

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
11 DE 3000357 C2

50 Int. Cl. 3:
F16C32/04
F16C17/08

21 Aktenzeichen:	P 30 00 357.7-51
22 Anmeldetag:	7. 1. 80
23 Offenlegungstag:	9. 7. 81
24 Veröffentlichungstag:	30. 12. 82

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH, 6334 Aßlar,
DE

61 Zusatz zu: P 28 25 551.8

72 Erfinder:
Becker, Willi, Dr.h.c. Ing.(grad.), 6333 Braunsfels, DE

59 Entgegenhaltungen:
DE-AS 22 62 757
DE-OS 22 53 036

54 Mechanisches Hilfslager für magnetische Lagerung

DE 3000357 C2

DE 3000357 C2

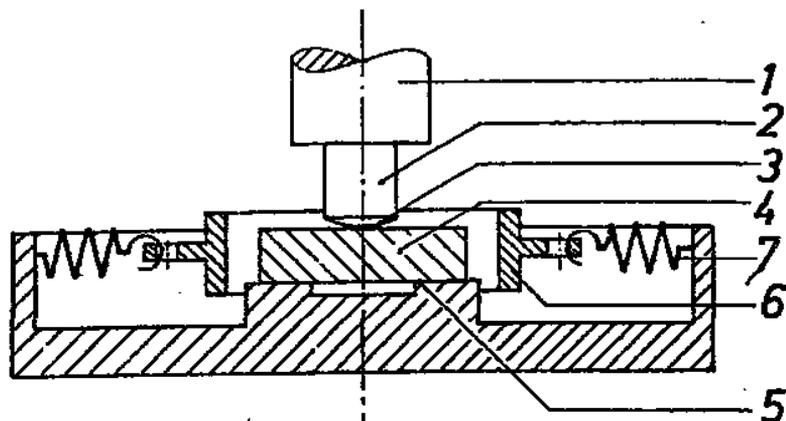


Fig. 1a

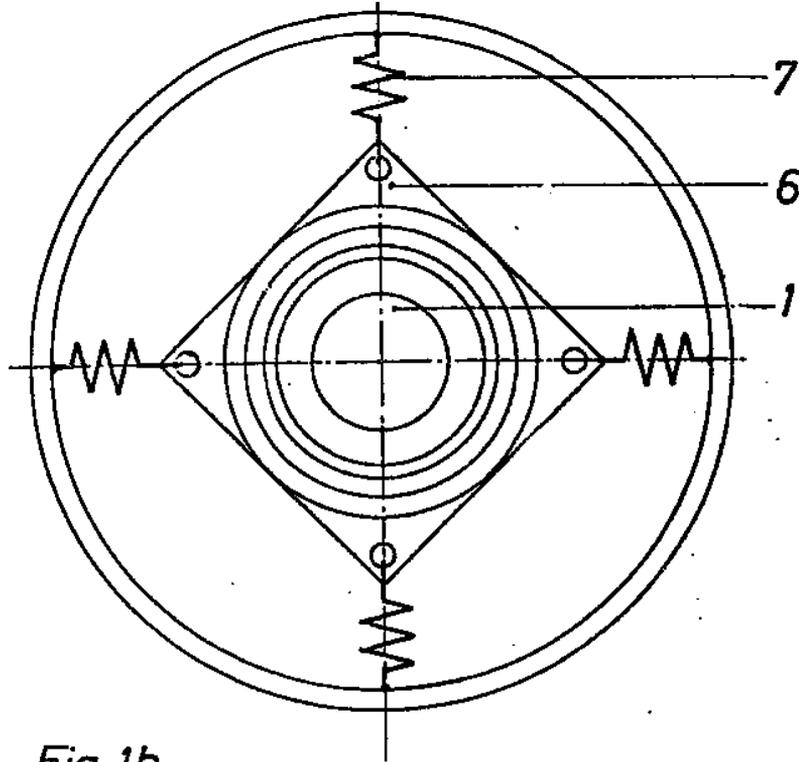


Fig. 1b

Patentansprüche:

