

51

Int. Cl.:

F 16 c

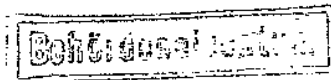
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 47 b, 39/06



10

11

Offenlegungsschrift 1 575 605

21

Aktenzeichen: P 15 75 605.5 (S 103416)

22

Anmeldetag: 26. April 1966

43

Offenlegungstag: 5. Februar 1970

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Magnetisches Lager, vorzugsweise Schwebelager, für stehende Wellen, insbesondere für die Läuferwelle eines Elektrizitätszählers

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Franck, Dr.-Ing. Siegfried, 8500 Nürnberg

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 31. 1. 1969

ORIGINAL INSPECTED

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE
Aktiengesellschaft

Erlangen, den 25. April 1966
Werner-von-Siemens-Strasse 50

PLA 66/1291

1575605

Magnetisches Lager, vorzugsweise Schwebelager,
für stehende Wellen, insbesondere für die Läufer-
welle eines Elektrizitätszählers

Die Erfindung bezieht sich auf eine Verbesserung der bekannten Magnetlager für stehende Wellen, insbesondere für stehende Läuferwellen von Elektrizitätszählern, die aus zwei übereinander angeordneten, mindestens teilweise aus Dauermagneten aufgebauten, sich mit Abstand gegenüberstehenden und damit den aktiven Luftspalt des Magnetlagers bildenden Magnetkörpern besteht, von denen der eine an der Läuferwelle angebracht und der andere feststehend angeordnet ist. Die Dauermagnete sind dabei so polarisiert, daß sich die beiden

909886/0766

- 1 -

Kau/Po

ORIGINAL INSPECTED

2

Magnetkörper gegenseitig anziehen oder gegenseitig abstoßen. Im ersteren Falle ist der untere der beiden Magnetkörper, im zweiten Falle der obere der beiden Magnetkörper an der Läuferwelle angebracht. Es sind Magnetlager bekannt, die als Schwebelager den Läufer in der Schwebe halten, und es sind Magnetlager bekannt, die das Läufergewicht nur teilweise kompensieren und dann als Entlastungslager bezeichnet werden.

Meistens besteht jeder der beiden Magnetkörper ganz aus einem z.B. scheibenförmigen oder zylindrischen Dauermagnet. Es sind aber auch Magnetkörper bekannt, die aus einem Dauermagnet und einer weichmagnetischen, topfförmigen Hüllkappe aufgebaut sind, derart, daß die Hüllkappe mit ihrem Topfboden an der dem aktiven Luftspalt abgekehrten Stirnseite des Dauermagneten anliegt und mit ihrem Topfrand dem aktiven Luftspalt zugekehrt ist. Die Hüllkappe verkürzt nicht nur den Eisenweg für den magnetischen Kraftfluß des Dauermagneten, sondern sie leitet den aus der Rückseite des Dauermagneten austretenden Kraftfluß ebenfalls zum aktiven Luftspalt hin, so daß die anziehende bzw. abstoßende Kraft zwischen den beiden Magnetkörpern noch vergrößert wird.

Die Form der Magnetkörper ist, wie schon angedeutet, in der Regel eine Rotationskörperform; sie ist beispielsweise zylindrisch oder scheibenförmig, mit oder ohne Mittelloch, und es sind auch hohlzylindrische Magnetkörper bekannt.

909886/0766

- 2 -

Ken/Po

BAD ORIGINAL

Unangenehm wirken sich bei solchen Magnetlagern mechanische und magnetische Unsymmetrien aus. Mechanische Unsymmetrien geben dem rotierenden Magneten neben der Umlaufbewegung eine exzentrische Bewegung, unter Umständen in verschiedenen Koordinatenrichtungen, die sich unerwünschterweise auf die Läuferwelle überträgt. Aber auch bei völliger mechanischer Symmetrie verläuft die umlaufende Bewegung zwar mechanisch reibungsfrei, aber nicht schwellfrei. An bestimmten, mehr oder weniger ausgeprägten Stellen des Umlaufes entstehen kleine Hemmstellen, sogenannte Schwellen oder Schwellstellen, zu deren Überwindung ein bestimmtes Drehmoment notwendig ist. Sie wirken sich so aus, daß der Läufer erst nach Erreichung des Schwellwertes bzw. des Schwelldrehmoments seine Drehung beginnt. Im Lauf selbst verursachen die Schwellen eine Beschleunigung und Verzögerung des Läufers in der Nähe der Schwellstellen. Man kann die Schwellstellen auch als Haltepunkte bezeichnen.

