

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1879/2007

(22) Anmeldetag: 20.11.2007

(45) Veröffentlicht am: 15.09.2009

(51) Int. Cl.⁸: **H01F 13/00** (2006.01)

H02K 15/03 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 06-151175A JP 11-289722A
JP 01-170353A

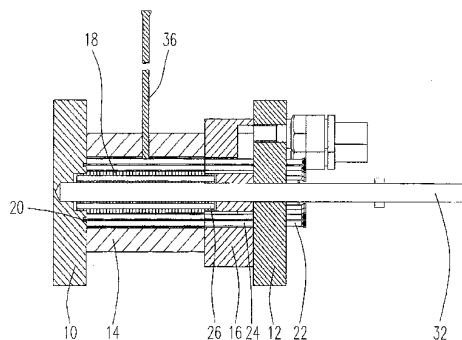
(73) Patentinhaber:
MINEBEA CO., LTD.
389-0293 NAGANO (JP)

(72) Erfinder:
BONNERT WOLFGANG
SCHONACH (DE)
HAISCH THOMAS
TUTTLINGEN (DE)

(54) **MAGNETISIERSPULE SOWIE VERFAHREN UND WERKZEUG ZUM HERSTELLEN EINER
MAGNETISIERSPULE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Magnetisierspule, insbesondere für die Magnetisierung von Ringmagneten, bei dem ein Spulenkörper (18) bereitgestellt wird, relativ zu dem Spulenkörper (18) Drähte oder Stifte (22) derart positioniert werden, dass ihre Lage der gewünschten Lage von Magnetisierdrähten der Magnetisierspule entsprechen, und die Anordnung aus dem Spulenkörper (18) und den Drähten oder Stiften (22) in ein Gusswerkzeug (10-16, 30) eingelegt und mit einem Isolationswerkstoff umgossen wird, so dass die Drähte oder Stifte (22) gegenüber dem Spulenkörper (18) isoliert sind. Die Drähte oder Stifte (22) werden aus der vergossenen Anordnung entfernt, um Drahtdurchführungen freizugeben, und Magnetisierdrähte (40) werden in die Drahtdurchführungen eingebracht. Die Magnetisierdrähte (40) werden derart gebogen, dass die beiden Enden eines Magnetisierdrahtes (40) in zwei Drahtdurchführungen eingebracht werden können, und die freien Enden ausgewählter Magnetisierdrähte (40) werden miteinander gekoppelt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Magnetisierspule sowie ein Verfahren und ein Werkzeug zur Herstellung einer Magnetisierspule, insbesondere für die Magnetisierung von Ringmagneten zur Verwendung in Rotoren elektrischer Maschinen.

[0002] Für die Magnetisierung von Ringmagneten für elektrische Maschinen sind Magnetisierspulen bekannt, die auf einen ferromagnetischen Kern oder Stahlkern aufgebracht sind. Solche Magnetisierspulen sind häufig ähnlich wie eine Statorspule auf einen Spulenkörper aufgebracht, der nach Art eines Statorkörpers eines Außenläufermotors mit Nuten und Zähnen ausgebildet ist. Einzelne dicke Magnetisierdrähte der Magnetisierspule sind in die Nuten eingelegt. Ein Beispiel für eine solche Magnetisierspule ist in der US 6,232,862 B1 gezeigt. Einen ähnlichen Aufbau für die Magnetisierung von Rotormagneten zeigt die US 6,519,833 B2, wobei darin jeweils mehrere Wicklungen der Magnetisierspule in die einzelnen Nuten eingebracht sind. Ein weiteres Beispiel mit einem etwas anderen Aufbau des Spulenkörpers ist in der US 4,748,535 gezeigt.

[0003] JP-A-06/151175 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Magnetisierspule mit einem Spulenkörper und in dem Spulenkörper positionierten Drähten, die in ein Gussharz eingebettet sind. Metallische Schutzringe werden auf die Enden der Magnetisierspule aufgebracht, um das Gussharz beim Aufschieben des Magneten gegen Abrieb zu schützen.

[0004] JP-A-11/289722 beschreibt ein Magnetisierverfahren für einen Rotor mit einer Magnetisierspule, deren Spulendrähte vergossen sind, um eine Verformung der Drähte beim Anlegen eines Stromes zu vermeiden. Weder in dieser noch in der zuvor erörterten Schrift wird das Herstellungsverfahren der Magnetisierspule beschrieben.

