



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 24 100 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 16 C 32/04
H 02 K 41/00

⑳ Aktenzeichen: 102 24 100.7
㉔ Anmeldetag: 31. 5. 2002
㉔ Offenlegungstag: 30. 4. 2003

DE 102 24 100 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
101 29 160. 4 16. 06. 2001

㉑ Anmelder:
w.i.t. Wiemers innovative Technik GmbH, 39179
Barleben, DE

㉒ Vertreter:
Leinung, G., Dipl.-Jur., Pat.-Anw., 39108
Magdeburg

㉓ Erfinder:
Wiemers, Karl-Heinz, 39179 Ebendorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Magnetlager**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Magnetlager zur Lagerung von Bauteilen in unterschiedlichen Ausführungs- und Anwendungsvarianten, die in verschiedenen Prozessen zur Anwendung kommen.

So wurde ein Magnetlager geschaffen, welches als ein aktives Magnetlager ausgebildet ist und eine Magnetaktorik besitzt, mittels der die zu lagernden Bauteile und Funktionseinheiten magnetisch gelagert, berührungslos rotativ als auch linear angetrieben und positioniert werden und gleichzeitig gesichert wird, dass die Bauteile und Funktionselemente in dem jeweiligen aktiven Magnetlager absetz- und festsetzbar sind.

DE 102 24 100 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Magnetlager zur Lagerung von Bauteilen in unterschiedlichen Ausführungs- und Anwendungsvarianten, die in verschiedenen Prozessen zur Anwendung kommen.

[0002] Allgemein werden Bauteile, die dynamischen Belastungen unterliegen, in Gleit- oder Wälzlagern gelagert, in denen die jeweiligen Bauteile geführt und gestützt sind. Neben der Verwendung von Gleit- und Wälzlagern finden auch Magnetlager Anwendung, in denen die zu stützenden Bauteile angeordnet sind. Dabei können die in Magnetlagern gestützten Bauteile rotative als auch lineare Bewegungen ausführen.

[0003] Das Problem bei den bekannten Magnetlagerungen besteht jedoch darin, dass es eines erheblichen Aufwandes bedarf, eine exakte lagekompensierbare Lagerung von rotativ und linear sich bewegenden Bauteilen zu erreichen, um Laufgenauigkeiten bzw. Bewegungsablaufgenauigkeiten im μm -Bereich zu gewährleisten.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Magnetlager zu entwickeln, welches als eine aktive Magnetlagerung ausgebildet ist, mittels der die gelagerten Elemente berührungslos und in den unterschiedlichsten Ebenen/Achsen bewegbar sind.

[0005] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausführungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0007] So wurde ein Magnetlager geschaffen, welches als ein aktives Magnetlager ausgebildet ist und eine Magnetaktuatorik besitzt, mittels der die zu lagernden Bauteile und Funktionseinheiten magnetisch gelagert, berührungslos rotativ als auch linear angetrieben und positioniert werden und gleichzeitig gesichert wird, dass die Bauteile und Funktionselemente in dem jeweiligen aktiven Magnetlager absetz- und festsetzbar sind. So besteht das aktive Magnetlager aus Trag-, Halte- und Zentriermagneten für lineare Bewegungsabläufe sowie einem berührungslos wirkenden Direktantrieb für rotative und lineare Bewegungsabläufe.

[0008] Dabei wirken die einzelnen Elemente des aktiven Magnetlagers auf die zu lagernden und anzutreibenden Konstruktionselemente berührungslos, ohne Schmiermittel und somit weitestgehend verschleißfrei, so dass die einzelnen Konstruktionselemente μm – genau ausgerichtet, positioniert und angetrieben werden können.

[0009] Über die Magnetaktuatorik des aktiven Magnetlagers sind ausgleichende/gewünschte Bewegungsabläufe hochgenau möglich, wenn diese durch externe Kräfte und damit verbundenen Form- oder Lauffehlern erforderlich werden, somit ist gesichert, dass hochgenaue Bewegungsabläufe gewährleistet werden. So beispielsweise das exakte Positionieren von Werkstücken zu bearbeitenden/behandelnden Werkzeug- und sonstigen Systemen auch während der ablaufenden Arbeitsvorgänge.

[0010] Es gehört zur Erfindung, dass das aktive Magnetlager mit einem berührungslos wirkenden Direktantrieb ausgebildet ist, mit dem rotative und lineare Bewegungsabläufe realisiert werden können. Dies erfolgt über in dem aktiven Magnetlager jeweils vorgesehenen Torque-Motor, der auch als Linearmotor ausgebildet ist.

[0011] Neben der Ausbildung des aktiven Magnetlagers als rotativ oder linear wirkende Lagerung, besteht ein wesentlicher Vorteil der Erfindung in der Kombination von rotativer und linearer Magnetlagerung, wodurch sich ein breites Anwendungsspektrum des vorgestellten aktiven Magnetlagers ableitet und ergibt.

[0012] Von Vorteil ist auch, dass das aktive Magnetlager

vielfältig einsetzbar ist, so auch in Verbindung mit einem inaktiven Loslager, auch kann ein nach der Erfindung ausgebildetes aktives Magnetlager in waagerechter oder senkrechter Form ausgebildet sein und in diesen Ausführungsformen zum Einsatz kommen.

