



(10) **DE 11 2015 004 041 T5** 2017.07.13

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/035358**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 004 041.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/056310**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.03.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **10.03.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **13.07.2017**

(51) Int Cl.: **H02K 9/08 (2006.01)**
H02K 3/24 (2006.01)
H02K 16/02 (2006.01)
H02K 21/14 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014-180294 04.09.2014 JP

(71) Anmelder:
M-LINK CO., LTD., Yamato-shi, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

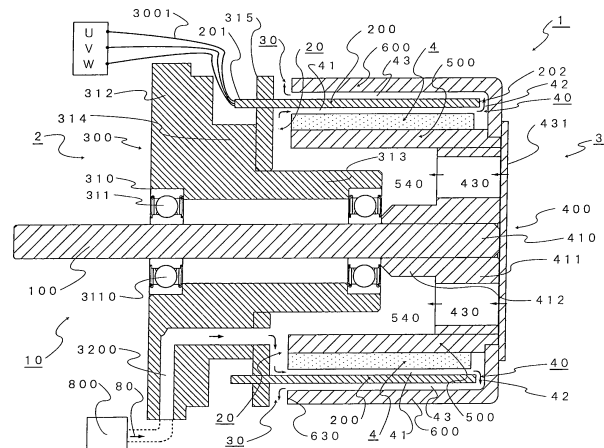
(72) Erfinder:
**Shiraki, Manabu, Yamato-shi, Kanagawa, JP;
Shiraki, Tsutomu, Yamato-shi, Kanagawa, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **KERNLOSE DREHENDE ELEKTRISCHE MASCHINE MIT EINEM STÄNDER, DER EINE
ZYLINDRISCHE SPULE ENTHÄLT, SOWIE KÜHLVERFAHREN DAFÜR**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine drehende elektrische Maschine mit einer hohen Performanz, die eine Verkleinerung ermöglicht und unausweichliche technische Probleme wie etwa eine Beeinträchtigung der Effizienz η , die durch einen Kupferverlust und einen Temperaturanstieg in der drehenden elektrischen Maschine aufgrund einer durch einen in einem magnetischen Körper erzeugten Wirbelstrom herbeigeführte Wärmerzeugung verursacht werden, vermindert.

Diese technische Aufgabe kann gelöst werden durch: gegenüberliegendes Anordnen eines Läufers 3 mit einer napfartigen Halterung, wobei der Läufer 3 mit Magneten 4, die an einem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper und einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper angebracht sind, die einen Luftspalt bilden, in dem eine der Endflächen einer zylindrischen Spule angeordnet ist, versehen ist und mit einer Antriebswelle, die sich durch eine deckelartige Halterung erstreckt, gekoppelt ist, in Bezug auf einen Ständer 2 mit einer deckelartigen Halterung, die drehbar mit der Antriebswelle gekoppelt ist und an der eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert ist, die unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen ausgebildet ist; Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft zu einem Luftspalt, der an einer Innenfläche der zylindrischen Spule gebildet wird; und direktes Kühlen einer Innenfläche und einer Außenfläche der in dem Luftspalt angeordneten zylindrischen Spule.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft eine kernlose drehende elektrische Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, sowie ein Kühlverfahren dafür. Insbesondere betrifft die Erfindung eine kernlose drehende elektrische Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule, die zylindrisch als ein Schichtaufbau aus leitenden Metallblechen ausgebildet ist, enthält, und einem Läufer, der die zylindrische Spule umgibt und einen Luftspalt bildet, sowie ein Kühlverfahren zum Kühlen des Luftspalts mit der darin enthaltenen zylindrischen Spule der kernlosen drehenden elektrischen Maschine.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ein Elektromotor ist eine Vorrichtung, die elektrische Energie zu kinetischer Energie wandelt. Ein Elektromotor kann als ein Gleichstrommotor oder ein Wechselstrommotor, als ein Innenläufermotor oder ein Außenläufermotor basierend auf der Positionsbeziehung zwischen einem Ständer und einem Läufer und als ein Wicklungsfeldtyp oder Permanentmagnettyp klassifiziert werden. Jede Klassifikation enthält einen Elektromotor, der ein so genanntes drehendes Feld nutzt, wobei ein Ständer die Feldrichtung dreht, um einen Läufer zu einer Drehung zu veranlassen.

[0003] In einem Drehfeldmotor mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, und einem Läufer, der die zylindrische Spule umgibt und einen Luftspalt bildet, ist wohlbekannt, dass Wärme durch den Widerstand (Kupferverlust) der zylindrischen Spule, durch einen Wirbelstrom an einem inneren Joch und einem äußeren Joch eines die zylindrische Spule und den Luftspalt bildenden Leiters und durch eine Hysterese eines Eisenkerns erzeugt wird. Es ist weiterhin wohlbekannt, dass ein Kupferverlust oder eine Hysterese, die magnetische Energie zu thermischer Energie wandelt, ein unvermeidliches technisches Problem darstellen.

[0004] Um die Auswirkungen des oben genannten technischen Problems auf die Ausgabe und/oder die Effizienz eines Elektromotors und eine wärmeinduzierte Verschlechterung einer Koerzitivkraft von Permanentmagneten an einer Außenfläche eines inneren Jochs und/oder einer Innenfläche eines äußeren Jochs, die einen Läufer bilden, zu vermindern, wurde versucht, die Oberfläche von Wicklungen zu kühlen, was jedoch bisher nicht zu einer befriedigenden Lösung geführt hat. Die Erfinder dieser Erfindung nehmen auf das genannte technische Problem Bezug und haben eine kernlose drehende elektrische Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, und ein Kühlverfahren dafür entwickelt.

[0005] Das Patentedokument 1 (offengelegte japanische Patentveröffentlichung 2012-016218A) beschreibt einen Radnabenmotor mit einer Spule des kernlosen Typs. Insbesondere ist dieser Elektromotor ein Motor, in dem ein zylinderförmiges äußeres Joch, das mit einem Rad integriert ist, und ein zylinderförmiges inneres Joch, das einen Luftspalt mit dem äußeren Joch bildet, einen Läufer konfigurieren, der drehbar an einer fixen Welle montiert ist, eine zylinderförmige Spule, die in dem Luftspalt angeordnet ist, einen mit der fixen Welle gekoppelten Ständer konfiguriert, und Permanentmagneten an einer Innenfläche des äußeren Jochs des Läufers gegenüber einer Außenfläche einer einen Ständer konfigurierenden Spule angeordnet sind.

[0006] Das Patentedokument 2 (offengelegte japanische Patentveröffentlichung 2012-030786A) beschreibt einen Radnabenmotor mit einer Spule des kernlosen Typs, der eine ähnliche Konfiguration des Läufers und des Ständers wie in dem Patentedokument 1 beschrieben aufweist. Der in dem Patentedokument 2 beschriebene Elektromotor umfasst weiterhin eine Bremseinrichtung, die an einem inneren Joch in einem Raum fixiert ist, der an einer Innenfläche des inneren Jochs eines Läufers gebildet wird.

[0007] Das Patentedokument 1 beschreibt keine Einrichtung zum Kühlen der Wärme während des Betriebs des Elektromotors. Und das Patentedokument 2 gibt an, dass der Elektromotor mit einer Kühleinrichtung für einen in dem Motor vorgesehenen Raum, der durch eine Innenfläche des inneren Jochs und eine Innenfläche des Rads gebildet wird, versehen wird, indem eine Endfläche des an dem äußeren Joch fixierten Rads zu dem Ständer hin geöffnet wird und die Endfläche als ein Lüftungsloch für eine Verbindung des Inneren des Motors mit der Umgebungsluft verwendet wird. Das Lüftungsloch gestattet eine Verbindung des an der Innenfläche des zylindrischen inneren Jochs gebildeten Raums mit der Umgebungsluft und wird als eine Kühleinrichtung für das Vermindern einer durch das Bremsen erzeugten Reibungswärme betrachtet, wobei er jedoch nicht dafür vorgesehen ist, einen durch eine Spule, ein inneres Joch und ein äußeres Joch gebildeten Luftspalt zu kühlen, was ein weiter unten beschriebenes Merkmal der Erfindung ist.

[0008] Das Patentedokument 3 (japanisches Patent Nr. 2,657,1926) gibt einen linearen, bürstenlosen Gleichstrommotor an, der ein Linearmotor, der mit einem Läufer konfiguriert ist, an dem Feldmagneten angeordnet sind, die relativ zu einem fixen Anker gleiten, und also kein Drehfeldmotor gemäß der Aufgabe der Erfindung ist.

[0009] Der Linearmotor weist einen in dem fixen Anker gebohrten Luftzufuhrkanal auf und „ist konfiguriert, um direkt Luft von dem Luftzufuhrkanal zu der

Ankerspule zu blasen, um die Ankerspule und auch ein Ständerjoch selbst in Bezug auf ein Magnetjoch zu kühlen." Der fixierte Anker ist mit einem Ständerjoch konfiguriert, in dem eine Vielzahl von rechteckigen Luftkernspulen, die durch das Wickeln eines Drahts mit mehreren Wicklungen gebildet wird, auf eine Leiterplatte in der Bewegungsrichtung eines Läufers befestigt ist, wobei die durch das Wickeln eines Drahts mit mehreren Wicklungen gebildete Spule jedoch auch dann nicht effektiv gekühlt werden kann, wenn Luft direkt auf den Anker geblasen wird.