1. Lagerung eines Rotors nach Patentanmeldung P 28 55 551, bestehend aus einer permanent-magnetischen Lagerelemente an rotierendem und nicht rotierendem Teil aufweisenden, berührungsfreien, magnetischen Radiallagerung, die in axialer Richtung eine labile Gleichgewichtslage des Rotors ergibt und wenigstens einem einseitig wirksamen mechanischen Axiallager, das den Rotor in der Nähe der labilen Gleichgewichtslage hält, wobei der nicht rotierende Teil des Axiallagers einen Meßfühler enthält, der ein Meßsignal, welches ein Maß für die axiale Auflagekraft, mit welcher die rotierende auf die nicht rotierende Lauffläche des Axiallagers drückt, darstellt, an eine Regelvorrichtung gibt, welche den jeweiligen Unterschied der axialen Lage des Rotors von seiner labilen Gleichgewichtslage so begrenzt, daß die Auflagekraft unterhalb eines vorgegebenen Wertes gehalten wird, indem bei zu großer Auflagekraft der erwähnte Lageunterschied automatisch durch axiale Verschiebung der radialen Lagerelemente gegeneinander verringert wird, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der rotierenden Rotorfläche (3) des Rotors (1) und der Abstützfläche (5) ein frei-bewegliches Plättchen (4) angebracht ist, welches zum Zwecke seiner Rückführung in die zentrale Lage in Bauteilen geführt wird, die form- und/oder kraftschlüssig auf das Plättchen einwirken.

2. Lagerung eines Rotors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Plättchen (4) zum Zwecke der Rückführung in die zentrale Lage in einem Rahmen (6) geführt wird, der seinerseits durch senkrecht zu seiner Achse angreifende Federn (7) zentriert wird.

3. Lagerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führung des Plättchens (4) durch einen Schulterring (8) erfolgt, in den das Plättchen (4) eingepaßt ist und dessen Schulterbohrung, an der der Rotorzapfen (2) beim Auswandern des Plättchens (4) zur Anlage kommt, etwa das 1,5fache des Rotorzapfendurchmessers beträgt.

4. Lagerung eines Rotors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Mitte des frei-beweglichen Plättchens (4) zum Zwecke der Rückführung in die zentrale Lage eine Kalotte (9) vorhanden ist, in der der Rotorzapfen (2) läuft.

5. Lagerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein ringförmiger Magnet (10) das Plättchen (4) umschließt, der mit Spiel in einem weiteren, ringförmigen Magneten (11) gelagert ist und daß beide Magnete entgegengesetzt radial magnetisiert sind.

Die Erfindung betrifft die Lagerung eines Rotors nach Patentanmeldung P 28 25 551, bestehend aus einem permanent-magnetischen Lagerelement an rotierendem und nicht rotierendem Teil aufweisenden berührungsfreien, magnetischen Radiallagerung, die in axialer Richtung eine labile Gleichgewichtslage des Rotors ergibt und wenigstens einem einseitig wirksamen mechanischen Axiallager, das den Rotor in der Nähe der labilen Gleichgewichtslage hält, wobei der nicht rotierende Teil des Axiallagers einen Meßfühler enthält,

der ein Meßsignal, welches ein Maß für die axiale Auflagekraft, mit welcher die rotierende auf die nicht rotierende Lauffläche des Axiallagers drückt, darstellt, an eine Regelvorrichtung gibt, welche den jeweiligen Unterschied der axialen Lage des Rotors von seiner labilen Gleichgewichtslage so begrenzt, daß die Auflagekraft unterhalb eines vorgegebenen Wertes gehalten wird, indem bei zu großer Auflagekraft der erwähnte Lageunterschied automatisch durch axiale Verschiebung der radialen Lagerelemente gegeneinander verringert wird.

Nach dem Hauptpatent 28 25 551 ist eine magneto-mechanische Hybridlagerung bekannt, bei der die radialen Freiheitsgrade durch passive Magnetlager festgehalten werden. Der axiale Freiheitsgrad wird mechanisch fixiert. Dabei wird die axiale Lage des Rotors mit Hilfe einer Regelung so eingestellt, daß die axialen Kräfte des Rotors auf das mechanische Axiallager, die durch die axiale Labilität des radialen, passiven Magnetlagers bedingt sind, einen vorgegebenen Wert nicht übersteigen. Die Axiallagerung erfolgt dadurch, daß sich der Rotor an einer nicht-rotierenden, ebenen Abstützfläche mit seiner konvex-gekrümmten Lauffläche abstützt. Steht die Rotationsachse senkrecht auf der ebenen Abstützfläche, so wird dank der geringen Umfangsgeschwindigkeitskomponente der Lauffläche die Lagerreibung sehr klein gehalten. Bei geneigter Rotationsachse (z. B. bei Präzession) entstehen durch das Radialmagnetlager Kräfte, die den Rotor in die senkrechte Lage zur ebenen Abstützfläche zurückbringen sollen.