[0013] In einer besonderen Ausführungsform wird weitestgehend die magnetische Aktorik des aktiven Magnetlagers, mittels der die Bauteile und Funktionselemente in den Schwebezustand verbracht, gehalten und positioniert und auch angetrieben werden, dadurch unterstützt, dass gasförmige und/oder flüssige Medien in die sich herausbildenden Magnetspalte des aktiven Magnetlagers eingeleitet werden. Hierdurch wird eine zusätzliche Stützung erreicht und gleichfalls in einem Havariefall, beispielsweise bei Stromausfall, eine zusätzliche Stützung der zu lagernden Bauteile gesichert.

[0014] Mit nachfolgendem Ausführungsbeispiel soll die Erfindung näher erläutert werden.

[0015] Die dazugehörige Zeichnung zeigt in

[0016] Fig. 1 ein aktives Magnetlager mit einem Rotativ-Direktantrieb in waagerechter Bauweise;

[0017] Fig. 2 ein aktives Magnetlager mit einem Rotativ-Direktantrieb in senkrechter Bauweise;

[0018] Fig. 3 ein aktiver Magnetlager mit einem Linear-Direktantrieb;

[0019] Fig. 4 eine weitere Ausführungsform eines aktiven Magnetlagers nach Fig. 3;

[0020] Fig. 5 eine kombinierte Ausbildung eines aktiven Magnetlagers nach den Fig. 1 und 3.

[0021] Ein aktives Magnetlager 1 mit einem rotativ wirkenden Direktantrieb, als Torque-Motor 7 ausgeführt, ist in der Fig. 1 gezeigt, welche gleichfalls den gesamten Aufbau des aktiven Magnetlagers 1 sowie der dazugehörigen Funktionselemente und deren Anordnungen zeigt und verdeutlicht, dass das gesamte aktive Magnetlager 1 als eine kompakte Baueinheit ausgeführt ist.

[0022] So besteht das aktive Magnetlager 1 aus einem Rotationsteil 3, welches im Gehäuse 11 zentrisch gelagert und rotativ umlaufend angeordnet ist. Zur magnetischen Lagerung des Rotationsteiles 3 sind im Gehäuse 11 Tragmagnete 4, Haltemagnete 5 und Zentriermagnete 6 vorgesehen, wobei für den rotativen Direktantrieb des aktiven Magnetlagers 1 ein Torque-Motor 7 im Gehäuse 11 angeordnet ist.

[0023] Durch die Ausbildung des Rotationsteiles 3 mit sogenannten geblechten Zonen 15 wird die magnetische Effizienz der eingesetzten Magnete gesteigert, wobei dies eine bevorzugte Ausführungsform ist. Die Tragmagnete 4, Haltemagnete 5 und die Zentriermagnete 6 können auch direkt auf das Rotationsteil 3 wirken.

[0024] Die in den Wirkbereichen der Trag-, Halte- und Zentriermagnete 4, 5, 6 sich bei Inbetriebsetzung des Magnetlagers 1 herausbildenden Luftspalte sind als Magnetspalte 13 dargestellt, zu denen das Rotationsteil 3 positioniert, rotativ bewegt und in seinen Positionen korrigiert werden kann. Für diese Vorgänge sind zu den einzelnen Magneten Sensoren angeordnet, welche ein Sensorsystem bilden und mit entsprechenden Mess-, Regel- und Steuereinrichtungen im Wirkzusammenhang stehen.

[0025] Zum aktiven Magnetlager 1 gehört auch ein stufenlos arbeitender Drehgeber 16, weitestgehend als eine Messeinrichtung ausgebildet, so dass über den Drehgeber 16 eine exakte Winkeleinstellung und Messung des Drehwinkels $\square$ des aktiven Magnetlagers 1 möglich ist und damit dessen Position bestimmt wird. Gleichzeitig kann über den Drehgeber 16 direkt die Drehzahl des aktiven Magnetlagers 1 und indirekt seine Beschleunigung gemessen werden.

[0026] Die bereits oben beschriebene zusätzliche Stützung des aktiven Magnetlagers 1 erfolgt über die Zuführung

von gasförmigen oder flüssigen Medien, die über die Zuleitungen 14 in das Innere des Gehäuses 11 eingeleitet werden und sich innerhalb der Magnetspalte 13 und des Inneren vom Gehäuse 11 verteilen, wodurch der Schwebezustand des aktiven Magnetlagers 1 zusätzlich unterstützt wird und gleichzeitig eine Absinksicherung gegeben ist, wenn beispielsweise bei einem Stromausfall die Wirksamkeit der Magnete verringert wird.

[0027] In bevorzugter Ausführung sind die Trag-, Halte- und Zentriermagnete 4, 5, 6 als Hybridmagnete ausgebildet, und durch die erfindungsgemäße Ausbildung des aktiven Magnetlagers 1 ist gesichert, dass dieses aktive Magnetlager 1 hochgenau, sensorgestützt und definiert in der horizontalen und auch vertikalen Achse gehalten und im weitesten Sinne auch abgesetzt werden kann, d. h. das gesamte aktive Magnetlager 1 ist innerhalb seines Gehäuses 11 festsetzbar, was für besondere Einsatzfälle des aktiven Magnetlagers 1 von besonderer Bedeutung ist. So beispielsweise, wenn dieses aktive Magnetlager 1 mit einem Tragelement 2, so einer Werkstückaufspannplatte verbunden ist, auf der Werkstücke und Baugruppen aufgespannt und einer mechanischen Bearbeitung unterzogen werden.

