



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 695 648 A5**

(51) Int. Cl.: **H02K 41/02** (2006.01)
H02K 9/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 01594/01

(73) Inhaber:
ETEL SA, rue de la Gare 13
2112 Môtiers NE (CH)

(22) Anmeldedatum: 29.08.2001

(72) Erfinder:
Nicolas Wavre, 2015 Areuse (FR)
Emmanuel Dominé, 2014 Bôle (CH)
Christophe Besson, 25300 Pontarlier (FR)
Frak Krauchi, 1400 Yverdon (CH)
Michel Napoli, 2114 Fleurier (CH)
Stéphane Pellegrini, 25160 Montperreux (FR)

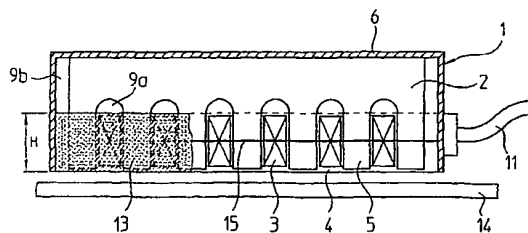
(24) Patent erteilt: 14.07.2006

(74) Vertreter:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA, 7, rue des Sors
2074 Marin-Epagnier (CH)

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.07.2006

(54) **Elektromotor mit Kühlung.**

(57) Es wird ein Elektromotor, vorzugsweise ein Linearmotor, mit einer Kühlung beschrieben, die auf einfache aber wirkungsvolle Weise die Abfuhr von Wärme aus dem Primärteil (1) des Elektromotors erlaubt. Dazu werden der Eisenkern (2) und die Spulen (3) so mit einer die Spulen (3) und deren elektrische Zuleitungen (15) stabilisierenden Vergussmasse (13) umgeben, dass in den Lücken (4) des Eisenkerns (2) Kanäle (9a) entstehen. Ein Kühlmedium, vorzugsweise Luft, fließt von einem ersten Durchströmungsraum (7) durch die Kanäle (9a) in einen zweiten Durchströmungsraum (8). Durch den direkten Kontakt mit dem Eisenkern (2), der Vergussmasse (13) und gegebenenfalls mit unvergossenen Bereichen der Spulen (3) wird eine effektive Kühlung erzielt, weitestgehend ohne auf die Stabilitätsvorteile eines vergossenen Primärteils zu verzichten.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektromotor mit Kühlung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung lässt sich für rotatorische Motoren und besonders vorteilhaft für Linearmotoren einsetzen.

[0002] Ein Linearmotor bietet für viele Anwendungen, in denen letztlich lineare Bewegungen ausgeführt werden müssen, als Direktantrieb entscheidende Vorteile gegenüber einem herkömmlichen rotatorischen Antrieb. Da keine mechanischen Elemente wie beispielsweise Kugelspindeln oder Zahnriemen zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine Linearbewegung benötigt werden, ist die mögliche Verfahrgeschwindigkeit und die Positioniergenauigkeit eines solchen Direktantriebes nicht unnötig beschränkt. Geschwindigkeit und Kraft können dabei über einen weiten Bereich geregelt werden, Probleme mit Umkehrspiel treten bei der Positionierung nicht auf. Auch bei sehr schnellen und häufigen Richtungswechseln tritt bei linearen Direktantrieben vergleichsweise wenig Verschleiss auf, so dass die Lebensdauer im Vergleich zu rotatorischen Antrieben steigt und dabei die Positioniergenauigkeit mit der Betriebszeit nicht abnimmt.

[0003] Diese Eigenschaften lassen Linearmotoren z.B. für Pick-and-Place-Applikationen interessant erscheinen. Hier müssen beispielsweise einzelne elektronische Schaltungen (Chips) einer zersägten Siliziumscheibe (Wafer) aufgenommen und in ein Gehäuse eingesetzt werden. Da die Chips sehr klein sind, können etliche zehntausend Chips auf einem Wafer üblicher Grösse Platz finden. Ein Greifarm muss also einerseits sehr schnell arbeiten können (mehrere Chips pro Sekunde) und andererseits sehr exakt positioniert werden, um die Chips beim Aufnehmen nicht zu beschädigen und mit der zur Weiterverarbeitung nötigen Genauigkeit positionieren zu können.