[0005] JP-A-01/170353 beschreibt einen magnetisierten Rückschluss eines Permanentmagneten, wobei zwischen dem Rückschluss und dem Magneten Rillen gebildet sind, in die ein isolierter Draht eingebracht und vergossen wird, um die Magnetkraft zu beeinflussen.

[0006] Bei Verwendung von Magnetisierspulen, die auf einen magnetischen Kern aufgebracht oder in diesen eingebettet sind, müssen die Magnetisierdrähte gegenüber dem Spulenkörper elektrisch isoliert werden. Hierfür werden im Stand der Technik isolierte Kupferlackdrähte verwendet. Es ist auch möglich, die Nut des Spulenkörpers mit Kaptonfolie oder Pulverlack zu isolieren. Diese Isolation ist relativ anfällig gegen Beschädigungen beim Einbringen der Magnetisierdrähte in den Spulenkörper sowie bei Bewegungen der Drähte innerhalb des Spulenkörpers, die während des Magnetisiervorgangs auftreten können. Ist die Isolation beschädigt, so tritt während des Magnetisiervorgangs ein Kurzschluss auf. Da bei der Magnetisierung sehr hohe Ströme fließen, führt dies in der Regel zur Zerstörung der Magnetisierspule.

[0007] Bei Magnetisierspulen mit einem Spulenkörper aus Eisen oder Stahl übernimmt der Spulenkörper bis zu einem gewissen Grad die Fixierung der Magnetisierdrähte in der gewünschten Lage. Eine präzise Positionierung der Magnetisierdrähte ist wichtig, wenn Magnete mit präzisen Polübergängen erzeugt werden sollen. Zur Magnetisierung eines Ringmagneten für den Rotor einer elektrischen Maschine wird in einem typischen Anwendungsfall an die Magnetisierspule eine Spannung in der Größenordnung von beispielsweise 1 kV angelegt, wobei ein Strom in der Größenordnung von 10 kA und größer fließen kann. Dadurch wirken auf die Magnetisierdrähte sehr starke Kräfte, in der Größenordnung von einigen kN, welche die Magnetisierdrähte radial nach außen und tangential voneinander weg drücken. Wenn die Magnetisierspule auf einen ferromagnetischen Kern oder einen Stahlkern aufgebracht ist, kann dieser Spulenkörper den Kräften bis zu einem gewissen Grade entgegenwirken. Jedoch ist noch immer eine geringfügige Bewegung der Magnetisierdrähte innerhalb der Nuten des Spulenkörpers möglich. Dadurch wird die Genauigkeit bei der Magnetisierung der Magneten beeinträchtigt.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Magnetisierspule und ein Verfahren zum Herstellen einer Magnetisierspule anzugeben, die eine exakte Positionierung und Isolierung der Magnetisierdrähte zum Spulenkörper erlauben.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie durch ein Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 9 gelöst.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Spulenkörper bereitgestellt, vorzugsweise ein Spulenkörper, der nach Art eines Statorkörpers mit Nuten und Zähnen ausgebildet ist. Drähte oder Stifte werden relativ zu dem Spulenkörper, insbesondere im Bereich seiner Nuten, derart positioniert, dass ihre Lage der gewünschten Lage von Magnetisierdrähten der Magnetisierspule entsprechen. Diese Anordnung aus dem Spulenkörper und den Drähten oder Stiften wird in ein Gusswerkzeug eingelegt und mit einem Isolationswerkstoff umgossen, so dass die Drähte oder Stifte gegenüber dem Spulenkörper isoliert sind. Dadurch wird ein Isolations-Gusskörper gebildet, der die Magnetisierdrähte gegenüber dem Spulenkörper isoliert und positioniert. Die Drähte oder Stifte werden aus der vergossenen Anordnung entfernt, um Drahtdurchführungen freizugeben, in welche dann die endgültigen Magnetisierdrähte der Magnetisierspule eingebracht werden. Dies hat den Vorteil, dass speziellen Drähte oder Stifte zum Freihalten von Drahtdurchführungen präziser in einem Gusswerkzeug positioniert werden können als die endgültigen Magnetisierdrähte.