Die Schwellstellen beruhen auf unvermeidlichen Unebenheiten der einander zugekehrten Stirnflächen der Magnetkörper sowie unvermeidlichen Ungleichmäßigkeiten auch der Werkstoffzusammensetzung der Dauermagnete, die in der Regel im Preßverfahren hergestellt werden. Solche Ungleichmäßigkeiten können sich mitunter sogar so stark auswirken, daß sie sich als Haltepunkte äußern.

Die Erfindung lehrt eine einfache Lösung zur Ausschaltung dieser Mängel. Sie beruht auf der Erkenntnis, daß die beiden sich mit Abstand gegenüberstehenden Magnetkörper bei ihrer Relativbewegung zwar keine gegenseitige Reibung erfahren, aber eine der Reibung

909886/0766

BAD ORIGINAL

4

vergleichbare magnetische Wechselwirkung. Ebenso wie bei der Relativbewegung zweier aufeinanderliegender Scheiben das Reibungsmoment als Produkt aus Reibungskraft und Reibungsradius mit zunehmendem Radius ansteigt, steigt auch bei den Magnetkörpern eines magnetischen Schwebelagers, obwohl hier keine Reibung im eigentlichen Sinne entsteht, das Angriffsmoment mit dem Angriffsradius. Hiervon ausgehend beruht die Erfindung auf der weiteren Erkenntnis, daß sich ebenso wie bei der Reibung aufeinanderliegender Scheiben Ungleichmäßigkeiten der Stirnflächen um so stärker auswirken, je größer ihr Angriffsradius ist, in gleicher Weise auch bei den Magnetkörpern eines Schwebelagers Ungleichmäßigkeiten um so stärker auswirken, je größer der Angriffsradius ist. Die magnetischen Ungleichmäßigkeiten bzw. Störstellen sind außerdem nach der Wahrscheinlichkeit umso stärker ausgeprägt, je weniger die Flächen konzentriert sind; beispielsweise sind sie bei einem magnetischen Ring mit einer Ringoberfläche größer als bei einer magnetischen Scheibe mit kreisförmig geschlossener, konzentrierter Oberfläche. Von diesen Erkenntnissen ausgehend wird ein magnetisches Lager, vorzugsweise Schwebelager, für stehende Wellen, insbesondere für die Läuferwelle eines Elektrizitätszählers, das aus zwei übereinander angeordneten, sich mit Abstand gegenüberstehenden und damit den aktiven Luftspalt des Schwebelagers bildenden, mindestens teilweise aus Dauermagneten aufgebauten Magnetkörpern besteht, von denen der eine coaxial an der Läuferwelle angebracht und der andere feststehend angeordnet ist, erfindungsgemäß mit besonderen Mitteln versehen, durch die die zwischen den beiden Magnetkörpern wirksamen Magnetkräfte

909886/0766

- 4 -

BAD ORIGINAL

Keu/Po

5

gegenüber ihrer Verteilung, die sich ohne Anwendung solcher Mittel längs des Radius der Magnetkörper-Stirnseiten aufweisen würden, zur Längsachse der Magnetkörper hin verstärkt und zum Rande der Stirnseiten hin geschwächt werden.

Ein sehr einfaches besonderes Mittel dieser Art ist es, den einander zugekehrten Stirnflächen der Magnetkörper eine solche Form zu geben, daß der gegenseitige Abstand der beiden Magnetkörper am aktiven Luftspalt von der Achse der Läuferwelle zum Rande der Stirnflächen hin zunimmt. Hierzu kann beispielsweise die Stirnfläche mindestens eines der beiden Magnetkörper längs des Radius abgestuft ausgebildet werden. Das Gleiche kann auch dadurch erreicht werden, daß die Stirnfläche mindestens eines der beiden Magnetkörper konvex ausgebildet wird. Sind die beiden Magnetkörper so ausgebildet, daß jeder der beiden Magnetkörper aus einem zur Läuferachse koaxialen zylindrischen Dauermagnet und einer weichmagnetischen, topfförmigen Hüllkappe besteht, die mit ihrem Topfboden an der dem aktiven Luftspalt abgekehrten Stirnseite des Dauermagneten anliegt und mit ihrem Topf- bzw. Stirnrand dem aktiven Luftspalt zugekehrt ist, so kann das Gleiche aber auch dadurch erreicht werden, daß der gegenseitige Abstand der Hüllkappen größer ist als der gegenseitige Abstand der Dauermagnete. Gewünschtenfalls können auch mehrere der vorgenannten Möglichkeiten kombiniert angewendet werden.