[0004] In den Spulen des Primärteils eines Elektromotors entsteht Abwärme, die die Betriebstemperatur ansteigen lässt. Da zu hohe Temperaturen zu einer Zerstörung des Motors führen, kann auf eine Kühlung oft nicht verzichtet werden.

[0005] In der EP 793 870 B1 ist ein Synchronmotor (linear oder rotatorisch) mit Kühlung beschrieben, dessen Primärteil in den Lücken eines Eisenkerns neben den Spulen auch Kühlrohre enthält, die von einem Kühlmedium durchströmt werden, um Wärme aus dem Motor abzuführen. Primärteile dieser Art werden üblicherweise mit einem Kunstharz vergossen, um einen sicheren Halt der Spulen, der Zuleitungen zu den Spulen und der Kühlrohre zu gewährleisten. Der Einsatz von Kühlschlangen bedeutet einen zusätzlichen Aufwand und erhöht damit die Kosten eines Linearmotors beträchtlich.

[0006] In der US 4 839 545 erkennt man beispielweise in Fig. 8 einen Eisenkern, dessen Bleche separate Kühlkanäle aufweisen. Diese Kühlkanäle können jedoch durch Kunstharz blockiert werden, wenn sie nahe an den Spulen liegen (um eine gute Kühlung zu gewährleisten). Um die Spulen vollständig zu vergiessen, muss zunächst Kunstharz über die eigentlich gewünschte Füllhöhe hinaus eingebracht werden, da sich im weiteren Verarbeitungsprozess das Kunstharz zusammenzieht. Dabei können Reste des Kunstharzes in den Kühlkanälen verbleiben und diese blockieren.

[0007] Es wurde bereits vorgeschlagen, auf den Verguss des Primärteils zu verzichten, um eine einfache Kühlung zu erzielen. So wird in der US 5 751 077 ein Primärteil eines Linearmotors in einem abgedichteten Gehäuse beschrieben, dessen Spulen in direktem Kontakt mit einem Kühlmedium stehen, da vollständig auf einen Verguss verzichtet wird. Das Gehäuse des Primärteils bildet zusammen mit dem Eisenkern zwei Durchströmungsräume, zwischen denen das Kühlmedium an den Spulen vorbei strömt und so für deren Kühlung sorgt. Durch den Verzicht auf den Verguss und damit auf eine Fixierung der Spulen und insbesondere der elektrischen Zuleitungen zu den Spulen ist aber wegen den in einem solchen Linearmotor auf die elektrischen Leitungen wirkenden Kräfte keine stabile Anordnung gegeben.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Elektromotor mit einer Kühlung für das Primärteil anzugeben, die eine effektive Wärmeabfuhr erlaubt, einfach zu realisieren ist und dennoch eine ausreichende Stabilität des Primärteils gewährleistet.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Merkmalen, die in den von Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen aufgeführt sind.

[0010] Es wird nunmehr vorgeschlagen, im Primärteil eines Elektromotors den Spulen tragenden Eisenkern mit Zähnen und Lücken in seinem Gehäuse nur teilweise zu vergiessen. Dabei bleibt wenigstens ein Bereich der Lücken des Eisenkerns unvergossen. Diese unvergossenen Bereiche der Lücken bilden Kanäle und verbinden Durchströmungsräume beiderseits des Eisenkerns. Ein Kühlmedium kann so von einem ersten Durchströmungsraum durch die unvergossenen Bereiche in einen zweiten Durchströmungsraum strömen, und dabei durch den direkten Kontakt mit dem Eisenkern und der möglichst gut wärmeleitenden Vergussmasse Wärme abführen. Es ist sogar möglich, die Vergussmasse so einzubringen, dass auch ein Teil der Spulen in direkten Kontakt mit dem Kühlmedium kommt, wodurch eine besonders gute Wärmeabfuhr erzielt wird.

