

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 884 268 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int. Cl.⁶: B66C 1/04, B66C 1/06

(21) Anmeldenummer: 98109827.0

(22) Anmeldetag: 29.05.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Janzen, Klaus
44534 Lünen (DE)

(74) Vertreter:
Nunnenkamp, Jörg, Dr. et al
Andrejewski, Honke & Sozien
Patentanwälte
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)

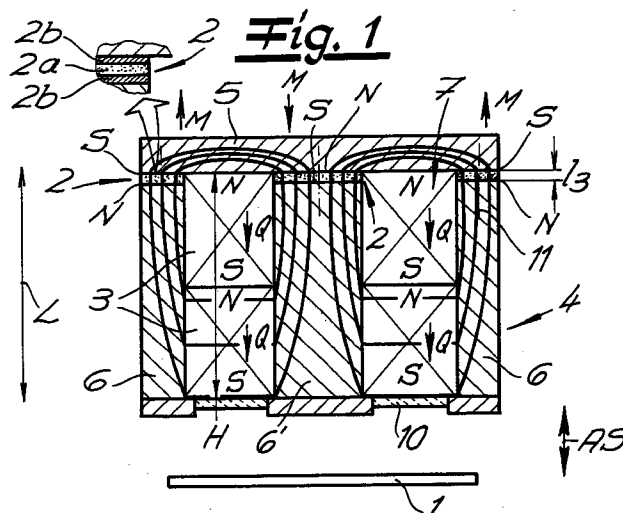
(30) Priorität: 11.06.1997 DE 19724634

(71) Anmelder: Neuhäuser GMBH + CO.
D-44532 Lünen (DE)

(54) Haltevorrichtung für den Transport von Fördergut

(57) Es handelt sich um eine Haltevorrichtung für den Transport von Fördergut, insbesondere zum Heben, Transportieren, Schindeln und Stapeln ferromagnetischer Förderteile (1), mit zumindest einem Permanentmagneten (2) zur Erzeugung eines Permanentmagnetfeldes, ferner zumindest einer elektrischen Magnetspule (3) zur Erzeugung eines Temporärmagnetfeldes und Kompensation des Permanentmagnetfeldes, und mit einem magnetisch leitenden Gehäuse (4). Der Permanentmagnet (2) ist in Richtung seiner kleinsten Abmessung (l_3) magnetisiert, wobei der Permanentmagnet (2) in Magnetisierungsrichtung (M) rück-

seitig mit einem Pol (N, S) an dem einen magnetischen Rückschluß bildenden Gehäuse (4) und frontseitig mit dem anderen Pol (S, N) in Richtung auf einen Arbeitsspalt (AS) gegenüber den Förderteilen (1) angeordnet ist. Das Gehäuse (4) weist im Querschnitt drei oder mehr auf einer Grundplatte (5) aufstehende Stege (6) mit jeweils kopfseitig im Bereich des Arbeitsspalt (AS) befestigten Permanentmagneten (2) auf. Zusätzlich sind zumindest zwei unabhängig voneinander beaufschlagbare Magnetspulen (3) in zumindest einem Stegzwischenraum (7) vorgesehen.



EP 0 884 268 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Haltevorrichtung für den Transport von Fördergut, insbesondere zum Heben, Transportieren, Schindeln und Stapeln ferromagnetischer Förderteile, mit zumindest einem Permanentmagneten zur Erzeugung eines Permanentmagnetfeldes, ferner zumindest einer elektrischen Magnetspule zur Erzeugung eines Temporärmagnetfeldes und Kompensation des Permanentmagnetfeldes, und mit einem magnetisch leitenden Gehäuse für den Permanentmagneten und die Magnetspule, wobei der Permanentmagnet üblicherweise in Richtung seiner kleinsten Abmessung magnetisiert ist, wobei ferner der Permanentmagnet in Magnetisierungsrichtung rückseitig mit einem Pol an dem einen magnetischen Rückschluß bildenden Gehäuse und frontseitig mit dem anderen Pol in Richtung auf einen Arbeitsspalt gegenüber den Förderteilen angeordnet ist, und wobei das Gehäuse im Querschnitt zwei oder mehr auf einer Grundplatte aufstehende Stege aufweist. Unter Arbeitsspalt ist im Rahmen der Erfindung regelmäßig ein solcher Spalt zu verstehen, dessen Spaltbreite so bemessen ist, daß hauptsächlich an dieser Stelle eine Verdrängung bzw. Kompensation des Permanentmagnetfeldes durch das Temporärmagnetfeld erfolgt. D.h., sämtliche für das Festhalten und Loslassen der Förderteile einzustellenden Magnetfeldänderungen sind idealerweise auf den Bereich des Arbeitsspaltbeschränkt. Die Stege sind im Querschnitt regelmäßig fingerartig ausgeführt.

Eine Haltevorrichtung der eingangs beschriebenen Art ist aus der deutschen Patentschrift 34 23 482 bekannt geworden.

Vorliegend ist ein einziger Permanentmagnet vorgesehen, welcher in einem magnetisch leitenden Eisenrückschluß zentral angeordnet ist. Zwischen diesem Permanentmagneten und dem Arbeitsspalt sind eine magnetisch leitende Kompensationsplatte mit magnetisch leitendem Steg und ein magnetisch leitender Mittelpol in dieser Reihenfolge angeordnet. Dies ist im Hinblick auf mögliche Streufelder nachteilig. Denn der Permanentmagnet ist nicht unmittelbar im Bereich des Arbeitsspaltbes, sondern hier gegenüber zurückversetzt angeordnet. Als Folge hiervon sind Verluste der Magnetfeldstärke unvermeidlich.

Hinzu kommt, daß lediglich eine elektrische Spule zwischen Kompensationsplatte und Mittelpol zur Kompensation bzw. zum Verdrängen des Magnetfeldes aus dem Bereich des Arbeitsspaltbes vorgesehen ist. D.h., diese eine Spule muß so ausgelegt sein, daß das Permanentmagnetfeld zuverlässig kompensiert wird. Eine Anpassung an unterschiedlich ausgebildete Förderteile gelingt hiermit nicht. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß durch die notwendige Auslegung der elektrischen Spule an die maximal auftretenden Haftkräfte zwischen Förderteil und Haltevorrichtung die erreichbare Schaltfrequenz regelmäßig negativ beeinflusst wird. Dies läßt sich darauf zurückführen, daß Spulen ausreichender

Magnetfeldstärke zur Erzeugung eines Gegenfeldes gleichzeitig eine große Induktivität (gemessen in Henry) aufweisen.