In der Zeichnung sind einige Ausführungsbeispiele dargestellt.

In Fig. 1 ist zunächst zum Vergleich ein bekanntes magnetisches Schwebelager dargestellt. Dieses besteht aus den beiden Magnetkörpern 1 und 2, die sich in einem geringen Abstand gegenüberstehen und zwischen sich den aktiven Luftspalt 3 bilden. Jeder dieser beiden Magnetkörper besteht aus einem Dauermagnet in Scheibenform. Die dem Luftspalt 3 zugekehrte Stirnseite jedes Magnetkörpers ist mit einer Ringnut versehen, die aber auch fehlen kann. Der Magnetkörper 1 steckt am unteren Ende einer senkrechten Welle 4, beispielsweise der Läuferwelle eines Elektrizitätszählers. Der Magnetkörper 2 ist feststehend angeordnet. Zur Führung der Welle 4 ist ein Führungs- bzw. Halslager angedeutet zu sehen. Gemäß der eingezeichneten Polarität der beiden Magnetkörper stehen sich am aktiven Luftspalt gleichnamige Pole gegenüber, so daß sich die beiden Magnetkörper gegenseitig abstoßen. Der obere Magnetkörper 1 wird also von dem unteren, feststehenden Magnetkörper 2 nach oben hin weggedrängt, so daß er samt der Läuferwelle und mit den mit dieser fest verbundenen, nicht mitgezeichneten Teilen in der Schwebe gehalten wird.

Soll das in Fig. 1 dargestellte Schwebelager am oberen Ende einer Welle angebracht werden, so ist der Magnetkörper 1 feststehend und der Magnetkörper 2 an der Läuferwelle anzubringen; außerdem muß dann die Polarität so vorgesehen werden, daß sich die beiden Magnetkörper gegenseitig anziehen. Auch solche Anordnungen sind bekannt.

Zum Unterschied zu dem Schwebelager nach Fig. 1 zeigt Fig. 2

909886/0768

BAD ORIGINAL

7

als ein erstes Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ein magnetisches Schwebelager, dessen Magnetkörper 1 und 2 in der gleichen Weise wie in Fig. 1 angeordnet sind, aber mit dem Unterschied, daß die dem aktiven Luftspalt 3 zugekehrten Stirnseiten der beiden Magnetkörper 1 und 2 zu ihren Rande hin stufenförmig zurückweichen. Der gegenseitige Abstand der beiden Magnetkörper wird also mit zunehmendem Radius stufenförmig größer. Dies hat zur Folge, daß sich die zwischen den beiden Magnetkörpern im aktiven Luftspalt 3 wirksamen Magnetkräfte längs des Radius nicht mehr so verteilen, wie es bei der Ausbildung in Fig. 1 der Fall ist, sondern derart, daß die Magnetkräfte nunmehr zur Längsachse des Magnetkörpers hin verstärkt und zum Rande der Magnetkörper hin geschwächt werden. Die Magnetkräfte sind also hauptsächlich in der Mitte der Stirnseiten wirksam und weniger am Rande. Mit der Schwächung der Magnetkräfte am Rande aber wird erreicht, daß sich die eingangs angeführten Ungleichmäßigkeiten der Magnetkörper viel schwächer störend bemerkbar machen als im Falle der Anordnung nach Fig. 1, wo keine besonderen Mittel zur Verlagerung der Magnetkräfte zur Stirnflächenmitte hin vorgesehen sind.

Das Ausführungsbeispiel in Fig. 3 unterscheidet sich von dem in Fig. 2 dadurch, daß hier die beiden Stirnseiten der Magnetkörper 1 und 2 konvex sind, so daß auch hier der gegenseitige Abstand der beiden Magnetkörper mit zunehmendem Radius größer wird.

Bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 4 ist am unteren Ende einer Läuferwelle 4 eines Elektrizitätszählers ein magnetisches Schwebelager

909886/0766

- 7 -

ORIGINAL INSPECTED

Keu/Po

8

lager vorgesehen, bei dem wie in Fig. 1 bis 3 der obere Magnetkörper 1 an der Läuferwelle 4 angebracht und der untere Magnetkörper 2 feststehend angeordnet ist. Die beiden Magnetkörper haben eine konische Form, mit der Konusspitze zum aktiven Luftspalt 3 hin, wodurch eine Konzentrierung des Kraftflusses zum Luftspalt 3 hin in den Magnetkörpern erzielt wird. Außerdem aber sind auch hier wie in Fig. 3 die einander zugekehrten Stirnseiten der beiden Magnetkörper konvex ausgebildet.

In Fig. 5 ist als Beispiel ein magnetisches Entlastungslager, mit den Magnetkörpern 10 und 20 angegeben, die aber, wie aus ihrer eingezeichneten Polarität zu erkennen ist, sich gegenseitig anziehen. Auch bei den Magnetkörpern 10 und 20 sind die einander zugekehrten Stirnseiten konvex ausgebildet. Durch das magnetische Lager wird das effektive Gewicht des Läufers auf einen Bruchteil des normalen Gewichtes reduziert, so daß das Unterlager der Welle, z.B. ein Steinlager, nur gering beansprucht wird.

Bei dem Ausführungsbeispiel in Fig. 6 bestehen die beiden Magnetkörper 1 und 2 nicht nur aus je einem Dauermagnetkörper 11, sondern auch aus je einer den Dauermagnetkörper umschließenden, topfförmigen Hüllkappe 12 aus weichmagnetischem Stoff, z.B. aus Weich-eisen. Jede der Hüllkappen 12 liegt mit ihrem Topfboden an der dem Luftspalt 3 abgewandten Stirnseite des ihr zugeordneten Dauermagneten dicht an, und die Topf- bzw. Stirnränder der beiden Hüllkappen 12 sind einander zugekehrt. Solche Hüllkappen sind zwar, wie schon erwähnt, an sich bekannt; neu ist aber in Fig. 6, daß die

Stirnränder der Hüllkappen am Luftspalt 3 nicht bündig mit den Stirnflächen der Magnete 11 liegen, sondern gegenüber diesen etwas zurückweichen. Auch hiermit wird erreicht, daß der Abstand der einander zugekehrten Stirnseiten der beiden Magnetkörper mit zunehmendem Radius größer wird.

Bei den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 bis 6 weisen die beiden Magnetkörper 1 und 2 bzw. 10 und 20 durchweg die gleiche Form untereinander auf: beide Magnetkörper sind an der Stirnseite entweder abgestuft oder konvex ausgebildet. Zur Fertigungsvereinfachung weist dabei sogar auch der feststehende Magnetkörper ein Mittelloch auf, das unbenutzt bleibt oder allenfalls zum Anschrauben od.dgl. des Magnetkörpers dienen kann. An sich kann es aber in vielen Fällen auch schon genügen, wenn nur einer der beiden Magnetkörper stufenförmig bzw. konvex ausgebildet wird, da auch dann noch die Bedingung erfüllt wird, daß der gegenseitige Abstand der beiden Magnetkörper mit zunehmendem Radius größer wird. Die Magnetkörper können gewünschtenfalls auch aus einzelnen, z.B. sektorförmigen oder konzentrischen Stücken zusammengesetzt sein.

Als ein Ausführungsbeispiel für ein andersartiges besonderes Mittel eines magnetischen Lagers nach der Erfindung ist in Fig. 7 eine Ausbildung gezeigt, die weitgehend ähnlich der in Fig. 6 ist, aber mit dem Unterschied, daß hier nicht nur eine, sondern beide Hüllkappen feststehend angeordnet sind. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, befindet sich zwischen dem oberen Dauermagneten und seiner Hüllkappe ein