[0011] Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen anhand der Figuren. Dabei zeigt

- Fig. 1 eine Seitenansicht des Linearmotors
- Fig. 2 eine Draufsicht eines Primärteiles
- Fig. 3 eine vorteilhafte Ausbildung einer Lücke
- Fig. 4 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform

[0012] Fig. 1 zeigt einen Linearmotor mit Primärteil 1 und Sekundärteil 14. Das Sekundärteil 14 kann beispielsweise aus einem Träger mit aufgereihten Permanentmagneten bestehen. Das Primärteil 1 besteht aus einem Gehäuse 6 mit einem Eisenkern 2, der auf der dem Sekundärteil 14 zugewandten Seite Zähne 5 und Lücken 4 aufweist. Der Eisenkern 2 besteht üblicherweise aus gestanzten und geschichteten Blechteilen, um Wirbelstromverluste im Eisenkern 2 zu vermeiden. In den Lücken 4 befinden sich Spulen 3, die bei geeigneter Bestromung für die zum Vorschub des Linearmotors nötigen Magnetfelder erzeugen. Über einen elektrischen Anschluss 11 am Gehäuse 6 werden die Spulen 4 des Primärteils 1 mit Strom versorgt. Innerhalb des Gehäuses 6 sind daher elektrische Zuleitungen 15 zwischen dem elektrischen Anschluss 11 und den einzelnen Spulen 3 verlegt. Die Spulen 3 sind in der beschriebenen bevorzugten Ausführungsform vorgefertigte Spulen, die über die Zähne 5 geschoben werden und dabei die Lücken 4 teilweise ausfüllen. Wie in der eingangs erwähnten Schrift EP 0 793 870 B1 dargelegt, ist es vorteilhaft, wenn jede Spule 3 jeweils nur einen Zahn 5 umwickelt. Insbesondere wird die Umwicklung nur jedes zweiten Zahnes 5, wie in Fig. 2 dargestellt, bevorzugt. Die im Folgenden beschriebene Kühlung für einen Linearmotor lässt sich aber auch für andere Wicklungsarten einsetzen, wenn eine Spule 3 mehrere Zähne 5 umwickelt, und die Spulen 3 sich zum Teil überlappen.

[0013] Durch die Ohm'schen Verluste in den Spulen 3 entsteht Abwärme, die das Primärteil 1 erwärmt. Steigt die Temperatur im Primärteil zu stark an, droht eine Zerstörung des Motors, da dann die Isolation zwischen den einzelnen Wicklungsdrähten der Spulen 3 beschädigt werden kann (typischerweise ab etwa 130°C). Die Erwärmung des Motors begrenzt also den maximalen Strom und damit die maximale Motorkraft und Beschleunigung.

[0014] Neben der Abfuhr der Wärme besteht ein weiteres Problem in der geeigneten Fixierung der Spulen 3 und deren elektrischen Zuleitungen 15. Da auf stromdurchflossene Leiter in Magnetfeldern Kräfte wirken, sind diese einer erheblichen mechanischen Belastung ausgesetzt. Erlaubt die Konstruktion des Primärteils 1 eine Bewegung der Spulen 3 oder ihrer elektrischen Zuleitungen 15, können Schäden (Kabelbruch, Kurzschluss) durch Abnutzung entstehen. Es leidet ausserdem die Qualität der Motorsteuerung, da die dem Motor vorgegebenen Ströme nicht nur in einen (gewünschten) Vorschub umgesetzt werden, sondern auch (ungewünschte) Bewegungen innerhalb des Primärteils auftreten. Diese Probleme bestehen insbesondere für die elektrischen Zuleitungen 15 zu den Spulen 3.

[0015] Um die beschriebenen Probleme zu lösen, wird nun vorgeschlagen, das Primärteil 1 teilweise mit einer Vergussmasse 13 zu versehen. Üblicherweise kommen hier Kunstharze mit einer guten Wärmeleitfähigkeit bei hoher elektrischer Durchschlagfestigkeit zum Einsatz.

