(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 774 763 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.1997 Patentblatt 1997/21

(51) Int. Cl.[6]: **H01F 7/08**

(21) Anmeldenummer: **96118330.8**

(22) Anmeldetag: **15.11.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE IT LI SE

(30) Priorität: **18.11.1995 DE 19543141**

(71) Anmelder: **Schultz, Wolfgang E., Dipl.-Ing.**
D-87700 Memmingen (DE)

(72) Erfinder:
- **Oszlari, Lajos, Dipl.-Ing.**
  87763 Lautrach (DE)
- **Kleinert, Dieter, Dipl.-Ing.**
  87700 Memmingen (DE)
- **Hasel, Claus Peter, Dipl.-Ing.**
  87700 Memmingen (DE)
- **Müller, Robert, Dipl.-Ing.**
  87719 Mindelheim (DE)

(74) Vertreter: **Pfister, Helmut, Dipl.-Ing.**
Herrenstrasse 11
87700 Memmingen (DE)

(54) Elektromagnet mit beweglichem Bremskörper

(57) Für die Dämpfung der Bewegung eines Ankers in einem Elektromagneten wird vorgeschlagen, daß der Anker auf einen Bremskörper schlägt und so abgebremst wird. Der Bremskörper wird von einem Dämpfungsglied außerhalb der magnetischen Führung gebremst.

EP 0 774 763 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten, bestehend aus einer Magnetspule, die einen längs der Spulenachse beweglichen Anker aufnimmt, wobei eine Führung des magnetischen Feldes vorgesehen ist, und ein Dämpfungsglied die Bewegung des Ankers bremst.

Elektromagneten der eingangs beschriebenen Art werden für eine Vielzahl von Verwendungen eingesetzt. Zum Beispiel finden solche Magneten in Hydrauliksystemen zur Steuerung der Ventile oder als Stellmagnete usw. Verwendung. Die mechanische Belastung des Ankers bei den Schaltvorgängen ist enorm. Um den Anker schnell schalten zu können, um entsprechende Taktzeiten der Maschinen zu erreichen, ist die bewegte Masse des Ankers reduziert worden. Die Bewegung des Ankers ist in der Endlage des Ankers abzubremsen. Hierzu sind Dämpfeinrichtungen notwendig, die ein zu hartes Aufschlagen des Ankers an seiner Hubbegrenzung ausschließen. Das harte Aufschlagen des Ankers führt zu erhöhtem Verschleiß und damit zu kürzerer Lebensdauer. Es ist hierzu bekannt, die Dämpfungsglieder in einfacher Weise durch eine elastische Einrichtung, beispielsweise eine Ringscheibe, Feder oder dergleichen, auszubilden, die im Arbeitsluftspalt angeordnet sind. Der Arbeitsluftspalt ist hierbei der Raum zwischen Anker und Magnetkern, der bei der Strombeaufschlagung der Spule überwunden wird und somit die Ankerbewegung bewirkt.

Der Nachteil derartiger Dämpfungseinrichtungen besteht darin, daß sie notwendigerweise den Arbeitsluftspalt vergrößern. Ein größerer Arbeitsluftspalt reduziert die maximale Hubkraft. Bei längerem Gebrauch werden diese Dämpfungsmittel in ihren elastischen Eigenschaften schlechter. Die dauernde Beaufschlagung verringert zum Beispiel die Höhe des Dämpfungsmittels. Dennoch muß das Dämpfungsmittel noch ausreichend sein, um einerseits eine Dämpfung zu ergeben und um andererseits auszuschließen, daß der Anker unmittelbar auf der Hubbegrenzung aufschlägt. Durch die Anordnung des Dämpfungsmittels im Arbeitsluftspalt ist es nur schwer möglich, das Maximum der Magnetkraft-Hub-Kennlinie bei Hub = 0 auszunützen. Dieser Nachteil muß bei den bekannten Magneten durch höhere Stromstärken, also höheren Energieverbrauch, kompensiert werden.