[0010] Das Patentedokument 4 (offengelegte japanische Patentveröffentlichung 2006-246678A) beschreibt einen Radnabenmotor des Außenläufertyps. Es wird eine Kühleinrichtung für eine Spule beschrieben, die durch das Wickeln eines Leiterdrahts mit mehreren Wicklungen gebildet wird und an sechs vorstehenden Polen auf einer Ständerseite in einem SR-Motor montiert ist, der mit sechs vorstehenden Polen auf einer Ständerseite und vier vorstehenden Polen auf einer Läuferseite an einer hohlen Welle versehen ist.

[0011] In der Kühleinrichtung sind ein Einflusskanal und ein Ausflusskanal mit dazwischen einer Trennwand vorgesehen, wird Luft zu einer Spule über den Einflusskanal zugeführt und wird Luft nach dem Kontaktieren der Spule durch den Abflusskanal zu dem Äußeren eines Ständers ausgeführt. Das Patentedokument 4 gibt also einen Radnabenmotor an, in dem ein Kanal für das Ausführen von Luft nach dem Kühlen einer erhitzten Spule ausgebildet ist. Diese Kühleinrichtung gestattet jedoch ähnlich wie diejenige des Patentedokuments 3 keine effektive Kühlung des mit mehreren Wicklungen gewickelten Leiterdrahts, auch wenn sie Luft direkt auf die Spule bläst, weil die Luft nur an einer freiliegenden Fläche des mit mehreren Wicklungen gewickelten Leiterdrahts fließt.

[0012] Das Patentedokument 5 (japanisches Patent Nr. 3,494,0566) beschreibt einen magnetischen Generator des Außenläufertyps, der einen Ständer mit einer um einen ringförmigen Ständerkern gewickelten Spule und einen Läufer, der aus einem äußeren Joch besteht, umfasst, wobei Permanentmagneten an einer Innenfläche eines zylindrischen Teils, der einen Außenumfang des Ständers bedeckt, angebracht sind und wobei der Läufer an einer Drehwelle, mit welcher der Ständer drehbar gekoppelt ist, fixiert ist.

[0013] In dem Elektromotor ist ein Lüftungsloch an einer Platte vorgesehen, die einen Ständer drehbar mit der drehenden Welle gekoppelt hält, wobei das Lüftungsloch an der Platte mit einem Lüftungsloch an einem Boden eines Läufers verbunden ist, um eine um einen Ständerkern gewickelte Spule und eine Innenfläche der Permanentmagneten zu kühlen, wobei der Läufer gedreht wird, sodass Luft an dem Lüf-

tungsloch an der Platte eingeführt wird und an dem Lüftungsloch des Läufers ausgeführt wird, wobei die ausgeführte Luft weiterhin zu dem zylindrischen Teil des Läufers geblasen wird, um die Permanentmagneten durch den zylindrischen Teil zu kühlen.

[0014] Das Patentedokument 6 (offengelegte japanische Gebrauchsmusterveröffentlichung H5-022133A) beschreibt eine Kühleinrichtung zum erzwungenen Kühlen des Inneren eines Radnabenmotors des Außenläufertyps für ein Elektrofahrzeug. Der Elektromotor enthält eine Kühleinrichtung, die Umgebungsluft in das Innere eines Ständers von einem Lüftungsloch an einer hohlen Welle durch ein Filter mittels eines Kühlventilators, der mit der hohlen Welle verbunden ist, einführt und die Luft nach dem Kontakt mit einer Spule des Ständers und der Innenfläche des Läufers von einem Auslassloch an einer Trennplatte ausführt.

[0015] Das Patentedokument 7 (US-Patent Nr. 6,873,085) beschreibt eine zylindrische Spule, die mit einer zylindrischen Form für die Montage in einem Spulenmotor des kernlosen Typs mit einem fixen Anker und einem drehenden Anker ausgebildet ist. Der Elektromotor weist jedoch keine Kühleinrichtung für die zylindrische Spule und für einen durch die zylindrische Spule, ein äußeres Joch und ein inneres Joch gebildeten Luftspalt auf.

[0016] Das Patentedokument 8 (japanisches Patent Nr. 3,704,0446) beschreibt einen kernlosen Anker für einen Gleichstrommotor, der eine zylindrische Spule enthält, die mit Mustern verarbeitet ist, die eine Reihe von im Wesentlichen parallelen Leitern bildet, die jeweils durch Polyamid als einem isolierenden Material voneinander getrennt sind.

DOKUMENTE AUS DEM STAND DER TECHNIK

[PATENTDOKUMENTE]

[0017] Die oben und in der folgenden Beschreibung genannten Dokumente aus dem Stand der Technik werden im Folgenden aufgelistet:

Patentedokument 1: offengelegte japanische Patentveröffentlichung 2012-016218A

Patentedokument 2: offengelegte japanische Patentveröffentlichung 2012-030786A

Patentedokument 3: japanisches Patent Nr. 2,657,1926

Patentedokument 4: offengelegte japanische Patentveröffentlichung 2006-246678A

Patentedokument 5: japanisches Patent Nr. 3,494,0566

Patentedokument 6: offengelegte japanische Gebrauchsmusterveröffentlichung H5-022133A

Patentedokument 7: US-Patent Nr. 6,873,08562

Patentedokument 8: japanisches Patent Nr. 3,704,0446

[NICHT-PATENTDOKUMENTE]

[0018]

Nicht-Patentdokument 1: „Best Colored Illustration, All of Current Motor Technology“, herausgegeben von Kan Akatsu, Natsume Publishing Planning Co., Ltd. (veröffentlicht am 20. Juli 2013)

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[PROBLEMSTELLUNG DER ERFINDUNG]

[0019] Ein Temperaturanstieg in einem Motor, der durch einen Kupferverlust einer zylindrischen Spule und einen Wirbelstrom in einem Leiter in einer kernlosen drehenden elektrischen Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, und einem Läufer, der einen Luftspalt bildet, in dem die zylindrische Spule angeordnet ist, verschlechtert die Effizienz η eines Elektromotors und wird als ein unvermeidliches technisches Problem in einem Elektromotor betrachtet. Es wurden verschiedene Vorschläge gemacht, um das Problem zu beseitigen, wobei jedoch bis jetzt keine befriedigende Lösung gefunden wurde. Die Erfinder dieser Erfindung nehmen auf das technische Problem Bezug und haben eine kernlose drehende elektrische Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, gemäß der Erfindung entwickelt.

[PROBLEMLÖSUNG]

[0020] Das technische Problem der Erfindung wird gelöst durch: gegenüberliegendes Anordnen eines Läufers **3** mit einer napfförmigen Halterung, die mit einer Antriebswelle gekoppelt ist, die sich durch eine deckelartige Halterung erstreckt, wobei der Läufer **3** mit Magneten **4** versehen ist, die an einem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper und einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper angebracht sind, die einen Luftspalt dort bilden, wo eine der Endflächen einer zylindrischen Spule angeordnet ist, in Bezug auf einen Ständer **2** mit einer deckelartigen Halterung, die drehbar mit einer Antriebswelle gekoppelt ist und an der eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert ist, die unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen ausgebildet ist; Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft zu einem Luftspalt, der an einer Innenfläche der zylindrischen Spule gebildet wird; und direktes Kühlen einer Innenfläche und einer Außenfläche der zylindrischen Spule sowie der in dem Luftspalt vorgesehenen Magneten **4**.

[0021] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt eine kernlose drehende elektrische Maschine **10**, die umfasst:

einen Ständer **2**, in dem eine Antriebswelle **100** drehbar mit einem Mittenteil **310** einer deckelartigen Halterung **300** gekoppelt ist, die eine der Endflächen **201** einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule **200** fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind; einen Läufer **3**, der derart aufgebaut ist, dass eine andere Endfläche **202** der zylindrischen Spule **200** geschlossen ist und einen Zwischenraum in Bezug auf eine napfartige Halterung **400** lässt, die gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung **300** angeordnet ist, wobei die zylindrische Spule **200** in einem ersten Luftraum **40** angeordnet ist, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500** und einem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600** bildet, die mit der napfartigen Halterung **400** integriert sind, wobei weiterhin die Antriebswelle **100**, die sich durch einen Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckt, mit einem Mittenteil **410** der napfartigen Halterung **400** gekoppelt ist und Magnete **4** an einer Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und/oder dem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500** in dem ersten Luftraum **40** angebracht sind; einen zweiten Luftraum **20**, der auf einer Innenflächenseite **210** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist, und einen dritten Raum **30**, der an einer Außenfläche **220** der zylindrischen Spule **200** zwischen Endflächen **530**, **630** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und der deckelartigen Halterung **300** gebildet wird.