[0011] Die Magnetisierdrähte sind derart gebogen, dass jeweils die beiden Enden eines gebogenen Magnetisierdrahtstückes in zwei Drahtdurchführungen eingebracht werden können. Die freien Enden der Magnetisierdrähte werden abhängig von dem gewünschten Wickelschema und Stromfluss mittels Verbindern miteinander gekoppelt. Auf diese Weise kann das Einbringen und Verdrahten der Magnetisierdrähte mit minimalem Arbeitsaufwand realisiert werden.

[0012] In der bevorzugten Ausführung ist der Isolationswerkstoff ein Epoxid oder Polyurethan, dem zur Erhöhung der Festigkeit ein Keramikwerkstoff, insbesondere ein Keramikpulver, zum Beispiel aus Aluminiumoxid, beigemischt werden kann. Abhängig von den Abmessungen der Magnetisierspule und insbesondere der Dicke der Magnetisierdrähte und Nuten kann es jedoch zweckmäßig sein, auf die Keramikkomponente zu verzichten, weil sie die Fließfähigkeit des Isolationswerkstoffes vermindert.

[0013] Das Gusswerkzeug wird vorzugsweise unter Vakuum mit dem Isolationswerkstoff gefüllt, und die vergossene Anordnung wird unter Druck ausgehärtet, um Lufteinschlüsse sicher zu vermeiden.

[0014] Der Spulenkörper wird vorzugsweise aus einem laminierten und vernieteten Blechstapel hergestellt. Die Magnetisierdrähte können Kupferdrähte, Silberdrähte oder Drähte aus einer anderen Metalllegierung mit hoher Leitfähigkeit sein. In radialer Richtung können jeweils eine Lage oder mehrere Lagen der Magnetisierdrähte in die Nuten des Spulenkörpers eingebracht werden.

[0015] Ein Werkzeug zur Herstellung der Magnetisierspule gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren weist eine Positioniereinrichtung zum Halten der Drähte oder Stifte in der gewünschten Lage auf. Diese Positioniereinrichtung umfasst eine Bodenplatte und eine Kopfplatte, die an den beiden Stirnseiten des Spulenkörpers angeordnet werden. Die Kopfplatte weist Durchführungen für die Drähte oder Stifte auf, und die Bodenplatte weist Aufnahmen für die Enden der Drähte oder Stifte auf, wobei die Drähte oder Stifte durch die Kopfplatte hindurch bis zur Bodenplatte geführt werden. Aufnahmen und Durchführungen fluchten miteinander derart, dass die Stifte oder Drähte in der gewünschten Lage positioniert werden.

[0016] Die Erfindung ist im Folgenden anhand einer bevorzugten Ausführung mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigen:

[0017] Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch ein Werkzeug zum Herstellen einer Magnetisierspule gemäß der Erfindung;

[0018] Fig. 2 eine auseinander gezogene isometrische Darstellung des Werkzeuges der Fig. 1;

[0019] Fig. 3 eine perspektivische Darstellung/Schnittdarstellung einer Magnetisierspule gemäß der Erfindung.

[0020] Die Figuren 1 und 2 zeigen eine Schnittdarstellung und eine auseinander gezogenen

isometrische Darstellung eines Werkzeugs zum Herstellen einer Magnetisierspule gemäß der Erfindung. Das Werkzeug umfasst eine Bodenplatte 10, eine Kopfplatte 12, einen Mantel 14 und eine Gusskanalplatte 16, die einen Raum zur Aufnahme eines Spulenkörpers 18 eingrenzen. Die Bodenplatte 10 weist Aussparungen 20 zur Aufnahme und Positionierung von Stiften 22 auf. Der Mantel 14 ist so dimensioniert, dass er den Spulenkörper 18 mit minimalem Abstand radial umgibt. In der Gusskanalplatte 16 sind Durchführungen zur Durchführung der Stifte 22 sowie eine Aussparung 26 zur Positionierung des Spulenkörpers 18 ausgebildet. Die Kopfplatte 12 weist ebenfalls Durchführungen 28 zum Hindurchführen der Stifte 22 auf.

[0021] Die Bodenplatte 10, die Kopfplatte 12 und Gusskanalplatte 16 weisen Bohrungen zum Aufnehmen von Schrauben 30 auf, über die das Werkzeug zusammengehalten wird, um nach dem Einbringen des Spulenkörpers 18 ein geschlossenes Gusswerkzeug zu bilden. Die Stifte 22 werden über die Durchführungen 28 und 24 in das Gusswerkzeug eingeführt, wobei sie in ihrer Lage mittels der Durchführung 28 und der Aussparungen 20 fixiert werden.