[0028] Über den berührungslos wirkenden rotativen Direktantrieb, hier der Torque-Motor 7, erfolgt der rotative Umlauf des Rotationsteiles 3 mit den auf dem Tragelement 2 angeordneten Werkstücken und Baueinheiten.

[0029] Wie aus der Fig. 1 auch ersichtlich, ist der Direktantrieb, der Torque-Motor 7, innerhalb des Gehäuses 11 angeordnet und umfasst das Rotationsteil 3, um dieses anzutreiben. Dabei ist die Anordnung des Torque-Motors 7 nicht auf die dargestellte Ausführung begrenzt.

[0030] So kann der Torque-Motor 7 auch unmittelbar und direkt auf das Tragelement 2 wirken, dies in der Form, dass das Tragelement 2 direkt durch den Torque-Motor 7 umfasst wird und berührungslos von außen angetrieben werden kann oder in der Art und Weise, dass das Tragelement 2 den Torque-Motor 7 umfasst und durch diesen von innen angetrieben wird.

[0031] Die Ausbildung eines aktiven Magnetlagers 1 in senkrechter Bauausführung mit einem rotativen Direktantrieb ist in der Fig. 2 gezeigt.

[0032] Der Grundaufbau des aktiven Magnetlagers 1 gemäß dieser Ausführung entspricht dem aktiven Magnetlager 1, wie in der Fig. 1 dargestellt und beschrieben.

[0033] Dabei sind die funktionswesentlichen Elemente, die zur Lagerung und zum Antrieb notwendig sind, nämlich die Trag-, Halte- und Zentriermagnete 4, 5, 6 sowie der Direktantrieb, der Torque-Motor 7, im Gehäuse 11 des aktiven Magnetlagers 1 angeordnet. Auch bei dieser Ausführung des aktiven Magnetlagers 1 ist dieses mit dem Taktgeber 16 ausgebildet, welcher unmittelbar mit dem Rotationsteil, hier eine Welle 10, verbunden ist. Die Welle 10 ist dabei endseitig im Bereich ihrer Lagerung im weitesten Sinne mit einem Ansatz ausgebildet, zu dem die einzelnen Magnete und der Direktantrieb positioniert sind. Dieses dargestellte aktive Magnetlager 1 kann in den verschiedensten Bereichen angewendet werden, so beispielsweise als Lagerung und Antrieb einer Walze in Walzanlagen, in denen hochgenaue Bleche oder Profile hergestellt werden. Dabei sichert das aktive Magnetlager 1 sowohl einen rotativen Umlauf der Welle 10 im μm -Bereich als auch deren steuer- und regelbaren Antrieb, wobei über die vorgesehenen Sensoren 12 zu den Magneten 4, 5, 6 radiale und axiale Abweichungen in der Lagerung der Welle 10 signalisiert werden und somit die Möglichkeiten einer Nachregelung in kürzester Zeit gegeben sind.

[0034] Ein aktives Magnetlager 9 mit einem Linear-Direktantrieb ist in der Fig. 3 gezeigt. Dargestellt ist ein auf einer Grundplatte 18 befestigtes Lagerteil 17, welche inner-

halb einer Führungsstruktur 8 magnetisch gelagert und innerhalb dieser Führungsstruktur 8 linearmotorisch verstellbar angeordnet ist.

[0035] Innerhalb der mechanischen Führungsstruktur 8 sind die Tragmagnete 20, die Haltemagnete 21 sowie die Zentriermagnete 22 angeordnet, wobei bei dieser Ausführungsform die Tragmagnete 20 im oberen Teil und die Haltemagnete 21 im unteren Teil der mechanischen Führungsstruktur 8 angeordnet sind. Gleichfalls im oberen Bereich der mechanischen Führungsstruktur 8 ist der Linear-Direktantrieb, als Linearmotor 23 ausgebildet, angeordnet. Seitlich der Grundplatte 18 sind in der mechanischen Führungsstruktur 8 Zentriermagnete 22 vorgesehen, zu denen die Sensoren 12 gehören. Derartige Sensoren 12 sind gleichfalls zu den Trag- und Haltemagneten 21, 22 vorgesehen, so dass über diese Sensoren 12 eine exakte Lageposition des Lagerteiles 17 erfasst werden kann, woraus Informationen für die Positionierung des Lagerteiles 17 abgeleitet werden können.

[0036] Wie das aktive Magnetlager 1 ist auch das aktive Magnetlager 9 mit Zuleitungen 14, die in der mechanischen Führungsstruktur 8 vorgesehen sind, ausgebildet, über die gasförmige und/oder flüssige Medien in die Magnetspalte 13 zugeleitet werden können. Vorgesehene Dichtungen 19 sichern, dass diese zugeleiteten Medien nicht aus dem Lagersystem austreten können. Das gasförmige Medium kann auch Sperrluft mit einem gewissen Überdruck sein, um das Eindringen von Dämpfen/Stäuben von außen in das Innere des aktiven Magnetlagers 1; 9, zusätzlich zu den vorhandenen Dichtungen 19, zu vermeiden.