Nach der Lenz'schen Regel bewirken jedoch große Induktivitäten (früher Selbstinduktionskoeffizienten) eine Schwächung oder Verlangsamung des Anstieges eines Schaltstromes, so daß die Schaltfrequenz verringert wird. Dies ist insbesondere beim Transport von Fördergut mit den erforderlichen hohen Taktzeiten als nachteilig anzusehen.

Durch die österreichische Patentschrift 282 878 ist ein Lasthebemagnet zur Handhabung von ferromagnetischen Lasten mit einer Mehrzahl magnetischer Pole sowie den Polen zugeordneten Erregerwicklungen bekannt geworden, wobei der Lasthebemagnet einen inneren Gruppe erster Pole aufweisenden magnetischen Primärkreis mit mindestens einer ersten, unabhängig einschaltbaren Erregerwicklung aufweist. Zusätzlich ist ein von dem Primärkreis magnetisch isolierter magnetischer Zusatzpol vorgesehen, welchem mindestens eine zweite, unabhängig einschaltbare Erregerwicklung zugeordnet ist. Hierdurch soll insgesamt ein Lasthebemagnet geschaffen werden, mit dem es möglich ist, von einem Stapel ferromagnetischer Einzelbleche mit Sicherheit nur jeweils das oberste Blech abzuheben. Gleichzeitig soll gewährleistet sein, daß beim Weitertransport des abgehobenen Bleches eine ausreichend große Haftkraft auf das Einzelblech ausgeübt werden kann. Im Bedarfsfall sollen auch größere übliche ferromagnetische Lasten sicher transportiert werden können. - Probleme, die mit den erreichbaren Schaltfrequenzen zusammenhängen, werden nicht angesprochen. - Hier will die Erfindung insgesamt Abhilfe schaffen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Haltevorrichtung der eingangs beschriebenen Ausführungsform so weiter zu bilden, daß eine Anpassung an unterschiedliche Förderteile bei gleichzeitig hoher Schaltfrequenz und einfachem Aufbau ermöglicht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung bei einer gattungsgemäßen Haltevorrichtung vor, daß zumindest zwei unabhängig voneinander beaufschlagbare Magnetspulen in zumindest einem Stegzwischenraum sowie zumindest je ein Permanentmagnet in jedem Steg vorgesehen sind. - Die auf der Grundplatte aufstehenden Stege sind üblicherweise im Einbauzustand der Haltevorrichtung hängend angeordnet, so daß der oder die Permanentmagnete die darunter vorbeigeführten Förderteile gegen die Wirkung der Schwerkraft halten bzw. anziehen. Eine Kompensation des Permanentmagnetfeldes führt nun aufgrund der Schwerkraft zu einem Abfallen der Förderteile. Dabei ist die Magnetisierungsrichtung der Permanentmagneten so definiert, daß sie vom Nordpol (N) in Richtung auf den Südpol (S) weist. Im allgemeinen sind die Permanentmagnete jeweils fußseitig, kopfseitig oder in einer Position dazwischen in den Stegen angeordnet. Nach bevorzugter Ausführungsform können 3, 5, 7, 9, ...

Stege, d.h. $(2n+1)$ Stege, oder 2, 3, 4 ..., d.h. $(n+1)$ Stege, mit $n = 1, 2, 3, \dots$ mit jeweils Permanentmagneten verwickelt sein, wobei die Stege im Querschnitt jeweils paarweise gegenüberliegend im Vergleich zu einem zentralen Mittelsteg angeordnet sind. Im übrigen weisen die in Längserstreckung der Stege befestigten Permanentmagnete in der Regel - ausgehend vom Mittelsteg - jeweils wechselnde Magnetisierungsrichtungen auf, so daß die sich im Vergleich zum Mittelsteg paarweise gegenüberliegenden Stege jeweils Permanentmagnete mit gleicher Magnetisierungsrichtung besitzen. Im allgemeinen stehen die Stege in senkrechter Erstreckung auf der Grundplatte auf, wobei die Permanentmagnete in senkrechter Verlängerung der Stege so befestigt sind, daß deren jeweilige Magnetisierungsrichtung mit der Richtung der Stegerstreckung übereinstimmt. Folglich sind Magnetisierungsrichtung und Grundplatte senkrecht zueinander angeordnet.

Eine in fertigungstechnischer Hinsicht besonders einfache Ausführung ergibt sich für den Fall, daß die Stege im Vergleich zum Mittelsteg äquidistant angeordnet sind und gleichgroße Stegzwischenräume zwischen sich einschließen. Die Topologie der Haltevorrichtung ist hauptsächlich so gewählt, daß die Grundplatte kreisförmig ausgebildet ist und die Stege konzentrisch gegenüber dem zylindrischen Mittelsteg unter Bildung eines rotationssymmetrischen Haltetopfes mit ringkanalförmigen Stegzwischenräumen angeordnet sind. Alternativ hierzu besteht auch die Möglichkeit, die Grundplatte rechteckförmig auszuführen und die Stege in Längsrichtung spiegelsymmetrisch gegenüber dem I-förmigen Mittelsteg unter Bildung einer quaderförmigen Halteleiste mit längskanalartigen Stegzwischenräumen anzuordnen. Diese Halteleiste läßt sich problemlos an beispielsweise zu transportierende Blechplatten anpassen.

Durch die vorbeschriebenen Maßnahmen der Erfindung wird insgesamt nicht nur ein einfacher Aufbau ermöglicht, sondern es lassen sich darüber hinaus unterschiedliche Förderteile bei gleichzeitig hoher Schaltfrequenz heben, transportieren und stapeln. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, daß die zum Festhalten der Förderteile erforderliche Haftkraft durch die in Längserstreckung der Stege angeordneten Permanentmagnete aufgebracht wird. Streuverluste durch zwischengeschaltete Stege, Kompensationsplatten oder Mittelpole, wie nach dem Stand der Technik erforderlich, entfallen. Vielmehr sind die Permanentmagnete exakt dort positioniert, wo die Haftkraft eingeleitet wird. Als Folge hiervon kann zum anderen prinzipiell mit geringer dimensionierten Magnetspulen gearbeitet werden. Denn eventuelle Streuverluste der Permanentmagneten sind minimiert. Dementsprechend ist bei gleicher Haftkraft weniger magnetisches Material für die Permanentmagneten erforderlich oder führt die gleiche Menge an magnetischem Material wie beim Stand der Technik zu einer größeren Haftkraft.

Im übrigen gestattet die exponierte Lage der Per-

manentmagnete in den fingerartigen Stegen ein unkomplizierteres Kompensieren, so daß eine nochmals verringerte Auslegung der Magnetspulen hinsichtlich der mit ihnen erreichbaren Magnetfeldstärke möglich ist.