[0016] Die Spulen 3 füllen die Lücken 4 zwischen den Zähnen 5 nicht vollständig aus, sondern lassen beispielsweise wie in der anhand der Fig. 1 und 2 beschriebenen bevorzugten Ausführungsform noch einen Teil der Lücke 4 an deren dem Sekundärteil 14 abgewandten Ende frei. Die Vergussmasse 13 wird dabei bis zu einer Höhe H von der dem Sekundärteil 14 zugewandten Seite des Primärteils 1 gefüllt, so dass die Spulen 3 und deren elektrische Zuleitungen 15 vollständig bedeckt und damit fixiert sind. Die Höhe H wird jedoch so gewählt, dass in den Lücken 4 Kanäle 9a dort entstehen, wo das Volumen der Lücke 4 nicht durch eine Spule 3 belegt ist.

[0017] Wie in Fig. 2 zu erkennen ist, verbinden die Kanäle 9a einen ersten Durchströmungsraum 7 mit einem zweiten Durchströmungsraum 8, die ansonsten durch den Eisenkern 2 voneinander getrennt sind. Je nach Ausführung können auch seitliche Kanäle 9b entstehen, wenn der Eisenkern 2 das Gehäuse 6 nicht in seiner ganzen Länge ausfüllt.

[0018] Presst man nun ein geeignetes Kühlmedium über einen oder mehrere Anschlüsse 10a in den ersten Durchströmungsraum 7, so wird dieses Kühlmedium durch die Kanäle 9a, b in den zweiten Durchströmungsraum 8 fließen und diesen durch einen oder mehrere Anschlüsse 10b wieder verlassen. Dabei findet ein Wärmeaustausch mit allen berührten Flächen statt, also im beschriebenen Beispiel mit dem Eisenkern 2 und der Vergussmasse 13. So wird eine gute Kühlung des Primärteils 1 erzielt, ohne dass im Vergleich mit einem ungekühlten Linearmotor zusätzliche Kühlschlangen notwendig wären. Die Spulen 3 und deren elektrische Zuleitungen 15 sind dabei durch die Vergussmasse 13 fixiert.

[0019] Die Anschlüsse 10a, b können am Gehäuse 6 beliebig und damit für die jeweilige Applikation optimiert angeordnet werden. So ist es möglich, die Anschlüsse 10a, b wie gezeichnet seitlich des Gehäuses 6 anzuordnen, aber auch eine Zufuhr oder Abfuhr des Kühlmediums durch einen oder mehrere Anschlüsse 10a, b durch die Oberseite des Gehäuses 6 ist denkbar. Im Inneren des Gehäuses 6 sind jeweils keine Änderungen nötig, da auf eigene Kühlschlangen verzichtet wird.

[0020] Da wie erwähnt die Fixierung der Spulen 13 selbst weniger wichtig ist als die Fixierung der elektrischen Zuleitungen 15, kann man auch die Vergusshöhe H reduzieren. Dies hat zur Folge, dass ein Teil der Spulen 3 nicht mehr vergossen ist und somit in direktem Kontakt mit dem Kühlmedium steht: Die freiliegenden Bereiche der Spulen 3 in beiden Durchströmungsräumen 7, 8 und die Flächen der Spulen 3, die zusammen mit dem Eisenkern 2 die Kanäle 9a bilden. Wählt man wie beschrieben eine geringere Vergusshöhe H, so dass Teile der Spulen 3 freiliegen, sollte darauf geachtet werden, dass zumindest die elektrischen Zuleitungen 15 der Spulen 3 durch die Vergussmasse fixiert sind. Ein Verguss von wenigstens 20% der Spulen sollte hierfür mindestens vorgesehen werden.

[0021] In elektrischen Maschinen ist es üblich, unvergossene Spulen zumindest mit einer dünnen Schicht Kunstharz zu imprägnieren, um Probleme mit Feuchtigkeit zu vermeiden. Diese Massnahme empfiehlt sich auch für eventuell nicht vergossene Bereiche der Spulen 3.

[0022] Ein Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass auf eine Abdeckung des Gehäuses 6 zum Sekundärteil 14 verzichtet werden kann. Die Vergussmasse 13 verschliesst das Gehäuse 6 dicht.