Unregelmäßigkeiten (z. B. Mikrofeßstellen) im Material des mechanischen Axiallagers an den Auflageflächen oder Fertigungsmängel können eine Rückstellung des Rotors in die zentrale Lage erschweren.

Diese Unregelmäßigkeiten sind auch bei sehr genau gefertigten Oberflächen im mikroskopischen Bereich immer vorhanden.

Durch sie können bei Präzession des Rotors durch auftretende Reibmomente an der Zapfen-Kalotte Kräfte auftreten, die den Rotor in Schwingungen versetzen, und die sich störend auf die axiale Regelung des Rotors auswirken.

In der DOS 22 53 036 ist ein Rotor beschrieben, dessen unteres Ende in einer Kalotte als Unterlage gelagert ist, welche ihrerseits zum Zwecke der Dämpfung in Federn gehalten wird und in ein Ölbad eintaucht. Diese Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß die Kalotte aufgrund der Fesselung durch die Federn nicht frei rotieren kann, sondern nur verdrillbar ist. Damit können die Schwingungen, die durch die Kräfte entstehen, die ständig ein Drehmoment in einer Rotationsrichtung erzeugen, nicht ausgeglichen werden.

In der DPS 22 62 757 ist ein Rotor dargestellt, dessen unteres Ende in einer kalottenartigen Vertiefung eines Lagerkörpers gelagert ist. Wie aus Figur 1 hervorgeht, ist dieser Lagerkörper nicht radial beweglich und somit für die Lösung der gestellten Aufgabe nicht geeignet.

Die Aufgabe der vorliegenden Anmeldung ist es, bei einer Lagerung der gattungsgemäßen Art störende Rotorschwingungen zu vermeiden, die durch unvermeidliche Unregelmäßigkeiten auf der Oberfläche der axialen Auflageflächen, die selbst bei genauestens gefertigten Oberflächen im mikroskopischen Bereich immer vorhanden sind oder durch Fertigungsfehler auftreten, entstehen.

Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Lagerung durch die in Anspruch 1 gekennzeichneten

Merkmale gelöst. Das hierbei vorgeschlagene Plättchen führt die durch die mechanischen Unregelmäßigkeiten im Material der axialen Auflageflächen oder durch Fertigungsfehler bedingten ruckartigen Bewegungen aus, die sonst der Rotor ausführen und durch den er zu Schwingungen angeregt würde. Durch die freie Beweglichkeit, insbesondere durch die freie Drehbarkeit um die Richtung der Rotationsachse, kann dieses Plättchen in Drehrichtung mitgeführt werden und so Störungen ausgleichen, die unter anderem durch Drehmomente, verursacht durch Unregelmäßigkeiten auf der Lauffläche oder auf der Abstützfläche etwas außerhalb der Rotationsachse, hervorgerufen werden. Bauteile sorgen dafür, daß das Plättchen stets nach Auswandern wieder in die zentrale Lage zurückgeführt wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Rückführung des Plättchens kann nach Anspruch 2 dadurch erfolgen, daß dieses in einem Rahmen geführt wird, der seinerseits durch senkrecht zu seiner Achse angreifende Federn zentriert wird.

Nach Anspruch 3 kann die Führung des Plättchens durch einen Schulterring erfolgen, in den das Plättchen eingepaßt ist und dessen Schulterbohrung, an der der Rotorzapfen beim Auswandern des Plättchens zur Anlage kommt, etwa das 1,5fache des Rotorzapfendurchmessers beträgt.

Eine weitere Möglichkeit zur Rückführung des Plättchens in die zentrale Lage ist nach Anspruch 4 dadurch gegeben, daß in der Mitte des frei-beweglichen Plättchens eine Kalotte vorhanden ist, in der der Rotorzapfen läuft.

Schließlich kann die Rückführung des Plättchens in die zentrale Lage durch Magnetkräfte erfolgen, indem nach Anspruch 5 ein ringförmiger Magnet das Plättchen

umschließt, der mit Spiel in einem weiteren, ringförmigen Magneten gelagert ist, wobei beide Magnete entgegengesetzt radial magnetisiert sind.

Die Ausführungsbeispiele werden anhand der Fig. 1 bis 5 näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1a einen Schnitt durch das mechanische Axiallager,

Fig. 1b einen Grundriß des mechanischen Axiallagers,

Fig. 2 bis 4 Schnittdarstellungen weiterer Ausgestaltungen des mechanischen Axiallagers.