Insgesamt führt dies dazu, daß gleichzeitig nicht zu vermeidende Selbstinduktionseffekte in den Magnetspulen nicht mehr so stark zum Tragen kommen. Dies wirkt sich positiv auf erreichbare Schaltfrequenzen aus. Dabei wird regelmäßig so vorgegangen, daß die beiden Magnetspulen im Querschnitt in Richtung der Stegerstreckung mit ihren Wicklungen hintereinander oder übereinander angeordnet sind, wobei die jeweiligen Wicklungen den Mittelsteg konzentrisch in der Art von Kreisen, Ellipsen, abgerundeten Rechtecken od. dgl. umschließen. Im allgemeinen sind die beiden Magnetspulen auf der Grundplatte aufstehend angeordnet und weisen eine kombinierte Bauhöhe auf, welche im wesentlichen der Länge der Stege entspricht. Die mit den beiden Magnetspulen erzeugten Temporärmagnetfelder sind hauptsächlich dem Feld eines Stabmagneten mit - im Vergleich zur Magnetisierungsrichtung der Permanentmagnete - gleicher oder entgegengesetzter Magnetisierungsrichtung nachgebildet. Sofern die beiden Magnetspulen gleichsinnig beaufschlagt werden, erfolgt je nach Richtung des entstehenden Temporärmagnetfeldes eine (Über-) Kompensation oder Verstärkung des Permanentmagnetfeldes. Es ist aber auch möglich, die beiden Magnetspulen wechselweise zu beaufschlagen, wobei je nach Ausbildung des entstehenden Temporärmagnetfeldes eine Schwächung oder Unterstützung des Permanentmagnetfeldes erfolgt.

Die Permanentmagnete weisen bevorzugt eine Sandwichstruktur auf, wobei eine oder mehr Magnetwerkstoffplatten aus z.B. Neodym-Eisen-Bor zwischen zwei Polleisten eingebettet ist bzw. sind. Es ist aber auch möglich, eine oder mehrere Magnetwerkstoffplatten direkt zwischen einzelnen Stegbestandteilen oder der Grundplatte und den Stegen anzuordnen. Außerdem können die Stege zum alternativen Transport nichtferromagnetischer Förderteile, z.B. Aluplatten, Saugbohrungen zur Erzeugung eines Unterdruckes und zum Ansaugen der Förderteile besitzen. Selbstverständlich sind in diesem Zusammenhang auch Saugglocken kopfseitig der Stege denkbar.

Durch Zuschaltung einer oder mehrerer Magnetspulen läßt sich eine Einschaltdauer (ED) nach DIN von ca. 100% erreichen. Insgesamt können mehrere Förderteile gestapelt oder geschindelt werden.

Die beiden Magnetspulen lassen folglich nicht nur eine Kompensation des Permanentmagnetfeldes zu, sondern es kann gleichsam auf der einen Seite Überkompensation, d.h. Abstoßung, der Förderteile erfolgen. Auf der anderen Seite kann das Temporärmagnetfeld so ausgebildet sein, daß das Permanentmagnetfeld verstärkt wird. Dies empfiehlt sich besonders für den Fall, daß einzelne Förderteile in Stapeln mittels der Haltevorrichtung festgehalten werden

sollen. D.h., hierdurch ist ein Zu- und Wegstapeln möglich. Zwischen diesen beiden Extremen sind natürlich jedwede Zwischenstufungen denkbar. Diese lassen sich dadurch erreichen, daß die beiden oder mehrere Magnetspulen wechselweise beaufschlagt werden. Dies geschieht in der Regel in der Weise, daß die in Nachbarschaft der Permanentmagnete bzw. in der Nähe des Arbeitsspalt angeordnete Magnetspule beispielsweise einen abstoßenden Effekt erzeugt, während die im Bereich der Grundplatte angeordnete Magnetspule (permanent-)feldunterstützend wirkt. Gleichzeitig ist es denkbar, durch Ausnutzung der Feldverstärkung der letztgenannten Magnetspule ein Stapeln oder Schindeln zu erreichen. Jedenfalls ermöglicht die unabhängige Beaufschlagung der beiden oder mehrerer Magnetspulen eine optimale Anpassung an die zu transportierenden Förderteile. Unabhängig davon kann auch eine Spule mit mehreren Drähten nebeneinander gewickelt werden, um die zumindest zwei unabhängig voneinander zu beaufschlagenden Magnetspulen zu realisieren. Selbstverständlich ist auch eine Über- oder Ineinanderanordnung der Drähte denkbar.

Je nach Gewicht und erforderlicher Haftkraft werden eine oder auch beide Spulen (oder mehrere Spulen) zugeschaltet, wobei bei Beaufschlagung nur einer Spule auf der einen Seite hohe Schaltfrequenzen erzeugt werden können. Auf der anderen Seite lassen sich mehrere Förderteile problemlos stapelnd festhalten und lösen, und zwar indem die zweite (oder weitere) Spulen zugeschaltet wird. Immer ist eine je nach Einsatzzweck adäquate Auslegung der Abschwächungs- oder Verstärkungskräfte wie der erreichbaren Schaltfrequenzen möglich. Außerdem werden durch die verringerten Selbstinduktionseffekte Belastungen der Magnetspulen vermieden, sind darüber hinaus hohe Leistungen zu deren Ansteuerung nicht erforderlich. Dementsprechend ist mit Ausfällen der Magnetspulen nicht zu rechnen. - Hierin sind die wesentlichen Vorteile zu sehen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert; es zeigen

- Fig. 1 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Haltevorrichtung mit eingezeichneten Feldlinien für das Szenario Feldabschwächung,
- Fig. 2 zeigt den Gegenstand nach Fig. 1 unter Berücksichtigung des Szenarios Feldunterstützung,
- Fig. 3 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform nach Fig. 1 und 2 mit einem Permanentmagneten, und
- Fig. 4 zeigt eine Ansicht in Richtung des Pfeiles A in Fig. 1.

In den Figuren ist eine Haltevorrichtung für den Transport von Fördergut, insbesondere zum Heben, Transportieren, Stapeln und Schindeln ferromagnetischer Förderteile 1 gezeigt. Diese weist in ihrem grundsätzlichen Aufbau zumindest einen Permanentmagneten 2 zur Erzeugung eines Permanentmagnetfeldes, ferner zumindest eine elektrische Magnetspule 3 zur Erzeugung eines Temporärmagnetfeldes und Kompensation des Permanentmagnetfeldes und ein magnetisch leitendes Gehäuse 4 auf. Nach dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 sind drei Permanentmagnete 2 vorgesehen. In Fig. 3 ist ein Permanentmagnet 2 verwirklicht. In Fig. 2 ist eine Ausführungsform (gestrichelt) dargestellt, wonach fünf Permanentmagnete 2 vorgesehen sind.