[0022] Die kernlose drehende elektrische Maschine **10** ist wie in **Fig. 1** gezeigt weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** in dem zweiten Luftraum **20** derart vorgesehen ist, dass das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** innerhalb und außerhalb der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** geführt wird und aus dem dritten Luftraum **30** ausgeführt wird.

[0023] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 2** gezeigt die deckelartige Halterung **300** einen Lagermechanismus **311**, der die Antriebswelle **100** drehbar an dem Mittenteil **310** hält, eine Basis **312**, die zylindrisch eine Endfläche **201** der zylindrischen Spule **200** einschließlich des Mittenteils **310** hält, und einen Zylinder **313**, der sich von der Basis **312** einschließlich des Mittenteils **310** erstreckt, wobei der Lagermechanismus **311** ein Lager **3110**, das mit der Basis **312** und dem Zylinder **313** zusammenwirkt, umfassen kann. Dabei kann die Basis **312** einen Sockel **314** umfassen, kann weiterhin eine Fixie-

rungsplatte **315** für das zylindrische Fixieren einer der Endflächen **201** der durch den Sockel **314** gehaltenen zylindrischen Spule **200** vorgesehen sein und erstreckt sich der Zylinder **313** durch eine Mitte der Fixierungsplatte **315**.

[0024] Die zylindrische Spule **200** umfasst Anschlussdrähte **3001**, die mit einer der Endflächen **201** verbunden sind, und die deckelartige Halterung **300** kann weiterhin einen Kanal **3200** umfassen, der zu dem zweiten Luftraum **20** führt, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** zuzuführen oder einzuführen.

[0025] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt die napfartige Halterung **400** umfassen: einen Halteteil **411** einschließlich des Mittenteils **410**, mit dem die Antriebswelle **100** gekoppelt ist; einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der einen Außenzylinder der napfartigen Halterung **400** konfiguriert, und einen inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500**, der einen Innenzylinder der napfartigen Halterung **400** konfiguriert und dessen Innenfläche **510** konfiguriert ist, um einen zu dem zweiten Luftraum **20** führenden Raum **540** zu bilden, wobei beide Luftkanal-Bildungskörper integriert mit dem Halteteil **411** ausgebildet sind oder separat ausgebildet und integriert an dem Halteteil **411** fixiert sind; und Magnete **4**, die an einer Innenfläche **610** des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und/oder an einer Außenfläche **520** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500**, die den ersten Luftraum **40** bilden, angebracht sind.

[0026] Übrigens können die Magnete **4** kubusartig derart geformt sein, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen **401** in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen ist. Vorzugsweise sind die Magnete **4** mit den Intervallen **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen.

[0027] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 1** gezeigt der Halteteil **411** der napfartigen Halterung **400** weiterhin einen zylindrischen Teil **412**, der gegenüberliegend zu einem Zylinder **313** der deckelartigen Halterung **300**, durch die sich die Antriebswelle **100** erstreckt, angeordnet ist, und kann weiterhin mit Lüftungslöchern **430** zum Einführen von Umgebungsluft zu einem Raum **540**, der auf einer Innenflächenseite **510** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** ausgebildet ist, und einem Filter **431**, das die Lüftungslöcher **430** bedeckt, versehen sein.

[0028] Die oben beschriebene Konfiguration ermöglicht, dass Umgebungsluft zu dem Raum **540** unter einem um einen Läufer **3** durch eine Drehung dessel-

ben erzeugten Differenzdruck eingeführt wird. Wenn sich das Filter **431** mit einer hohen Geschwindigkeit zusammen mit dem Läufer dreht, kann Staub abgeworfen werden, wodurch eine Verstopfung des Filters **431** vermieden werden kann.

[0029] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt die napfartige Halterung **400** weiterhin mit inneren Auslasslöchern **560** an Positionen in dem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500** und/oder äußeren Auslasslöchern **660** an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, die den Intervallen der mit Intervallen **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebrachten Magnete **4** entsprechen, versehen sein.

[0030] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 5** gezeigt der Ständer **2** weiterhin eine Panzerung **9** mit einer Schutzabdeckung **900** umfassen, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** aufweist und an einer ihrer Endflächen **901** durch die deckelartige Halterung **300** gehalten wird, wobei die Panzerung **9** weiterhin mit Lüftungslöchern **910** in einem Teil der Panzerung **9**, Auslässen **90** zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die aus dem ersten Luftraum **40** ausgeführt wurde, und einem Auslass **902** für Anschlussdrähte **3001** versehen sein kann.

[0031] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 6** gezeigt ein hohler Körper **1100** in der Antriebswelle **100** in einem Bereich ausgebildet sein, der sich durch die deckelartige Halterung **300** und die napfartige Halterung **400** erstreckt; wobei der hohle Körper **1100** in dem sich durch die napfartige Halterung **300** erstreckenden Bereich einen Einlass **1110** zum Empfangen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** umfasst; wobei der hohle Körper **1100** der Antriebswelle **100** in dem sich durch die napfartige Halterung **400** erstreckenden Bereich einen Auslass **1120** zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** umfasst; wobei der Einlass **1110** mit einem Kanal **3200** der deckelartigen Halterung **300** verbunden sein kann und der Auslass **1120** mit dem mit dem zweiten Luftraum **20** verbundenen Raum **540** verbunden sein kann, sodass nicht nur der zweite Luftraum **20**, sondern auch das gesamte Innere der kernlosen drehenden elektrischen Maschine gekühlt wird.

[0032] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 7** gezeigt der Kühleffekt verbessert werden, indem ein mehrflügeliger zentrifugaler Gebläsedrehkörper **2000** vorgesehen wird, der in einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600** gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten **2100**, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum **30** und einem äußeren Auslassloch **660** aufweisen, und einer Vielzahl von

Flügel**2200**, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten **2100** ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten **2100** aufgehängt sind, konfiguriert ist, damit der Fluss des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den ersten Luftraum **40** verstärkt wird.

[0033] In einer Ausführungsform der Erfindung kann die zylindrische Spule **200** als ein Schichtaufbau mit einer Dicke von 5 mm oder weniger ausgebildet sein und können der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **500** und der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **600**, die aus einem magnetischen Joch, einer Keramik oder einem wärmebeständigen Kunstharz ausgebildet sind, verwendet werden.

[0034] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft wie in **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt ein Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine **10**.

[0035] Die Erfindung sieht also ein Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine **10** vor, die umfasst:

einen Ständer **2**, in dem eine Antriebswelle **100** drehbar mit einem Mittenteil **310** einer deckelartigen Halterung **300** gekoppelt ist, die eine der Endflächen **201** einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule **200** fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind;

einen Läufer **3**, der derart aufgebaut ist, dass eine andere Endfläche **202** der zylindrischen Spule **200** geschlossen ist und einen Zwischenraum in Bezug auf eine napfartige Halterung **400** lässt, die gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung **300** angeordnet ist, wobei die zylindrische Spule **200** in einem ersten Luftraum **40** angeordnet ist, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500** und einem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600** bildet, die mit der napfartigen Halterung **400** integriert sind, wobei weiterhin die Antriebswelle **100**, die sich durch einen Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckt, mit einem Mittenteil **410** der napfartigen Halterung **400** gekoppelt ist und Magnete **4** an einer Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und/oder des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** in dem ersten Luftraum **40** angebracht sind,

einen zweiten Luftraum **20**, der an einer Innenfläche-seite **210** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist, und einen dritten Raum **30**, der an einer Außenfläche **220** der zylindrischen Spule **200** zwischen den einen Endflächen **530**, **630** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und der deckelartigen Halterung **300** gebildet wird.

[0036] Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

Betreiben eines Läufers **3** durch das Energetisieren der zylindrischen Spule **200**;

Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den zweiten Luftraum **20**,

direktes Kühlen beider Flächen der zylindrischen Spule **200** mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft **80**; und

Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, nachdem es bzw. sie durch den ersten Luftraum **40** geflossen ist, aus der kernlosen drehenden elektrischen Maschine **10**.

[0037] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 1** gezeigt die deckelartige Halterung **300** weiterhin einen Kanal **3200**, der zu dem zweiten Luftraum **20** auf der Innenflächenseite **210** der zylindrischen Spule **200** führt, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den zweiten Luftraum **20** von dem Kanal **3200** umfassen kann.

[0038] In einer Ausführungsform der Erfindung kann die napfartige Halterung **400** mit Lüftungslöchern **430** für das Einführen von Umgebungsluft in einen auf der Innenflächenseite **510** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** gebildeten Raum **540** und mit einem Filter **431** zum Bedecken der Lüftungslöcher versehen sein, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Einführen von Umgebungsluft und zum gleichzeitigen Einsaugen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den ersten Luftraum **40** unter einem um den Läufer **3** herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfassen kann, so dass der innere Kühleffekt für die kernlose drehende elektrische Maschine **10** verbessert werden kann.