[0037] Eine weitere Ausbildung des aktiven Magnetlagers 9 ist in der Fig. 4 gezeigt, bei der die Trag- und Haltemagnete 20, 21 und auch der lineare Direktantrieb, der Linearmotor 23, in der Grundplatte 18 angeordnet sind. Diese Ausbildung der Grundplatte 18 mit den eingesetzten Trag- und Haltemagneten 20, 21 und dem Linearmotor 23 ändert nichts an der Funktionsweise des aktiven Magnetlagers 9, vielmehr ist diese Ausführungsvariante zu wählen, wenn Lagerteile 17 innerhalb der mechanischen Führungsstruktur 8 über längere Wege bewegt werden müssen. Bei dieser Ausführungsvariante besteht gleichfalls die Möglichkeit, die Linearmotoren 23 seitlich in der Grundplatte 18 anzuordnen und dabei den Linearmotoren 23 gleichfalls Sensoren 12 zuzuordnen.

[0038] In beiden Fällen wird die Genauigkeit des Verfahrens über Laserstrahlen bestimmt.

[0039] Eine kombinierte aktive Magnetlagerung, aus den aktiven Magnetlagern 1, 9 gebildet, ist in der Fig. 5 gezeigt, bei der das aktive Magnetlager 1 gemäß der Darstellung nach Fig. 1 und das aktive Magnetlager 9 gemäß der Darstellung nach Fig. 3 oder 4 ausgebildet sind.

[0040] Bei der kombinierten Ausführung ist das aktive Magnetlager 1 mit dem aktiven Magnetlager 9 elektronisch gekoppelt. Das aktive Magnetlager 1 wird in der mechanischen Führungsstruktur 8 positioniert und mit dieser verbunden, so dass die linearen und rotativen Bewegungen in den x - ϕ -Achsen der beiden aktiven Magnetlager 1, 9 aufeinander abgestimmt erfolgen können, sich somit aus der jeweiligen geradlinigen und drehenden Bewegung der Bewegungselemente Bahnkurven für kartesische Zielschnittpunkte ergeben.

[0041] So kann eine derart ausgebildete kombinierte Lagerung als Lagerung und Positionierung von Werkstückaufnahmeplatten, die mit dem Tragelement 2 verbunden sind, Anwendung finden.

[0042] Die Variationsmöglichkeiten und Ausführungen sowie der Einsatz von aktiven Magnetlagern 1, 9 zeigten die folgenden Auflistung.

[0043] Die Varianten für rotativ ausgebildete/arbeitende

Magnetlager:

- a) mit Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und geradlinig und/oder winklig, fest und/oder rhythmisch berührungslosem Direktantrieb (φ -Achse)
- b) ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und berührungslosem Direktantrieb (φ -Achse)
- c) ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und berührendem Antrieb (φ -Achse).

[0044] Die Varianten für linear wirkende Magnetlager:

- a) mit Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und geradlinig und/oder winklig, fest und/oder rhythmisch berührungslosem Direktantrieb (x-Achse)
- b) ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und berührungslosem Direktantrieb (x-Achse)
- c) ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und berührendem Antrieb (x-Achse).

[0045] Bei der Kombination beider Magnetlager (rotativ und linear) sind die verschiedenen genannten Varianten in jeder Kombination möglich.

[0046] Die Funktionsweise der Erfindung wird anhand einer magnetisch gestützten, gelagerten und angetriebenen Werkzeugaufnahmeplatte – nachfolgend WAP bezeichnet – von Werkzeugmaschinen/Werkzeugsystemen, welche Träger von Werkstücken und Baugruppen sind, näher beschrieben.

[0047] So folgt die vertikale und horizontale magnetische Verstellung bei einem konzentrischen Bewegungsablauf einer festen oder auswechselbaren WAP einerseits zur Schwebebesicherung, andererseits zum η m-genauen Rundlauf des Rotationsteiles 3 im Gehäuse 11 bzw. der Grundplatte 18 mittig zu deren mechanischer Führungsstruktur 8 durch die Aufrechterhaltung oder Verstellung der horizontalen oder vertikalen Magnetspalte 13 der Magnetlager, so dass auch unter Einwirkung von statischen und dynamischen Kippmomenten, Bearbeitungskräften u. ä. eine Berührung des Rotationsteiles 3 mit der Innenseite des Magnetlagers 1, dem Gehäuse 11 bzw. der Grundplatte 18 mit der Innenseite mechanischen Führungsstruktur 8, unter Einhaltung der μ m- bzw. μ s-Sekunden-genauen Bewegungsabläufe, ausgeschlossen wird.

[0048] Beim konzentrischen Bewegungsablauf des Rotationsteiles 3 im Gehäuse 11 bzw. der Grundplatte 18 in der Führungsstruktur 8 kann die Unterstützung des Schwebezustandes dieser Teile durch gleichgerichtete Magnete, die gegenüber den Halte- und den Zentriermagneten 5; 6 angeordnet sind, erfolgen. Die notwendige Berührungsfreiheiten im gesamten Magnetlager im angehobenen Zustand wird über das Sensorsystem überwacht und gesichert, wodurch die Positionierung der aktiven Lager 1, 9 η m- und μ s-Sekunden-genau erfolgen kann.