ORIGINAL INSPECTED

909886/0766

- 9 -

Keu/Po

10

Luftspalt. Außerdem unterscheidet sich die Ausbildung nach Fig. 7 von der in Fig. 6 dadurch, daß in Fig. 7 die Topf- bzw. Stirnränder der Hüllkappen bündig mit den Stirnseiten der Dauermagnete liegen. Der vorgenannte Luftspalt zwischen dem oberen Magnetkörper und seiner Hüllkappe kann zwar klein sein; in jedem Falle aber hat er eine Schwächung der Magnetkräfte an den Topf- bzw. Stirnrändern der Hüllkappen zur Folge, also auch hier wieder eine Schwächung der Magnetkräfte am Rande der Magnetkörper und eine Stärkung der Magnetkräfte zu ihrer Mitte hin. Auch hier wird also mit besonderen Mitteln erreicht, daß sich Ungleichmäßigkeiten der Magnetkörper an ihren dem aktiven Luftspalt zugekehrten Stirnseiten am Rande weniger störend bemerkbar machen als in der Mitte der Stirnseiten, denn da die Stirnränder beider Hüllkappen stillstehen, eine Relativbewegung zwischen ihnen nicht stattfindet, so können sich die Ungleichmäßigkeiten auch nicht bei einer Relativbewegung auswirken. Der äußere Luftspalt zwischen den Topfrändern ist hier gewissermaßen nach innen auf einen kleinen Radius gezogen, indem neben dem Luftspalt 3 ein zweiter Luftspalt 31 geschaffen wurde; der Luftspalt 3 sucht sich zu vergrößern, der Luftspalt 31 sich zu verkleinern, und in beiden Luftspalten wirken die Kräfte nach oben. Bei beiden Kräften ist nur der innere Magnetkörper an der Drehung beteiligt, so daß sich auch die magnetischen Ungleichmäßigkeiten in der Hauptsache nur am Magnetkörper mit seinem kleinen Radius auswirken.

In Weiterbildung des Beispiels in Fig. 7 ist in Fig. 8 der Luftspalt zwischen den beiden feststehenden Kappen 12 (Fig. 7) ganz

M

weggelassen, indem diese zu einer einzigen topfförmigen Kappe .
vereinigt sind, die mit einem Deckel geschlossen ist. Damit ist
das ganze Magnetlager nach außen magnetisch abgeschirmt und auch
gegen Schmutz usw. geschützt.

8 Figuren

8 Patentansprüche

12Patentansprüche:

1. Magnetisches Lager, vorzugsweise Schwebelager, für stehende Wellen, insbesondere für die Läuferwelle eines Elektrizitätszählers,

das aus zwei übereinander angeordneten, sich mit Abstand gegenüberstehenden und damit den aktiven Luftspalt des Schwebelagers bildenden, mindestens teilweise aus Dauermagneten aufgebauten Magnetkörpern besteht, von denen der eine koaxial an der Läuferwelle angebracht und der andere feststehend angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, daß es mit besonderen Mitteln versehen ist, durch die die zwischen den beiden Magnetkörpern wirksamen Magnetkräfte gegenüber ihrer Verteilung, die sie ohne Anwendung solcher Mittel längs des Radius der Magnetkörper-Stirnseiten aufweisen würden, zur Längsachse der Magnetkörper hin verstärkt und zum Rande der Stirnseiten hin geschwächt werden.

2. Lager nach Anspruch 1, gekennzeichnet, durch eine solche Form der einander zugekehrten Stirnseiten der Magnetkörper, daß der gegenseitige Abstand der beiden Magnetkörper am aktiven Luftspalt von der Achse der Läuferwelle zum Rande der Stirnflächen hin zunimmt.
3. Lager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnfläche mindestens eines der beiden Magnetkörper abgestuft ist.

B

4. Lager nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnfläche mindestens eines der beiden Magnete konvex ist.

5. Lager nach Anspruch 2 bis 4, wobei jeder der beiden Magnetkörper aus einem zur Läuferachse coaxialen zylindrischen Dauermagnet und einer weichmagnetischen, topfförmigen Hüllkappe besteht, die mit ihrem Topfboden an der dem aktiven Luftspalt abgekehrten Stirnseite des Dauermagneten anliegt und mit seinem Topf- bzw. Stirnrand dem aktiven Luftspalt zugekehrt ist,

dadurch gekennzeichnet, daß der gegenseitige Abstand der Hüllkappen größer ist als der gegenseitige Abstand der Dauermagnete.

6. Lager nach Anspruch 1 und 2, wobei jeder der beiden Magnetkörper aus einem zur Läuferachse coaxialen zylindrischen Dauermagnet und einer weichmagnetischen, topfförmigen Hüllkappe besteht, die den ihr zugeordneten Magnetkörper rückwärtig umgreift und mit ihrem Topf- bzw. Stirnrand dem aktiven Luftspalt zugekehrt ist,

dadurch gekennzeichnet, daß die Hüllkappe des an der Welle angebrachten Dauermagneten von diesem baulich getrennt und ebenfalls feststehend angeordnet ist (Fig. 7 und 8).