Die Permanentmagnete 2 sind jeweils in Richtung ihrer kleinsten Abmessung l_3 magnetisiert und in Magnetisierungsrichtung M rückseitig mit einem Pol an dem einen magnetischen Rückschluß bildenden Gehäuse 4 und frontseitig mit dem anderen Pol in Richtung auf einen Arbeitsspalt AS gegenüber den Förderteilen 1 angeordnet. Die Magnetisierungsrichtung M ist ebenso wie der Arbeitsspalt AS durch einen Pfeil angedeutet. Die Richtung der Magnetisierung ist (wie üblich) so definiert, daß die Pfeilrichtung vom Nordpol (N) zum Südpol (S) zeigt. Die Permanentmagnete 2 besitzen eine Länge l_1 , eine Breite l_2 und eine Höhe (oder Stärke) l_3 (kleinste Abmessung). Nach den Ausführungsbeispielen sind zwei elektrische Magnetspulen 3 vorgesehen. Selbstverständlich können an dieser Stelle auch drei oder mehr Magnetspulen 3 verwirklicht sein.

Das Gehäuse 4 für die Permanentmagnete 2 und die Magnetspulen 3 besitzt ausweislich der Fig. 1 drei auf einer Grundplatte 5 aufstehende - im Querschnitt fingerartige - Stege 6 mit den Permanentmagneten 2. Die Permanentmagnete 2 können fußseitig, kopfseitig oder in Längserstreckung der Stege 6 angeordnet sein. Zusätzlich sind die zumindest zwei bereits angesprochenen Magnetspulen 3 vorgesehen, welche unabhängig voneinander beaufschlagbar sind. Weiter findet sich zumindest ein Stegzwischenraum 7 zur Aufnahme der Magnetspulen 3. Nach dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 sind zwei oder drei Stege 6 (vgl. Fig. 4 unten und oben) mit jeweils Permanentmagneten 2 vorgesehen, welche im Querschnitt jeweils paarweise gegenüberliegend im Vergleich zu einem zentralen Mittelsteg 6' angeordnet sind. Nach Fig. 2 finden sich drei oder fünf Stege 6 (vgl. Fig. 4 unten und oben) mit jeweils Permanentmagneten 2, welche im Querschnitt jeweils paarweise gegenüberliegend im Vergleich zu dem zentralen Mittelsteg 6' angeordnet sind.

Die Anzahl der Stege 6 kann auch noch größer sein und jeweils eine Zahl annehmen entsprechend der Vorschrift: $(n+1)$ Stege 6 mit $n = 1, 2, 3, \dots$ oder $(2n+1)$ Stege 6 mit $n = 1, 2, 3, \dots$

Die in Längserstreckung der Stege 6 befestigten Permanentmagnete 2 weisen - ausgehend vom Mittelsteg 6' - jeweils wechselnde Magnetisierungsrichtungen

M auf. Auf diese Weise besitzen die im Vergleich zum Mittelsteg 6' jeweils paarweise gegenüberliegenden Stege 6 bzw. der im Querschnitt als ein Paar erscheinende eine Steg 6 jeweils Permanentmagnete 2 mit gleicher Magnetisierungsrichtung M. Dies läßt sich insbesondere anhand der Fig. 2 erkennen. Das heißt, es werden ausweislich der Schnittdarstellung in Fig. 2 jeweils Paare an Permanentmagneten 2 mit gleicher Magnetisierungsrichtung M gebildet, die sich jeweils - im Vergleich zum Mittelsteg 6' - gegenüberliegen. Wenn man vom Mittelsteg 6' nach links oder rechts in Fig. 2 fortgeht, wechselt jeweils die Magnetisierungsrichtung M der Permanentmagnete 2 in der angegebenen Weise.

Die Stege 6 stehen in senkrechter Erstreckung auf der Grundplatte 5 auf, wobei die Permanentmagnete 2 in senkrechter Verlängerung der Stege 6 so befestigt sind, daß deren jeweilige Magnetisierungsrichtung M mit der Richtung der Stegerstreckung übereinstimmt. Folglich ist auch die Magnetisierungsrichtung M der Permanentmagnete 2 senkrecht im Vergleich zur Grundplatte 5 ausgerichtet. Es sollte betont werden, daß es sich bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Haltevorrichtung um eine sogenannte hängende Ausführung handelt und die Permanentmagnete 2 grundsätzlich in jeder beliebigen Position im Vergleich zu den Stegen 6 angeordnet sein können. D.h., die gezeigte Haltevorrichtung wird hängend an einem Gestell, einem Zahnriemen od. dgl. befestigt und zieht mittels der Permanentmagneten 2 durch den Arbeitspalt AS bewegte Förderteile 1 an. Diese werden so lange festgehalten, bis mit Hilfe der Magnetspulen 3 eine Kompensation des Permanentmagnetfeldes erfolgt, so daß dieses Permanentmagnetfeld gleichsam aus dem Arbeitsspalt AS herausgedrängt wird und die Förderteile 1 herunterfallen.

Die Stege 6 sind im Vergleich zum Mittelsteg 6' äquidistant angeordnet und schließen zwischen sich gleichgroße Stegzwischenräume 7 ein. In der Regel ist die Grundplatte 5 kreisförmig ausgebildet (vgl. Fig. 4 unten) und die Stege 6 sind konzentrisch gegenüber dem zylindrischen Mittelsteg 6' unter Bildung eines rotationssymmetrischen Haltetopfes mit ringkanalförmigen Stegzwischenräumen 7 angeordnet. Die Grundplatte 5 kann aber auch rechteckförmig ausgebildet sein (vgl. Fig. 4 oben), wobei die Stege 6 in Längsrichtung spiegelsymmetrisch gegenüber dem in diesem Falle I-förmigen Mittelsteg 6' unter Bildung einer quaderförmigen Halteleiste mit längskanalartigen Stegzwischenräumen 7 angeordnet sind. Diese Halteleiste läßt sich hinsichtlich ihrer geometrischen Abmessungen problemlos an zu befördernde Platten, Kästen usw. anpassen.

Die beiden oder mehrere Magnetspulen 3 nach dem Ausführungsbeispiel sind im Querschnitt in Richtung der Stegerstreckung mit ihren Wicklungen 8 hintereinander oder übereinander oder auch ineinander in den Stegzwischenräumen 7 angeordnet, wobei die jeweiligen Wicklungen 8 den Mittelsteg 6' konzentrisch

in der Art von Kreisen, Ellipsen oder abgerundeten Rechtecken umschließen. Dies ist insbesondere anhand der Fig. 4 oben und unten zu erkennen, wo einzelne Wicklungen 8 schematisch dargestellt sind.