[0049] Durch den konzentrischen, selbstangetriebenen Bewegungsablauf eines Magnetlagers 1 der WAP, können die auf der Aufspannplatte befestigten Werkstücke zu Maschinenwerkzeugsystemen, die in deren z-Achsen (Längsachsen) beweglich sind, sich an Portalen oder im Umfeld der Maschine befinden, höchstgenau durch die Rotationsbewegung der Aufspannplatte als φ -Winkel um die vertikale z-Achse des rotativ wirkenden Magnetlagers sowie auf der x-Achse in Kombination mit dem linear wirkenden Magnetlager 9 positioniert werden, so dass diese mittels mit oder

ohne eigenen Antrieb versehenen Werkzeugsysteme bearbeitend auf die Werkstücke einwirken.

[0050] Das magnetisch stützbares, verspannbare und positionierbare Rotationsteil 3 des rotativ wirkenden Magnetlagers 1 bzw. das Lagerelement 17 des linear wirkenden Magnetlagers 9 werden mit Hilfe von Magnetkräften angehoben sowie positioniert und abgesenkt, was zusätzlich durch gasförmige oder flüssige Medien unterstützt werden kann. Das Rotationsteil 3 bzw. die Grundplatte 18 können magnetisch, vorzugsweise mittels Hybridmagneten, festgespannt werden, wobei das Rotationsteil 3 des Magnetlagers 1 in seinem Gehäuse 11 und die Grundplatte 18 des Magnetlagers 9 in seiner Führungsstruktur 8 angeordnet sind. In dem Gehäuse 11 sowie der Grundplatte 18 und/oder der Führungsstruktur 8 befinden sich Hebe-, Spann-, Antriebs- und Zentriermagnete. Die vorgesehenen Antriebsmagnete, vorzugsweise Linearmotoren 23 und der Torque-Motor 7 gewährleisten, dass im schwebenden Zustand zu bearbeitende Werkstücke hochgenau rotativ und auch linear zu Werkzeugsystemen positioniert und während der Bearbeitung verfahren oder vor der Bearbeitung fest verspannt werden können.

Patentansprüche

1. Magnetlager zur Lagerung von Bauteilen in Form von Tragelementen, Rotationsteilen, Stützelementen oder dergleichen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Magnetlager als ein rotativ sowie linear wirkendes aktives Magnetlager ausgebildet ist, mit Magneten in Form von Trag-, Halte- und Zentriermagneten (4; 5; 6) und (20; 21; 22) in Hybridmagnet-Ausführung, welches mit Direktantrieben ausgerüstet ist.

2. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das aktive Magnetlager als ein aktives Magnetlager (1) oder als ein aktives Magnetlager (9) gestaltet ist, dem jeweils ein rotativer Direktantrieb in Form eines Torque-Motors (7) oder ein linearer Direktantrieb in Form eines Linearmotors (23) zugeordnet ist, wobei der Torque-Motor (7) berührungslos auf ein Rotationsteil (3) und der Linearmotor (23) berührungslos auf eine Grundplatte (18) einwirkt.

3. Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die aktiven Magnetlager (1; 9) mit Sensoren (12) ausgerüstet sind, die in einem Gehäuse (11), in einer Führungsstruktur (8) bzw. einer Grundplatte (18) angeordnet sind, die in der Form auf das integrierte Sensorsystem einwirken, so dass die im Betriebszustand der aktiven Magnetlager (1; 9) vorhandenen Magnetspalte (13) ständig überprüft und somit die Berührungslosigkeit der tragenden, stützenden und positionierenden Elemente der aktiven Magnetlager (1; 9) gewährleistet wird.

4. Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das aktive Magnetlager (1) mit oder ohne einem aktiven Loslager ausgebildet werden kann, durch welches das dem Rotationsteil (3) des Magnetlagers (1) bewegte Konstruktionselement, z. B. als Wellenstumpf ausgebildet, den axialen und radialen Verschiebungen durch das Magnetlager (1) folgen kann.

5. Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das aktive Magnetlager (1) mit einem Drehgeber (16) ausgebildet ist, wodurch die Drehwinkelverstellung, die Drehzahl (direkt) und die Beschleunigung (indirekt) des Rotationsteiles (3) des aktiven Magnetlagers (1) gemessen werden.

6. Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotationsteil (3) vom

aktiven Magnetlager (1) im Bereich der Trag-, Halte- und Zentriermagnete (4; 5; 6) mit geblechten Zonen (15) ausgebildet ist und dem oberhalb vom Gehäuse (11) ein Tragelement (2) zugeordnet ist.

7. Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Trag-, Halte- und Zentriermagnete (20; 21; 22) in der Führungsstruktur (8) des aktiven Magnetlagers (9) angeordnet sind.

8. Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trag-, Halte- und Zentriermagnete (20; 21; 22) in der Grundplatte (18) des aktiven Magnetlagers (9) angeordnet und in seiner Führungsstruktur (8) Zuleitungen (14) vorgesehen sind.

9. Magnetlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die aktiven Magnetlager (1; 9) in Kombination zu einem rotativ sowie linear wirkenden aktiven Magnetlager ausgebildet sind.