[0039] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 5** gezeigt der Ständer **2** weiterhin eine Panzerung **9** mit einer Schutzabdeckung **900**, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** aufweist und an einer ihrer Endflächen **901** durch die deckelartige Halterung **300** gehalten wird, wobei die Panzerung **9** weiterhin mit Lüftungslöchern **910** und Auslässen **90** in einem Teil der Panzerung **9** versehen sein kann und wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die aus dem ersten Luftraum **40** ausgeführt wurde, durch die Auslässe **90** umfassen kann.

[0040] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 6** gezeigt ein hohler Körper **1100** in der Antriebswelle **100** in einem Bereich ausgebildet sein, der sich durch die deckelartige Halterung **300** und die napfartige Halterung **400** erstreckt; wobei der hohle Körper **1100** der Antriebswelle **100** in dem sich durch die deckelartige Halterung **300** erstreckenden

Bereich einen Einlass **1110** umfasst, der mit einem Kanal **3200** in der deckelartigen Halterung **300** verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** zu empfangen; wobei der hohle Körper **1100** der Antriebswelle **100** in dem sich durch die napfartige Halterung **400** erstreckenden Bereich einen Auslass **1120** umfasst, der mit einem zu dem zweiten Luftraum **20** führenden Raum **540** verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** auszuführen; wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** über den Einlass **1110** zu dem zu dem zweiten Luftraum **20** führenden Raum **540** von dem Auslass **1120** umfassen kann, um das gesamte Innere der kernlosen drehenden elektrischen Maschine **10** zu kühlen.

[0041] In einer Ausführungsform der Erfindung können wie in **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 7** gezeigt die Magnete **4** kubusartig derart geformt sein, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen **401** in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen ist; kann die napfförmige Halterung **400** weiterhin mit inneren Auslasslöchern **560** an Positionen in dem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500** und/oder äußeren Auslasslöchern **660** an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, die den Intervallen der mit Intervallen **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebrachten Magnete **4** entsprechen, versehen sein; wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die in den ersten Luftraum **40** eingeführt wurde, von dem dritten Luftraum **30** und den äußeren Auslasslöchern **660** unter einem um den Läufer **3** herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfassen kann.

[0042] Die napfartige Halterung **400** kann wie in **Fig. 7** gezeigt weiterhin mit einem mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörper **2000** versehen sein, der in einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600** gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten **2100**, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum **30** und äußeren Auslasslöchern **660** aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln **2200**, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten **2100** ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten **2100** aufgehängt sind, konfiguriert ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Verstärken eines durch einen Läufer **3** durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdrucks für das Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** aus dem dritten Luftraum **30** und den äußeren Auslasslöchern **660** umfassen kann, sodass die Geschwindigkeit des Flusses des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in dem ersten Luftraum **40** verstärkt werden kann.

[0043] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft wie in **Fig. 8** gezeigt eine kernlose drehende elektrische Maschine **10**, die umfasst:

einen Ständer **2**, in dem eine Antriebswelle **100** drehbar mit einem Mittenteil **310** einer deckelartigen Halterung **300** gekoppelt ist, die eine der Endflächen **201** einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule **200** fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind;

einen Läufer **3**, bestehend aus einer mittleren Halterung **1000**, die drehbar mit einem Mittenteil **110** der Antriebswelle **100**, die sich durch den Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckt, einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500**, der integriert an einer Außenfläche **1200** der mittleren Halterung **1000** montiert ist, und Magneten **4**, die an einer Außenfläche **520** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** angebracht sind;

einen zweiten Läufer **5**, bestehend aus einer napfartigen Halterung **400**, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der derart aufgebaut ist, dass er gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung **300** angeordnet ist, um einen ersten Luftraum **40** zu bilden, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500** bildet, und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche **202** der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst, wobei die drehbar mit dem Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** gekoppelte Antriebswelle **100** drehbar mit einem Endteil **120**, der sich durch einen Mittenteil **1100** der mittleren Halterung **1000** erstreckt, gekoppelt ist;

einen zweiten Luftraum **20**, der auf einer Innenflächenseite **210** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist, zwischen den einen Endflächen **530**, **630** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und der deckelartigen Halterung **300** ausgebildet ist; und

einen dritten Luftraum **30**, der auf einer Außenflächenseite **220** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist.

[0044] Die kernlose drehende elektrische Maschine **10** ist wie in **Fig. 8** gezeigt dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin eine Einrichtung zum Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** in den zweiten Luftraum **20** derart vorgesehen ist, dass das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** innerhalb und außerhalb der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** geführt wird und von dem dritten Luftraum **30** ausgeführt wird.

[0045] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigt die deckelartige Halterung **300**: einen Lagermechanismus **311**, der die Antriebswelle **100** drehbar an dem Mittenteil **310** hält; eine Basis **312**, die zylindrisch eine der Endflächen **201** der zylindrischen Spule **200** einschließlich des Mittenteils **310** fixiert; und einen Zylinder **313**, der sich von der Basis **312** einschließlich des Mittenteils **310** erstreckt, wobei der Lagermechanismus **311** ein Lager **3110**, das mit der Basis **312** und dem Zylinder **313** zusammenwirkt, umfassen kann. Der Aufbau kann derart beschaffen sein, dass die Basis **312** einen Sockel **314** umfasst, wobei weiterhin eine Fixierungsplatte **315** für das zylindrische Fixieren einer der Endflächen **201** der durch den Sockel **314** gehaltenen zylindrischen Spule **200** vorgesehen sein kann und sich der Zylinder **313** durch eine Mitte der Fixierungsplatte **315** erstreckt.

[0046] Wie in **Fig. 8** und **Fig. 10** gezeigt, kann die zylindrische Spule Anschlussdrähte **3001**, die mit einer der Endflächen **201** verbunden sind, umfassen und kann die deckelartige Halterung **300** weiterhin einen Kanal **3200**, der zu dem zweiten Luftraum **20** für das Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** führt, umfassen.

[0047] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigt die napfartige Halterung **400**: einen Halteteil **420** mit einem Mittenteil **410**, der drehbar mit einem Endteil **120** einer Antriebswelle **100** gekoppelt ist, einen Lagermechanismus **411**, der den Endteil **120** der Antriebswelle **100** drehbar an dem Mittenteil **410** hält, und einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der integriert mit dem Halteteil **420** ausgebildet ist oder separat ausgebildet und integriert an dem Halteteil **420** fixiert ist, um den magnetischen Pfad zu schließen, wobei der Halteteil **420** eine Außenwand **412** und einen Zylinder **414** umfassen kann und wobei der Lagermechanismus **411** ein Lager **4110**, das mit der Außenwand **412** und dem Zylinder **413** zusammenwirkt, umfassen kann.

[0048] Die mittlere Halterung **1000**, deren mittlerer Teil **1110** mit dem Mittenteil **110** der Antriebswelle **100** gekoppelt ist, kann derart konfiguriert sein, dass sie weiterhin einen Zylinderteil **1120** umfasst, der gegenüberliegend zu einem Zylinder **313** der deckelartigen Halterung **300**, durch den sich die Antriebswelle **100** erstreckt, angeordnet ist.

[0049] In einer Ausführungsform der Erfindung können wie **Fig. 8** und **Fig. 9** gezeigt die Magnete **4**, die an einer Außenfläche **520** eines inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** angebracht sind, kubusartig derart geformt sein, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen

401 in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen ist, wobei die Magnete **4** mit den Intervallen **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebracht sein können.

[0050] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 10** gezeigt ein Ständer **2** weiterhin eine Panzerung **9** mit einer Schutzabdeckung **900** umfassen, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** aufweist und an einer ihrer Endflächen **901** durch die deckelartige Halterung **300** gehalten wird, wobei die Panzerung **9** in einem Teil der Panzerung **9** mit Auslässen **90** zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die aus dem ersten Luftraum **40** ausgeführt wurde, und einem Auslass **902** für Anschlussdrähte **3001** versehen sein kann.

[0051] In einer Ausführungsform der Erfindung kann der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **600** auch mit Auslasslöchern **660** an Positionen in Entsprechung zu jedem der Intervalle **401** der kubusförmigen Magnete **4**, die entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebracht sind, versehen sein.

[0052] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 11** gezeigt ein hohler Körper **1100** in der Antriebswelle **100** in einem Bereich, der sich durch die deckelartige Halterung **300** und die mittlere Halterung **1000** erstreckt, und in dem mittleren Teil **110** der Antriebswelle ausgebildet sein; wobei der hohle Körper **1100**, der in einem sich durch die deckelartige Halterung **300** erstreckenden Bereich ausgebildet ist, einen Einlass **1110** umfasst, der mit einem Kanal **3200** in der deckelartigen Halterung **300** verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** zu empfangen; wobei der hohle Körper **1100**, der in dem sich durch die mittlere Halterung **1000** erstreckenden Bereich ausgebildet ist, einen Auslass **1120** umfasst, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** auszuführen; wobei der Einlass **1110** in Verbindung mit einem Kanal **3200** der deckelartigen Halterung **300** sein kann und der Auslass **1120** mit einem mit einem zweiten Luftraum **20** verbundenen Raum **540** verbunden sein kann, sodass nicht nur der zweite Luftraum **20**, sondern das gesamte Innere der kernlosen drehenden elektrischen Maschine gekühlt werden kann.