Bei dem in Fig. 4 unten gezeigten rotationssymmetrischen Haltetopf ist ein zylindrischer Mittelsteg 6' vorgesehen, wobei die jeweiligen Wicklungen 8 diesen Mittelsteg konzentrisch in der Art von Kreisen umschließen. Vorliegend ist lediglich ein Stegzwischenraum 7 verwirklicht. Nach dem in Fig. 4 oben dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Stegzwischenräume 7 vorgesehen. Hier ist der Mittelsteg 6' I-förmig ausgeführt und die Wicklungen 8 umschließen diesen Mittelsteg 6' in der Art von Ellipsen oder abgerundeten Rechtecken.

Die Magnetspulen 3 können hinsichtlich ihrer Geometrie und Windungszahl gleich oder unterschiedlich ausgebildet sein. Es kommt jedoch darauf an, daß sie immer unabhängig voneinander mit elektrischer Leistung beaufschlagt werden. Ihre Anordnung kann so gewählt sein, daß sie übereinander oder hintereinander platziert sind. Eine Hintereinanderanordnung ist dergestalt denkbar, daß beide Magnetspulen 3 einen gemeinsamen Spulenkörper und Kern für die Wicklungen 8 aufweisen. Unter Übereinanderanordnung ist im Rahmen der Erfindung eine Ausführung zu verstehen, bei der zunächst eine Spule auf einen Spulenkörper mit Kern gewickelt wird und im Anschluß hieran die zweite Spule auf die erste Spule. Auf diese Weise lassen sich je nach Bedarf und unabhängig voneinander unterschiedlichste Temporärmagnetfelder erzeugen, und zwar je nach Beaufschlagung einer, beider oder mehrerer Magnetspulen 3. Selbstverständlich liegt es im Rahmen der Erfindung drei oder auch mehr Magnetspulen 3 zu verwenden, wenn dies erforderlich erscheint.

Nach dem Ausführungsbeispiel sind die beiden Magnetspulen 3 auf der Grundplatte 5 aufstehend angeordnet und weisen eine kombinierte Bauhöhe H auf, welche im wesentlichen der Länge L der Stege 6 entspricht. Dies machen die Fig. 1 und 2 unmittelbar deutlich. Die mit den beiden Magnetspulen 3 erzeugten Temporärmagnetfelder sind dem Feld eines Stabmagneten mit - im Vergleich zur Magnetisierungsrichtung M der Permanentmagnete 2 - gleicher oder entgegengesetzter Magnetisierungsrichtung Q nachgebildet. Dies ergibt sich anhand der Fig. 1 und 2, in welchen der Ersatz-Stabmagnet durch entsprechende Bezeichnung der entstehenden Pole (N = Nordpol; S = Südpol) angedeutet ist. In diesen Figuren ist auch die hierzu korrespondierende Magnetisierungsrichtung Q eingezeichnet, welche im Vergleich zur Magnetisierungsrichtung M der Permanentmagnete eine gleiche oder entgegengesetzte Richtung aufweist.

Bei gleichsinniger Beaufschlagung der beiden Magnetspulen 3 erfolgt je nach Richtung des entstehenden Temporärmagnetfeldes eine (Über-) Kompensation oder Verstärkung des Permanentmagnetfeldes. Die beiden Magnetspulen 3 lassen sich jedoch auch wechselweise beaufschlagen, wobei je nach Ausbildung des

entstehenden Temporärmagnetfeldes eine Schwächung oder Unterstützung des Permanentmagnetfeldes erfolgt. Diese einzelnen Szenarien sind in Fig. 1 für den Fall Feldabschwächung bzw. Kompensation und in Fig. 2 für die Alternative Feldunterstützung bzw. -verstärkung gezeigt. Hierauf wird im folgenden noch eingegangen.

Die Permanentmagnete 2 weisen eine Sandwichstruktur auf, wobei eine Magnetwerkstoffplatte 2a aus z.B. Neodym-Eisen-Bor zwischen zwei Polleisten 2b eingebettet ist. Die gesamte Sandwichstruktur und folglich der Permanentmagnet 2 kann je nach Bedarf an das Gehäuse 5 angeschraubt werden. Auf diese Weise lassen sich die Permanentmagnete 2 vorfertigen. In Fig. 2 ist angedeutet, daß die Stege 6 zum alternativen Transport nichtferromagnetischer Förderteile 1, z.B. Aluplatten, Saugbohrungen 9 zur Erzeugung eines Unterdruckes und zum Ansaugen der Förderteile 1 aufweisen können. Auf diese Weise läßt sich die erfindungsgemäße Haltevorrichtung für den Alu-Transport in Vakuumkombianlagen einsetzen. Dadurch, daß das von den Permanentmagneten 2 erzeugte Permanentmagnetfeld vollständig mittels der Magnetspulen 3 kompensiert werden kann, werden zuverlässig Wirbelströme im transportierten Aluminium vermieden. Erwärmungen bzw. Erhitzungen des Aluminiums treten ebenso wenig wie Wirbelstromverluste auf.

In der Fig. 1 sind die Feldlinien des Permanentmagnetfeldes (fett) und des Temporärmagnetfeldes (normale Strichstärke) dargestellt. Die Beaufschlagung der beiden Magnetspulen 3 ist so gewählt, daß insgesamt eine Abschwächung des Permanentmagnetfeldes zu beobachten ist. In diesem Fall wird ein ursprünglich festgehaltenes Förderteil 1 losgelassen. In der Fig. 2 ist das Szenario dargestellt, wonach eine Unterstützung bzw. Verstärkung des Permanentmagnetfeldes erfolgt. Dies bietet sich für den Fall an, daß nicht nur ein Förderteil 1, sondern beispielsweise ein Stapel von Förderteilen 1 festgehalten werden soll. Selbstverständlich sind auch Abstufungen zwischen den beiden dargestellten Extremen in der Weise möglich, daß nur einzelne Magnetspulen 3 beaufschlagt werden. In diesem Fall ist mit geringen Induktivitäten zu rechnen, so daß hohe Schaltfrequenzen erreicht werden. Eine zuverlässige Kompensation des Permanentmagnetfeldes läßt sich erreichen, wenn beide Magnetspulen 3 mit elektrischer Leistung angesteuert werden. Insgesamt wird bei geringem Energieaufwand für die Magnetspulen 3 - wenn gewünscht - eine extrem hohe Schaltfähigkeit ebenso erreicht, wie eine dauerhafte Kompensation (bis zu 100% ED) des Permanentmagnetfeldes beispielsweise beim Transport von AluFörderteilen 1.