[0022] In den Figuren 1 und 2 sind ferner Positionierstifte 32, 34, 36 dargestellt, welche die Bodenplatte 10, den Mantel 14, die Gusskanalplatte 16 und die Kopfplatte 12 in ihrer Lage zueinander ausrichten. Zur Fixierung dieser Bauteile zueinander können Schrauben vorgesehen werden, welche durch die Kopfplatte in die Bodenplatte greifen. Der radial in den Mantel 14 eingeschobene Stift 36 dient der Positionierung des Spulenkörpers 18.

[0023] Steckverbinder 38 dienen zum Zuführen des Isolationswerkstoffs sowie der Vakuumierung und des späteren Druckaufbaus.

[0024] Erfindungsgemäß wird die Magnetisierspule wie folgt hergestellt. Der Spulenkörper 18 wird in das Werkzeug, das heißt in den Raum, der von der Bodenplatte 10, der Kopfplatte 12, dem Mantel 14 und der Gusskanalplatte 16 eingegrenzt wird, eingebracht. Der Spulenkörper 18 ist in diesem Raum über Aussparungen in der Bodenplatte 10 und der Gusskanalplatte 16 in axialer Richtung fixiert. Die radiale Ausrichtung wird durch den Auswerferstift 36 erzeugt. Die Anordnung aus Spulenkörper, Boden- und Kopfplatte, Mantel und Gusskanalplatte wird mittels der Schrauben 30 fixiert. Anschließend werden die Stifte 22 durch die Durchführungen 28 und 24 in das Werkzeug eingeführt und zwischen den Durchführungen 28 und den Aussparungen 20 positioniert und fixiert. Der Spulenkörper 18 in dem Gusswerkzeug kann nun über die Steckverbinder 38 vergossen werden, indem ein Isolationswerkstoff, beispielsweise ein Epoxidharz, unter Vakuum in das Werkzeug gegossen oder gespritzt wird. Der Isolationswerkstoff wird anschließend unter Überdruck ausgehärtet, um sicherzustellen, dass sich keine Lufteinschlüsse bilden. Dem Isolationswerkstoff kann ein Keramikmaterial, zum Beispiel Aluminiumoxid, beigegeben sein, um die Festigkeit des Gussteils zu erhöhen. Wenn die Abmessungen der Magnetisierspule, insbesondere die Zwischenräume zwischen den Stiften 22 und dem Spulenkörper 18 sehr klein sind, wird vorzugsweise auf ein solches Keramikmaterial verzichtet, weil es die Fließfähigkeit des Epoxidharzes beeinträchtigt.

[0025] Die der Positionierung der Stifte 22 relativ zu dem Spulenkörper 18 ist durch die Durchführungen 24 und 28 sowie die Aussparungen 20, 26 vorgegeben, so dass zwischen den Stiften 22 und dem Spulenkörper 18 ausreichend Zwischenraum besteht, damit der Isolationswerkstoff in diesem Zwischenraum eindringen kann und eine zuverlässige Isolation sichergestellt ist.

[0026] Nach dem Aushärten des Isolationswerkstoffs wird das Werkzeug durch Lösen der Schrauben 30 geöffnet, die Stifte 22, 32, 34, 36 werden herausgezogen und der vergossene Spulenkörper 18 wird mit Hilfe einer Presse aus dem Werkzeug gelöst. Nach dem Herausziehen der Stifte 22 verbleiben in dem vergossenen Spulenkörper 18 Drahtdurchführungen, in welche Magnetisierdrähte eingefügt werden können. Dabei ist es nicht notwendig, isolierte Magnetisierdrähte, wie im Stand der Technik, zu verwenden, weil die Isolation durch den Isolationswerkstoff bereitgestellt wird.