[0023] Anhand von Fig. 3 sei nun eine besonders vorteilhafte Ausführung der Lücken 4 beschrieben. Um das Positionieren der vorgefertigten Spulen 3 in den Lücken 4 zu erleichtern, befinden sich in der Nähe des geschlossenen Endes der Lücken 3 Vorsprünge 12, die einen Anschlag für die Spulen 3 in ihrer Sollposition bilden. Dadurch ist sichergestellt, dass die Spulen 3 auch den zur Bildung der Kanäle 9a nötigen Bereich der Lücken 4 freilassen. Zum geschlossenen Ende der Lücken 4 kann sich die durch den Vorsprung verkleinerte Querschnittsfläche der Lücken 4 wieder vergrössern, um ausreichend dimensionierte Kanäle 9a zu erhalten. Ein weiterer Vorteil der genauen Ausrichtung der Spulen 3 besteht darin, dass nun die Vergusshöhe H genauer eingestellt werden kann, wenn eine vollständige Bedeckung aller Spulen 3 erwünscht ist. Dabei besteht bei den Kanälen 9a nach Fig. 1 oder Fig. 3 übrigens nicht die eingangs erwähnte Gefahr der Blockade durch zurückbleibende Vergussmasse 13, obwohl die Kanäle 9a sehr nahe an den Spulen 3 liegen: Verkleinert sich das Volumen der Vergussmasse 13 durch den Aushärtungsprozess, kann sich die Vergussmasse 13 ohne Hindernisse durch die Lücken 4 in Richtung der Spulen 3 zurückziehen.

[0024] In einer Abwandlung der beschriebenen Ausführungsform ist es auch möglich, die Vergussmasse 13 so einzubringen, dass die Kanäle 9a auf der dem Sekundärteil 14 zugewandten Seite der Spulen 3 liegen. Dann muss das Gehäuse 6 auf der dem Sekundärteil 14 zugewandten Seite durch eine Abdeckung (etwa ein dünnes Blech oder Kunststoff) verschlossen werden.

[0025] Die Spulen 3 müssen in dieser zweiten Variante noch Bereiche der Lücken 4 freilassen, die dem Sekundärteil 14 zugewandt sind und von Vergussmasse 13 frei bleiben. Dadurch entstehen wiederum Kanäle 9a, die den ersten und zweiten Durchströmungsraum 7, 8 miteinander verbinden. Auch hier ist es natürlich möglich, einen Teil der Spulen 3 (jetzt dem Sekundärteil 14 zugewandt) nicht mit der Vergussmasse 13 zu bedecken und diesen Teil falls nötig zu imprägnieren.

[0026] Etwas aufwendiger herzustellen ist eine in Fig. 4 dargestellte dritte Ausführungsform, die aus einer Kombination der beiden ersten besteht: Die Vergussmasse 13 wird so eingebracht, dass lediglich die Spulen 3 ganz oder teilweise bedeckt sind. Auf der dem Sekundärteil 14 zugewandten und auf der dem Sekundärteil 14 abgewandten Seite der Spulen 3 bleiben jeweils Bereiche der Lücken 4 von Vergussmasse 13 frei, so dass beiderseits der Spulen Kanäle 9a den ersten und zweiten Durchströmungsraum 7, 8 miteinander verbinden. Werden die Spulen 3 nicht vollständig vergossen, sollten die freiliegenden Bereiche der Spulen 3 wie erwähnt imprägniert werden. Es sollte dann ausserdem darauf geachtet werden, dass wenigstens die elektrischen Zuleitungen 15 der Spulen 3 von Vergussmasse 13 gehalten werden, wofür wiederum eine Vergusshöhe H von ca. 20% der Spulenhöhe als unterer Grenzwert für eine sinnvolle Stabilisierung gelten kann.

[0027] Während die zuerst beschriebene Ausführungsform mit Kanälen 9a auf der dem Sekundärteil 14 abgewandten Seite der Spulen 3 eine gewisse Wärmeabschirmung des Primärteils 1 nach der dem Sekundärteil 14 abgewandten Seite bewirkt, verhindert die Kühlung in der zweiten Ausführungsform (Kanäle 9a auf der dem Sekundärteil 14 zugewandten Seite der Spulen 3) einen zu grossen Wärmeintrag in das Sekundärteil 14. Dadurch kann etwa eine Demagnetisierung der Permanentmagneten des Sekundärteils 14 verhindert werden. Die dritte Ausführungsform verbindet die Kühlmöglichkeiten der beiden ersten Ausführungsformen miteinander.