10. Magnetlager nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass durch Kombination der aktiven Lager (1; 9) und deren Anordnungen verschiedene Varianten ausführbar sind, so für rotativ wirkende Magnetlager (1)

mit Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und geradlinig und/oder winklig, fest und/oder rhythmisch berührungslosem Direktantrieb (ϕ -Achse) ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und berührungslosem Direktantrieb (ϕ -Achse)

ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und berührendem Antrieb (ϕ -Achse) und für linear wirkende Magnetlager (9)

mit Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und geradlinig und/oder winklig, fest und/oder berührungslosem Direktantrieb (x-Achse)

ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung bzw. -kompensation und berührungslosem Direktantrieb (x-Achse)

ohne Längsachsen = z-Achsenbewegung und -kompensation und berührendem Antrieb (x-Achse).

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

Fig. 1

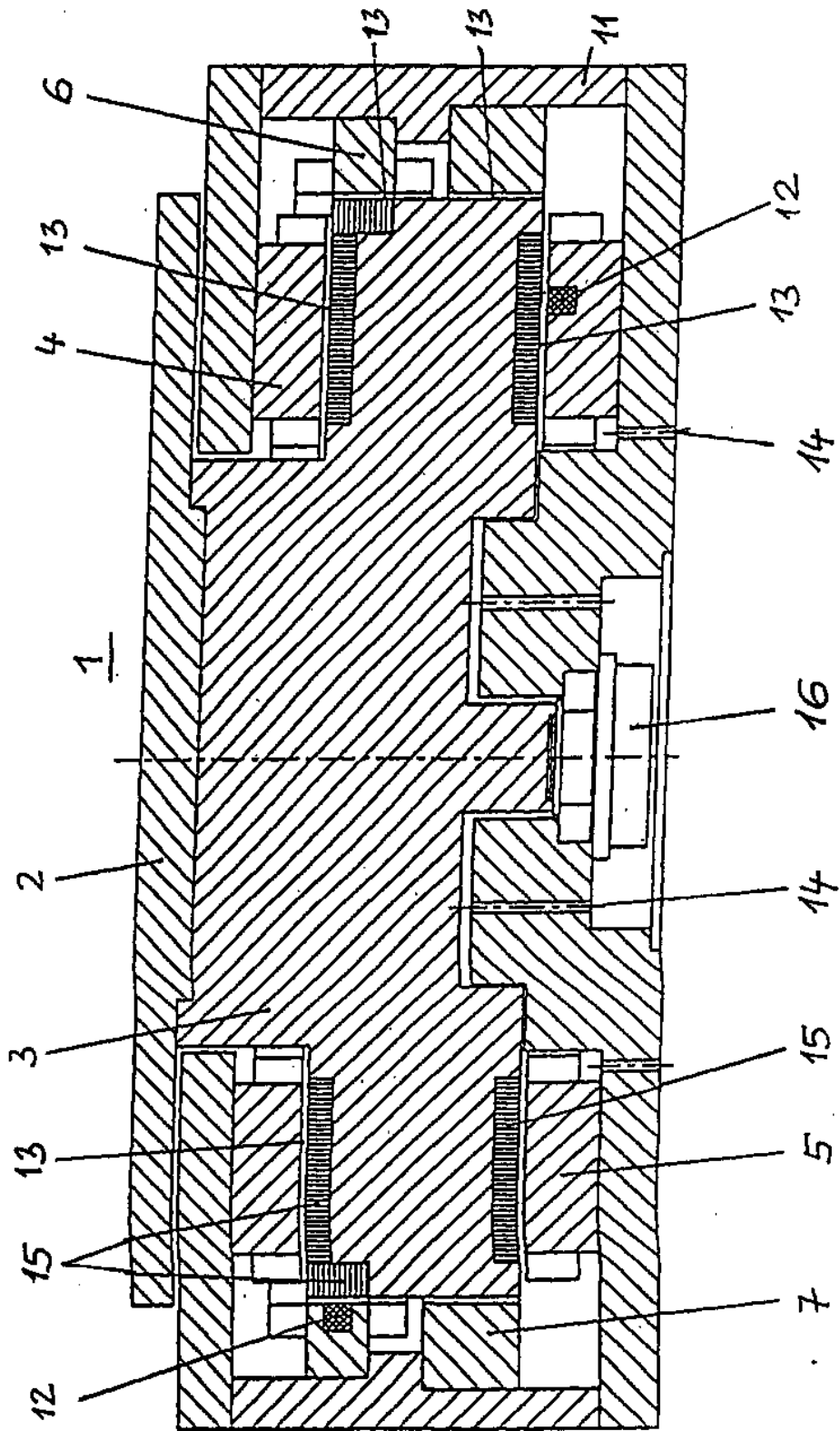


Fig. 2

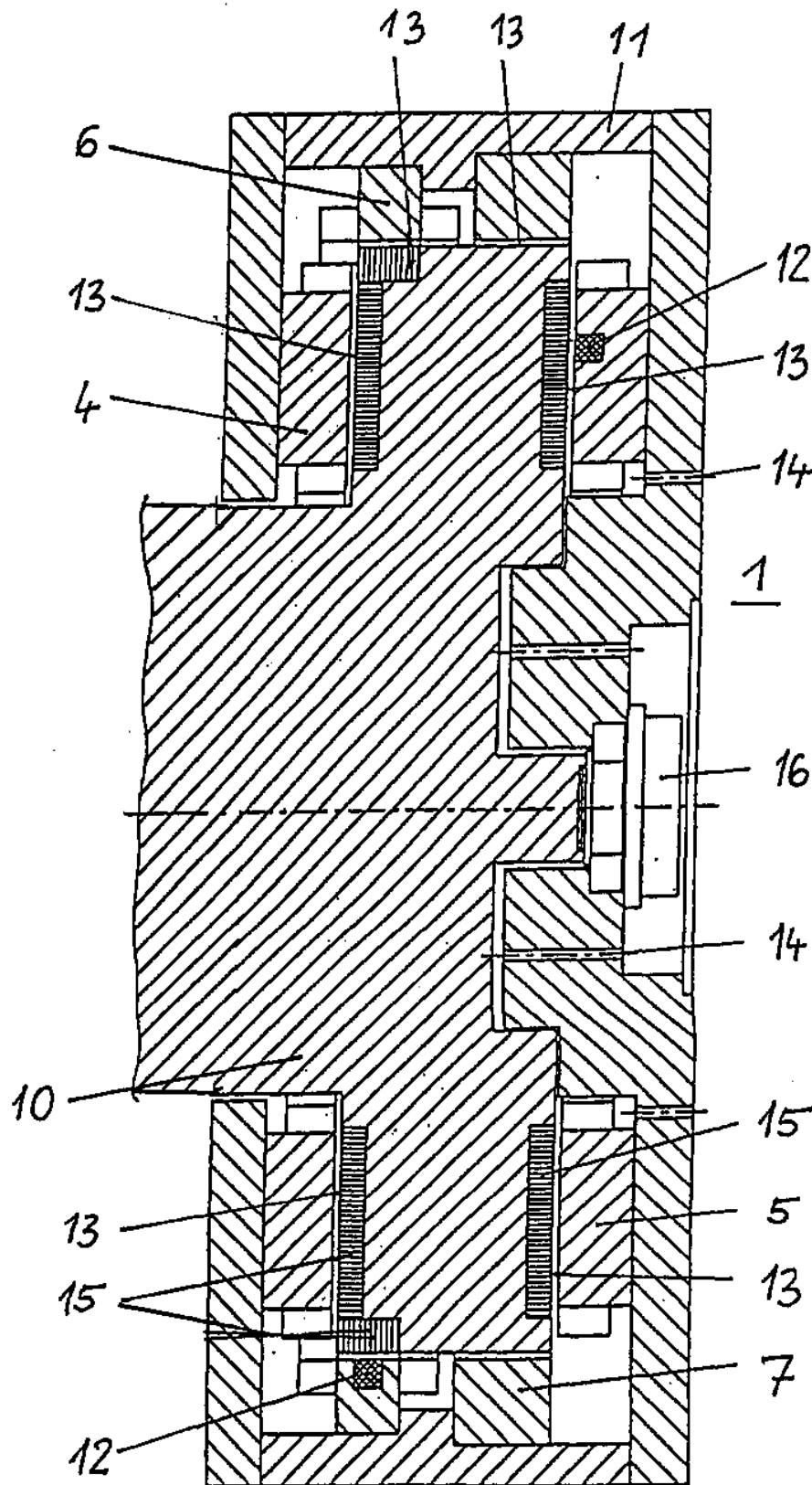
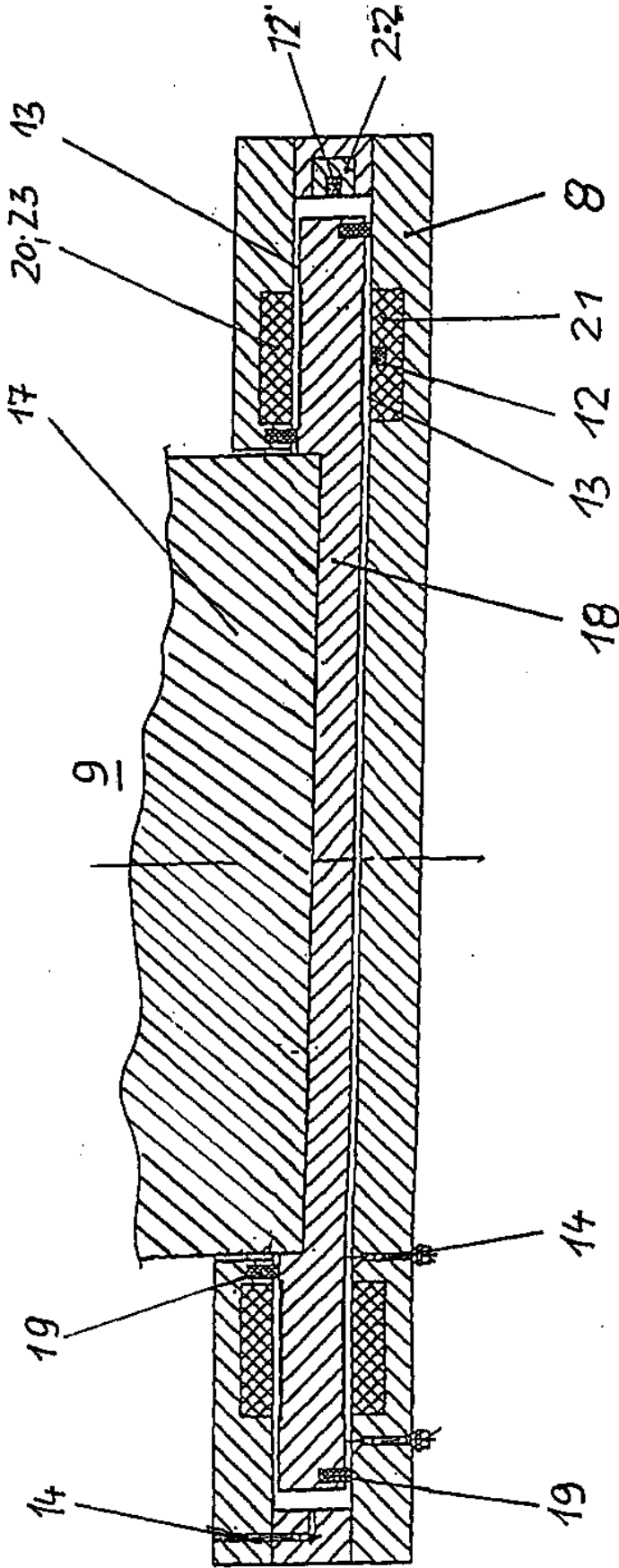