[0027] Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäß vergossenen Spulenkörper 18, in den Magnetisierdrähte 40 eingefügt sind. Die Magnetisierdrähte 40 sind beispielsweise Kupferdrähte, die so gebogen werden, dass jeweils die beiden Enden eines Magnetisierdrahtes 40 in nebeneinander

liegende Drahtdurchführungen eingeschoben werden können. In einer bevorzugten Ausführung werden die Stifte 22 so angeordnet, dass jeweils zwei oder mehr Lagen von in radialer Richtung fluchtenden Drahtdurchführungen ausgebildet werden. Es können jeweils zwei oder mehrere gebogene Magnetisierdrähte in benachbarte Nuten des Spulenkörpers 18 eingelegt werden, wobei die Erfindung nicht auf die dargestellte Anordnung der Magnetisierdrähte in den Nuten des Spulenkörpers 18 beschränkt ist. Die Magnetisierdrähte 40 sind in den Nuten des Spulenkörpers 18 durch den Isolationswerkstoff isoliert und in ihrer Lage fixiert.

[0028] Die in der bevorstehenden Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung von Bedeutung sein.

BEZUGSZEICHENLISTE

10	Bodenplatte
12	Kopfplatte
14	Mantel
16	Gusskanalplatte
18	Spulenkörper
20	Aussparungen
22	Stifte
24	Durchführungen
26	Aussparung
28	Durchführungen
30	Schrauben
32, 34, 36	Positionierstifte
38	Steckverbinder
40	Magnetisierdrähte

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Magnetisierspule, insbesondere für die Magnetisierung von Ringmagneten, bei dem
ein Spulenkörper (18) bereitgestellt wird,
relativ zu dem Spulenkörper (18) Drähte oder Stifte (22) derart positioniert werden, dass ihre Lage der gewünschten Lage von Magnetisierdrähten der Magnetisierspule entsprechen, und
die Anordnung aus dem Spulenkörper (18) und den Drähten oder Stiften (22) in ein Gusswerkzeug (10-16, 30) eingelegt und mit einem Isolationswerkstoff umgossen wird, so dass die Drähte oder Stifte (22) gegenüber dem Spulenkörper (18) isoliert sind;
dadurch gekennzeichnet, dass die Drähte oder Stifte (22) aus der vergossenen Anordnung entfernt werden, um Drahtdurchführungen freizugeben, und Magnetisierdrähte (40) in die Drahtdurchführungen eingebracht werden,
die Magnetisierdrähte (40) derart gebogen werden, dass die beiden Enden eines Magnetisierdrahtes (40) in zwei Drahtdurchführungen eingebracht werden können, und
die freien Enden ausgewählter Magnetisierdrähte (40) miteinander gekoppelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Isolationswerkstoff aus Epoxid oder Polyurethan besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Isolationswerkstoff ein Keramikwerkstoff beigemischt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spulenkörper (18) aus einem laminierten Blechstapel hergestellt wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gusswerkzeug (10-16, 30) unter Vakuum mit dem Isolationswerkstoff befüllt und die vergossene Anordnung unter Druck ausgehärtet wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spulenkörper (18) Zähne und zwischen den Zähnen ausgebildete Nuten aufweist, und dass die Magnetisierdrähte (40) in die Nuten des Spulenkörpers (18) eingebracht werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnetisierdrähte (40) derart gebogen werden, dass ein Magnetisierdraht (40) in zwei Nuten des Spulenkörpers (18) zu liegen kommt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die freien Enden der Magnetisierdrähte (40) über Verbinder miteinander gekoppelt und verlötet werden.
9. Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Positioniereinrichtung zum Halten der Drähte oder Stifte in der gewünschten Lage, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positioniereinrichtung eine Bodenplatte (10) und eine Kopfplatte (12) aufweist, die an den beiden Stirnseiten des Spulenkörpers (18) anzuordnen sind, wobei die Bodenplatte (10) Aussparungen (20) für die Enden der Drähte oder Stifte (22) aufweist und die Kopfplatte (12) Durchführungen (24) für die Drähte oder Stifte (22) aufweist und wobei die Aussparungen (20) und die Durchführungen (24) miteinander fluchten, so dass die Drähte oder Stifte (22) in ihrer gewünschten Lage positionierbar sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