Gemäß der Fig. 1a und 1b stützt sich der Rotorzapfen 2 des Rotors 1 mit seiner konvex-gekrümmten Lauffläche 3 auf ein frei-bewegliches Plättchen 4, welches auf der Abstützfläche 5 aufliegt. Die Rückführung in die zentrale Lage erfolgt durch einen Rahmen 6, der seinerseits durch senkrecht zu seiner Achse angreifende Federn 7 zentriert wird.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem Führung des Plättchens 4 durch einen Schulterring 8 erfolgt, in den das Plättchen 4 eingepaßt ist und dessen Schulterbohrung, an der der Rotorzapfen 2 beim Auswandern des Plättchens 4 zur Anlage kommt, etwa das 1,5fache des Rotorzapfens beträgt.

Gemäß Fig. 3 wird das Plättchen 4 dadurch in die zentrale Lage zurückgeführt, daß in seiner Mitte eine Kalotte 9 vorhanden ist, in der der Rotorzapfen 2 mit seiner konvex-gekrümmten Lauffläche 3 läuft.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zeigt die Fig. 4. Hier erfolgt die Rückführung des Plättchens 4 in die zentrale Lage durch eine Anordnung von Permanentmagneten. Ein ringförmiger Magnet 10 umschließt das Plättchen 4. Der Magnet 10 ist seinerseits in einem weiteren, ringförmigen Magneten 11 gelagert. Beide ringförmigen Magnete 10 und 11 sind entgegengesetzt radial magnetisiert.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

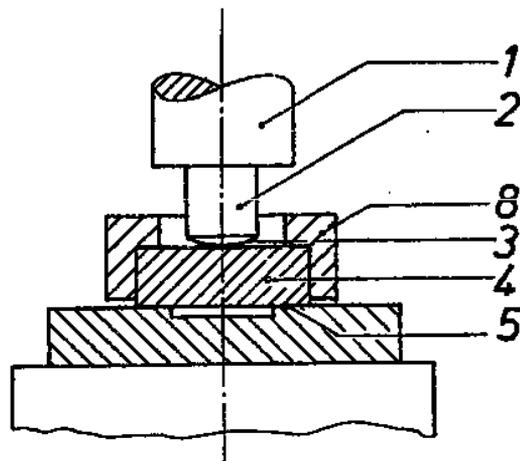


Fig.2

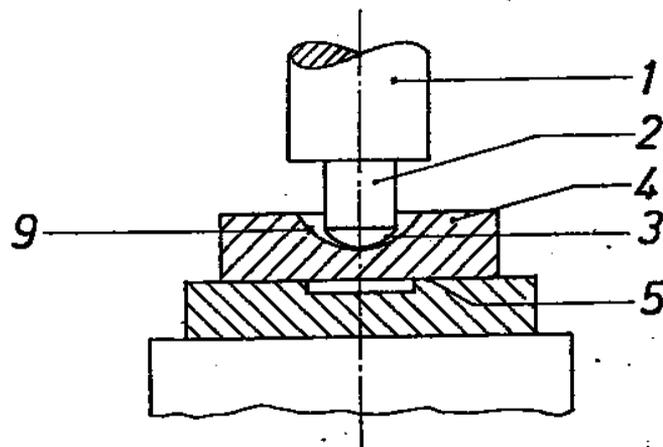


Fig.3

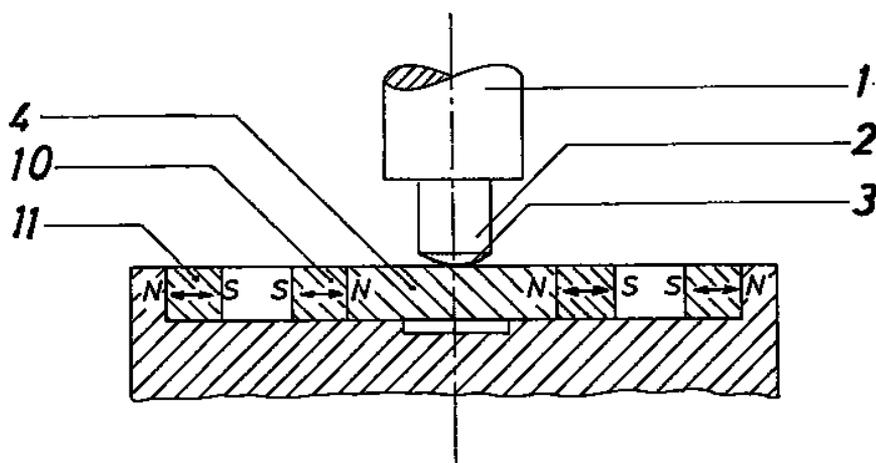


Fig.4