



(10) **DE 11 2013 001 723 T5** 2015.02.05

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/149088**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 001 723.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2013/034495**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.03.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.10.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **05.02.2015**

(51) Int Cl.: **H02K 1/08 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
61/617,018 **28.03.2012** **US**
13/842,953 **15.03.2013** **US**

(74) Vertreter:
Gille Hrabal, 40593 Düsseldorf, DE

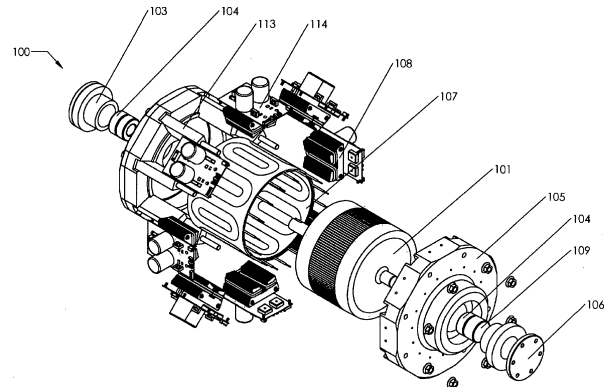
(71) Anmelder:
Lee, Randal, Austin, Tex., US

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren für einen programmierbaren elektrischen Wandler**

(57) Zusammenfassung: Ein elektrischer Wandler wird bereitgestellt, der unabhängig gesteuerte Feldspulen zum Anlegen eines temporären Magnetfelds an einen relativ zu einem oder mehreren Ankern beweglichen Rotor verwendet. In einigen Ausführungsformen ist der Rotor des programmierbaren elektrischen Wandlers mit der Drehachse, die sich auf einer horizontalen oder vertikalen Achse befindet, drehbar. In verschiedenen Ausführungsformen kann der hierin offenbarte elektrische Wandler zur Verwendung als eine kontinuierliche energetische Lösung ausgelegt sein, um Strom für einen begrenzten Zeitraum im Falle einer Stromunterbrechung durch Absorbieren von Energie und ihr mechanisches Speichern in dem Rotor bereitzustellen. In einigen Ausführungsformen kann der elektrische Wandler kann als Generator verwendet werden. In einigen Ausführungsformen könnten sowohl Wechselstrom als auch Gleichstrom gleichzeitig erzeugt werden, wobei Wechselstrom in einer Ankerspule und Gleichstrom in einer anderen Spule erzeugt werden. In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler als Wechselstrom-zu-Wechselstrom-Wandler, Wechselstrom-zu-Gleichstrom-Wandler, Gleichstrom-zu-Wechselstrom-Wandler oder Gleichstrom-zu-Gleichstrom-Wandler betrieben werden. In einigen Ausführungsformen kann der elektromagnetische Wandler zur Bereitstellung von elektromagnetischem Antrieb verwendet werden, um exakte Beschleunigungsprofile bereitzustellen und regenerative Bremsenergie zu gewinnen.



Beschreibung

HINTERGRUND

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der elektrischen Wandler, und genauer, jedoch nicht eingeschränkt, einen programmierbaren elektrischen Wandler.

Hintergrund

[0002] Elektromagnetische Maschinen werden als Generatoren oder als Motoren oder als beides gleichzeitig verwendet. Der Betrieb der elektromagnetischen Maschine wird durch den Typ von Energie, die zum Betrieben der Maschine verwendet wird, und den Typ von Energie, der aus dem Betrieb der Maschine erhalten wird, bestimmt. Wenn beispielsweise elektrische Energie an die Maschine abgegeben und mechanische Energie aus der Maschine entnommen wird, arbeitet die Maschine als Motor. Gleichermaßen wirkt die Maschine als Generator, wenn mechanische Energie an die Maschine abgegeben und elektrische Energie aus der Maschine entnommen wird. In einigen Fällen kann die Maschine sowohl als Motor als auch als Generator wirken, wie durch Abgeben von elektrischer Energie an die Maschine und Entnehmen von sowohl elektrischer Energie als auch mechanischer Energie daraus.

[0003] Gemeinhin umfassen elektromagnetische Maschinen in der Regel einen Rotor und Stator, wobei eine oder beide von solchen Komponenten elektrisch induzierte magnetische Pole aufweist. Die magnetischen Flusslinien, die aus den magnetischen Polen herauslaufen, dienen entweder der Bestromung der Drehbewegung oder der Induktion eines elektrischen Stroms in Leitern, die im Anschluss daran bereitgestellt sind. Solche elektromagnetische Vorrichtungen umfassen gemeinhin stationäre und C-förmige Magnete, die um den Umfang eines Kreises angeordnet sind und eine Vielzahl von Spulen aufweisen, die um den Umfang eines Kreises angeordnet sind, der über die Öffnungen in den C-förmigen Magneten kommuniziert.

[0004] Wenn mechanische Energie, wie eine externe Drehmomentkraft, auf die Zentralwelle angewendet wird, um die Spulen durch die Permanentmagnete zu drehen, arbeitet die Maschine als Generator. Beim Betrieb im Generatormodus erzwingt die externe Drehmomentquelle die Drehung der Welle (und somit des Rotors und der Magnete), und die Wechselwirkung der Magnete und Wicklungen bewirkt, dass ein magnetischer Fluss die Wicklungen in den Schlitzen zu einer Schleife schließt. Wenn sich der Rotor dreht, ändert sich der magnetische Fluss in dem Stator, und dieser sich ändernde Fluss führt zur

Erzeugung von Spannung in den Wicklungen, was einen Ausgangsstrom ergibt, der zur Energieversorgung von elektrischen Vorrichtungen verwendet oder zur späteren Verwendung gespeichert werden kann. Beim Betrieb in einem Motormodus wird eine Spannung aus einer externen Quelle an die Statorwicklungen angelegt, was Stromfluss in den Wicklungen bewirkt und dazu führt, dass sich in dem durch die Zähne und das Rückeisen gebildeten Magnetkreis ein magnetischer Fluss aufbaut. Wenn die Wicklungen in geeigneter Weise mit Strom versorgt werden, kann der Rotor in Rotation versetzt und somit ein geeignetes Drehmoment erzeugt werden. Der Betrieb von solchen Maschinen wird somit gut verstanden.

[0005] Elektromagnetische Maschinen vom Stand der Technik haben den Nachteil diverser Einschränkungen, die ihre Einsatzfähigkeit etwas eingeschränkt haben. Beispielsweise können Frequenz und Spannung einer elektromagnetischen Permanentmagnet-Maschine, die als ein Generator arbeitet, nur durch Variieren der Rotorgeschwindigkeit variiert werden, was die Einsatzfähigkeit eines solchen Generators unter Umständen, unter denen die Rotor-Drehgeschwindigkeit nicht unabhängig gesteuert werden kann, einschränkt.

[0006] Kommutatormotoren funktionieren bei hochfrequentem Wechselstrom nicht gut, da die Induktanz des Motorfelds den schnellen Änderungen des Stroms entgegensteht. Obwohl universelle Kommutatormotoren gemeinhin in 50-Hz- und 60-Hz-Haushaltsgeräten vorhanden sind, handelt es sich um kleine Motoren mit weniger als 1 kW. Es wurde gefunden, dass der Induktionsmotor bei Frequenzen um 50 bis 60 Hz gut funktioniert, nicht aber bei einer Frequenz von etwa 133 Hz. Es besteht eine feste Beziehung zwischen der Anzahl von magnetischen Polen im Induktionsmotorfeld, der Frequenz des Wechselstroms und der Drehgeschwindigkeit; damit begrenzt eine gegebene Standardgeschwindigkeit die Wahl der Frequenz (und umgekehrt).

[0007] Generatoren, die durch langsame Kolbenmotoren betrieben werden, erzeugen niedrigere Frequenzen, für eine gegebene Anzahl von Polen, als diejenigen, die zum Beispiel von einer schnellen Dampfturbine betrieben werden. Für sehr langsame Zugmaschinengeschwindigkeiten wäre es sehr teuer, einen Generator mit genug Polen zu bauen, um eine hohe Wechselstromfrequenz bereitzustellen. Ebenso wurde gefunden, dass das Synchronisieren von zwei Generatoren bei niedrigeren Geschwindigkeiten leichter ist. Obgleich Riemenantriebe als ein Weg zu Erhöhung der Geschwindigkeit von langsamen Motoren üblich waren, wären diese bei sehr hohen Betriebsleistungen (mehrere Tausend Kilowatt) teuer, unwirksam und unzuverlässig. Die gleichmäßigere Drehgeschwindigkeit von Hochgeschwindigkeitsmaschinen ermöglichte einen zufriedenstellenden Be-

trieb von Kommutatoren in Drehumformern. Die Synchrongeschwindigkeit N in U/min wird unter Verwendung der folgenden Formel berechnet: $n = (120 \cdot f) / p$, wobei f die Frequenz in Hertz und P die Anzahl von Polen ist.

[0008] Es wäre daher wünschenswert, die Steuerbarkeit elektromagnetischer Maschinen allgemein zu verbessern. Demnach besteht Bedarf, eine verbesserte elektromagnetische Maschine bereitzustellen, die diese und andere Einschränkungen des Standes der Technik in Angriff nimmt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein System und Verfahren für einen programmierbaren elektrischen Wandler bereitgestellt.

[0010] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein elektrischer Wandler bereitgestellt, der unabhängig gesteuerte Feldspulen zum Anlegen eines temporären Magnetfelds an einen Rotor, der relativ zu einem oder mehreren Ankern beweglich ist, verwendet.

[0011] Es ist nicht beabsichtigt, dass die obige Zusammenfassung der Erfindung jede einzelne Ausführungsform oder jeden einzelnen Aspekt der vorliegenden Erfindung darstellt. Bestimmte Ausführungsformen können einen, einige oder keinen der aufgeführten Vorteile umfassen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Ein umfassenderes Verständnis des Verfahrens und Geräts der vorliegenden Erfindung kann unter Bezugnahme auf die folgende ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen erhalten werden. Es zeigen:

[0013] Fig. 1 eine Seitenschnittansicht einer Ausführungsform eines programmierbaren elektrischen Wandlers;

[0014] Fig. 2 eine Schnittansicht senkrecht zur Drehachse des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1;

[0015] Fig. 3 eine perspektivische Explosionsansicht des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1;

[0016] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer Feldspulenzelle des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1;

[0017] Fig. 5 eine weitere Ausführungsform der Feldspulenzelle von Fig. 4, die die in die Feldspulenzelle integrierte Ankerspule zeigt;

[0018] Fig. 6 eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Rotors des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1;

[0019] Fig. 7–Fig. 8 Ansichten von verschiedenen Ausführungsformen des Rotors des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1;

[0020] Fig. 9 erläutert, wie ein Ankeraufbau als Vakuumbarriere in einer Ausführungsform des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1 verwendet werden kann;

[0021] Fig. 10 eine perspektivische Ansicht von Abschlussplatten und Abstandshaltern, die einen Rahmen des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1 bilden;

[0022] Fig. 11 eine perspektivische Ansicht des Ankeraufbaus des programmierbaren elektrischen Wandlers von Fig. 1;

[0023] Fig. 12 eine Teilexplosionsansicht einer Ausführungsform eines programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandlers;

[0024] Fig. 13 eine Ausführungsform eines programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandlers;

[0025] Fig. 14 und Fig. 14A Ansichten einer Ausführungsform einer Leiterplatte mit einer Induktionsspule darauf zur Verwendung in einem programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandler;

[0026] Fig. 15 ein Diagramm einer Ausführungsform eines programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandlers in Betrieb; und

[0027] Fig. 16 eine Explosionsansicht einer Ausführungsform eines linearen programmierbaren elektrischen Wandlers.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0028] Mit Bezug auf die Fig. 1–Fig. 3 insgesamt ist eine Ausführungsform eines programmierbaren elektrischen Wandlers **100** gezeigt. In der gezeigten Ausführungsform, ein Rotor **101** mit Extrusionen auf beiden Seiten davon entlang einer Drehachse mit einer sich durch eine Stützkappe **106** hindurch erstreckenden Welle, wobei der Rotor drehbar vor Ort über Abschlussplatten **105** befestigt ist, die zu beiden Seiten davon und mit Lagerbaugruppen (**103**, **104**, **106**, **109**) angeordnet sind. Um einen Umfang des Rotors ist eine Vielzahl von C-Kern-Feldspulenzellen **108** zur Induktion eines Magnetfelds **110** in dem Rotor **101** angeordnet. Zwischen dem Rotor **101** und den Feldspulenzellen **108** ist ein Anker **107** angeordnet.

[0029] In einigen Ausführungsformen kann sich die Drehachse des Rotors **101** des programmierbaren elektrischen Wandlers **100** auf einer horizontalen oder vertikalen Achse befinden. In Betrieb können der programmierbare elektrische Wandler **100**, die Feldspulenzellen **108** zum Anlegen eines temporären Magnetfelds **110** an einen zylindrischen Rotor **101**, der relative zu einem oder mehreren Ankern **107** drehbar ist, unabhängig steuerbar sein. Jeder Anker **107** umfasst eine Vielzahl von Ankerspulen, wobei jede Ankerspule zwei aktive Schenkel und zwei damit gekoppelte Anker-Anschlussdrähte **111** umfasst. Eine oder mehrere der Anker-Anschlussdrähte **111** können elektrisch gekoppelt sein, um jeden Anker **107** zu einer oder mehreren Phasen zu konfigurieren. In der gezeigten Ausführungsform, umfasst der Anker **107** insgesamt acht Spulen, was insgesamt 16 aktive Schenkel ergibt. Allerdings kann in Anker **107** jede beliebige Anzahl von Ankerspulen verwendet werden.