[0053] In einer Ausführungsform der Erfindung kann die zylindrische Spule **200** als ein Schichtaufbau mit einer Dicke von 5 mm oder weniger ausgebildet sein und können der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **500** und der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **600**, die aus einem magnetischen Joch, einer Keramik oder einem wärmebeständigen Kunstharz ausgebildet sind, verwendet werden.

[0054] Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft wie in **Fig. 8, Fig. 9** gezeigt ein Kühlverfahren für eine kernlose sich drehende elektrische Maschine **10**, die einen Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, umfasst. Die Erfindung gibt also ein Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine **10** an die umfasst:

einen Ständer **2**, in dem eine Antriebswelle **100** drehbar mit einem mittleren Teil **310** einer deckelartigen Halterung **300** gekoppelt ist, die eine der Endflächen **201** einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule **200** fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind;

einen Läufer **3**, bestehend aus einer mittleren Halterung **1000**, die drehbar mit einem mittleren Teil **110** der Antriebswelle **100**, die sich durch den Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckt, gekoppelt ist, einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500**, der integriert an eine Außenfläche **1200** der mittleren Halterung **1000** montiert ist, und Magneten **4**, die an einer Außenfläche **520** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** angebracht sind;

einen zweiten Läufer **5**, bestehend aus einer napfförmigen Halterung **400**, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der derart aufgebaut ist, dass er gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung **300** angeordnet ist, um einen ersten Luftraum **40** zu bilden, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500** bildet, und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche **202** der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst, wobei die drehbar mit dem Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** gekoppelte Antriebswelle **100** drehbar mit einem Endteil **120**, der sich durch einen Mittenteil **1100** der mittleren Halterung **1000** erstreckt, gekoppelt ist;

einen zweiten Luftraum **20**, der auf einer Innenflächenseite **210** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist, zwischen den einen Endflächen **530, 630** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und der deckelartigen Halterung **300** ausgebildet ist; und

einen dritten Luftraum **30**, der auf einer Außenflächenseite **220** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist.

[0055] Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

Betreiben eines Läufers **3** durch das Energetisieren einer zylindrischen Spule **200**;

Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** in einen zweiten Luftraum **20**;

direktes Kühlen beider Flächen der zylindrischen Spule **200** mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft **80**; und

Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, nachdem es bzw. sie durch den ersten Luftraum **40** geflossen ist, von der kernlosen drehenden elektrischen Maschine **10**.

[0056] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 8** gezeigt die deckelartige Halterung **300** weiterhin einen Kanal **3200**, der zu dem zweiten Luftraum **20** auf der Innenflächenseite **210** der zylindrischen Spule **200** führt, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den zweiten Luftraum **20** von dem Kanal **3200** umfassen kann.

[0057] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 10** gezeigt der Ständer **2** weiterhin eine Panzerung **9** mit einer Schutzabdeckung **900**, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** aufweist und an einer ihrer Endflächen **901** durch die deckelartige Halterung **300** gehalten wird, wobei die Panzerung **9** mit Auslässen **90** in einem Teil der Panzerung **9** versehen sein kann und wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die aus dem ersten Luftraum **40** ausgeführt wurde, durch die Auslässe **90** umfassen kann.

[0058] In einer Ausführungsform der Erfindung können wie in **Fig. 8, Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigt die Magnete **4** kubusartig derart geformt sein, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen **401** in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen ist; kann die napfförmige Halterung **400** weiterhin mit inneren Auslasslöchern **660** an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, die den Intervallen der mit Intervallen **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebrachten Magnete **4** entsprechen, versehen sein; wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die in den ersten Luftraum **40** eingeführt wurde von dem dritten Luftraum **30** und den äußeren Auslasslöchern **660** unter einem um den Läufer **3** herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfassen kann.

[0059] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 11** gezeigt ein hohler Körper **1100** in der Antriebswelle **100** in einem Bereich, der sich durch die deckelartige Halterung **300** und die mittlere Halterung **1000** erstreckt, und in dem mittleren Teil **110** der Antriebswelle ausgebildet sein; wobei der hohle Körper **1100**, der in einem sich durch die deckelartige Halterung **300** erstreckenden Bereich ausgebildet

ist, einen Einlass **1110** umfasst, der mit einem Kanal **3200** in der deckelartigen Halterung **300** verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** zu empfangen; wobei der hohle Körper **1100**, der in dem sich durch die mittlere Halterung **1000** erstreckenden Bereich ausgebildet ist, einen Auslass **1120** umfasst, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** auszuführen; und wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** über den Einlass **1110** zu dem zu dem zweiten Luftraum **20** führenden Raum **540** von dem Auslass **1120** umfassen kann, um das gesamte Innere der kernlosen drehenden elektrischen Maschine **10** zu kühlen.

[0060] Ein fünfter Aspekt der Erfindung betrifft wie in **Fig. 12** gezeigt eine kernlose drehende elektrische Maschine **10**, die umfasst:

einen Ständer **2**, in dem eine Antriebswelle **100** drehbar mit einem Mittenteil **310** einer deckelartigen Halterung **300** gekoppelt ist, die eine der Endflächen **201** einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule **200** fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind;

einen Läufer **3**, bestehend aus einer napfartigen Halterung **400**, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung **300**, die mit einem Endteil **120** der sich durch den Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckenden Antriebswelle **100** gekoppelt ist und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche **202** der zylindrischen Spule **200** zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst; und Magneten **4**, die an einer Innenfläche **610** des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** angebracht sind;

einen zweiten Läufer **5**, bestehend aus einer mittleren Halterung **1000**, die zwischen der deckelartigen Halterung **300** und der napfartigen Halterung **400** drehbar mit einem mittleren Teil **110** der sich durch den Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckenden Antriebswelle **100** gekoppelt ist; und einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500**, der integriert an einer Außenfläche **1200** der mittleren Halterung **1000** montiert ist und angeordnet ist, um einen ersten Luftraum **40** zu bilden, der einen Luftspalt zwischen dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der mit der napfartigen Halterung **400** integriert ist, bildet;

einen zweiten Luftraum **20**, der auf einer Innenflächenenseite **210** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist, zwischen den einen Endflächen **530**, **630** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und der deckelartigen Halterung **300** ausgebildet ist; und

einen dritten Luftraum **30**, der auf einer Außenflächenenseite **220** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist.

[0061] Die kernlose drehende elektrische Maschine **10** ist wie in **Fig. 12** gezeigt weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** in den zweiten Luftraum **20** vorgesehen ist, sodass das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** innerhalb und außerhalb der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** geführt wird und aus dem dritten Luftraum **30** ausgeführt wird.

[0062] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst wie in **Fig. 12** und **Fig. 13** gezeigt die deckelartige Halterung **300** einen Lagermechanismus **311**, der die Antriebswelle **100** drehbar an dem Mittenteil **310** hält, eine Basis **312**, die zylindrisch eine der Endflächen **201** der zylindrischen Spule **200** einschließlich des Mittenteils **310** hält, und einen Zylinder **313**, der sich von der Basis **312** einschließlich des Mittenteils **310** erstreckt, wobei der Lagermechanismus **311** ein Lager **3110**, das mit der Basis **312** und dem Zylinder **313** zusammenwirkt, umfassen kann. Dabei kann die Basis **312** einen Sockel **314** umfassen, kann weiterhin eine Fixierungsplatte **315** für das zylindrische Fixieren einer der Endflächen **201** der durch den Sockel **314** gehaltenen zylindrischen Spule **200** vorgesehen sein und erstreckt sich der Zylinder **313** durch eine Mitte der Fixierungsplatte **315**.

[0063] Die zylindrische Spule kann Anschlussdrähte **3001**, die mit einer der Endflächen **201** verbunden sind, umfassen und die deckelartige Halterung **300** kann weiterhin einen Kanal **3200** umfassen, der zu dem zweiten Luftraum **20** führt, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** zuzuführen oder einzuführen.

[0064] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 12** und **Fig. 13** gezeigt die napfartige Halterung **400** umfassen: einen Halteteil **420** einschließlich des Mittenteils **410**, mit dem ein Endteil **120** der Antriebswelle **100** gekoppelt ist; den äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der integriert mit dem Halteteil **420** ausgebildet ist und oder separat ausgebildet und integriert an dem Halteteil **420** fixiert ist, um einen Außenzylinder der napfartigen Halterung **400** zu bilden; und Magnete **4**, die an einer Innenfläche **610** des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** angebracht sind.

[0065] Die Magnete **4** können kubusartig derart geformt sein, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen **401** in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen ist. Der

Halteteil **420** kann eine Außenwand **412** und einen Zylinder **413** umfassen.