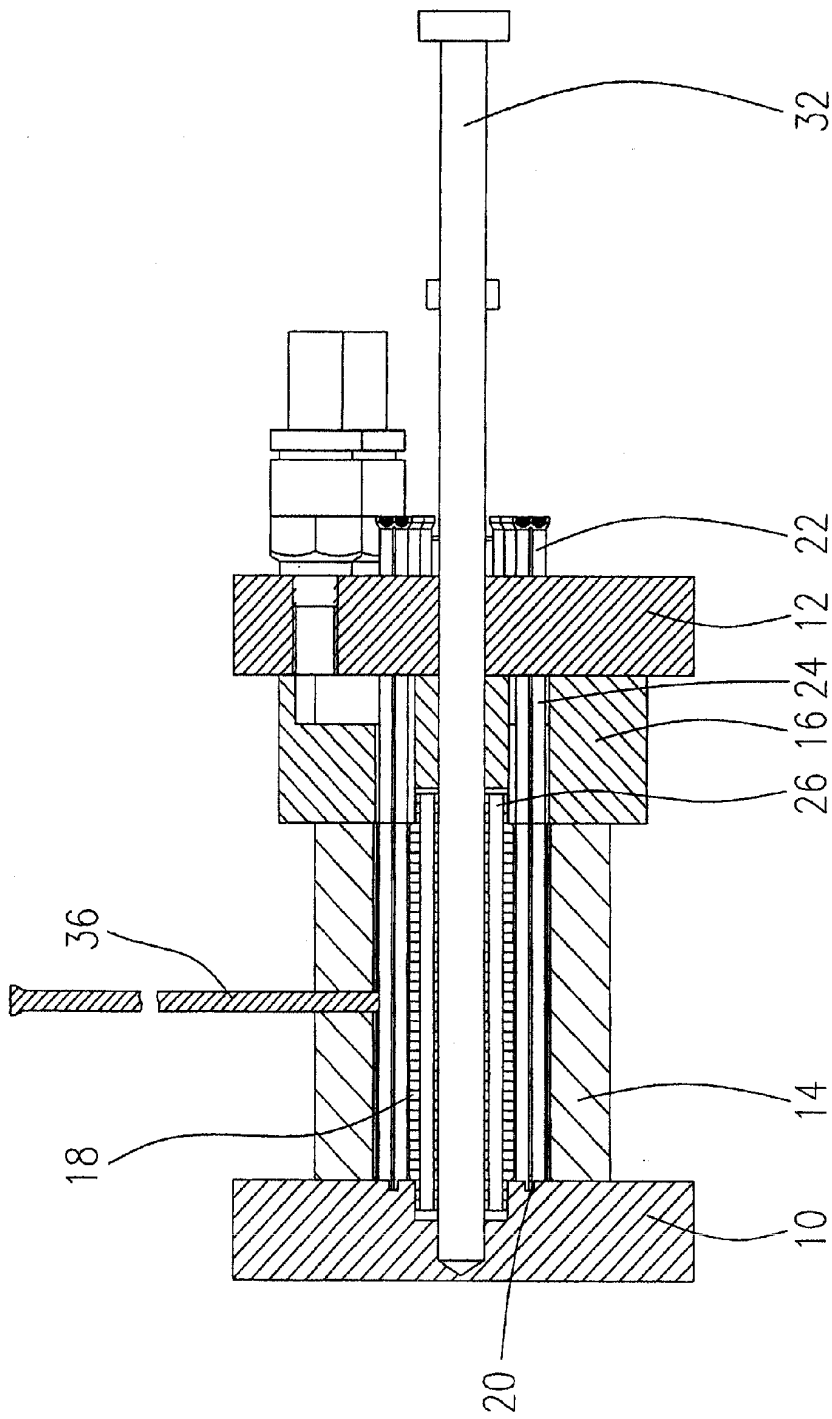
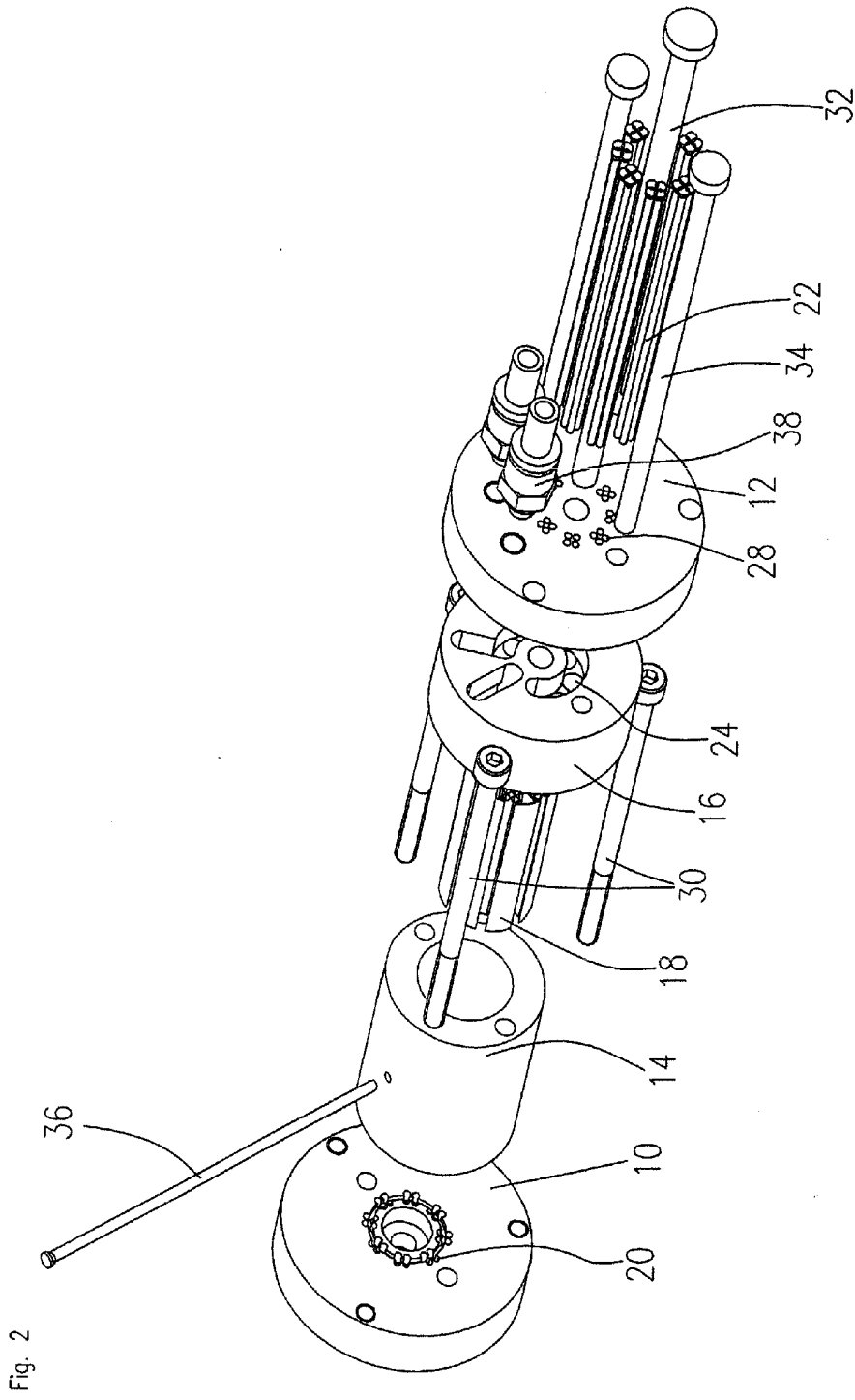