[0030] In der gezeigten Ausführungsform haben die C-förmigen unabhängig gesteuerten Feldspulenzellen **108** jeweils zwei Polflächen und die Feldspulenzellen **108** sind um den Umfang des Rotors **101** angeordnet. Wie gesehen werden kann, ist jede Feldspulenzelle **108** mit einem Anker **107** so ausgerichtet, dass jede Polfläche mit einem aktiven Schenkel der Ankerspulen des Ankers **107** ausgerichtet ist. In Betrieb kann ein Strom, der auf die Feldspulenzellen **108** angewendet wird, eine Vielzahl von temporären Magnetfeldern **110** (in Fig. 2 ist nur eines gezeigt) auf den Rotor **101** übertragen, wobei jedes temporäre Magnetfeld einen Nord- und einen Südpol aufweist. Die Richtung des Stroms, der auf die Feldspulenzellen **108** angewendet wird, bestimmt die Richtung des an den Rotor **101** angelegten Magnetfelds. In einem ersten Betriebsmodus kann das elektrische Potential durch Bewegen des Rotors **101** relativ zum Anker **107** erzeugt werden, wobei die Vielzahl von temporären Magnetfeldern **110** in Rotor **101** in den Ankerspulen des Ankers **107** ein Gleichstrompotential erzeugt. Strom fließt in einer ersten Richtung durch eine Ankerspule, wenn ein Nordpol des temporären Magnetfelds **110** auf einen der aktiven Schenkel einer Ankerspule angewendet wird, und gleichzeitig ein Südpol des temporären Magnetfelds **110** auf den anderen der aktiven Schenkel der Ankerspule angewendet wird. Die Richtung des Stromflusses kann umgeschaltet werden, indem die Richtung der auf jeden der aktiven Schenkel der Ankerspulen angelegten Magnetfelder umgeschaltet wird. Wenn die Stärke des temporären Magnetfelds **110** unter die gewünschte Ausgabespannung fällt, können die Feldspulenzellen **108** wieder gepulst werden, wodurch eine weitere Vielzahl von temporären Magnetfeldern **110** übertragen wird. Die magnetische(n) Anlegung(en) von Magnetfeldern **110** an den Rotor **101** sind temporär und die Haltezeit des Anlegens hängt u. a.

von den magnetischen Eigenschaften des Rotors **101** ab.

[0031] Im Betrieb ist das an einen Bereich des Rotors **101** angelegte Magnetfeld **110** temporär und kann nach Bedarf verstärkt oder überschrieben werden. Durch die Fähigkeit zur selektiven Steuerung der Stärke und Richtung der Magnetfelder **110** auf dem Rotor **101**, wodurch sich steuern lässt, welche der Ankerspulen zu welcher Zeit aktiviert ist, lässt sich die Anzahl von dynamisch zu verändernden Polen auf dem Rotor **101** von eins (homopolar) auf jede beliebige Anzahl ändern. In einigen Ausführungsformen kann es bevorzugt sein, dass die Anzahl von Polen auf dem Rotor **101** gleich der Anzahl von Ankerspulen des Ankers **107** ist. Somit kann ein universeller Wandler realisiert werden, der in einem breiten Bereich von Spannungen und Frequenzen durch zum Beispiel dynamisches und selektives Ansteuern der Feldspulenzellen **108** als eine Wechselstrom-, Gleichstrom- oder homopolare Maschine arbeiten kann. Die Programmierbarkeit des programmierbaren elektrischen Wandlers **100** erlaubt es, dass eine einzige Maschine zur Verwendung in eine Vielzahl von verschiedenen Umgebungen, zum Beispiel 480 V bei 60 Hz, 400 V bei 50 Hz, und/oder anderen Umgebungen auf der Basis der Kriterien der bestimmten Verwendung konfiguriert wird. Weiterhin bedeutet die Fähigkeit zur dynamischen Änderung der Anzahl von Polen, dass wenn der programmierbare elektrische Wandler **100** als Motor betrieben wird, das Drehmoment unabhängig von der Spannung oder Geschwindigkeit gesteuert werden kann.

[0032] In einigen Ausführungsformen können die Pol- und Feldströme radial um den Rotor **101** erhöht werden, was im Falle eines Versagens von einer oder mehreren Feldspulenzellen **108** Toleranz möglich macht. Beispielsweise kann der Pol im Falle eines Versagens von einer der Feldspulenzellen **108** neu auf dem Rotor **101** kartiert werden, derart, dass die defekte Feldspulenzelle **108** übersprungen wird. In einigen Ausführungsformen kann die defekte Feldspulenzelle **108** durch eine neue Feldspulenzelle **108** ersetzt werden, ohne dass der programmierbare elektrische Wandler **100** vollständig abgeschaltet werden muss.

[0033] Mit Bezug auf Fig. 4–Fig. 5 sind Ausführungsformen für die C-Kern-Feldspulenzellen **108** gezeigt. Obgleich die Feldspulenzellen **108** als C-Kern-Feldspulenzellen gezeigt sind, kann jede Anzahl von verschiedenen Feldspulenzellkonfigurationen verwendet werden. In der gezeigten Ausführungsform können die Feldspulenzellen **108** aus einer Laminatstahlkonstruktion geformt sein, wobei jede C-Kern-Feldspulenzelle **108** zwei Umwicklungen **112** aufweist, eine in Serie mit der anderen und so gewickelt, dass jede Wicklung **112** im C-Kern Fluss in der gleichen Richtung erzeugt. Jede Wicklung **112**

kann mit einer separaten Stromversorgung (nicht gezeigt) gekoppelt sein, wie eine Gleichstromquelle, und kann einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) **118** aufweisen, der zwischen der Stromquelle und den Wicklungen **112** angeordnet ist, um eine bidirektionale Steuerung des Stromflusses durch die Wicklungen **112** zu ermöglichen. Unter Verwendung der bidirektionalen IGBT **118** zur unabhängigen Steuerung jeder Feldspulenzelle **108** kann der programmierbare elektrische Wandler **100** eine Vielzahl von verschiedenen temporären Magnetfeldern, einschließlich Magnetfelder verschiedener Richtungen, gleichzeitig an den Rotor **101** anlegen. Wie zuvor besprochen, erzeugt die Ausrichtung jedes Nordpols mit einem aktiven Schenkel einer Ankerspule und jedes Südpols mit dem anderen aktiven Schenkel in der gleichen Ankerspule ein komplementäres elektrisches Potential in jeder Ankerspule in dem Anker **107**. Weiterhin ergibt die Fähigkeit zur selektiven Steuerung der an den Rotor **101** angelegten temporären Magnetfelder Flexibilität im Betrieb, die nicht von der Position des Rotors **101** abhängig ist. Zusätzlich kann Anker **107**-Ausgabefrequenzregelung durch Steuerung der Ansteuerfrequenz der IGBT **118** in der Feldspulenzelle **108** möglich sein. Eine Ankerspulen-Ausgabespannungssteuerung kann durch geschlossene Stromschleifensteuerung der Ströme in den Feldspulenzellen **108** erreicht werden. Ein potentieller Vorteil der verteilten Mehrfeldspulenkonstruktion besteht darin, dass Wärmeverluste auf eine Vielzahl von C-Kernen und zugehörige IGBT verteilt werden, was es leichter macht, Wärme abzuwehren. In einigen Ausführungsformen können zusätzlich zu den primären Bestromungsspule(n) mehrere parallele Wicklungen auf den Feldspulenlaminierungen eingeschlossen sein, wie ein separater Wicklungsüberwachungskreis, eine separate magnetische Stützwicklung, und/oder ein separater Dämpfungskreis.

[0034] In einigen Ausführungsformen kann der Rotor **101** in einem Vakuum angeordnet sein, und die Feldspulenzellen **108** können außerhalb des Vakuums angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können die Feldspulenzellen **108** zwangsluftgekühlt sein und die Wicklungen **112** können niedrig drehende Hochstromwicklungen sein, die niedrige Impedanz und hohe Ansprechempfindlichkeit bereitstellen. In einigen Ausführungsformen kann die Stromquelle einen Kondensator **119** zur Bereitstellung einer hohen Entladung umfassen. In einigen Ausführungsformen kann jede Feldspulenzelle **108** oder Gruppen von Feldspulenzellen **108** mit einer oder mit mehreren Leiterplatten **114** zur Montage der IGBT **118** und Treiber darauf gekoppelt sein. In einigen Ausführungsformen können einzelne Ankerspulen **115** als Teil der Feldspulenzelle **108** zur verbesserten Wartungsfähigkeit einer defekten Ankerspule **115** zusammengebaut sein. In einigen Ausführungsformen können die Laminierungen der C-Kerne aus METGLAS oder amorpher Metalllegierung oder anderen Mate-

rialien mit geringen magnetischen Verlusten hergestellt sein.

[0035] Unter Bezugnahme auf **Fig. 6–Fig. 8** sind verschiedene Ausführungsformen des Rotors **101** gezeigt, der der Verwendung in dem programmierbaren elektrischen Wandler **100** von **Fig. 1** angepasst ist. In verschiedenen Ausführungsformen kann der Rotor **101** Stahl sein, und die Geometrie- und Materialeigenschaften einer Außenfläche des Rotors können abhängig von Konstruktionskriterien variiert werden. In einigen Ausführungsformen können Wirkungen durch eine Reduktion in der Menge des auf dem Rotor **101** angeordneten magnetisierbaren Materials erzielt werden. Wie in **Fig. 6** gezeigt, kann in einigen Ausführungsformen ein Rotor **101** mit einer Verbundkonstruktion verwendet werden, der eine Vielzahl von auf einer Außenfläche davon angeordneten Ringen (**116a–c**) umfasst. In einigen Ausführungsformen können ein oder mehrere magnetisch permeable Ringe **116b** unter der wirksamen Länge der Ankerspulen und zwischen den nicht-magnetischen Ringen **116a** und **116c** positioniert sein. In einigen Ausführungsformen können die nicht-magnetischen Ringe **116a** und **116c** Ausstülpungen von Rotor **101** und/oder separate, daran befestigte Ringe sein. In verschiedenen Ausführungsformen kann der magnetisch permeable Ring **116b** geschlitzt sein und/oder der Ring **116b** kann zur Reduktion von Verlusten aus Laminierungen aufgebaut sein.

[0036] Wie in **Fig. 7** gezeigt, kann in einigen Ausführungsformen der Rotor **101** ein im Allgemeinen massiver Zylinder aus einer monolithischen Stahlkonstruktion mit Ausstülpungen oben und unten davon entlang der Drehachse sein. Das Material des Rotors **101** kann auf der Basis seiner physikalischen Eigenschaften, einschließlich u. a. Dichte des Materials und seiner Magnetfelddauerhaftigkeit, gewählt werden. In einigen Ausführungsformen können verschiedene Oberflächen des Rotors manipuliert werden, um die physikalischen und magnetischen Eigenschaften des Rotors **101** zu variieren. Beispielsweise können Teile der oberen und unteren Seitenwände zur Reduktion des Gewichts des Rotors **101** entfernt werden, ohne dass die Oberfläche des Außenumfangs des Rotors **101** reduziert wird. Zusätzlich kann der Rotor **101** in einigen Ausführungsformen einen Hohlraum einer bestimmten Tiefe im Außenumfang des Rotors **101** aufweisen, um einen magnetischen Bruch zwischen der Außenfläche des Rotors **101** und dem Innenvolumen des Rotors **101** auszubilden. Wie in **Fig. 8** gezeigt, können in einigen Ausführungsformen Schlitze **101a** in der Außenfläche des Rotors **101** ausgebildet sein, um die Vielzahl von um den Rotor **101** erzeugten Magnetfeldern zu isolieren. In einigen Ausführungsformen können sich die Schlitze **101a** über die volle Höhe des Außenumfangs erstrecken, und in einigen Ausführungsformen können sich die Schlitze **101a** nicht ganz über die volle Höhe

des Rotors **101** erstrecken. In einigen Ausführungsformen kann die Anzahl von Schlitzten **101a** gleich oder ein Vielfaches der Anzahl von um den Rotor **101** angeordneten Feldzellenspulen sein. Beispielsweise hat der Rotor **101** in der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform vier Ausstülpungen oder Zähne innerhalb der Länge einer Ankerspule. In einigen Ausführungsformen kann der Rotor **101** eine integrierte Luftpumpe zum Evakuieren von Luft aus der optionalen Vakuumbarriere umfassen. In verschiedenen Ausführungsformen können Radius, Höhe, Gewicht, Oberflächengeometrie und andere Eigenschaften des Rotors in Abhängigkeit von den gewünschten Eingaben und Ausgaben des programmierbaren elektrischen Wandlers **101** manipuliert werden. In einigen Ausführungsformen kann der Rotor **101** eine Verbundkonstruktion mit auf oder nahe der Finger des Rotors **101** angeordneten magnetisierbaren Kissens sein.

[0037] In einigen Ausführungsformen kann der äußere Umfang des Rotors **101** abgeschrägt oder gefast sein, um die Erzeugung von Kräften in mehreren Richtungen, wie magnetische Axiallagerkräfte, zu ermöglichen und differentielle radiale Geschwindigkeiten von einem Ende der wirksamen Länge des Ankers im Vergleich zu dem anderen Ende zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen können eine oder mehrere Lagerbaugruppen ein Kugellager **104** (in **Fig. 1** gezeigt) sein, das dazu ausgelegt ist, eine Radialkraft aufzunehmen, und/oder eine oder mehrere Lagerbaugruppen können sowohl ein Kugellager als auch ein Drehlager **109** (in **Fig. 1** gezeigt) zum Aufnehmen einer Axialkraft umfassen. In solchen Ausführungsformen kann das Drehlager zu hoher Geschwindigkeit und hoher Schubkraft fähig sein und kann die Kugellager auf kleineren Durchmesser bringen und dadurch die Radialgeschwindigkeiten senken.

[0038] Betrachtet wird nun **Fig. 9**, eine Schnittansicht einer Ausführungsform eines programmierbaren elektrischen Wandlers **100** mit einer optionalen Vakuumbarriere **102**, die auf den Innendurchmesser des Ankeraufbaus **107** mit den dazugehörigen O-Ringen **117**, die zum Halten des Vakuums um den Rotor verwendet werden, angewendet wird. In einigen Ausführungsformen, wie zum Beispiel Hochgeschwindigkeitsanwendungen, kann Zugwind eine nachteilige Wirkung haben, und das Erzeugen eines Vakuums um den Rotor kann den Zugwind reduzieren. Im Allgemeinen kann die Vakuumbarriere **102** aus einem nicht-magnetischen Material gebildet sein, das dazu ausgelegt ist, eine Störung zwischen den Feldspulenzellen und dem Rotor zu minimieren. Für Nichtvakuumssysteme können Spielräume zwischen Rotor und Feldspulenzellen minimiert werden, um den Zug zu reduzieren.