Die vorliegende Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Dämpfung der Anker der eingangs beschriebenen Elektromagneten zu verbessern. Hierbei soll die Lebensdauer der Magnete erhöht werden, wobei gleichzeitig kurze Schaltzeiten der Elektromagneten realisiert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung aus von einem Elektromagneten wie eingangs beschrieben und schlägt vor, daß der Anker über einen Bremskörper auf das Dämpfungsglied wirkt und der Bremskörper und das Dämpfungsglied außerhalb des magnetischen Kreises vorgesehen sind.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es möglich, auf ein Dämpfungsglied im Arbeitsspalt zu verzichten. Daraus resultiert eine hohe Kraft, wenn der Arbeitsspalt zwischen Anker und Magnetkern gegen Null geht. Der magnetische Kreis ist u. a. gebildet durch einen magnetischen Kern, der die magnetischen Feldlinien in das Spuleninnere leitet, und einer z. B. zylinderartigen Umfassung der Spule. Ziel dieses magnetischen Kreises ist es, Magnetfeldlinien möglichst effizient in das Innere der Spule im Bereich des Luftspaltes zu führen, um dort eine hohe Dichte an Feldlinien zu erzeugen und somit die mögliche Zugkraft zu optimieren. Die Anordnung des Bremskörpers und des Dämpfungsgliedes außerhalb des magnetischen Kreises erlaubt es, für diese Elemente andere Materialien, zum Beispiel nicht magnetisierbare Materialien, zu verwenden. Auch ist es günstig, wenn die beiden Funktionsgruppen, Dämpfung der Ankerbewegung und magnetische Flußführung, voneinander getrennt sind, da damit beide Einzelkomponenten ideal aufeinander abgestimmt und optimiert werden können.

Des weiteren ist es günstig, wenn ein weiteres Dämpfungsglied zwischen dem Anker und dem Bremskörper vorgesehen ist. Dieses weitere Dämpfungsglied kann beispielsweise innerhalb des magnetischen Kreises angeordnet sein. Durch eine zwischengelegte Scheibe wird auch bereits ein Teil der Bewegungsenergie vernichtet.

Insbesondere ist es günstig, wenn die Masse des Ankers und die Masse des Bremskörpers annähernd gleich groß ist. Der abfallende Anker bzw. der unter der Wirkung einer Rückholfeder stehende Anker schlägt gegen einen beweglich angeordneten Bremskörper. Wenn dieser vorzugsweise die gleiche Masse besitzt wie der Anker selbst, wird aufgrund der Impuls- und Energieerhaltungssätze der Impuls vollständig übertragen, und der Anker bleibt stehen. Durch eine geeignete Wahl der Materialien von Anker und Bremskörper ist es möglich, Körper unterschiedlicher Voluminas aber gleicher Massen zu erzeugen. Wenn es passieren sollte, daß die beiden Massen des Ankers und des Mitnahmekörpers nicht exakt gleich sind, kommt der Anker nicht hinreichend zum Stillstand. Kleine Differenzen in den Massen können aber hingenommen werden, da die Differenzimpulse zunächst die Rückholfeder überwinden müßten.

Auch ist es günstig, wenn eine Rückstellfeder auf den Anker wirkt. Es ist möglich, daß im Elektromagneten nur eine einfache Anzugsbewegung realisiert wird, wenn die Spule beaufschlagt wird. Wenn der Strom ausgeschaltet ist, bewirkt die Feder ein Zurückziehen des Ankers in die gewünschte Ausgangslage. Hierzu ist vorgesehen, daß die Rückstellfeder zum Beispiel an einem Flansch des Ankers angreift.

Die Bewegung des Ankers kann aufgrund der Strombeaufschlagung der Magnetspule oder der Rückstellbewegung der Rückstellfeder erfolgt. Durch den erfindungsgemäßen Elektromagneten wird eine verschleißärmere Anordnung des Ankers realisiert. Der Verschleiß erfolgt aufgrund einer hohen Beschleuni-

gung, die auf den Anker wirkt. Eine solche Beschleunigung tritt zum Beispiel beim Anstoßen des Ankers an die Hubbegrenzung auf. Sowohl die Rückstellfeder als auch die Strombeaufschlagung der Spule bewirkt eine Beschleunigung des Ankers, die durch den erfindungsgemäßen Vorschlag gebremst wird.

Ferner ist es günstig, wenn eine Mehrzahl von Bremskörpern und Dämpfungsgliedern vorgesehen ist, um die Bewegungsenergie des Ankers zu übertragen bzw. aufzunehmen. Hierdurch wird eine variable Anpassung der Dämpfungseinrichtung erreicht.

