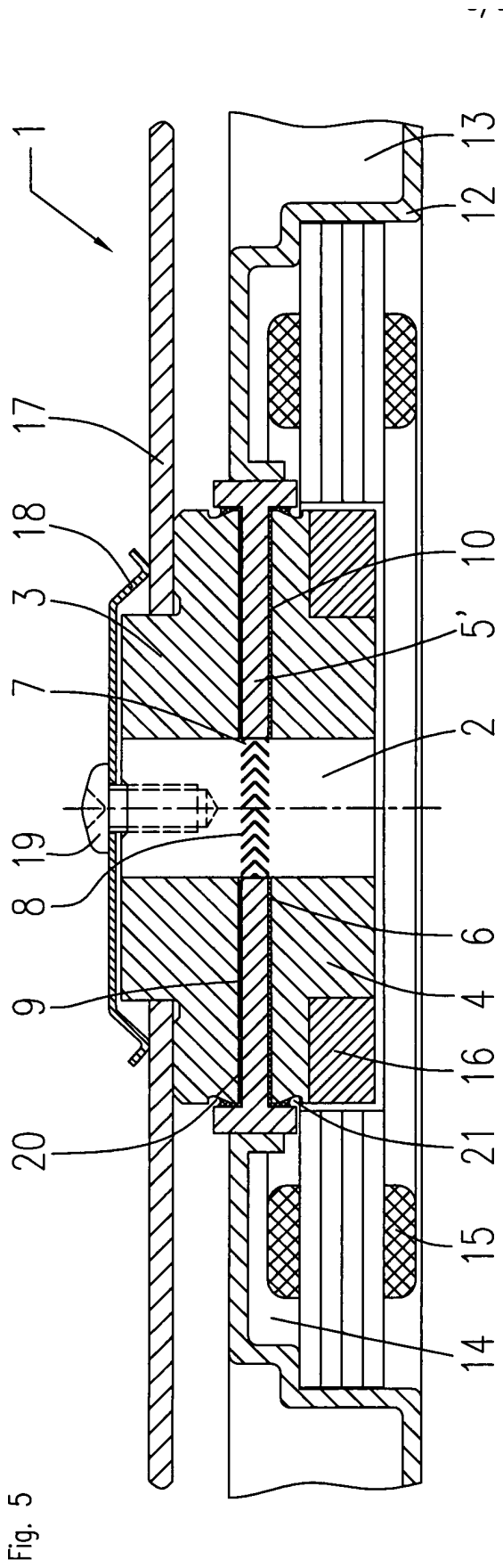
14. Spindelmotor nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass außerhalb des Durchmessers der rotierenden Speicherplatte (17) mindestens ein durchgehender Stift (26) angeordnet ist, der an gegenüberliegenden Seiten eines den Spindelmotor (100) aufnehmenden Gehäuses (24, 25) befestigt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



PM0453-P969



PM0453/P969