[0039] Betrachtet wird nun **Fig. 10**, gezeigt sind Abschlussplatten **105** des programmierbaren elektri-

schen Wandlers **100**. Die Abschlussplatten **105** können zur Anordnung entlang der oberen und unteren Flächen des Rotors, getrennt durch ein Muster von Abstandshaltern **113** um einen Umfang davon, ausgelegt sein. Die Abschlussplatten **105** können eine Schulter entlang einer Innenfläche davon, gegen die die Feldspulenzellen anstoßen, wenn sie um den Rotor **101** angeordnet sind, wie in **Fig. 1** gezeigt, umfassen. Die Fläche auf einer oder beiden Seiten der Abstandshalter **113** kann zur Übereinstimmung mit der Oberfläche der Feldspulenzellen, um strukturellen Halt für die Feldspulenzellen bereitzustellen, ausgelegt sein. In einigen Ausführungsformen können die Abstandshalter **113** angeordnet sein, wie beispielsweise durch Verjüngen der Seiten davon, um die Übertragung hoher radialer magnetischer Kräfte, die durch Wechselwirkung der bestromten Feldspulenzellen und des Rotors erzeugt werden, auf die Abschlussplatten **105**, zu erleichtern. Die Abstandshalter **113** und Abschlussplatten **105** können aus einem nicht-magnetischen Material, wie zum Beispiel Aluminium, ausgebildet sein, das Abschirmung bereitstellt und darin ausgebildete integrierte Wärmesenke-Eigenschaften aufweisen kann, um Wärme aus den Feldspulenzellen und/oder Schaltern (IGBTs) abzuleiten.

[0040] Betrachtet wird nun **Fig. 11**, es ist eine Ausführungsform eines Ankers **107** gezeigt, der in der Ausführungsform des programmierbaren elektrischen Wandlers **100** von **Fig. 1** verwendet wird. In verschiedenen Ausführungsformen kann der Anker **107**, sofern zutreffend, außerhalb einer Vakuumbarriere angeordnet sein. In der gezeigten Ausführungsform umfasst der Anker **107** acht Ankerspulen **115**, wobei jede Ankerspule zwei aktive Schenkel und zwei Anker-Anschlussdrähte **111** für insgesamt 16 aktive Schenkel und 16 Anker-Anschlussdrähte **111** aufweist. In einigen Ausführungsformen kann der Anker **107** aus einer oder mehreren Phasen bestehen, zum Beispiel durch Koppeln von zwei oder mehreren Anker-Anschlussdrähten **111** miteinander. In verschiedenen Ausführungsformen kann die Anzahl von Gruppen von miteinander gekoppelten Anker-Anschlussdrähten **111** von zwei bis zu maximal den Zweifachen der Anzahl von Ankerspulen **115** reichen. Jede beliebige Anzahl von internen Buchsenstrukturen kann eingesetzt werden, um die gemeinsamen Anker-Anschlussdrähte **111** von einer oder mehreren Ankerspulen **115** miteinander zu gruppieren. Beispielsweise können ein oder mehrere Schalter (nicht gezeigt) zwischen den Anker-Anschlussdrähten **111** angeordnet sein. Diese Schalter können eine Kombination von seriellen, parallelen oder antiparallelen Schaltelementen sein. Der Ankeraufbau **107** kann für erzwungene Umluftkühlung optimiert werden, wobei zum Beispiel schlitzgewickelte oder spulengewickelte Ankerspulen oder Z-Form-Spulen verwendet werden.

[0041] In verschiedenen Ausführungsformen kann der hier offenbarte programmierbare elektrische Wandler zur Verwendung als eine kontinuierliche Energielösung ausgelegt sein, um Energie für einen begrenzten Zeitraum im Falle eines Stromausfalls und/oder als ein Überspannungsschutz (durch Absorbieren der Energie und ihr mechanisches Speichern in dem Rotor) bereitzustellen. In solchen Ausführungsformen kann die Welle mit einem Motor-Generator-Set (Gen-Set) mit einer magnetischen Clutch-Kupplung gekoppelt sein, die ein einwandfreies Rutschen (d. h. nur Wärme) bereitstellt. Die Inertialenergie, die in dem Drehrotor gespeichert ist, kann zur Erzeugung der Überbrückungsenergie für kritische Lasten verwendet werden, während auch einiges der gespeicherten Energie für den Inertial-Gen-Set-Start vor dem Übergang auf eine alternative Stromquelle, wie ein Diesel-Generator, verwendet wird. In anderen Ausführungsformen ermöglicht die Fähigkeit des programmierbaren elektrischen Wandlers zur Aufnahme einer variablen Welleneingabe und Bereitstellung einer geregelten Frequenz und Spannungsausgabe seine Verwendung als Generator in einer Windturbine. In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler zur Bereitstellung eines Traktionsantriebs mit regenerativer Energiegewinnung beim Bremsen und bei dynamischer Rotordämpfung verwendet werden. In einer solchen Ausführungsform können ein oder mehrere programmierbare elektrische Wandler an jedem Rad eines Fahrzeugs angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler als ein Schrittmotor mit exakter Positionssteuerung verwendet werden. In einigen Ausführungsformen können zwei programmierbare elektrische Wandler (oder ein einziger programmierbarer elektrischer Wandler mit zwei Ankern) zur Umwandlung zwischen verschiedenen Stromfrequenzen gekoppelt sein, wie zum Beispiel durch Eingabe in einen Anker aus einer 50-Hz-Stromversorgung zur Motorisierung des Rotors und gleichzeitige Erzeugung einer Ausgabe bei 60 Hz aus dem anderen Anker.

[0042] In einigen Ausführungsformen könnten sowohl Wechselstrom als auch Gleichstrom gleichzeitig produziert werden, wobei Wechselstrom in einer Ankerspule und Gleichstrom in einer anderen Ankerspule erzeugt wird. In einigen wellengekoppelten Ausführungsformen kann Wechselstromenergie durch Betreiben eines Wandlers als ein Wechselstrommotor, während der andere als ein Gleichstromgenerator betrieben wird, in Gleichstromenergie umgewandelt werden. In einige wellengekoppelten Ausführungsformen kann Gleichstromenergie durch Betreiben eines Wandlers als ein Gleichstrommotor, während der andere als Wechselstromgenerator betrieben wird, in Wechselstromenergie umgewandelt werden. In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler unter Verwendung von Wellen-Eingabedrehmoment und Gleich-

stromenergie der Feldspulenzellen zur Erzeugung von Gleichstromenergie bei einer höheren Spannung als Gleichstrom-zu-Gleichstrom-Wandler arbeiten.

[0043] In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler zur Bereitstellung von elektromagnetischem Antrieb in Magnetschwebeanwendungen verwendet werden, um exakte Beschleunigungsprofile bereitzustellen und regenerative Bremsenergie zu gewinnen. In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler zu Antrieb von Gegenständen unter Verwendung einer repetitiven Puls-Ausgabe zur Energieversorgung eines Gauß- oder Schienengewehrs verwendet werden. In einigen Ausführungsformen kann eine Vielzahl von programmierbaren elektrischen Wandlern, wie hierin offenbart, überall in einem elektrischen Gitter verteilt werden, um nach Bedarf Aufwärts- und Abwärts-Transformation bereitzustellen. In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler als ein Motor verwendet werden, durch den sich das Motor-Drehmoment variieren lässt, ohne dass die Spannung durch Hinzufügen oder Entfernen von Spulen geändert wird, wobei der Kompromiss Wirksamkeit vs. Geschwindigkeit (d. h. dynamische Drehmomentsteuerung über Programmierung) ist. Bei der Konfiguration als Motor kann der programmierbare elektrische Wandler die Richtung schneller und unkomplizierter als herkömmliche Elektromotoren ändern, da die verschiedenen Komponenten unabhängig gesteuert werden und daher jeweils verschiedenen Funktionen zugeordnet werden können. Beispielsweise könnten einige Komponenten des programmierbaren elektrischen Wandlers Elektrizität zur Bewegung in eine erste Richtung verwenden, einige Komponenten könnten Elektrizität erzeugen, und einige Komponenten könnten diese Elektrizität zur Bewegung in eine zweite Richtung verwenden, wobei der Arbeitsanteil, der von jeder Komponente verrichtet wird, in Realzeit variiert.

[0044] Unter Bezugnahme auf **Fig. 12–Fig. 15**, ist eine Ausführungsform eines programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandlers **200** gezeigt, bestehend aus einem Rotor **202** und einer Vielzahl von stationären Leiterplatten **201**. Wie in **Fig. 13** gezeigt, besteht der Rotor **202** aus einer Welle und einer Vielzahl von an ihr entlang befestigten Scheiben, wobei jede Scheibe des Rotors **202** darauf angeordnete magnetisierbare Bereiche **202a** aufweist. In verschiedenen Ausführungsformen besteht jede Leiterplatte **201** aus einer Schicht von Material, das als Rückeisen wirkt, einem Anker mit Ankerspulen (nicht gezeigt) und einer Vielzahl von Feldspulen **201a** (in **Fig. 14** und **Fig. 14A** gezeigt), die selektiv bestromt und zwischen Rückeisen und Ankerspulen angeordnet werden können. In der Ausführungsform des programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandlers, die in **Fig. 12** gezeigt ist, sind die Leiterplatten **201** zwischen jeder Scheibe von Rotor **202** verschachtelt, um eine Matrix

von Feldspulen **201a** bereitzustellen, die zum Anlegen eines Magnetfeldes an die magnetisierbaren Bereiche **202a** des Rotors **202** bestromt werden können. In einem ersten Betriebsmodus können die Feldspulen **201a** selektiv bestromt werden, um den magnetisierbaren Punkten **202** magnetische Kräfte zu verleihen, um den Rotor **202** zur Drehung entlang einer Drehachse zu bringen. In einem zweiten Betriebsmodus bewirkt ein auf den Rotor **202** angewendetes Eingabe-Drehmoment, dass sich die magnetisierbaren Bereiche von **202a** relativ zu den Feldspulen **201a** zur Erzeugung von Elektrizität bewegen.

[0045] In einigen Ausführungsformen kann die Vielzahl von Scheiben des Rotors **202** eine Vielzahl von diskreten magnetisierbaren Punkten, einen oder mehrere größere magnetisierbare Bereiche, und/oder eine Vielzahl von diskreten nicht-magnetisierbaren Bereichen, wie Löcher in einem größeren magnetisierbaren Bereich, umfassen. In einem ersten Betriebsmodus in Ausführungsformen, wobei nicht-magnetisierbare Bereiche oder Löcher in größeren magnetisierbaren Bereichen auf einer oder mehreren der Scheiben des Rotors **202** angeordnet sind, würde das Bestromen der Feldspulen **201a** magnetische Kräfte erzeugen, die im Rotor **202** Bewegung vermitteln würden, da die Feldspulen **201a** auf den Scheiben des Rotors **202** angeordnete magnetisierte Bereiche entweder anziehen und/oder abstoßen. In einem zweiten Betriebsmodus erzeugt das auf den Rotor **202** angewendete Drehmoment, das die Bewegung der magnetisierten und nicht-magnetisierten Bereiche der Scheiben des Rotors **202** zwischen den Polen der Feldspulen **201a** erzeugt, Elektrizität. In einigen Ausführungsformen könnten die Feldspulen **201a**, die zwischen den Scheiben des Rotors **202** angeordnet sind, sehr klein und zum Beispiel auf einer integrierten Schaltung angeordnet sein. In verschiedenen Ausführungsformen könnten die Leiterplatten **201** entlang der gleichen Achse wie die Scheiben des Rotors **202** gestapelt sein, um Energieumwandlung mit hoher Dichte, die bei niedrigen Spannungen auf Mikroniveau arbeitet, aber in der Lage ist, hohen Strom und Spannung auf Systemniveau abzugeben, bereitzustellen.

[0046] In einigen Ausführungsformen kann die Wirksamkeit eines programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandlers **200** auf den Anteil der Masse des Rotors **202** zur Gesamtmasse des programmierbaren elektrischen Wandlers **200** bezogen werden. Durch Maximierung des wirksamen Bereichs, wobei Feldspulen **201a** und magnetisierbare Bereiche **202a** in Kontakt kommen, können die Materialkosten reduziert und die Kosteneffektivität erhöht werden. Es ist wohlbekannt, dass elektromagnetische Felder mit dem Quadrat des Abstands abnehmen. Daher können in einigen Ausführungsformen der relativ große Bereich und die nächste Nähe des Kontakts, der durch den programmierbaren elektri-

schen Mehrscheibenwandler **200** bereitgestellt werden kann, Strahlungsenergieverlust reduzieren. In verschiedenen Ausführungsformen können zur Vermeidung des magnetischen Koppelns von benachbarten Feldspulen **201a** die Feldspulen **201a** bei Niederspannungen betrieben werden und/oder können voneinander beabstandet sein. In verschiedenen Ausführungsformen kann die Betriebsspannung auf Grund der Zeit, die erforderlich ist, um ein angelegtes Magnetfeld zu erzeugen oder abzubauen, zur selektiven Steuerung der Geschwindigkeit und Ansprechempfindlichkeit eines programmierbaren elektrischen Mehrscheibenwandlers **202** verwendet werden. Ein Niederspannungsbetrieb kann höhere Frequenzfeld-Modulation und nähere Beabstandung der Feldspulen **201a** erlauben. In einigen Ausführungsformen kann das magnetische Koppeln zwischen eng beabstandeten Feldspulen **201a** durch Aktivieren abwechselnder Reihen von elektromagnetischen Spulen **201a** nach einem Zeitscheibenplan reduziert werden. In einigen Ausführungsformen könnte ein Induktionsspulen-Layout erstellt werden, um in eine Mehrschichtenplatte einzusinken, derart, dass die Flusslinien auf beiden Seiten der Induktionsspulenplatte verwendet werden könnten, um mit den magnetisierbaren Bereichen **202a** in Wechselwirkung zu treten und dadurch magnetische Strahlungsverluste zu reduzieren. In einigen Ausführungsformen könnte eine gedruckte Leiterplatte einen Induktionsspulentreiber halten und Anschlüsse aufweisen, die sich in einen Mikrokontroller oder FPGA einklinken.