[0066] In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst wie in **Fig. 12** und **Fig. 13** gezeigt die mittlere Halterung **1000**, an welcher der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **500**, der dazu dient, den magnetischen Kanal zu schließen, integriert montiert ist: einen Lagermechanismus **1110**, der drehbar einen Mittenteil **1100** an dem mittleren Teil **110** der Antriebswelle **100** hält; einen Halteteil **1120** einschließlich des Mittenteils **1100**, an dem der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **500** integriert an der Außenfläche **1200** montiert ist; und einen Zylinder **1130**, der sich entlang der Antriebswelle **100** von dem Halteteil **1120** erstreckt, wobei der Lagermechanismus **1110** weiterhin ein Lager **1111**, das mit dem Halteteil **1120** und dem Zylinder **1130** zusammenwirkt, umfassen kann.

[0067] In einer Ausführungsform der Erfindung können wie in **Fig. 13** gezeigt die Magnete **4**, die an einer Innenfläche **610** des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** angebracht sind, kubusartig derart geformt sein, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen **401** in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen ist, und kann jeder der Magnete **4** mit dem Intervall **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebracht sein.

[0068] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 14** gezeigt der Ständer **2** weiterhin eine Panzerung **9** mit einer Schutzabdeckung **900** umfassen, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** aufweist und an einer ihrer Endflächen **901** durch die deckelartige Halterung **300** gehalten wird, wobei die Panzerung **9** weiterhin in einem Teil der Panzerung **9** mit Auslässen **90** zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die aus dem ersten Luftraum **40** ausgeführt wurde, und einem Auslass **902** für Anschlussdrähte **3001** versehen sein kann.

[0069] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 15** gezeigt der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **600**, der die napfförmige Halterung **400** konfiguriert, weiterhin mit Auslasslöchern **660** an Positionen versehen sein, die den Intervallen **401** der mit Intervallen entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebrachten Magnete **4** entsprechen.

[0070] Die napfförmige Halterung **400** kann weiterhin mit einem mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörper **2000** versehen sein, der in einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600** gepasst

ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten **2100**, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum **30** und einem äußeren Auslassloch **660** aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln **2200**, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten **2100** ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten **2100** aufgehängt sind, konfiguriert ist, damit die Geschwindigkeit des Flusses des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den ersten Luftraum **40** verstärkt wird, um den Kühleffekt zu verbessern.

[0071] In einer Ausführungsform der Erfindung kann die zylindrische Spule **200** als ein Schichtaufbau mit einer Dicke von 5 mm oder weniger ausgebildet sein und können der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **500** und der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper **600**, die aus einem magnetischen Joch, einer Keramik oder einem wärmebeständigen Kunstharz ausgebildet sind, verwendet werden.

[0072] Ein sechster Aspekt der Erfindung betrifft wie in **Fig. 12** und **Fig. 1** gezeigt ein Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine **10**. Die Erfindung gibt also ein Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine **10** an, die umfasst:

einen Ständer **2**, in dem eine Antriebswelle **100** drehbar mit einem Mittenteil **310** einer deckelartigen Halterung **300** gekoppelt ist, die eine der Endflächen **201** einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule **200** fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind;

einen Läufer **3**, bestehend aus einer napfartigen Halterung **400**, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600**, der gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung **300**, die mit einem Endteil **120** der sich durch den Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckenden Antriebswelle **100** gekoppelt ist und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche **202** der zylindrischen Spule **200** zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst; und Magneten **4**, die an einer Innenfläche **610** des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** angebracht sind;

einen zweiten Läufer **5**, bestehend aus einer mittleren Halterung **1000**, die zwischen der deckelartigen Halterung **300** und der napfartigen Halterung **400** drehbar mit einem mittleren Teil **110** der sich durch den Mittenteil **310** der deckelartigen Halterung **300** erstreckenden Antriebswelle **100** gekoppelt ist; und einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **500**, der integriert an einer Außenfläche **1200** der mittleren Halterung **1000** montiert ist und angeordnet ist, um einen ersten Luftraum **40** zu bilden, der einen Luftspalt zwischen dem äußeren zylindrischen Luftkanal-

Bildungskörper **600**, der mit der napfartigen Halterung **400** integriert ist, bildet;
 einen zweiten Luftraum **20**, der auf einer Innenflächenseite **210** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist, zwischen den einen Endflächen **530**, **630** des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **500** und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** und der deckelartigen Halterung **300** ausgebildet ist; und
 einen dritten Luftraum **30**, der auf einer Außenflächenseite **220** der zylindrischen Spule **200** angeordnet ist.

[0073] Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

Betreiben des Läufers **3** durch das Energetisieren einer zylindrischen Spule **200**;
 Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** in einen zweiten Luftraum **20**;
 direktes Kühlen beider Flächen der zylindrischen Spule **200** mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft **80**; und
 Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, nachdem es bzw. sie durch einen ersten Luftraum **40** geflossen ist, aus der kernlosen drehenden elektrischen Maschine **10**.

[0074] In einer Ausführungsform der Erfindung kann wie in **Fig. 12** gezeigt die deckelartige Halterung **300** weiterhin einen Kanal **3200** umfassen, der zu dem auf der Innenflächenseite **210** der zylindrischen Spule **200** angeordneten zweiten Luftraum **20** führt, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den zweiten Luftraum von dem Kanal **3200** umfassen kann.

[0075] In einer Ausführungsform der Erfindung können wie in **Fig. 13** gezeigt die Magnete **4** kubusartig derart geformt sein, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum **40** angeordneten zylindrischen Spule **200** entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen **401** in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule **200** vorgesehen ist, und kann die napfartige Halterung **400** weiterhin mit einem Auslassloch **660** an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600** in Entsprechung zu den Intervallen **401** der mit Intervallen **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebrachten Magnete **4** versehen sein, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die in den ersten Raum **40** eingeführt wurde, von dem dritten Luftraum und dem Auslassloch **660** unter einem um den Läufer **3** herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfassen kann.

[0076] Weiterhin kann wie in **Fig. 14** gezeigt der Ständer **2** weiterhin eine Panzerung **9** mit einer Schutzabdeckung **900**, die einen größeren Innen-

durchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers **600** aufweist und an einer ihrer Endflächen **901** durch die deckelartige Halterung **300** gehalten wird, umfassen, wobei die Panzerung **9** mit Auslässen **90** in einem Teil der Panzerung **9** versehen sein kann und wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, das bzw. die von dem ersten Luftraum **40** ausgeführt wurde, durch die Auslässe **90** umfassen kann.

[0077] Die napfartige Halterung **400** kann wie in **Fig. 7** gezeigt weiterhin mit einem mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörper **2000** versehen sein, der in einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper **600** gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten **2100**, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum **30** und einem äußeren Auslassloch **660** aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln **2200**, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten **2100** ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten **2100** aufgehängt sind, konfiguriert ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Verstärken des um einen Läufer **3** herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdrucks für das Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** von dem dritten Luftraum **30** und dem äußeren Auslassloch **660** umfassen kann, wodurch die Geschwindigkeit des Flusses des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in dem ersten Luftraum **40** erhöht werden kann.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0078] **Fig. 1** ist eine schematische Ansicht, die eine Querschnittsansicht einer kernlosen drehenden elektrischen Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0079] **Fig. 2** ist eine perspektivische und teilweise ausgeschnittene Ansicht der kernlosen sich drehenden elektrischen Maschine von **Fig. 1**.

[0080] **Fig. 3** ist eine schematische und gebrochene perspektivische Ansicht von Komponenten einer deckelartigen Halterung und einer napfartigen Halterung von **Fig. 1**.

[0081] **Fig. 4** ist eine schematische und perspektivische Ansicht eines inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers, an dem Magnete mit Intervallen in der Umfangsrichtung angebracht sind.

[0082] **Fig. 5** umfasst eine schematische Querschnittsansicht (a) und eine schematische perspektivische Ansicht (b) der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von **Fig. 1**, an der eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung montiert ist.

[0083] Fig. 6 ist eine schematische Querschnittansicht einer Antriebswelle der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von Fig. 1, die teilweise als ein hohler Körper ausgebildet ist.

[0084] Fig. 7 umfasst eine schematische Querschnittansicht (a) und eine schematische perspektivische Ansicht (b), (c) der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von Fig. 1, auf die ein mehrflügeliger zentrifugaler Gebläsedrehkörper gepasst ist.

[0085] Fig. 8 ist eine schematische Querschnittansicht einer kernlosen drehenden elektrischen Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung.

[0086] Fig. 9 ist eine schematische gebrochene perspektivische Ansicht von Komponenten einer deckelartigen Halterung, einer mittleren Halterung und einer napfartigen Halterung von Fig. 8.

[0087] Fig. 10 umfasst eine schematische Querschnittansicht (a) und eine schematische perspektivische Ansicht (b) der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von Fig. 8, an der eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung montiert ist.

[0088] Fig. 11 ist eine schematische Querschnittansicht einer Antriebswelle der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von Fig. 8, die teilweise als ein hohler Körper ausgebildet ist.

[0089] Fig. 12 ist eine schematische Querschnittansicht einer kernlosen drehenden elektrischen Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0090] Fig. 13 ist eine schematische gebrochene perspektivische Ansicht von Komponenten einer deckelartigen Halterung, einer mittleren Halterung und einer napfartigen Halterung von Fig. 12.