In konstruktionsmäßiger Hinsicht sei darauf hingewiesen, daß es sich bei dem Gehäuse 4 bzw. der Grundplatte 5 sowie den Stegen 6 insgesamt um ein einfach herzustellendes Flachstahl-Schweißgehäuse handelt. Die Magnetspulen 3 sind gegenüber dem Arbeitsspalt AS durch einen Spulenverguß 10 abge-

ichtet. Die Permanentmagnete 2 werden mittels Schrauben 11 in den Stegen 6 gehalten. Der Gesamtwiderstand beider Magnetspulen 3 (Reihenschaltung) beträgt ca. 50 Ohm. Die Magnetspulen 3 weisen jeweils ca. 1000 Windungen 8 eines Drahtes mit 0,5 mm²-Querschnitt auf. Bei einer angelegten Spannung von 100 Volt stellt sich ein Strom von ca. 2 Ampere ein. Hieraus resultiert eine Stromdichte von in etwa 4 Ampere/mm². Die erreichbare magnetische Feldstärke (Formelzeichen H) beträgt ca. 2000 Ampere/m (berechnet für einen Solenoid nach der Formel $H=n I/L$ mit n = Anzahl der Spulenwindungen; L = Länge der Spule und I = Stromstärke). Es lassen sich Schaltfrequenzen von mehr als 120 Schaltungen/min. erreichen, wobei die Umschaltzeit kleiner als ca. 250 msec. ist. Die Breite des Gehäuses 4 beträgt 100 mm, wobei bei einer quaderförmigen Halteleiste in der Regel zwei Baulängen, nämlich 250 mm und 500 mm, verfolgt werden. Die angegebene Schaltfrequenz läßt sich bei einer Einschaltdauer nach DIN von ca. 40% (von 10 min.) und Einsatz einer Magnetspule 3 erreichen. Bei Zuschaltung der weiteren Magnetspule 3 wird eine Kompensationszeit bzw. Einschaltdauer (ED) von ca. 100% erzielt. Dabei bezieht sich die Prozentangabe auf eine laut DIN vorgegebene Zeit von 10 min., welche ohne Durchbrennen der Magnetspulen 3 absolviert werden muß.

Patentansprüche

1. Haltevorrichtung für den Transport von Fördergut, insbesondere zum Heben, Transportieren und Stapeln ferromagnetischer Förderteile (1), mit zumindest einem Permanentmagneten (2) zur Erzeugung eines Permanentmagnetfeldes, ferner zumindest einer elektrischen Magnetspule (3) zur Erzeugung eines Temporärmagnetfeldes und Kompensation des Permanentmagnetfeldes, und mit einem magnetisch leitenden Gehäuse (4), wobei der Permanentmagnet (2) in Magnetisierungsrichtung (M) rückseitig mit einem Pol (N, S) an dem einen magnetischen Rückschluß bildenden Gehäuse (4) und frontseitig mit dem anderen Pol (S, N) in Richtung auf einen Arbeitsspalt (AS) gegenüber den Förderteilen (1) angeordnet ist, und wobei das Gehäuse (4) im Querschnitt zwei oder mehr auf einer Grundplatte (5) aufstehende Stege (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest zwei unabhängig voneinander beaufschlagbare Magnetspulen (3) in zumindest einem Stegzwischenraum (7) sowie zumindest je ein Permanentmagnet (2) in jedem Steg (6) vorgesehen sind.
2. Haltevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (2) jeweils fußseitig, kopfseitig oder in einer Position dazwischen im Steg (6) angeordnet sind.
3. Haltevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, daß $(2n+1)$ oder $(n+1)$ Stege (6) mit $n = 1, 2, 3, \dots$ mit jeweils Permanentmagneten (2) vorgesehen sind, welche im Querschnitt jeweils paarweise gegen-überliegend im Vergleich zu einem zentralen Mittelsteg (6') angeordnet sind.

4. Haltevorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die in Längserstreckung der Stege (6) befestigten Permanentmagnete (2) - ausgehend vom Mittelsteg (6') - jeweils wechselnde Magnetisierungsrichtungen (M) aufweisen.

5. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (6) in senkrechter Erstreckung auf der Grundplatte (5) aufstehen, und daß die Permanentmagnete (2) in senkrechter Verlängerung der Stege (6) so befestigt sind, daß deren jeweilige Magnetisierungsrichtung (M) mit der Richtung der Stegerstreckung übereinstimmt.

6. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (6) im Vergleich zum Mittelsteg (6') äquidistant angeordnet sind und gleichgroße Stegzwischenräume (7) zwischen sich einschließen.

7. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundplatte (5) kreisförmig ausgebildet ist und die Stege (6) konzentrisch gegenüber dem zylindrischen Mittelsteg (6') unter Bildung eines rotationssymmetrischen Haltetopfes mit ringkanalförmigen Stegzwischenräumen (7) angeordnet sind.

8. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundplatte (5) rechteckförmig ausgebildet ist und die Stege (6) in Längsrichtung spiegelsymmetrisch gegenüber dem I-förmigen Mittelsteg unter Bildung einer quaderförmigen Halteleiste mit längskanalartigen Stegzwischenräumen (7) angeordnet sind.

9. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (6) zum Transport nichtferromagnetischer Förderteile (1), z.B. Aluplatten, Saugbohrungen (9) zur Erzeugung eines Unterdruckes und zum Ansaugen der Förderteile (1) aufweisen.

10. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Magnetspulen (3) im Querschnitt in Richtung der Stegerstreckung mit ihren Wicklungen (8) hintereinander oder übereinander im Stegzwischenraum (7) angeordnet sind, wobei die jeweiligen Wicklungen (8) den Mittelsteg (6') konzentrisch in der Art von Kreisen, Ellipsen, abgerundeten Rechtecken od.

dgl. umschließen.

11. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Magnetspulen (3) auf der Grundplatte (5) aufstehend angeordnet sind und eine kombinierte Bauhöhe (H) aufweisen, welche im wesentlichen der Länge (L) der Stege (6) entspricht.

12. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den beiden Magnetspulen (3) erzeugten Temporärmagnetfelder dem Feld eines Stabmagneten mit - im Vergleich zur Magnetisierungsrichtung (M) der Permanentmagnete (2) - gleicher oder entgegengesetzter Magnetisierungsrichtung (Q) nachgebildet sind.

13. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Magnetspulen (3) gleichsinnig beaufschlagt werden, wobei je nach Richtung des entstehenden Temporärmagnetfeldes eine (Über-)Kompensation oder Verstärkung des Permanentmagnetfeldes erfolgt.

14. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Magnetspulen (3) wechselweise beaufschlagt werden, wobei je nach Ausbildung des entstehenden Temporärmagnetfeldes eine Schwächung oder Unterstützung des Permanentmagnetfeldes erfolgt.

15. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (2) eine Sandwichstruktur aufweisen, wobei eine oder mehrere Magnetwerkstoffplatten (2a) aus z.B. Neodym-Eisen-Bor zwischen zwei Polleisten (2b) eingebettet ist.

16. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß durch Zuschaltung einer oder mehrerer Magnetspulen (3) eine Einschaltdauer (ED) von ca. 100% erreicht wird.

17. Haltevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Förderteile (1) gestapelt oder geschindelt werden können.

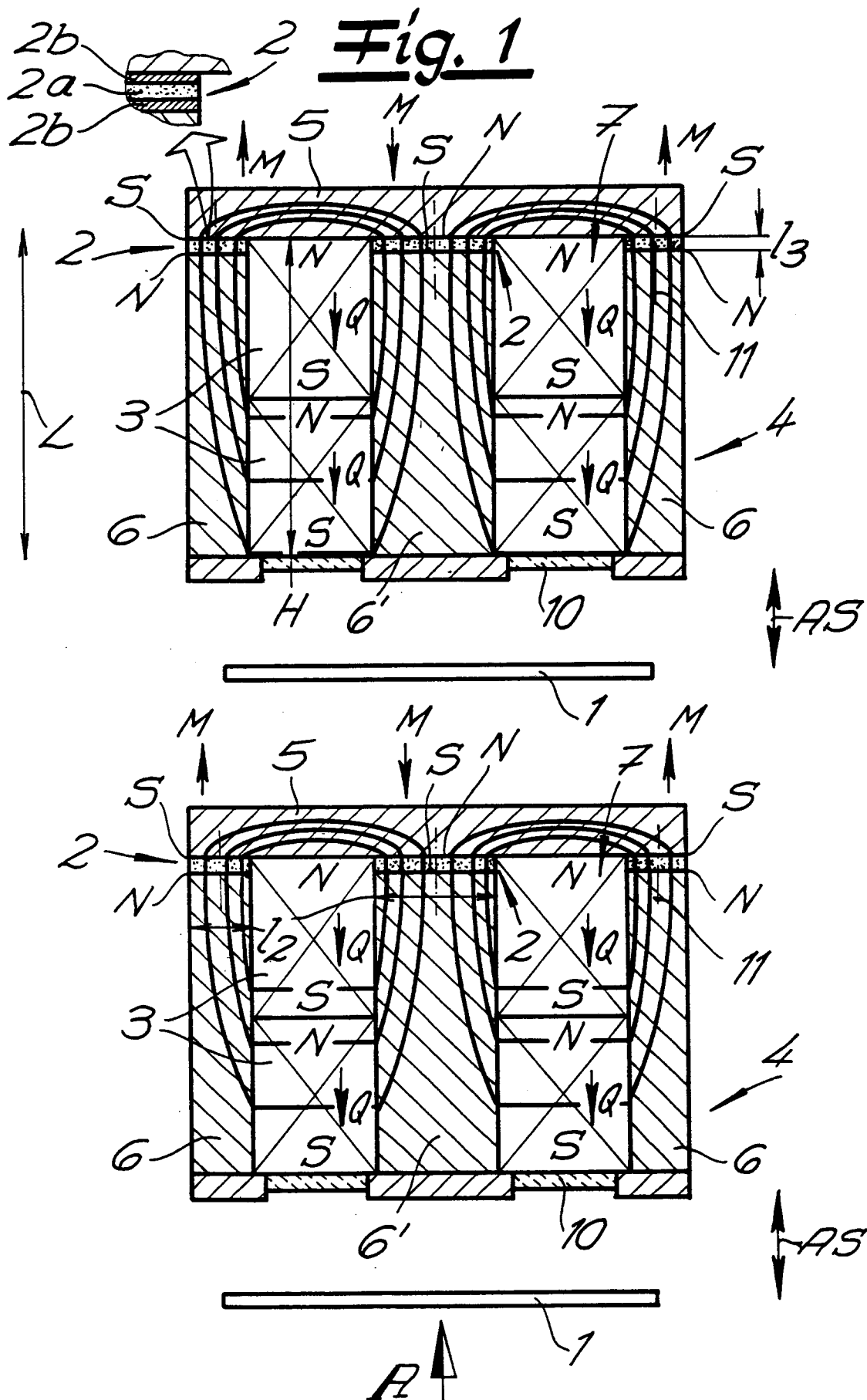


Fig. 2

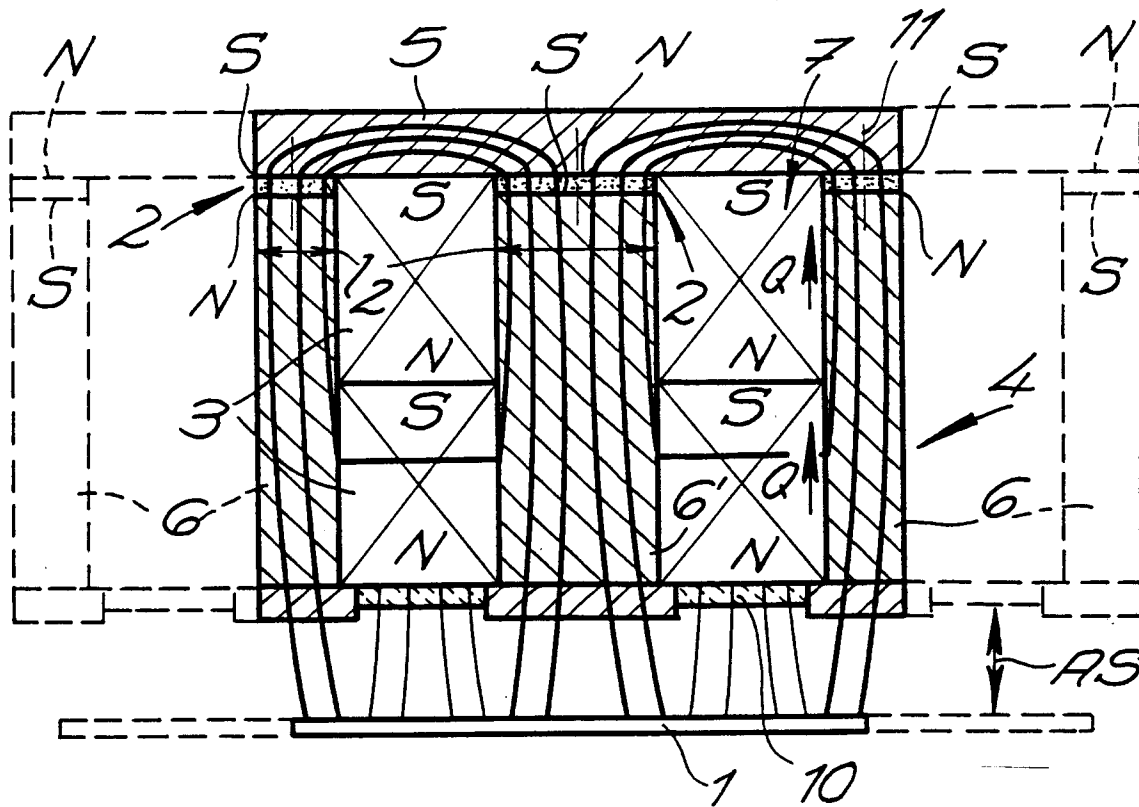
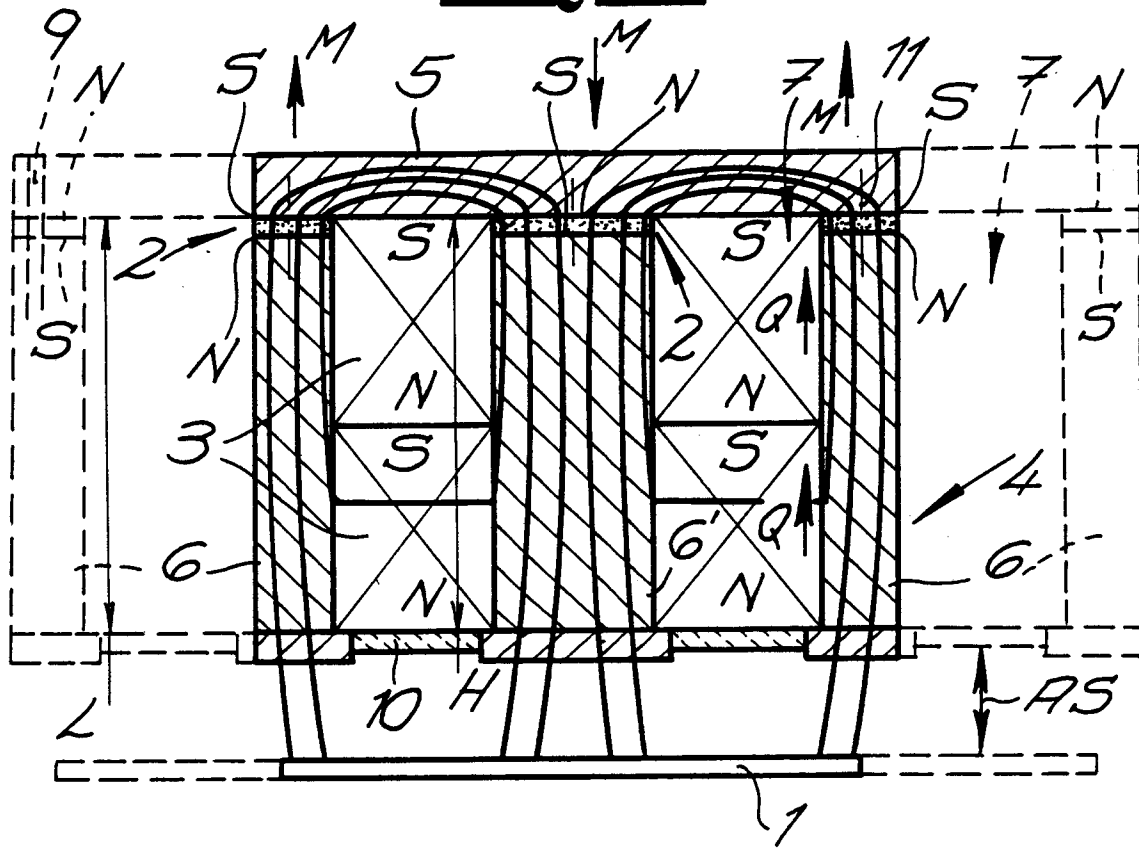


Fig. 3

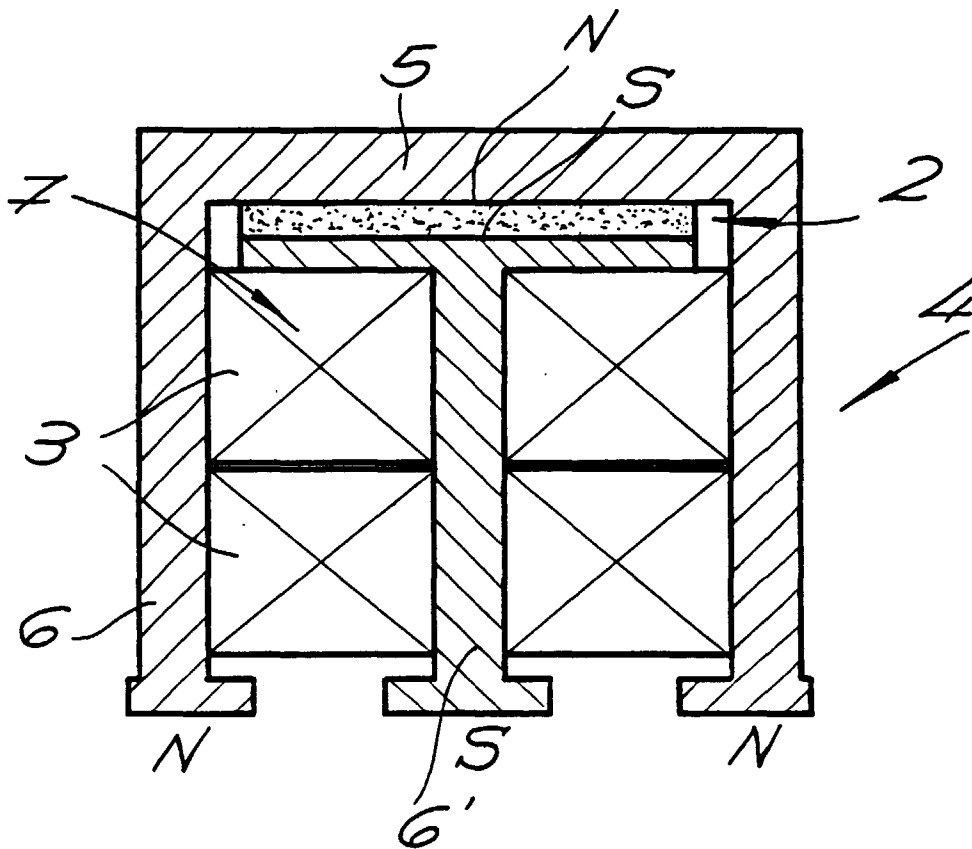


Fig. 4