[0047] Betrachtet wird nun **Fig. 16**, es ist eine Ausführungsform eines linearen programmierbaren elektrischen Wandlers **300** gezeigt, umfassend einen Stab **301** und einen Rotor **302** mit einer Vielzahl von entlang einer Außenfläche davon angeordneten magnetisierbaren Bereichen **300a**. In verschiedenen Ausführungsformen umfasst der Stab **301** eine Schicht von Material, das als Rückeisen wirkt, einen Anker mit Ankerspulen (nicht gezeigt), die auf einer Innenfläche des Stabes **301** angeordnet sind, und eine Vielzahl von zwischen Rückeisen und Anker liegenden Feldspulen **300b**. In dieser Ausführungsform wirkt der lineare programmierbare elektrische Wandler **300** als Solenoid, wobei der Rotor **302** in dem Stab **301** linear hin und her oszilliert. In einer solchen Ausführungsform können die Ankerspulen verwendet werden, um entweder eine magnetische Kraft auf die magnetisierbaren Bereiche **300a** zum Betreiben der Welle **302** auszuüben oder Strom aus der Bewegung der magnetisierbaren Bereiche **300a** relativ zu den Ankerspulen zu erzeugen. In der gezeigten Ausführungsform ist die Welle **302** hohl, mit magnetisierbaren Bereichen (nicht gezeigt), die auf einer Innenfläche davon angeordnet sind, und der Stab **301** umfasst einen Innenstab mit Anker und Feldspulen (nicht gezeigt), die auf einer Außenfläche davon angeordnet sind. In einigen Ausführungsformen kann an jedem Ende eine fester Magnet oder eine Feder

vorhanden sein, um Rückstellkraft zum Zurückstellen des linearen programmierbaren elektrischen Wandlers **300** für den nächsten Zyklus bereitzustellen. Eine der mechanischen Anwendungen für diesen Typ von linearem programmierbarem elektrischem Wandler **300** kann die Verwendung als Stoßdämpfer in einem Auto umfassen, wobei die Auf- und Ab-Bewegungen verwendet werden können, um Elektrizität zu erzeugen und/oder die Fahrt zu glätten. In einigen Ausführungsformen kann der lineare programmierbare elektrische Wandler **300** allgemein eine programmierbare Spulenkonfiguration in einem elektromechanischen Transducer umfassen. Die Verbreitung von Spulen ermöglicht einen Aufbau von unabhängig zu betätigenden Treiber/Pickup-Spulen, und das mechanische Substrate kann die Aktionen der Teile verknüpfen, wodurch sie sich zu einem einzigen elektromechanischen System mit einer dynamisch veränderbaren Funktion vervielfältigen lassen. In der gezeigten Ausführungsform ist der Rotor **302** zum Hin-und-Her-Oszillieren in dem Stab **301** bemessen; wohingegen in anderen Ausführungsformen der Rotor **302** zum Oszillieren gegenüber einer äußeren Fläche des Stabs **301** bemessen sein kann, und/oder der Rotor **302** kann stationäre sein und der Stab **301** ist relativ zu dem Rotor **302** beweglich.

[0048] In einigen Ausführungsformen können Anker und Feldspulen und die magnetisierbaren Bereiche in ein flexibles Material eingebettet sein, und elektrische Pulse können verwendet werden, um das Falten dieses Materials zu steuern, und/oder die Bewegung des Materials könnte als elektrische Impulse erfasst werden, um Position und Orientierung des Materials anzugeben. In einigen Ausführungsformen kann der programmierbare elektrische Wandler dazu ausgelegt sein, in einem laufenden Schuh angeordnet zu sein, der Elektrizität erzeugen könnte, um zum Beispiel blinkende Sicherheits-LEDs oder einen drahtlosen Monitor zu bestromen. In anderen Ausführungsformen könnte ein Blech des programmierbaren elektrischen Wandlers in einem flexiblen Material im Wind "flattern", um Energie zu erzeugen. In verschiedenen Ausführungsformen könnte der programmierbare elektrische Wandler als elektromechanischer Transducer betrieben werden, wobei der Einheitsaufbau Schalter/Spule/Punkt für einen piezoelektrischen Effekt insofern bevorzugt sein kann, als die Eigenschaften in Zeit und Raum mit einer Unterteilung und Spezialisierung der Funktion im gleichen System variieren können.

[0049] Obwohl verschiedene Ausführungsformen des Verfahrens und Geräts der vorliegenden Erfindung in den beigefügten Zeichnungen erläutert und in der vorhergehenden ausführlichen Beschreibung beschrieben wurde, ist es selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt ist, sondern zu zahlreichen Umlagerungen, Modifikationen und Substitutionen in der La-

ge ist, ohne vom Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen.

[0050] Vorzugsweise wird ferner beansprucht eine programmierbare elektrische Vorrichtung, umfassend:

einen Anker mit einer ersten Seite und einer zweiten Seite, wobei der Anker eine Vielzahl von Ankerspulen umfasst, wobei jede Ankerspule zwei aktive Schenkel und zwei daran gekoppelte Anker-Anschlussdrähte umfasst;

einen Rotor, der an die erste Seite des Ankers anschließend und relativ dazu beweglich angeordnet ist, wobei der Rotor ein magnetisierbares Material umfasst, das die Funktion hat, dass ein oder mehrere temporäre Magnetfelder darin angelegt sind, wobei jedes des einen oder der mehreren temporären Magnetfeldern einen Nordpol und einen Südpol umfasst; eine Vielzahl von Feldspulenzellen, die an die zweite Seite des Ankers anschließend und auf den Rotor folgend so angeordnet sind, dass der Anker dazwischen liegt, die Vielzahl von Feldspulenzellen die Funktion hat, elektrische Energie aufzunehmen und bestromt zu werden, um Magnetfelder darin zu erzeugen und dadurch das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen;

Steuerschaltung, die mit der Vielzahl von Feldspulenzellen zur Steuerung der Bestromung der Vielzahl von Feldspulenzellen gekoppelt ist, wobei die Steuerschaltung die Funktion hat, die Vielzahl von Feldspulenzellen zur dynamischen Steuerung des einen oder der mehreren an den Rotor angelegten temporären Magnetfelder selektiv zu bestromen; wobei die Bewegung des Rotors relativ zu dem Anker bewirkt, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in einer oder mehreren der Vielzahl von Ankerspulen erzeugt; und wobei ein elektrischer Stromfluss in der Vielzahl von Ankerspulen ein Magnetfeld zur Übertragung von magnetischer Kraft auf das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder zur Bewegung des Rotors relativ zu dem Anker fließt, dadurch gekennzeichnet, dass

der Anker und der Rotor die Funktion als Wechselstrommotor haben, wenn Wechselstromenergie an die Anker-Anschlussdrähte geliefert wird, um ein rotierendes Magnetfeld in dem Anker zu erzeugen, und Gleichstromenergie an die Vielzahl von Feldspulenzellen geliefert wird, um das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen, wobei das rotierende Magnetfeld die magnetische Kraft auf das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ausübt, um zu bewirken, dass sich der Rotor relativ zu dem Anker bewegt; oder der Anker und der Rotor die Funktion als Gleichstromgenerator haben, wenn eine Eingabekraft auf den Rotor angewendet wird, die bewirkt, dass sich der Rotor relativ zu dem Anker bewegt, und eine Gleichstromquelle mit der Vielzahl von Feldspulenzellen gekoppelt ist, um das eine oder die mehre-

ren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen, wobei die Bewegung des Rotors relativ zum Anker ein Gleichstrompotential in der Vielzahl von Ankerspulen erzeugt, wobei der Gleichstromgenerator die Funktion als Gleichstrom-zu-Gleichstrom-Energiewandler hat und vorzugsweise das Wechselstrompotential durch eine Amplitude des Stroms, der auf die Feldspulenzellen angewendet wird, und eine Frequenz und Zeit eines Arbeitszyklus der Feldspulenzellen und eine Geschwindigkeit der Bewegung des Rotors relativ zum Anker gesteuert wird; oder die programmierbare elektrische Vorrichtung weiterhin umfasst: ein zweiten Anker mit einer oder mehreren Ankerspulen an den Rotor anschließend, derart dass die Bewegung des Rotors relativ zu dem zweiten Anker bewirkt, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in einer oder mehreren der Ankerspulen des zweiten Ankers erzeugen, wobei die Polflächen der Vielzahl von Feldspulenzellen neben dem zweiten Anker angeordnet sind; oder die Bewegung des Rotors relativ zum Anker durch Drehmomentkräfte verursacht wird.

[0051] Vorzugsweise wird ferner beansprucht ein Verfahren zur Verwendung von temporären Magnetfeldern in einer programmierbaren elektrischen Vorrichtung, die in mehreren Betriebsmoden funktioniert, wobei das Verfahren umfasst:

Bereitstellen eines Rotors mit einem magnetisierbaren Material auf einer Oberfläche davon;

Bereitstellen eines Anker und einer Vielzahl von Feldspulenzellen, die in nächster Nähe zum Rotor angeordnet sind, wobei der Anker eine Vielzahl von Ankerspulen aufweist, die zwischen dem Rotor und der Vielzahl von Feldspulenzellen liegen, jede Ankerspule zwei aktive Schenkel und zwei damit gekoppelte Anker-Anschlussdrähte aufweist;

Koppeln der Vielzahl von Feldspulenzellen mit der Steuerschaltung;

Anlegen von einem oder mehreren temporären Magnetfeldern an den Rotor durch selektives Bestromen der Vielzahl von Feldspulenzellen, um darin Magnetfelder zu erzeugen, wobei die temporären Magnetfelder einen Nordpol und einen Südpol umfassen;

Bewegen des Rotors relativ zum Anker in einem ersten Betriebsmodus, um zu bewirken, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in mindestens einer der Vielzahl von Ankerspulen erzeugen; und

Anwenden von elektrischer Energie auf die mindestens eine der Vielzahl von Ankerspulen, um darin Magnetfelder in einem zweiten Betriebsmodus zu erzeugen und magnetische Kraft auf das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder zu übertragen, um den Rotor relativ zum Anker zu bewegen, wobei das Verfahren weiterhin umfasst: Variieren einer Größe der an den Rotor im ersten Betriebsmodus ausgeübten magnetischen Kraft unter Verwendung der Steuerschaltung, um die Vielzahl von Feld-

spulenzellen zur dynamischen Steuerung des an den Rotor angelegten einen oder der mehreren temporären Magnetfelder selektiv zu bestromen; oder wobei die elektrische Energie, die an die mindestens eine der Vielzahl von Ankerspulen im zweiten Betriebsmodus geliefert wird, entweder Wechselstromenergie oder gepulste Gleichstromenergie ist, um in dem Anker ein rotierendes Magnetfeld zu erzeugen; und

Steuern einer Größe der auf den Rotor übertragenen magnetischen Kraft unter Verwendung der Steuerschaltung, um die Vielzahl von Feldspulenzellen zur dynamischen Steuerung des einen oder der mehreren an den Rotor angelegten temporären Magnetfelder selektiv zu bestromen; oder

wobei das Verfahren weiterhin umfasst: Variieren des im ersten Betriebsmodus erzeugten elektrischen Potentials, ohne dass eine Geschwindigkeit der Bewegung des Rotors relativ zum Anker geändert wird, unter Verwendung der Steuerschaltung zum Variieren einer Frequenz oder einer Amplitude des Bestromens der Vielzahl von Feldspulenzellen; oder

wobei das Verfahren weiterhin umfasst: Bereitstellen eines zweiten Ankers mit einer oder mehreren Ankerspulen darin an den Rotor anschließend, derart dass Bewegung des Rotors relativ zu dem zweiten Anker bewirkt, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in einer oder mehreren der Ankerspulen des zweiten Ankers erzeugen; oder wobei die Bewegung des Rotors relativ zum Anker linear ist.

Patentansprüche

1. Programmierbare elektrische Vorrichtung, umfassend:

einen Anker mit einer ersten Seite und einer zweiten Seite, wobei der Anker eine Vielzahl von Ankerspulen umfasst, wobei jede Ankerspule zwei aktive Schenkel und zwei daran gekoppelte Anker-Anschlussdrähte umfasst;

einen Rotor, der an die erste Seite des Ankers anschließend und relativ dazu beweglich angeordnet ist, wobei der Rotor ein magnetisierbares Material umfasst, das die Funktion hat, dass ein oder mehrere temporäre Magnetfelder darin angelegt sind, wobei jedes des einen oder der mehreren temporären Magnetfeldern einen Nordpol und einen Südpol umfasst; eine Vielzahl von Feldspulenzellen, die an die zweite Seite des Ankers anschließend und auf den Rotor folgend so angeordnet sind, dass der Anker dazwischen liegt, die Vielzahl von Feldspulenzellen die Funktion hat, elektrische Energie aufzunehmen und bestromt zu werden, um Magnetfelder darin zu erzeugen und dadurch das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen;

Steuerschaltung, die mit der Vielzahl von Feldspulenzellen zur Steuerung der Bestromung der Vielzahl von Feldspulenzellen gekoppelt ist, wobei die Steu-

erschaltung die Funktion hat, die Vielzahl von Feldspulenzellen zur dynamischen Steuerung des einen oder der mehreren an den Rotor angelegten temporären Magnetfelder selektiv zu bestromen;

wobei die Bewegung des Rotors relativ zu dem Anker bewirkt, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in einer oder mehreren der Vielzahl von Ankerspulen erzeugt; und wobei ein elektrischer Stromfluss in der Vielzahl von Ankerspulen ein Magnetfeld zur Übertragung von magnetischer Kraft auf das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder zur Bewegung des Rotors relativ zu dem Anker fließt.

2. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:

die Steuerschaltung die Funktion hat, eine Größe der auf den Rotor ausgeübten magnetischen Kraft durch selektives Bestromen der Vielzahl von Feldspulenzellen zur dynamischen Steuerung des einen oder der mehreren an den Rotor angelegten temporären Magnetfeldern zu variieren.

3. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:

der Anker und der Rotor die Funktion als Wechselstrommotor haben, wenn Wechselstromenergie an die Anker-Anschlussdrähte geliefert wird, um ein rotierendes Magnetfeld in dem Anker zu erzeugen, und Gleichstromenergie an die Vielzahl von Feldspulenzellen geliefert wird, um das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen, wobei das rotierende Magnetfeld die magnetische Kraft auf das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ausübt, um zu bewirken, dass sich der Rotor relativ zu dem Anker bewegt.

4. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:

der Anker und der Rotor die Funktion als Gleichstrommotor haben, wenn Gleichstromenergie an die Anker-Anschlussdrähte geliefert und sequentiell gepulst wird, um ein rotierendes Magnetfeld in dem Anker zu erzeugen, und Gleichstromenergie an die Vielzahl von Feldspulenzellen geliefert wird, um das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen, wobei das rotierende Magnetfeld die magnetische Kraft auf das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ausübt, um zu bewirken, dass sich der Rotor relativ zu dem Anker bewegt.

5. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:

der Anker und der Rotor die Funktion als Gleichstromgenerator haben, wenn eine Eingabekraft auf den Rotor angewendet wird, die bewirkt, dass sich der Rotor relativ zu dem Anker bewegt, und eine Gleichstromquelle mit der Vielzahl von Feldspulenzellen gekoppelt ist, um das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen,

wobei die Bewegung des Rotors relativ zum Anker ein Gleichstrompotential in der Vielzahl von Ankerspulen erzeugt.

6. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei:

das Gleichstrompotential durch eine Amplitude des elektrischen Stroms, der an die Feldspulenzellen angelegt wird, und eine Frequenz und Zeit eines Arbeitszyklus der Feldspulenzellen und eine Geschwindigkeit der Bewegung des Rotor relativ zum Anker gesteuert wird.

7. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei:

das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder für ein Zeitdauer bestehen bleiben, derart, dass das Gleichstrompotential in einer ersten Richtung und anschließend in einer zweiten Richtung erzeugt wird, derart dass ein Wechselstrompotential an den Anker-Anschlussdrähten der Ankerspulen erzeugt wird.

8. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei:

der Gleichstromgenerator die Funktion als Gleichstrom-zu-Gleichstrom-Energiewandler hat.

9. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:

der Anker und der Rotor die Funktion als Wechselstromgenerator haben, wenn eine Eingabe-Kraft auf den Rotor angewendet wird, die bewirkt, dass sich der Rotor relativ zum Anker bewegt und eine Gleichstromquelle mit der Vielzahl von Feldspulenzellen gekoppelt ist, um das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder an den Rotor anzulegen, wobei die an die Feldspulenzellen gelieferte Gleichstromenergie bidirektional ist, derart, dass eine Polarität des einen oder der mehreren temporären Magnetfelder, die an den Rotor durch die Gleichstromenergie in einer ersten Richtung angelegt sind, durch Anlegen der Gleichstromenergie in eine zweite Richtung umgeschaltet werden kann; und die Bewegung des Rotors relativ zum Anker und das Umschalten der Polarität des einen oder der mehreren an den Rotor angelegten temporären Magnetfelder ein Wechselstrompotential in der Vielzahl von Ankerspulen erzeugt.

10. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei:

das Wechselstrompotential durch eine Amplitude des Stroms, der auf die Feldspulenzellen angewendet wird, und eine Frequenz und Zeit eines Arbeitszyklus der Feldspulenzellen und eine Geschwindigkeit der Bewegung des Rotors relativ zum Anker gesteuert wird.

11. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1 und weiterhin umfassend:

ein zweiten Anker mit einer oder mehreren Ankerspulen an den Rotor anschließend, derart dass die Bewegung des Rotors relativ zu dem zweiten Anker bewirkt, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in einer oder mehreren der Ankerspulen des zweiten Ankers erzeugen.

12. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei:
die Polflächen der Vielzahl von Feldspulenzellen neben dem zweiten Anker angeordnet sind.

13. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
die Bewegung des Rotors relativ zum Anker linear ist.

14. Programmierbare elektrische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
die Bewegung des Rotors relativ zum Anker durch Drehmomentkräfte verursacht wird.

15. Verfahren zur Verwendung von temporären Magnetfeldern in einer programmierbaren elektrischen Vorrichtung, die in mehreren Betriebsmoden funktioniert, wobei das Verfahren umfasst:
Bereitstellen eines Rotors mit einem magnetisierbaren Material auf einer Oberfläche davon;
Bereitstellen eines Anker und einer Vielzahl von Feldspulenzellen, die in nächster Nähe zum Rotor angeordnet sind, wobei der Anker eine Vielzahl von Ankerspulen aufweist, die zwischen dem Rotor und der Vielzahl von Feldspulenzellen liegen, jede Ankerspule zwei aktive Schenkel und zwei damit gekoppelte Anker-Anschlussdrähte aufweist;
Koppeln der Vielzahl von Feldspulenzellen mit der Steuerschaltung;
Anlegen von einem oder mehreren temporären Magnetfeldern an den Rotor durch selektives Bestromen der Vielzahl von Feldspulenzellen, um darin Magnetfelder zu erzeugen, wobei die temporären Magnetfelder einen Nordpol und einen Südpol umfassen;
Bewegen des Rotors relativ zum Anker in einem ersten Betriebsmodus, um zu bewirken, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in mindestens einer der Vielzahl von Ankerspulen erzeugen; und
Anwenden von elektrischer Energie auf die mindestens eine der Vielzahl von Ankerspulen, um darin Magnetfelder in einem zweiten Betriebsmodus zu erzeugen und magnetische Kraft auf das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder zu übertragen, um den Rotor relativ zum Anker zubewegen.

16. Verfahren nach Anspruch 15 und weiterhin umfassend:
Variieren einer Größe der an den Rotor im ersten Betriebsmodus ausgeübten magnetischen Kraft unter Verwendung der Steuerschaltung, um die Vielzahl von Feldspulenzellen zur dynamischen Steue-

rung des an den Rotor angelegten einen oder der mehreren temporären Magnetfelder selektiv zu bestromen.

17. Verfahren nach Anspruch 15 und weiterhin umfassend:
wobei die elektrische Energie, die an die mindestens eine der Vielzahl von Ankerspulen im zweiten Betriebsmodus geliefert wird, entweder Wechselstromenergie oder gepulste Gleichstromenergie ist, um in dem Anker ein rotierendes Magnetfeld zu erzeugen; und
Steuern einer Größe der auf den Rotor übertragenen magnetischen Kraft unter Verwendung der Steuerschaltung, um die Vielzahl von Feldspulenzellen zur dynamischen Steuerung des einen oder der mehreren an den Rotor angelegten temporären Magnetfelder selektiv zu bestromen.

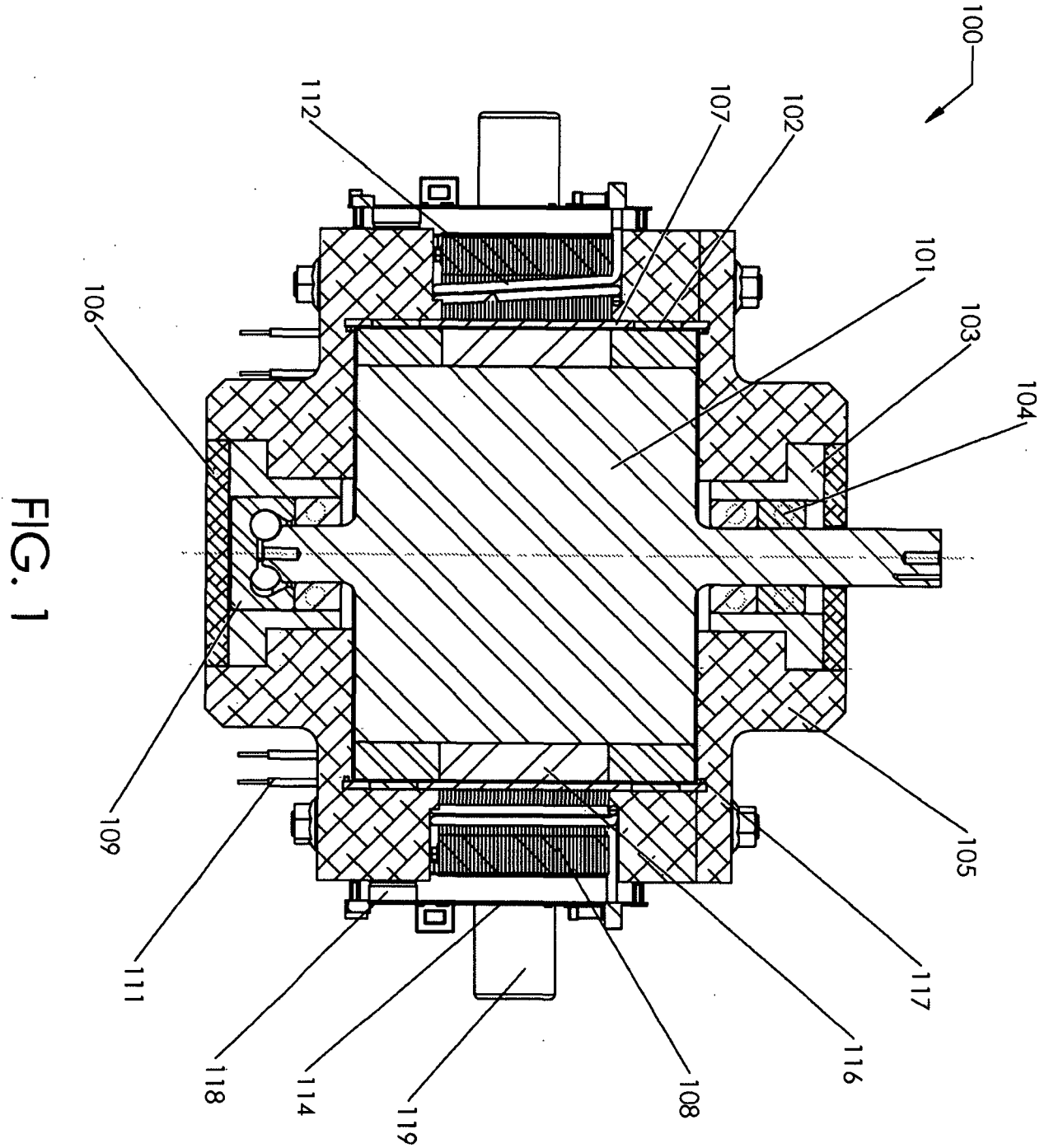
18. Verfahren nach Anspruch 15 und weiterhin umfassend:
Variieren des im ersten Betriebsmodus erzeugten elektrischen Potentials, ohne dass eine Geschwindigkeit der Bewegung des Rotors relativ zum Anker geändert wird, unter Verwendung der Steuerschaltung zum Variieren einer Frequenz oder einer Amplitude des Bestromens der Vielzahl von Feldspulenzellen.

19. Verfahren nach Anspruch 15 und weiterhin umfassend:
Bereitstellen eines zweiten Ankers mit einer oder mehreren Ankerspulen darin an den Rotor anschließend, derart dass Bewegung des Rotors relativ zu dem zweiten Anker bewirkt, dass das eine oder die mehreren temporären Magnetfelder ein elektrisches Potential in einer oder mehreren der Ankerspulen des zweiten Ankers erzeugen.

20. Verfahren nach Anspruch 15, wobei:
die Bewegung des Rotors relativ zum Anker linear ist.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