Auch ist es günstig, wenn für den Bremskörper und das Dämpfungsglied eine Einstellvorrichtung vorgesehen ist. Durch eine Einstellvorrichtung ist es möglich, eine Feinabstimmung der Dämpfung zu erreichen. Letztendlich kann damit die Grundstellung des Ankers bestimmt werden. Durch die Einstellbarkeit ist es möglich, ein störendes Abprallen des Ankers zu vermeiden, was ansonsten zu Beeinträchtigungen der Lebensdauer des Magneten führen würde.

In der Zeichnung ist der erfindungsgemäße Elektromagnet in einem senkrechten Schnitt schematisch dargestellt.

Der Elektromagnet 1 besteht im wesentlichen aus einem Anker 2, der längs der Spulenachse 12 der Spule 10 beweglich ist. Die Spule weist hierzu einen Spulenkörper, zum Beispiel aus Kunststoff auf, der von einer schalenartigen Halterung 7 umgeben ist. Die Halterung 7 bildet auch einen Teil der magnetischen Führung des Magnetfeldes, das durch die Strombeaufschlagung der Spule erzeugt wird.

Der Anker 2 weist eine aus dem Elektromagneten 1 hervorragende Ankerstange 20 auf. Hierzu ist in dem Gehäuse 5 eine Öffnung 50 vorgesehen. Hier befindet sich auch eine Führung oder ein Lager 24 der Ankerstange 20. Des weiteren weist die Innenseite der Spule 10 eine Führung 25 für den Anker 2 auf.

Auf dem der Öffnung 50 gegenüberliegenden Ende der Spule 10 weist der Anker 2 einen Ankerflansch 21 auf, der nicht mehr in die Spule 10 hineinragt. An diesem Flansch 21 greift eine Rückstellfeder 23 an, die sich am anderen Ende an der Hülse 13 des Spulenkörpers in einer Nut 14 abstützt. Die Rückstellfeder 23 ist als konische Schraubenfeder oder dergleichen ausgebildet.

Die Wirkungsrichtung der Feder 23 ist der Wirkungsrichtung des mit Strom beaufschlagten Elektromagneten entgegengesetzt. Bei ausgeschaltetem Strom drückt die Rückstellfeder 23 den Anker nach rechts in die eingezogene Stellung. Bei Strombeaufschlagung wird die Ankerstange nach links ausgefahren, und der Luftspalt 3 (Arbeitsluftspalt) wird hierbei überbrückt und geschlossen. Dadurch wird eine hohe Anzugskraft des Elektromagneten erreicht.

Wenn nun der Strom durch die Spule 10 ausgeschaltet wird, entspannt sich auch die Rückstellfeder 23 wieder, und der Anker 2 wird nach rechts gegen die Bremsvorrichtung 4 beschleunigt. Damit der Anker 2 nicht vorzeitig verschleißt, ist eine Bremsvorrichtung 4 vorgesehen. Die Bremsvorrichtung 4 ist in einer eigenen Hülse 43 vorgesehen, die an dem der Öffnung 50 gegenüberliegenden Ende des Elektromagneten vorgesehen ist. Die Hülse 43 wird von dem Bolzen 42 abgeschlossen. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß die Bremsvorrichtung 4 außerhalb der Führung 11 des magnetischen Feldes angeordnet ist. Das bedeutet, daß die beiden Funktionsgruppen, magnetischer Kreis und die mechanische Dämpfung, separat voneinander optimiert werden können.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß der Anker 2 zunächst auf ein Dämpfungsglied 22 wirkt. Dieses Dämpfungsglied 22 nimmt bereits einen Teil der Bewegungsenergie des Ankers 2 auf, gibt aber zum anderen einen Teil dieser Energie auf den Bremskörper 41 weiter. Der Bremskörper 41 wird gegen das Dämpfungsglied 40 gedrückt und die verbliebene Bewegungsenergie durch Deformationsenergie vernichtet. Das Dämpfungsglied 40 stützt sich auf dem Bolzen 42 am Ende des Gehäuses 45 ab. Eine Einstellmutter 44 ermöglicht eine genaue Einstellung der Bremsvorrichtung 4 und bildet eine Einstellvorrichtung 46.