Fig. 3



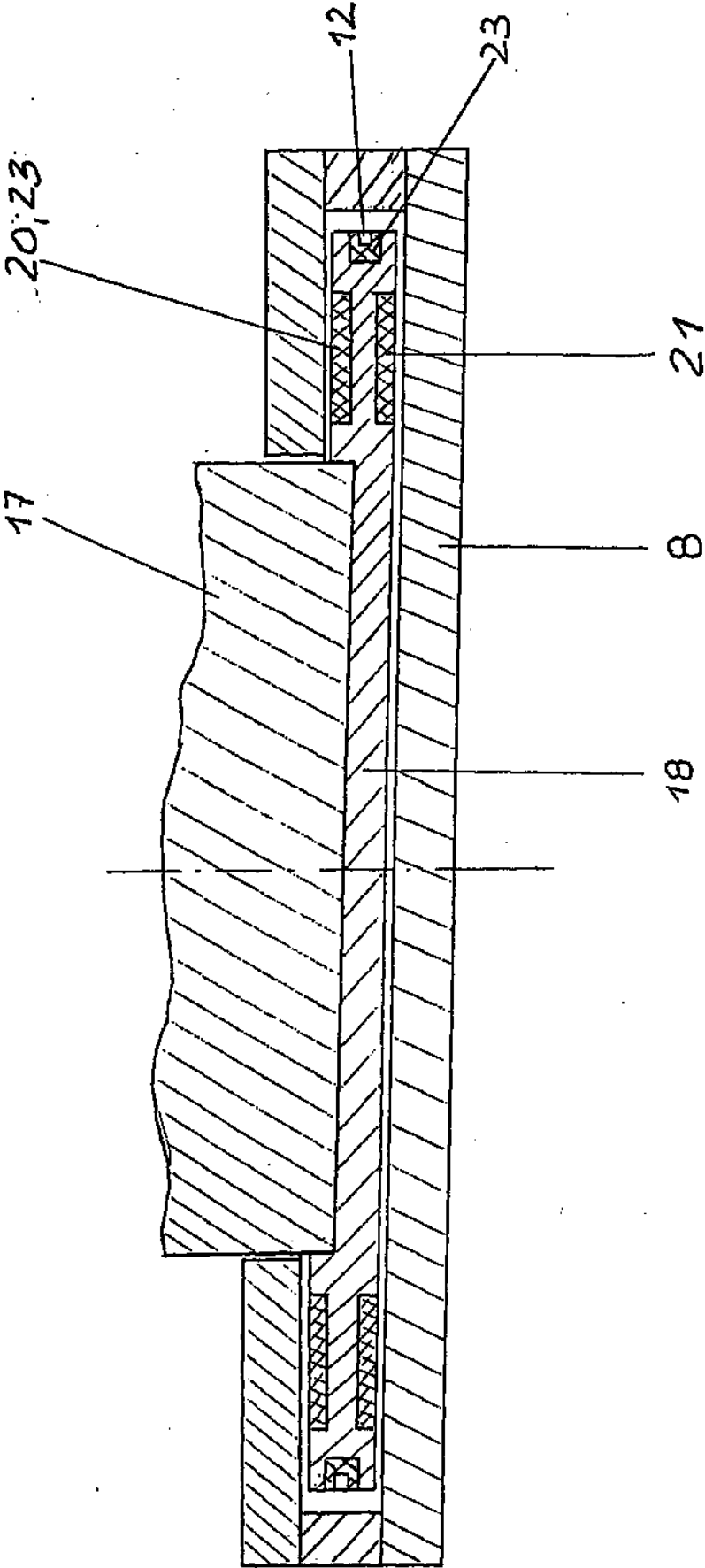


Fig. 4

Fig. 5