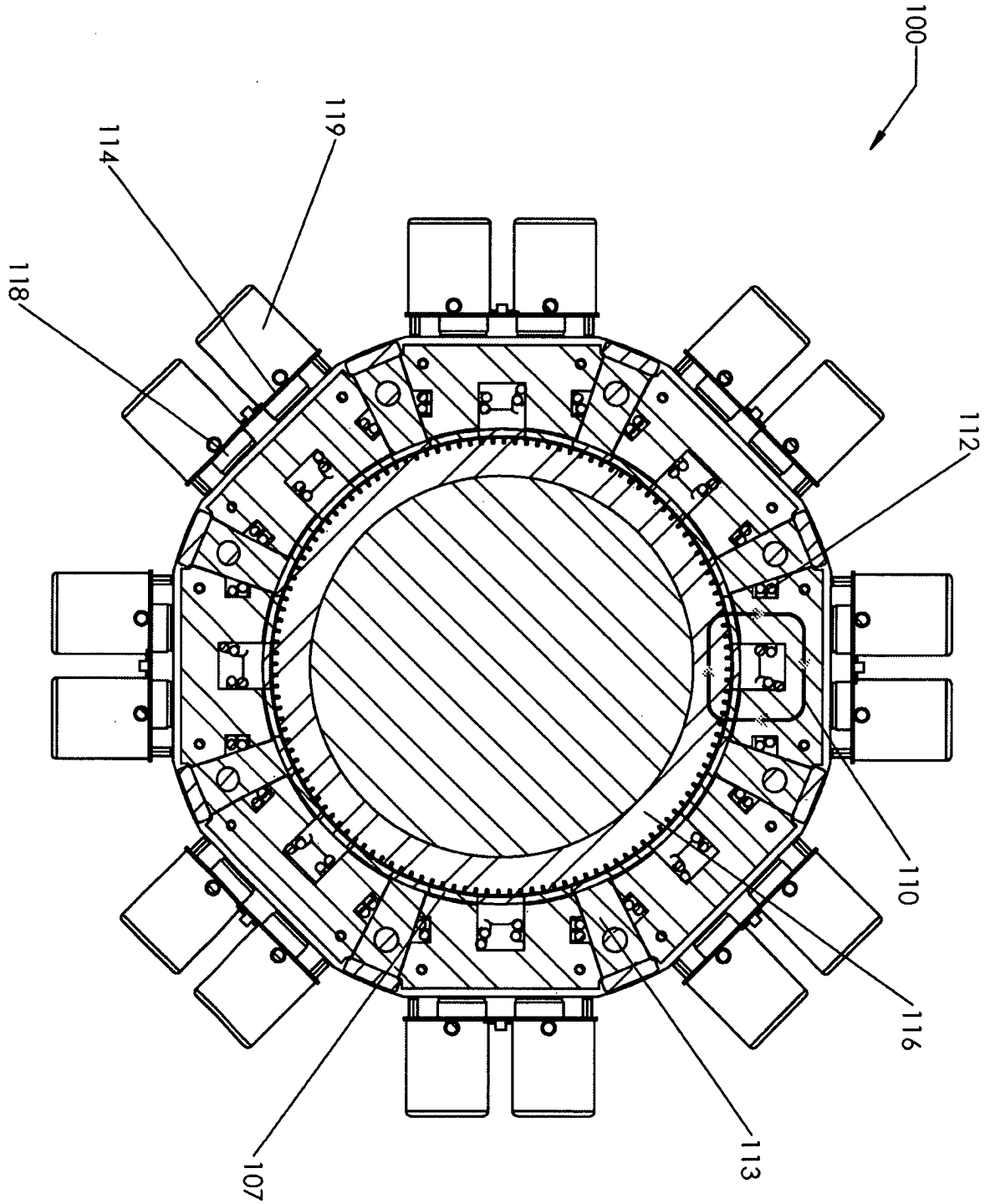


FIG. 2

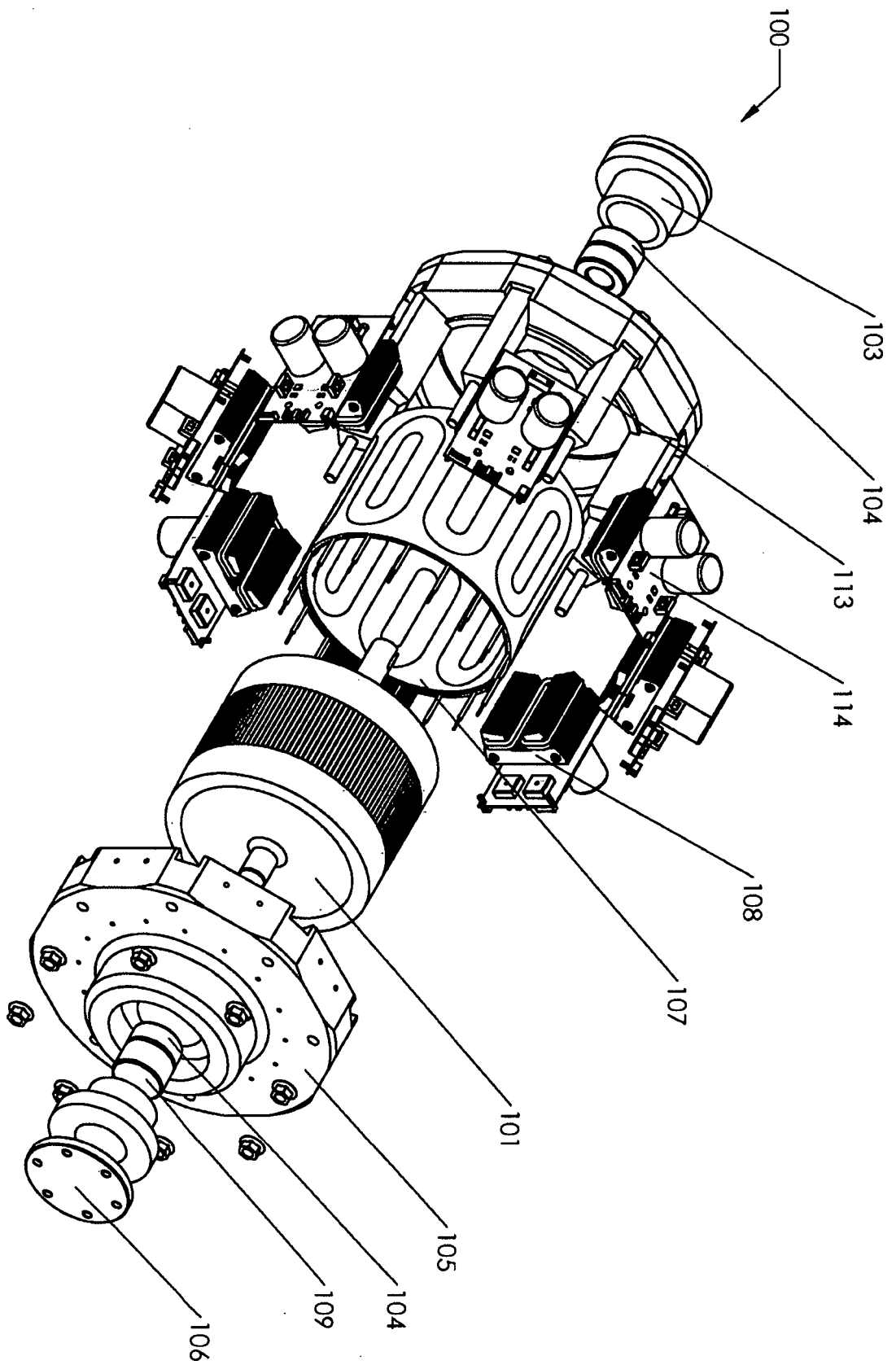


FIG. 3

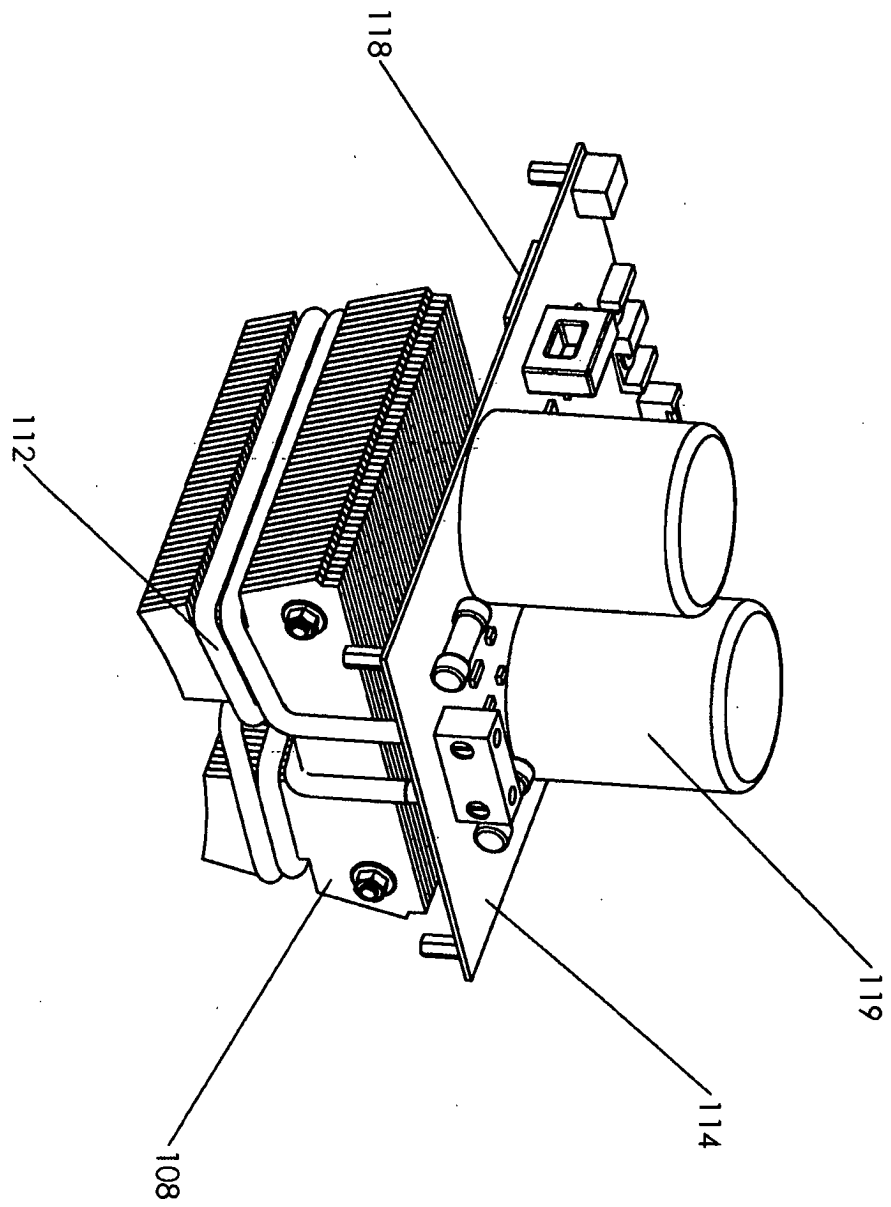


FIG. 4

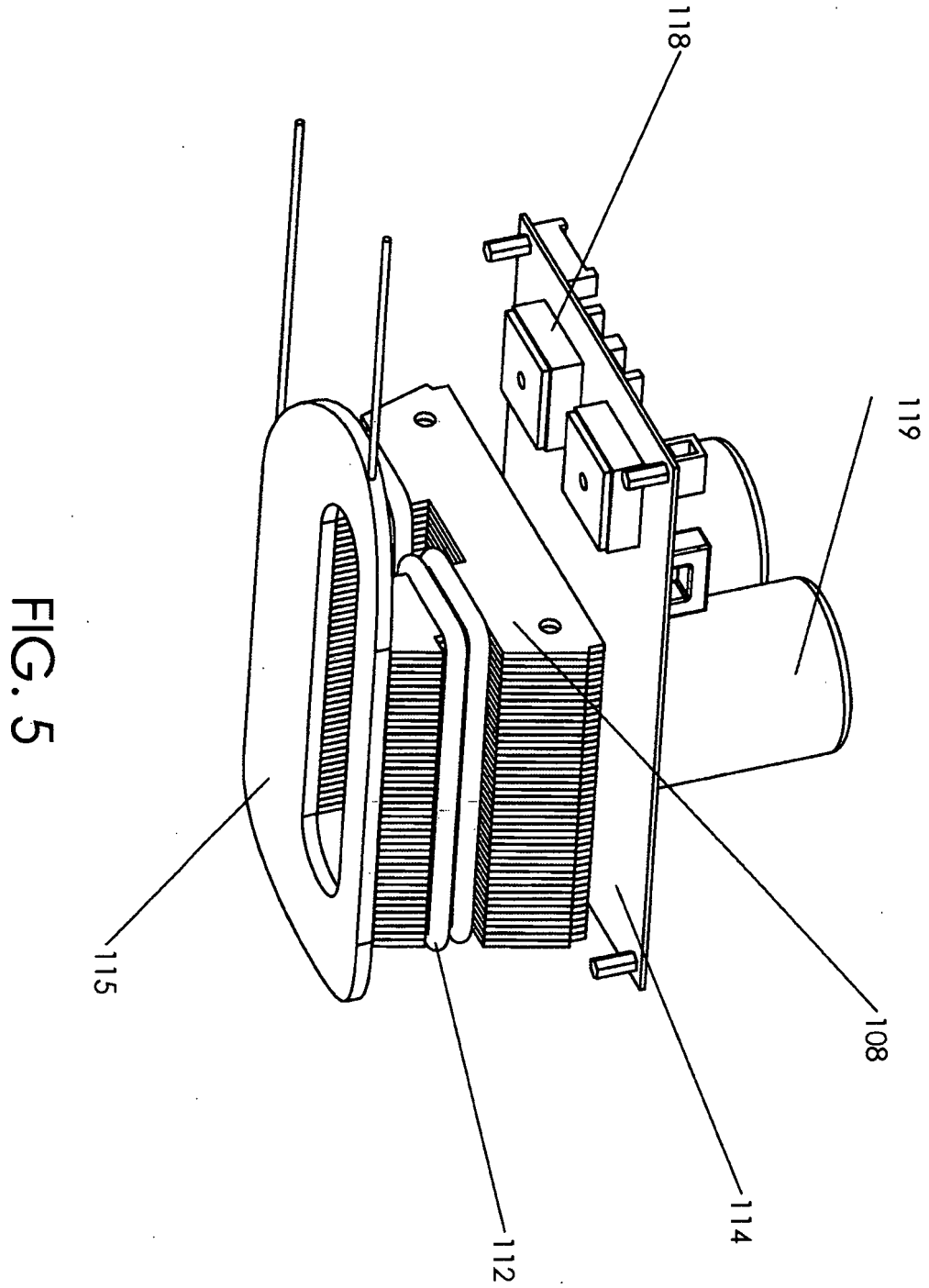
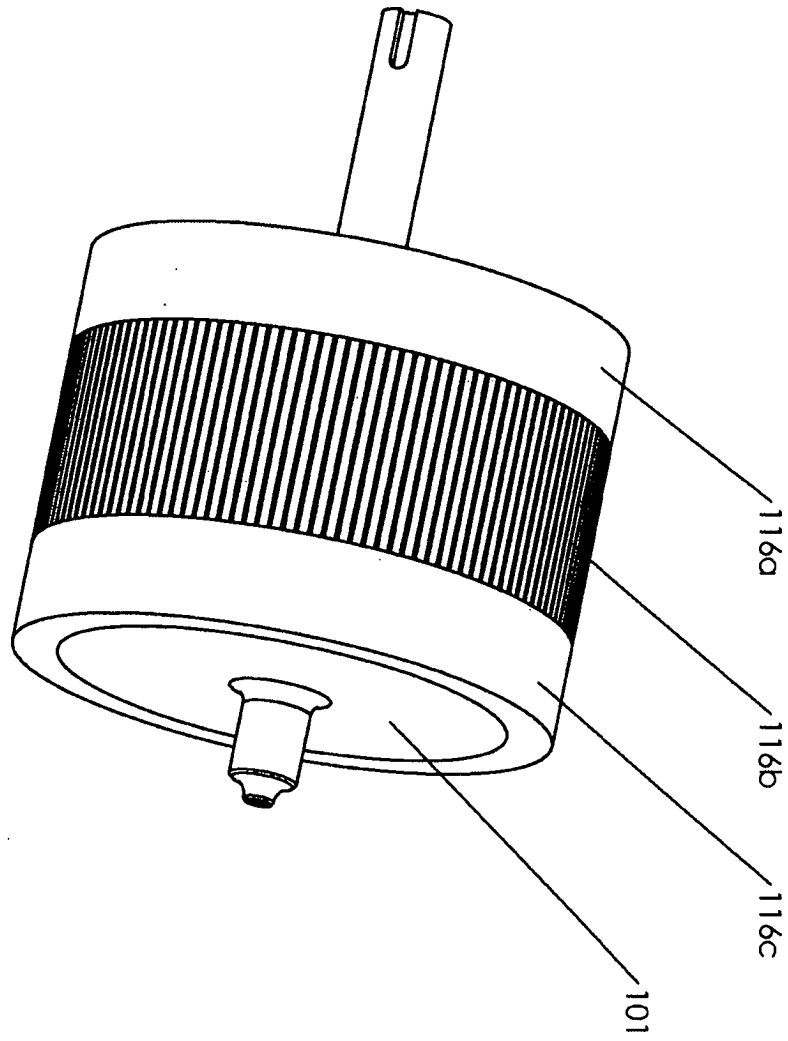