Es ist vorgeschlagen worden, daß die Masse des Bremskörpers 41 gleich ist der Masse des Ankers 2. Durch eine solche Ausgestaltung wird erreicht, daß der Impuls des Ankers 2 im idealen Fall direkt auf den Bremskörper 41 übertragen wird. Entsprechend der Impulserhaltung würde der Anker 2 somit stehenbleiben und nicht zurückprallen. Aber auch wenn diese idealen Bedingungen nicht erfüllt sind, insbesondere wenn die beiden Massen nicht genau gleich groß sind, ist mit keiner nennenswerten Prellwirkung zu rechnen, da hierzu die Steifigkeit der Feder 23 überwunden werden muß. Des weiteren wird zuvor in dem Dämpfungsglied 22 auch noch verbleibende Bewegungsenergie des Ankers 2 aufgenommen. Auch ist kein Rückimpuls des Bremskörpers 41 zu erwarten, da dieser nicht auf eine harte Aufschlagfläche trifft, von der er reflektiert wird, sondern seine Energie letztendlich in dem Dämpfungsglied 40 vernichtet. Durch eine solche Anordnung ist eine verschleißfreie Lagerung und Dämpfung des Ankers 2 realisiert.

Mit 6 ist ein Steckkontakt gezeigt, der aus mehreren Steckstiften 60 besteht und für die Stromversorgung der Spule 10 des Elektromagneten 1 dient.

Die durch die Bremsvorrichtung 4 vernichtete kinetische Energie kann sowohl von der Rückstellfeder 23 als auch von einer Anzugsbewegung des Ankers 2 über einen Luftspalt 3 herrühren. Die Aufgabe zur Dämpfung der Abfangsbewegung des Ankers 2 ist in beiden Fällen die gleiche.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung des Bremskörpers 41 und des Dämpfungsgliedes 40 außerhalb der magnetischen Führung 11, die zum Beispiel durch die Halterung 7, den Kern 8 im Bereich der Öffnung 50 und den Anker 2 gebildet ist, kann die Dämpfung unabhängig von den magnetischen Eigenschaften (Hubkraft usw.) optimiert werden. Diese Optimierung

kann durch entsprechende Dimensionierung des Bremskörpers (beispielsweise Masse) oder der Dicke des Dämpfungsgliedes erfolgen. Durch eine entsprechende Ausgestaltung dieser Elemente ist es auch möglich, die spezifischen Belastungen zu reduzieren. Hierzu können zum Beispiel große Querschnitte zwischen Bremskörper und Dämpfungsglied vorgesehen sein, die im Bereich der magnetischen Führung, beispielsweise in der Spule, nur unter Verlusten bei den magnetischen Eigenschaften erreicht werden können. Hierdurch wird die Wirtschaftlichkeit und die Lebensdauer des Elektromagneten erhöht. Der Bremskörper kann zum Beispiel aus unmagnetisierbarem Material bestehen.

Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind Versuche zur Formulierung ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

Die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Jedoch sind diese nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Merkmale, die bislang nur in der Beschreibung offenbart wurden, können im Laufe des Verfahrens als von erfindungswesentlicher Bedeutung, zum Beispiel zur Abgrenzung vom Stand der Technik beansprucht werden.

Patentansprüche

1. Elektromagnet, bestehend aus einer Magnetspule, die einen längs der Spulenachse beweglichen Anker aufnimmt, wobei eine Führung des magnetischen Feldes vorgesehen ist, und ein Dämpfungsglied die Bewegung des Ankers bremst, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Anker (2) über einen Bremskörper (41) auf das Dämpfungsglied (40) wirkt und der Bremskörper (41) und das Dämpfungsglied (40) außerhalb des magnetischen Kreises (11) vorgesehen ist.

2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein weiteres Dämpfungsglied (22) zwischen dem Anker (2) und dem Bremskörper (41) vorgesehen ist.