7. Lager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Topf- bzw. Stirnrand der Hüllkappe, die dem an der Läuferwelle angebrachten Dauermagnet zugeordnet ist, gegenüber der dem aktiven Luftspalt zugekehrten Stirnseite des Dauermagneten zurückweicht.

909886/0766

M

8. Lager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hüllkappe für beide Magnete aus einem einzigen feststehenden Topf ohne Zwischenluftspalte besteht, der mit einem Deckel geschlossen ist (Fig. 8).

47b 39-06 15 75 605 O.T: 5.2.1970

1575605

- 45 -

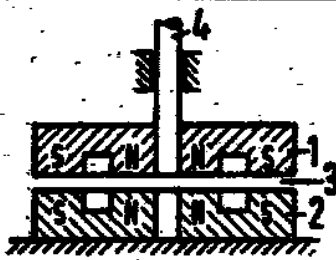


Fig. 1

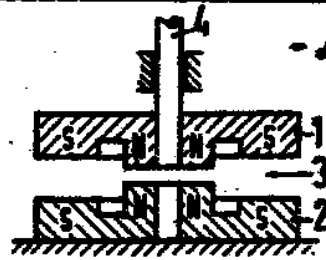


Fig. 2

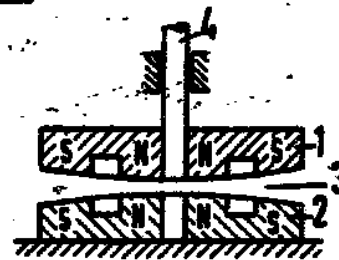


Fig. 3

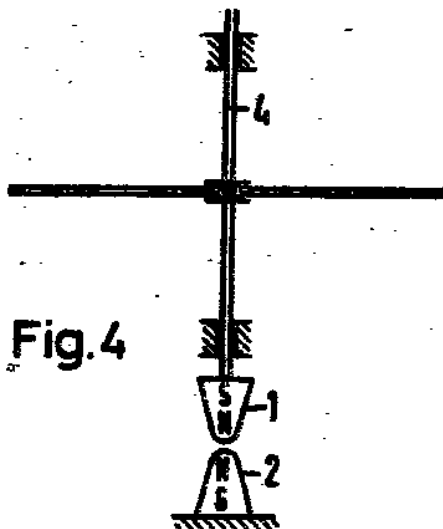


Fig. 4

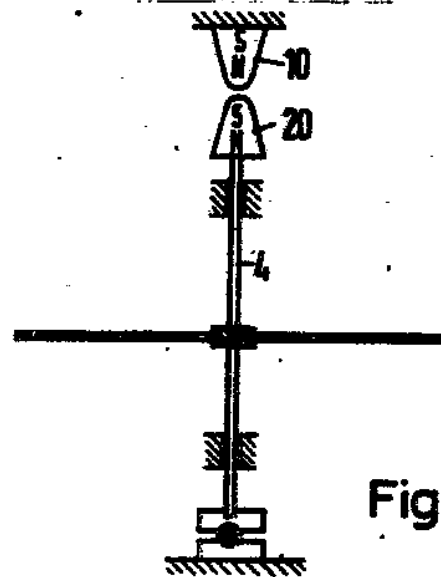


Fig. 5

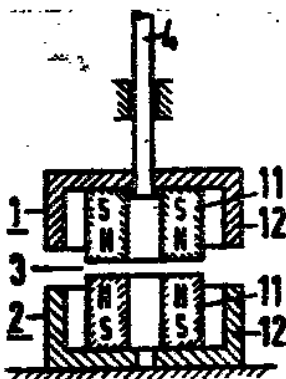


Fig. 6

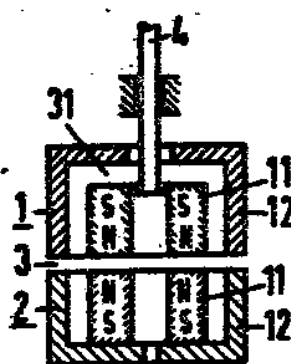


Fig. 7

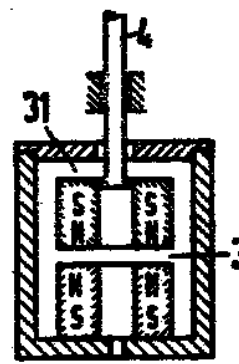


Fig. 8

909886/0766

P 103 416 XII / 47 b