[0091] Fig. 14 umfasst eine schematische Querschnittansicht (a) und eine schematische perspektivische Ansicht (b) der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von Fig. 12, an der eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung montiert ist.

[0092] Fig. 15 umfasst eine schematische Querschnittansicht (a) und eine schematische perspektivische Ansicht (b) der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von Fig. 12, auf die ein mehrflügeliger zentrifugaler Gebläsedrehkörper gepasst ist.

[0093] Fig. 16 ist eine schematische Ansicht eines Antriebsteils basierend auf einer Ausführungsform einer kernlosen drehenden elektrischen Maschine.

[0094] Fig. 17 umfasst eine Querschnittansicht (a) und eine perspektivische Ansicht (b) der getesteten drehenden elektrischen Maschine von Fig. 16.

[0095] Fig. 18 ist ein Vergleichsdiagramm, das Messergebnisse zu einer Änderung der Drehzahl (U/min) und des Stroms (A) bei einer Variation des Drehmoments (N·m) für eine Antriebsspannung von 24 V bzw. 48 V zeigt, jeweils für den Fall (1), dass keine Kühlluft, für den Fall (2), dass Kühlluft mit 30 Litern (stp)/min bei 1 atm., 20°C, und für den Fall (3), dass Kühlluft mit 144 Litern (stp)/min bei 1 atm., 20°C zu einem zweiten Luftraum innerhalb einer zylindrischen Spule der getesteten drehenden elektrischen Maschine zugeführt wird.

[0096] Fig. 19 ist ein Vergleichsdiagramm, das Messergebnisse zu einer Änderung der Ausgabe (W) und der Temperatur (°C) bei einer Variation des Drehmoments (N·m) für eine Antriebsspannung von 24 V bzw. 48 V zeigt, jeweils für den Fall (1), dass keine Kühlluft, für den Fall (2), dass Kühlluft mit 30 Litern (stp)/min bei 1 atm., 20°C, und für den Fall (3), dass Kühlluft mit 144 Litern (stp)/min bei 1 atm., 20°C zu einem zweiten Luftraum innerhalb einer zylindrischen Spule des getesteten Elektromotors zugeführt wird.

[0097] Fig. 20 ist ein Vergleichsdiagramm, das Messergebnisse zu einer Änderung der Effizienz η (%) bei einer Variation des Drehmoments (N·m) für eine Antriebsspannung von 24 V bzw. 48 V zeigt, jeweils für den Fall (1), dass keine Kühlluft, für den Fall (2), dass Kühlluft mit 30 Litern (stp)/min bei 1 atm., 20°C, und für den Fall (3), dass Kühlluft mit 144 Litern (stp)/min bei 1 atm., 20°C zu einem zweiten Luftraum innerhalb einer zylindrischen Spule des getesteten Elektromotors zugeführt wird.

[0098] Fig. 21 ist eine Tabelle, die Messwerte zu der Drehzahl (U/min), dem Strom (A), der Ausgabe (W), der durchschnittlichen Temperatur innerhalb/außerhalb einer zylindrischen Spule und der Effizienz (%) für eine Antriebsspannung von 24 V zeigt, wobei der Fluss der Kühlluft mit 0 Liter bei einem Druck von 0 kPa, 30 Liter (stp)/min bei 50 kPa und 144 Liter (stp)/min bei 265 kPa zugeführt wird und das Drehmoment (N·m) von 0,10 bis 0,95 (N·m) variiert wird.

[0099] Fig. 22 ist eine Tabelle, die Messwerte zu der Drehzahl (U/min), dem Strom (A), der Ausgabe (W), der durchschnittlichen Temperatur innerhalb/außerhalb einer zylindrischen Spule und der Effizienz (%) für eine Antriebsspannung von 48 V zeigt, wobei der Fluss der Kühlluft mit 0 Liter bei einem Druck von 0 kPa, 30 Liter (stp)/min bei 50 kPa und 144 Liter (stp)/min bei 265 kPa zugeführt wird und das Drehmoment (N·m) von 0,10 bis 1,05 (N·m) variiert wird.

BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORM
DER ERFINDUNG

[0100] Das erzeugte Drehmoment T (N·m), das ein Performanzindikator einer drehenden elektrischen Maschine ist, ist proportional zu der Stromintensität I (A), die in einer Ankerspule fließt, und einer Ausgabe P (W), die als das Produkt aus dem Drehmoment (N·m) und der Drehwinkelgeschwindigkeit ω (rad/s) berechnet wird. Weiterhin ist für einen Spannungsabfall die Stromquellenspannung (V) gleich der Summe aus dem Produkt des in der Ankerspule fließenden Stroms I (A) und des Widerstands R (Ω) der Ankerspule und einer gegen elektromotorischen Kraft E_0 (V), die eine induzierte elektromotorische Kraft ist.

$$T = K_t \times I \quad (1)$$

$$P = T \times \omega \quad (2)$$

$$V = IR + E_0 \quad (3)$$

Aus den vorstehenden Gleichungen geht hervor, dass es wichtig ist, den Spulenwiderstand zu reduzieren, um das Drehmoment und die Ausgabe zu vergrößern.

[0101] In diesem Zusammenhang wird im Folgenden eine kernlose drehende elektrische Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, gemäß der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 15** betrachtet (nachfolgend als „Elektromotor der Erfindung“ bezeichnet). Ein erstes Merkmal eines Grundaufbaus besteht darin, dass der Elektromotor der Erfindung eine zylindrische Spule verwendet, die unter Verwendung eines Schichtaufbaus, der aus einigen wenigen leitenden Metallblechen als ein energetisierbarer Spulenkörper, der einen stationären Anker konfiguriert, ausgebildet ist. Als ein Herstellungsverfahren für die zylindrische Spule wird wie zum Beispiel in dem Patentedokument 7 und dem Patentedokument 8 beschrieben die zylindrische Spule unter Verwendung einiger weniger leitender Metallbleche derart ausgebildet, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von linearen Teilen in der Längsrichtung beabstandet sind, und weist eine Dicke von 5 mm oder weniger auf.

[0102] Ein zweites Merkmal des Grundaufbaus besteht darin, dass der Elektromotor der Erfindung einen Aufbau aufweist, in dem eine Endfläche der zylindrischen Spule durch eine Innenfläche eines Ständers **2** geschlossen wird und die andere offene Endfläche der zylindrischen Spule in einen ersten Luftraum eingesteckt wird, der einen Luftspalt **40**, in dem ein Magnetfeld mit einem torusförmigen Querschnitt erzeugt wird, mit einem äußeren und einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper bildet, die einen Läufer **3** konfigurieren und aus einem magneti-

schen Körper bestehen, an dem Magnete **4** (Permanentmagnete) angebracht sind (in bestimmten Ausführungsformen wird im Folgenden der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper als „äußeres Joch“ bezeichnet und wird der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper als „inneres Joch“ bezeichnet).

[0103] Insbesondere ist die in den Luftspalt **40** eingesteckte zylindrische Spule in dem Luftspalt **40** mit einem kleinen Zwischenraum aufgehängt angeordnet, sodass die Innenfläche und die Außenfläche der zylindrischen Spule die Innenfläche des äußeren Jochs und die Außenfläche des inneren Jochs nicht kontaktieren und die offene Endfläche der zylindrischen Spule nicht die Innenfläche des Läufers **3** kontaktiert. Der Elektromotor der Erfindung weist also einen Aufbau auf, in dem der Ständer **2** und der Läufer **3** an einer Antriebswelle angeordnet sind, wodurch die Anordnung der zylindrischen Spule bestimmt wird.

[0104] Ein drittes Merkmal des Grundaufbaus besteht darin, dass der Elektromotor der vorliegenden Erfindung einen Aufbau aufweist, in dem ein zweiter Luftraum **20** und ein dritter Luftraum **30** durch den Ständer **2**, die zylindrische Spule und den Läufer **3** gebildet werden. Insbesondere wird der zweite Luftraum **20** zwischen der offenen Endfläche des äußeren Jochs und des inneren Jochs, die mit dem Läufer **3** integriert sind, und der Innenfläche des Ständers **2**, die der Endfläche gegenüberliegt, an einer Innenfläche der zylindrischen Spule, die durch die Innenfläche des Ständers **2** geschlossen wird, gebildet und ist mit dem Luftspalt **40** verbunden. Der dritte Luftraum **30** wird zwischen dem Luftspalt **40** und der Umgebungsluft an der Außenfläche der zylindrischen Spule gebildet, die durch die Innenfläche des Ständers **2** geschlossen wird.

[0105] Der zweite Luftraum **20**, der ein durch die Innenfläche der zylindrischen Spule und die Innenfläche des Ständers **2** gebildeter geschlossener Raum ist, ist mit dem Luftspalt **40** verbunden und ist über die Innenfläche des Ständers **3** nur mit dem Luftraum **30** verbunden, der ein durch die Außenfläche der zylindrischen Spule, die Innenfläche des Ständers **2** und das offene Ende des äußeren Jochs gebildeter offener Raum ist.