[0028] Als Kühlmedium kommt vorzugsweise Luft zum Einsatz, da diese in vielen Anwendungen bereits zur Verfügung steht. Auf eine gezielte Abführung der Luft nach dem Ausströmen aus Anschluss 10b kann dann in den meisten Anwendungen verzichtet werden. Grundsätzlich lässt sich die Erfindung aber auch mit anderen gasförmigen (z.B. Schutzgas) oder flüssigen (z.B. Wasser, Öl) Kühlmedien anwenden.

[0029] Die Erfindung eignet sich besonders für Linearmotoren, da dort die Füllhöhe H einfach durch die Kontrolle des verwendeten Volumens an Vergussmasse eingestellt werden kann. Betrachtet man rotatorische Motoren als gekrümmte Linearmotoren wird klar, dass die Erfindung ohne weitere Änderungen auch auf rotatorische Motoren anwendbar ist. Es ist lediglich mit geeigneten Verfahren dafür Sorge zu tragen, dass die Vergussmasse 13 Kanäle 9a in den Lücken 4 freilässt. Dies kann beispielsweise durch das schrittweise Vergiessen einzelner Abschnitte des Eisenkernes 2 erfolgen, die annähernd linear sind, oder durch nachträgliches Entfernen von Vergussmasse 13 aus einem wie üblich voll vergossenen Motor mit geschlossenen Lücken 4. Letzteres könnte auch eine Option für die Herstellung der Linearmotoren sein, insbesondere für die zuletzt beschriebene dritte Ausführungsform der Erfindung mit Kanälen 9a auf beiden Seiten der Spulen 3.

Patentansprüche

1. Elektromotor mit Kühlung, bestehend aus einem Primärteil (1) und einem Sekundärteil (14), dessen Primärteil (1) aus einem Eisenkern (2) und Spulen (3) besteht, die in Lücken (4) liegen und Zähne (5) des Eisenkernes (2) umschliessen, sowie einem Gehäuse (6), das den Eisenkern (2) aufnimmt, so dass für ein Kühlmedium ein erster Durchströmungsraum (7) und ein zweiter Durchströmungsraum (8) beiderseits des Eisenkernes (2) entsteht, dadurch gekennzeichnet, dass alle Spulen (3) zumindest teilweise mit Vergussmasse (13) umgeben sind, so dass der erste Durchströmungsraum (7) und der zweite Durchströmungsraum (8) wenigstens durch Kanäle (9a) in den Lücken (4) in Verbindung stehen.
2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass alle Spulen (3) vollständig von Vergussmasse (13) umgeben sind.
3. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede Spule (3) über wenigstens 20% ihrer Höhe von Vergussmasse (13) umgeben ist.

4. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die nicht von Vergussmasse (13) umgebenen Bereiche der Spulen (3) imprägniert sind.
5. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Zuleitungen (15) aller Spulen (3) von Vergussmasse (13) umgeben sind.
6. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium Luft ist.
7. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (6) im Bereich des ersten Durchströmungsraumes (7) wenigstens einen Anschluss (10a) aufweist, durch den das Kühlmedium zugeführt wird.
8. Elektromotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (6) im Bereich des zweiten Durchströmungsraumes (8) wenigstens einen Anschluss (10b) aufweist, durch den das Kühlmedium abgeführt wird.
9. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (9a) auf der dem Sekundärteil (14) abgewandten Seite der Spulen (3) liegen.
10. Elektromotor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (6) in Richtung des Primärteils (14) durch die Vergussmasse (13) abgedichtet ist.
11. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (9a) auf der dem Sekundärteil (14) zugewandten Seite der Spulen (3) liegen.
12. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (9a) auf der dem Sekundärteil (14) zugewandten Seite und der dem Sekundärteil (14) abgewandten Seite der Spulen (3) liegen.
13. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lücken (4) in der Nähe ihres geschlossenen Endes Vorsprünge (12) aufweisen, die als Anschlag für die Spulen (3) dienen.
14. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor ein Linearmotor ist.