FIG. 6



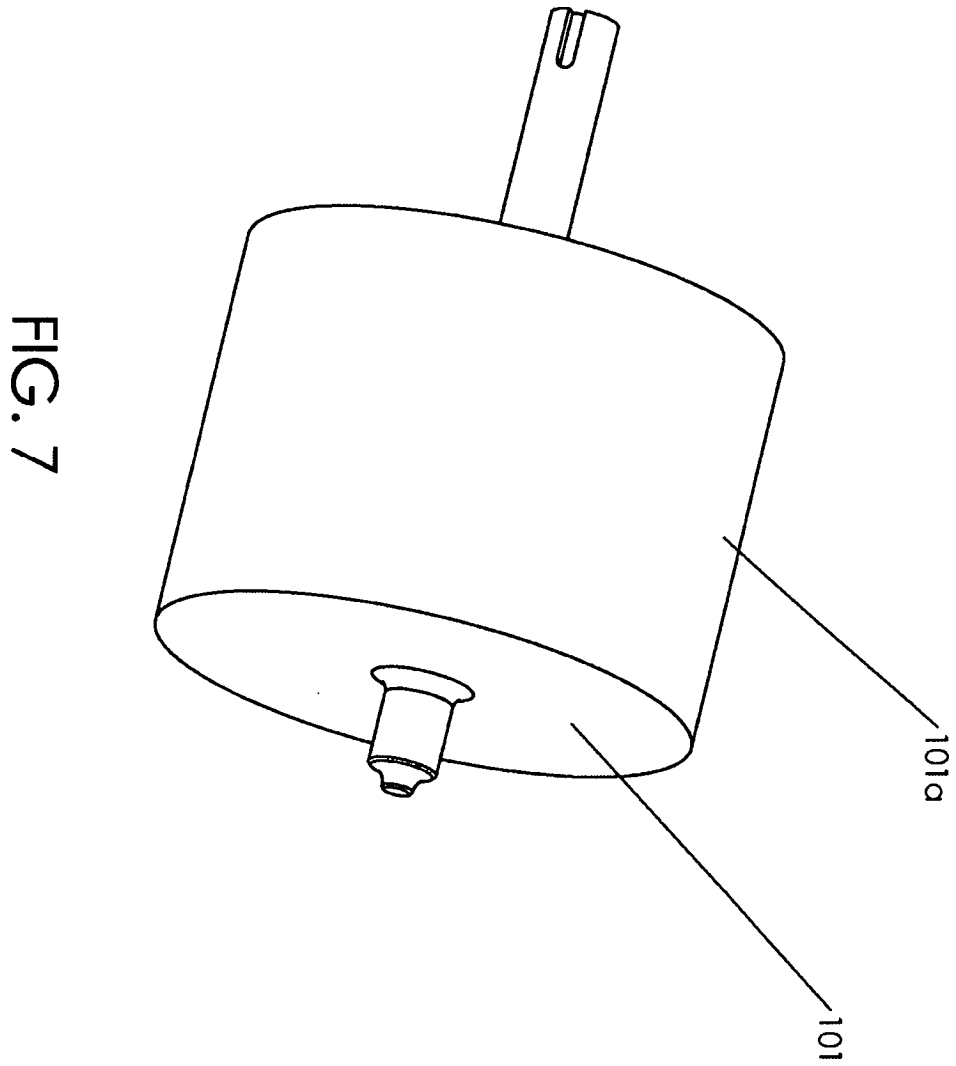


FIG. 8

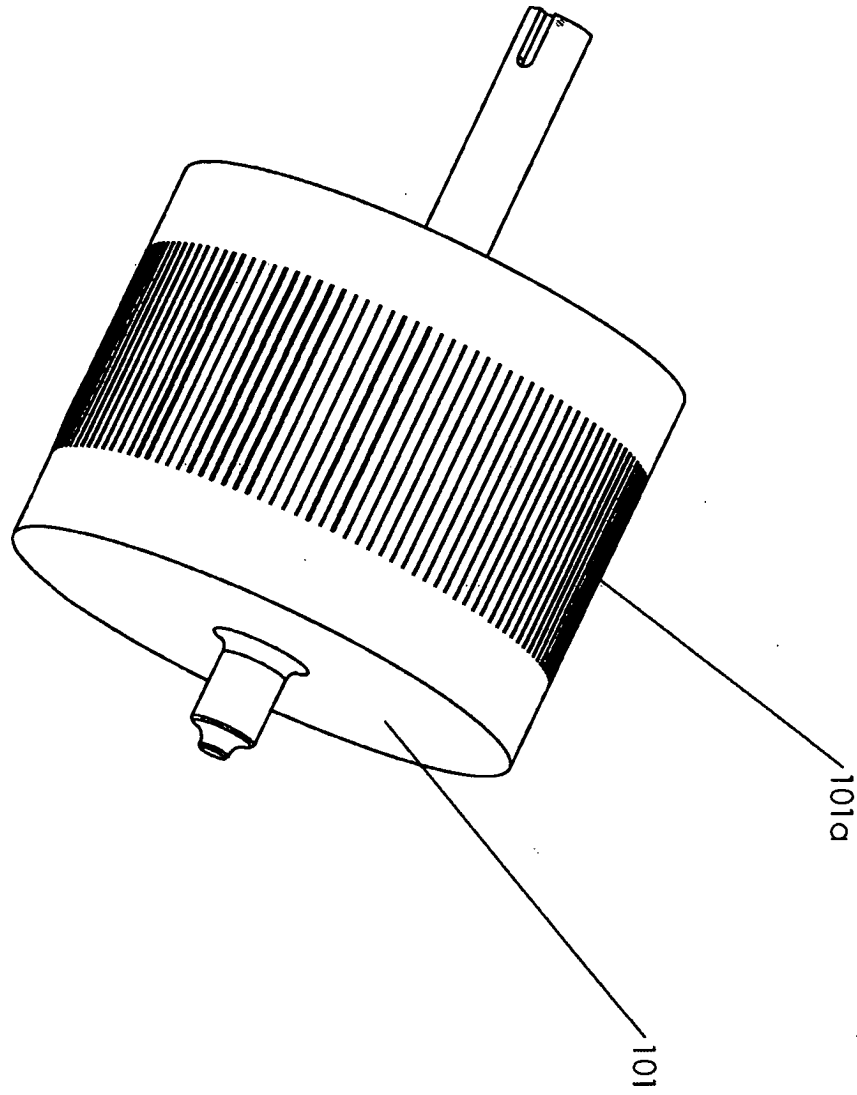


FIG. 9

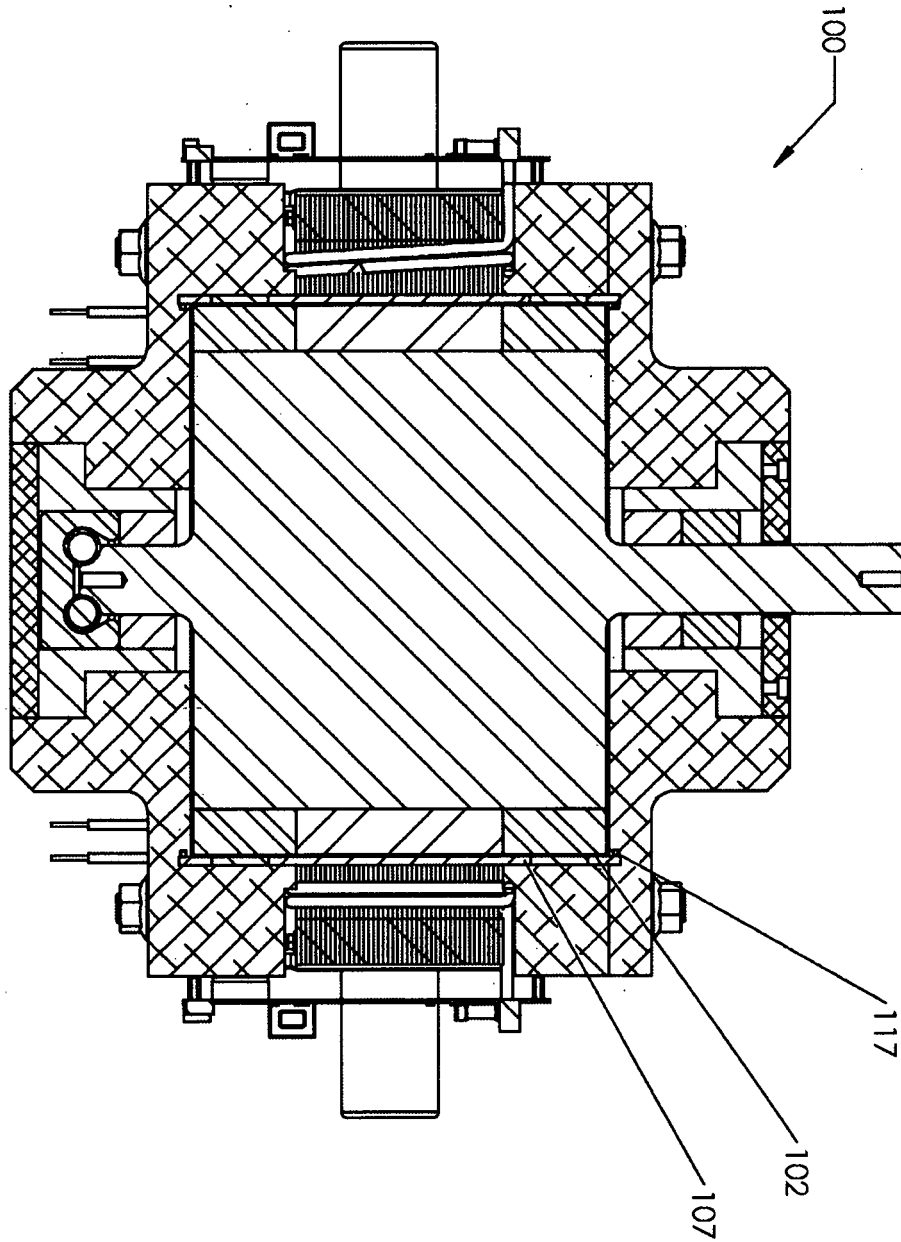
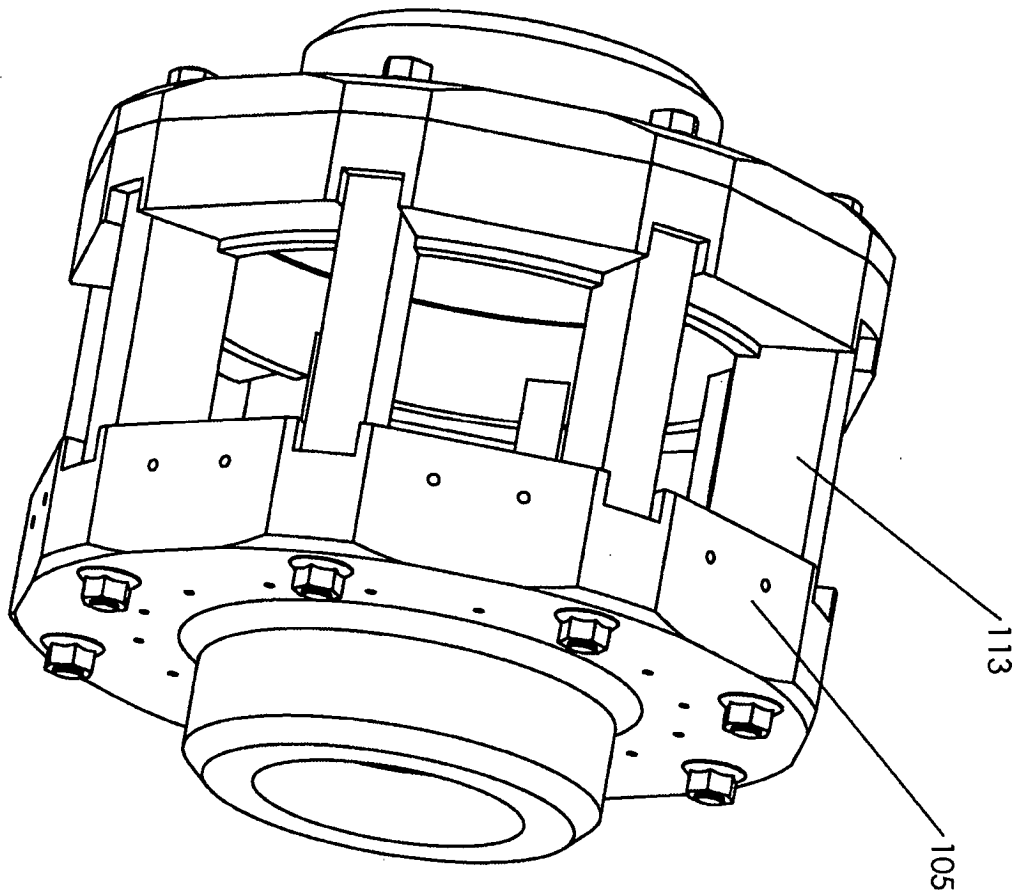