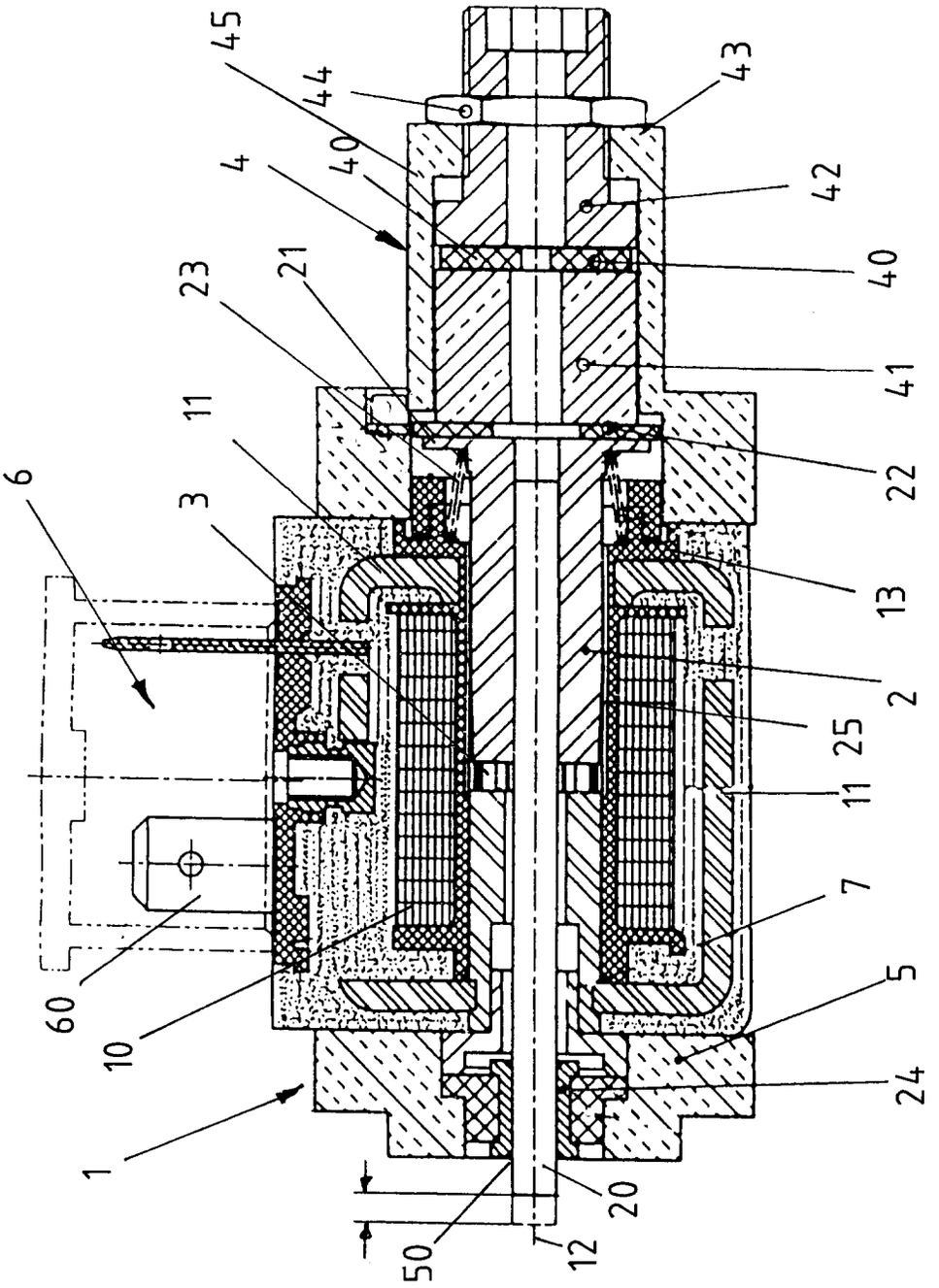
3. Elektromagnet nach einem oder beiden der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Masse des Ankers (2) und die Masse des Bremskörpers (41) annähernd gleich groß sind.

4. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Rückstellfeder (23) auf den Anker (2) wirkt.

5. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Bewegung des Ankers (2) aufgrund der Strombeaufschlagung der Magnetspule (10) oder der Rückstellkraft der Rückstellfeder (23).

6. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Mehrzahl von Bremskörpern (41) und Dämpfungsgliedern (40) vorgesehen ist, um die Bewegungsenergie des Ankers (2) zu übertragen bzw. aufzunehmen.

7. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Einstellvorrichtung (46) für das Dämpfungsglied (40) und den Bremskörper (41) vorgesehen ist.


45
44
43
4
40
42
40
23
21
41
11
22
6
3
13
2
25
11
7
5
60
10
24
1
20
50
12