FIG. 1

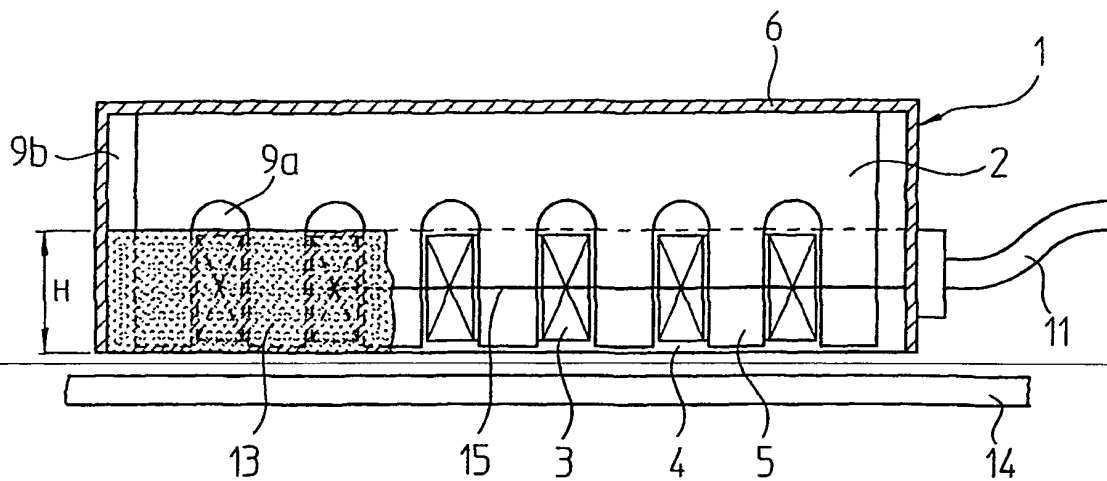


FIG. 2

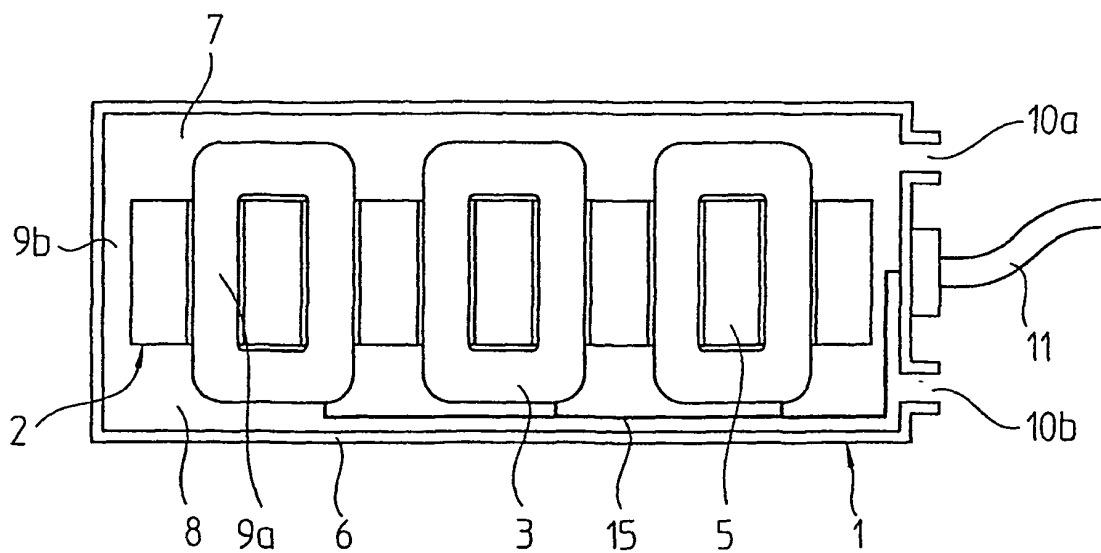


FIG. 3

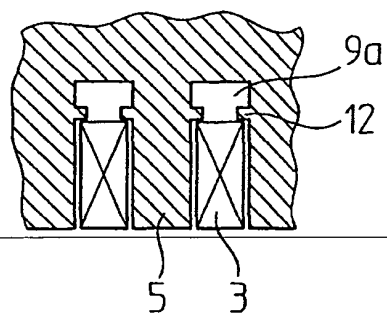


FIG. 4