FIG. 10



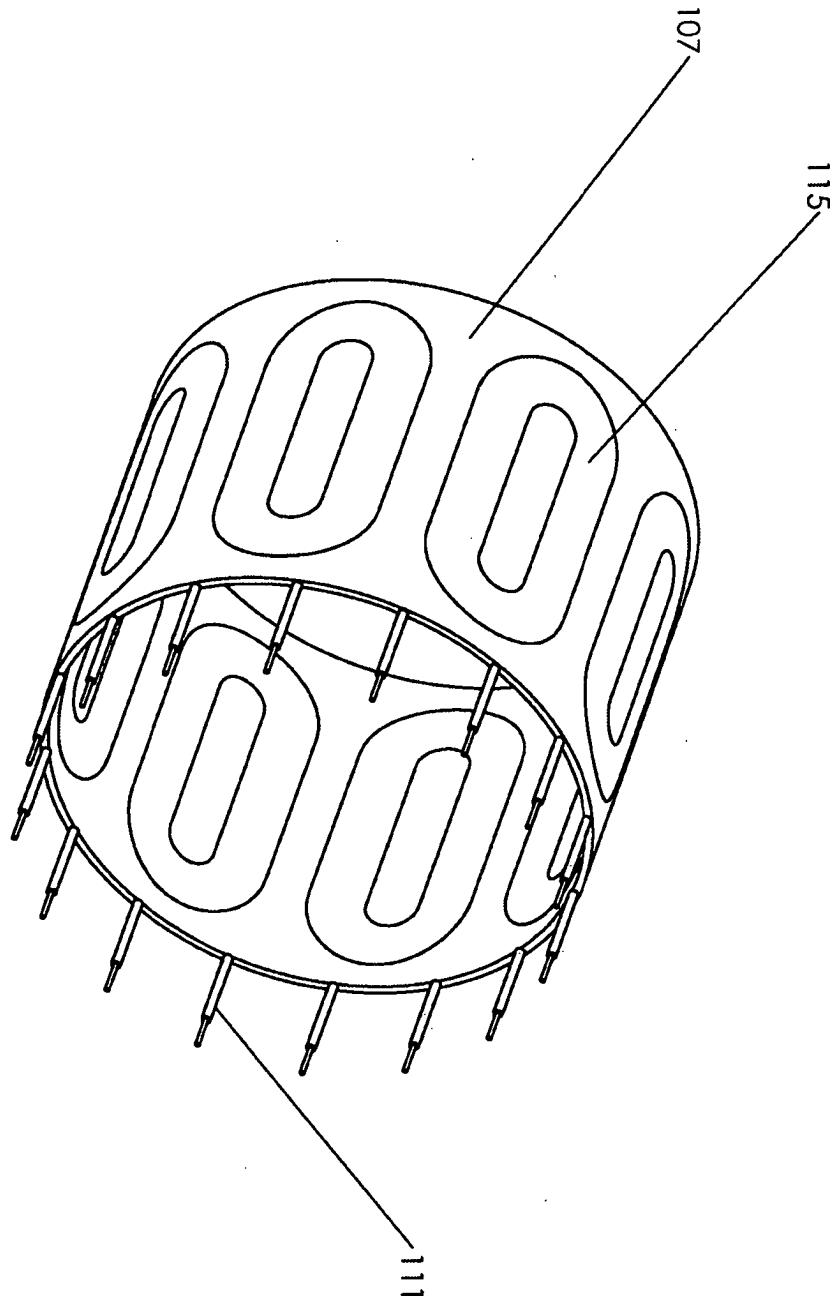


FIG. 11

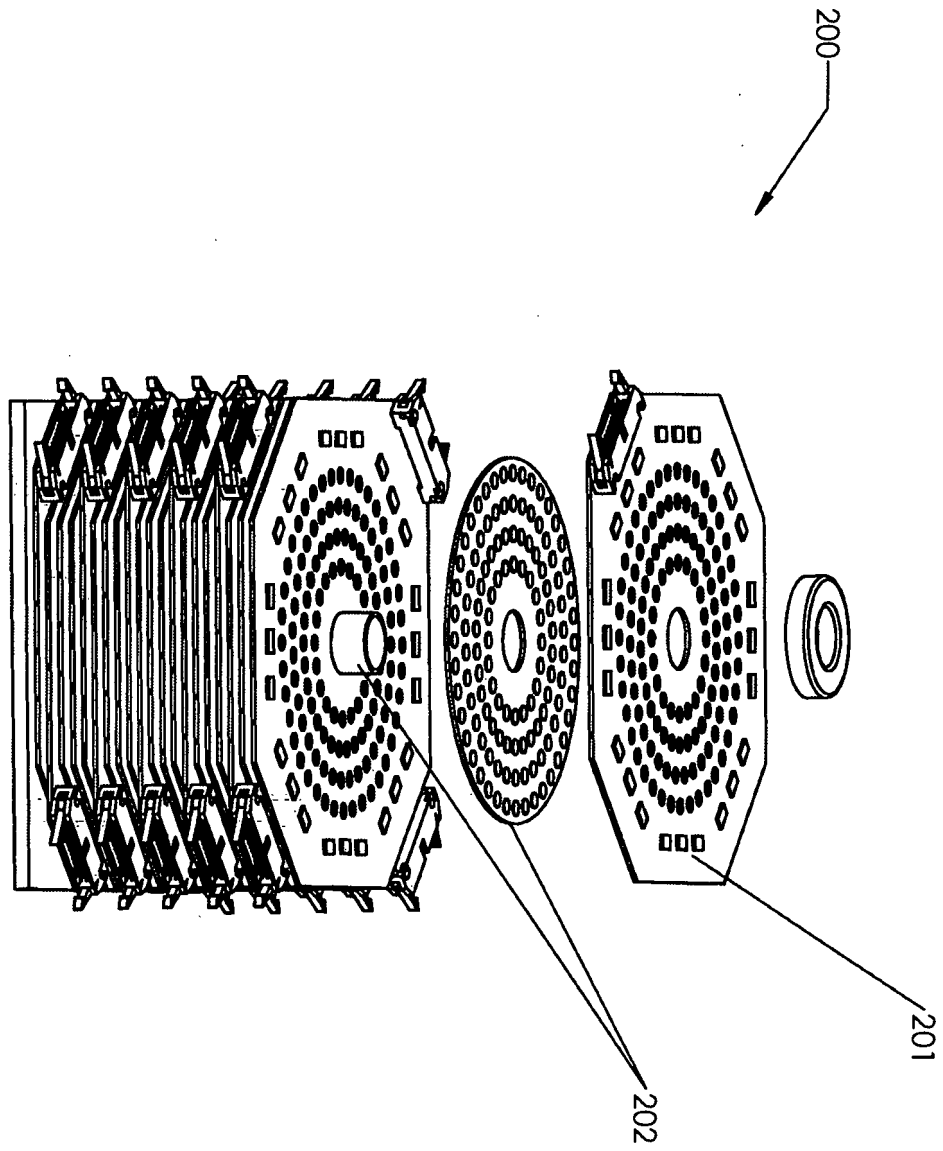


FIG. 12

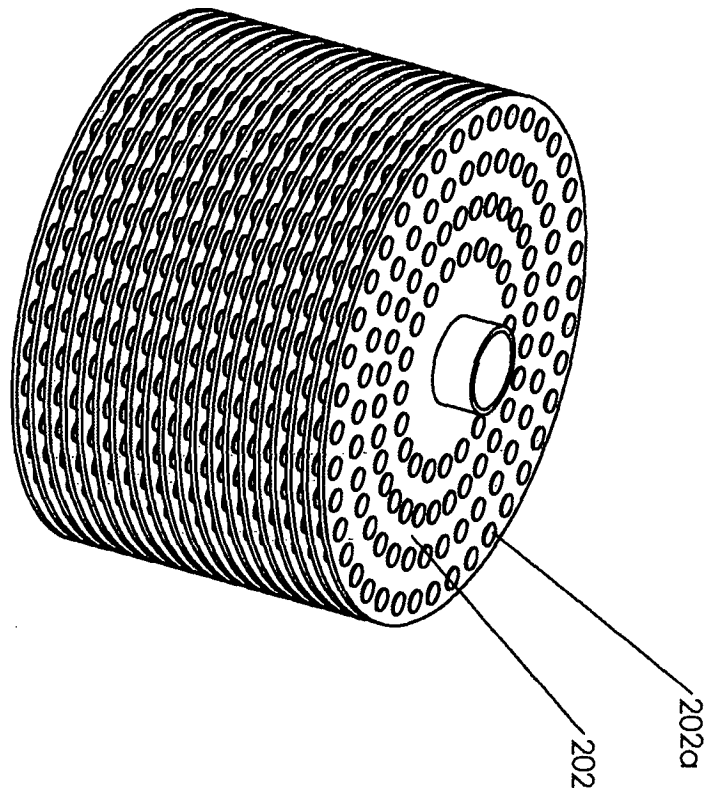


FIG. 13

FIG. 14

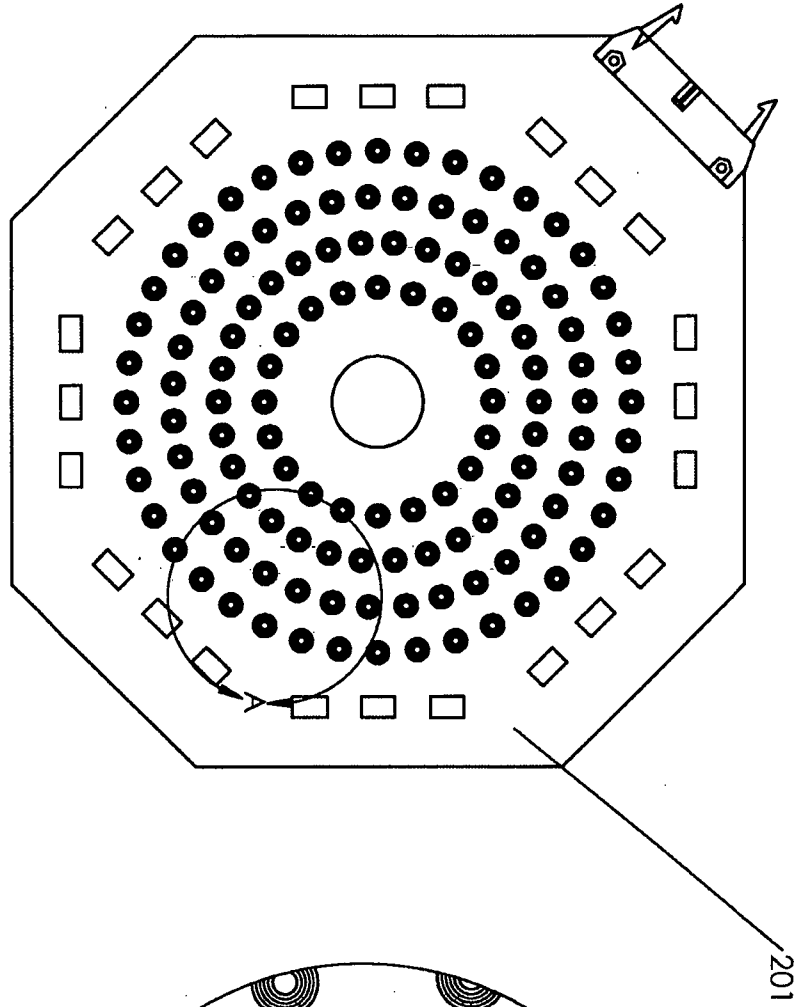
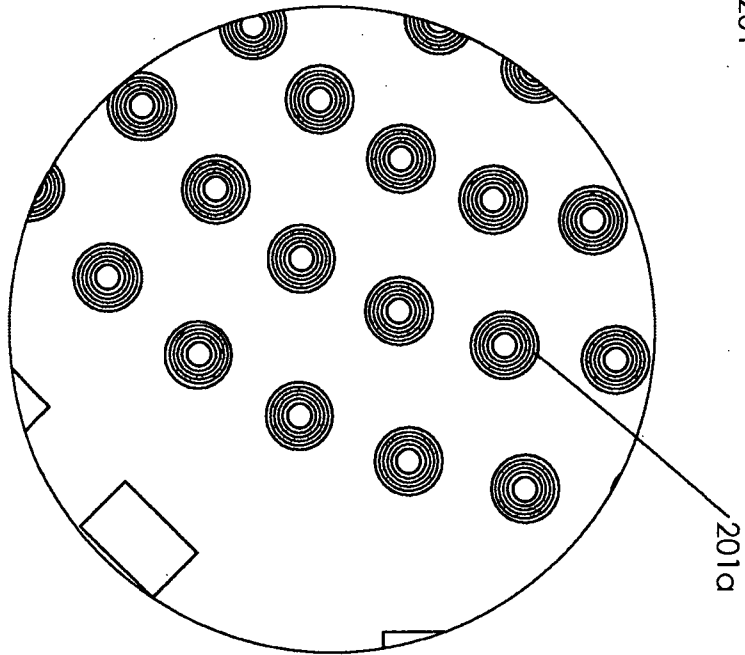


FIG. 14A



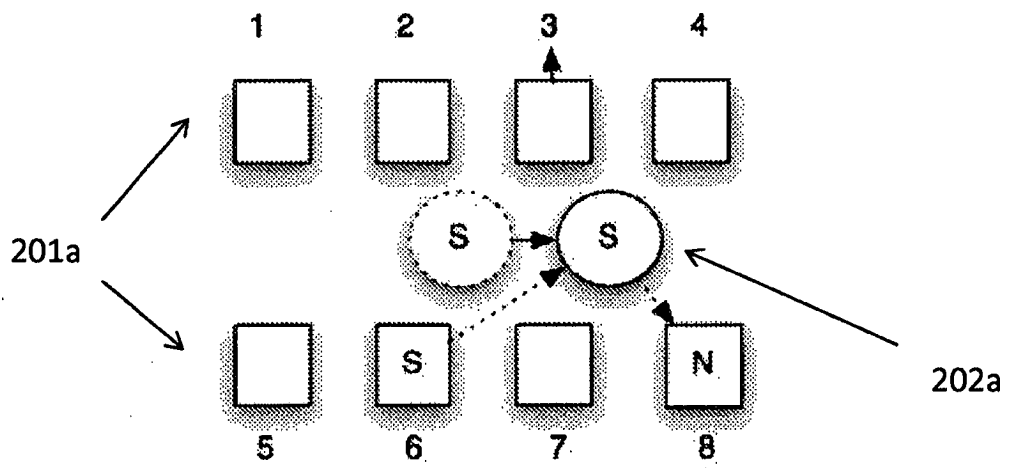


FIG. 15

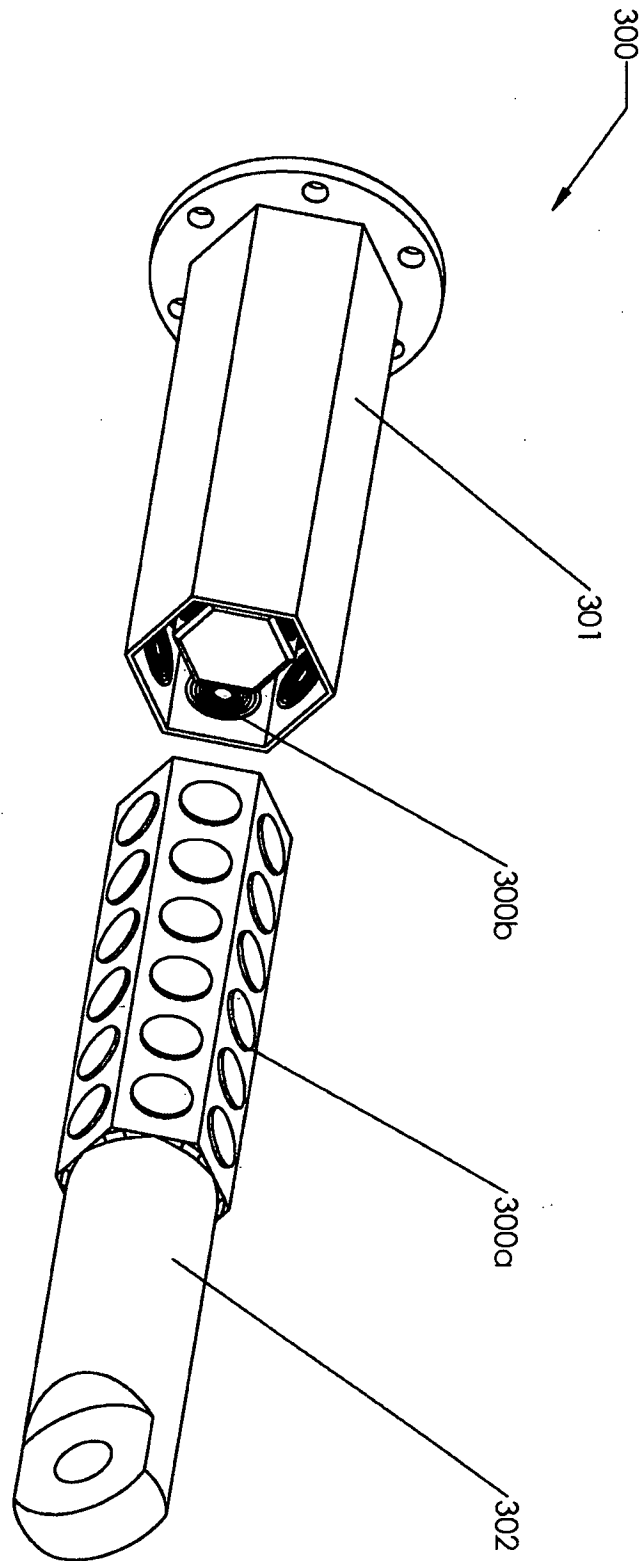


FIG. 16