Fig. 1



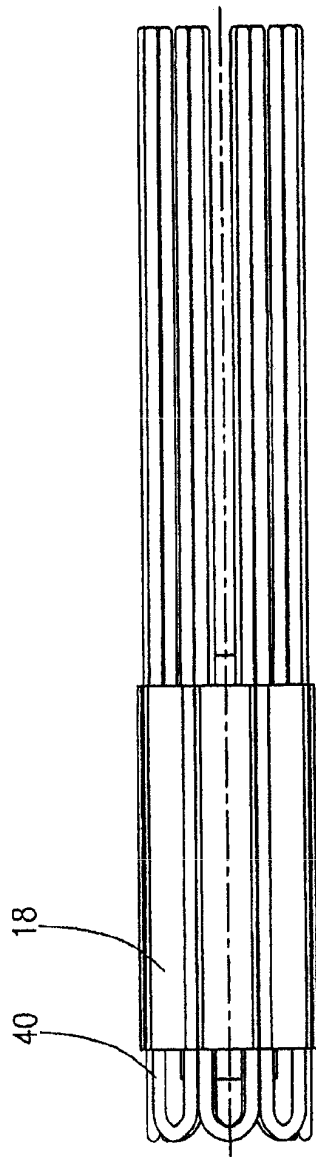


Fig. 3