[0106] Der Elektromotor der Erfindung weist einen Aufbau auf, in dem wenigstens der zweite Luftraum **20** mit der Umgebungsluft über den dritten Luftraum **30** mit dem offenen Ende des äußeren Jochs verbunden ist. Der durch die Drehung des Läufers **30** um den Läufer herum erzeugte Differenzdruck erzeugt einen negativen Druck in dem zweiten Luftraum **20**. Indem Umgebungsluft eingeführt wird oder ein Kühlmittel oder Kühlluft zu dem zweiten Luftraum **20** zugeführt wird, wird das eingeführte oder zugeführte Kühlmittel bzw. die Kühlluft entlang der Innenfläche

und der Außenfläche der zylindrischen Spule geführt, wenn es bzw. sie durch den Luftspalt **40**, wo ein Magnetfeld erzeugt wird, geht, und wird dann von dem offenen Ende des äußeren Jochs über den dritten Luftraum **30** ausgeführt.

[0107] Es sollte deutlich sein, dass der Elektromotor der vorliegenden Erfindung ein innovatives technisches Merkmal aufweist, weil bei einer höheren Geschwindigkeit des Läufers **3**, d. h. einer höheren Ausgabe W , auch der Differenzdruck um den Läufer **3** herum und damit der Kühleffekt größer ist. Dies wird durch den Grundaufbau des Elektromotors der Erfindung bedingt. Bei einem Elektromotor mit diesem Grundaufbau ist eine zylindrische Spule, die eine kernlose Spule ohne einen größeren Eisenverlust bei einer größeren Drehgeschwindigkeit und mit einer Steifigkeit aufgrund einer Schichtung von sehr dünnen Metallblechen mit einer Dicke von 5 mm oder weniger ist, in einem aufgehängten Zustand in einen schmalen Luftspalt **40** mit einer großen magnetischen Flussdichte eingesteckt und ist ein zweiter Luftraum **20** in einem geschlossenen Raum nur mit einem offenen Ende eines äußeren Jochs verbunden.

[0108] Es wurde ein Antriebtest des Elektromotors der Erfindung für das Bewerten der Performanz durchgeführt. **Fig. 16** ist ein schematisches Diagramm zu dem Antriebtest gemäß einer Ausführungsform (einem Prototypmotor) einer kernlosen drehenden elektrischen Maschine mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, von **Fig. 17**.

[0109] Wie aus der Querschnittansicht (a) und der perspektivischen Ansicht (b) des getesteten Elektromotors hervorgeht, dient der Antriebtest dazu, die Effizienz des Motors zu bestimmen, indem die ausgegebene Bewegungsleistung, die durch das Lastdrehmoment und die Drehgeschwindigkeit erzeugt wird, gemessen wird und eine elektrische Leistung (eine Dreiphasen-PWM-Antriebsleistung, Ican·Tec BLD 759) zu dem Motor in einem Zustand eingegeben wird, in dem eine Ausgangswelle des Motors mit einem Generator (CP8048 von M-Link Co., Ltd.) über einen Drehmomentmesser (TM 301 von Unipulse) gekoppelt ist und der durch den Generator erzeugte Strom durch einen externen variablen Widerstand usw. verbraucht wird.

[0110] Weil die zu dem Motor eingegebene elektrische Leistung in Abhängigkeit von der Spannung und dem Strom, die durch eine Antriebsleistungsquelle zugeführt werden, und dem Leistungsfaktor des Antriebszustands abhängt, wird die eingegebene Leistung mit einem zwischen der Motorantriebsquelle und dem Motor angeordneten Leistungsmesser (PW33369 von Hioki E.E. Corporation) gemessen. Die Messprozedur beginnt, indem der Motor mit einer konstanten Spannung V (V) von einem Zustand

annähernd ohne Last, in dem eine Generatorlast beinahe gleich null ist, betrieben wird. Das Lastdrehmoment zu dem Motor wird vergrößert, indem sequentiell der externe Widerstand des Generators variiert wird, um den Strom I (A), die Eingangsleistung P_i (W), die Ausgangsleistung P_o (W), das Drehmoment T (N·m) und die Drehgeschwindigkeit N (U/min) entsprechend aufzuzeichnen und das Verhältnis zwischen der Eingangsleistung und der Ausgangsleistung (P_o/P_i) und damit die Effizienz η zu bestimmen.

[0111] Im Folgenden wird auf die Querschnittansicht (a) und die perspektivische Ansicht (b) des getesteten Elektromotors von **Fig. 17** Bezug genommen. Es ist eine zylindrische Spule mit einer Dicke von 1,35 mm und einem Außendurchmesser von 51 mm in den Luftspalt **40** eingesteckt, der einen ersten Luftraum mit einer Breite von 11 mm und einer Längslänge von 37,75 mm bildet. Wie in der perspektivischen Ansicht (b) von **Fig. 17** gezeigt, sind die Magnete **4** 8-Pol-Neodymmagnete, die kubusförmig mit einer Dicke von 3,85 mm konfiguriert sind und auf einer Außenfläche eines inneren Jochs mit einem Intervall von 1,19 mm in der Längsrichtung vorgesehen sind.

[0112] Weiterhin werden ein zweiter Luftraum und ein dritter Luftraum mit einer Breite von 2,33 mm zwischen einer offenen Endfläche eines äußeren Jochs und eines inneren Jochs, die mit einem Läufer **3** integriert sind, und einer Innenfläche eines Ständers **2**, der gegenüberliegend zu der Endfläche angeordnet ist, gebildet und ist ein Kanal mit einem Innendurchmesser von 3 mm, der mit dem Äußeren verbunden ist, in dem zweiten Luftspalt, der ein geschlossener Raum für das Zuführen von Kühlluft ist, angeordnet.

[0113] Weiterhin ist wie in der Querschnittansicht (a) von **Fig. 17** gezeigt ein Zwischenraum zwischen einer Innenfläche einer zylindrischen Spule und einer Außenfläche von Neodymmagneten **4** nur 0,3 mm groß und ist ein Zwischenraum zwischen einer Außenfläche der zylindrischen Spule und einer Innenfläche eines äußeren Jochs nur 0,4 mm groß. Beide Zwischenräume sind schmal, wobei ihre technischen Merkmale weiter unten beschrieben werden.

[0114] Während des Antriebtests wird eine Antriebsspannung auf 24 V und 48 V durch eine Antriebsleistungsquelle gesetzt, wird das Lastdrehmoment (N·m) mit einer variablen Last eines Generators von 0,1 (N·m), was einem Zustand annähernd ohne Last des Generators entspricht, sequentiell variiert und wird eine Änderung der Antriebsdrehgeschwindigkeit (U/min) und des Stroms (A) gemessen, jeweils für einen Fall (1), in dem keine Kühlluft, indem der Kanal mit einem Innendurchmesser von 3 mm, der nach außen hin verbunden ist, geschlossen wird, für einen Fall (2), in dem Kühlluft mit 30 Liter (stp)/min bei 1 atm., 20°C, indem der Kanal geöffnet wird, und für einen Fall (3), in dem Kühlluft mit 144 Liter (stp)/

min bei 1 atm., 20°C zu einem zweiten Luftraum, der in einer zylindrischen Spule des getesteten Elektromotors gebildet wird, zugeführt wird.

[0115] Fig. 22 zeigt eine Vergleichsliste basierend auf den gemessenen Werten. Ein zu dem zweiten Luftraum zugeführter Luftfluss weist hier einen Wert auf, der zu 1 atm. bei 20°C eines unter Druck durch einen Kompressor zugeführten Luftflusses auf, d. h. jeweils für einen Fall (2) eines Luftflusses von 20 Liter (op)/min bei 50 kPa und einen Fall (3) von 40 Liter (op)/Min bei 265 kPa

[0116] Aus Fig. 18 geht hervor, dass auch dann kein großer Unterschied in den Fällen (1) bis (3) erzeugt wurde, wenn das Lastdrehmoment sequentiell von 0, 1 N·m zu 0,65 N·m erhöht wurde. Insbesondere wenn die Antriebsspannung auf 24 V gesetzt wurde, variierte der Strom in den Fällen (1) bis (3) zwischen 9,8 A und 10,2 A und variierte die Drehgeschwindigkeit in den Fällen (1) bis (3) zwischen 2700 U/min und 2800 U/min.

[0117] Wenn die Antriebsspannung zu 48 V geschaltet wurde, variierte der Strom in den Fällen (1) bis (3) zwischen 10,2 A und 10,7 A und war also nicht sehr verschieden von demjenigen bei 24 V. Die Drehgeschwindigkeit bei 48 V in allen Fällen (1) bis (3) betrug 6900 U/min oder weniger, während sie bei 24 V zwischen 2700 und 2800 U/min betrug, was ungefähr 2,5 mal größer als bei 24 V ist. Aber es gab keinen großen Unterschied zwischen den Fällen (1) bis (3). Weil in der Gleichung (1), d. h. $T = K_t \times I$ (1) der Strom (A) linear anstieg, wenn das Lastdrehmoment (N·m) anstieg, konnte bestätigt werden, dass die Gleichung (1) auch dann gilt, wenn eine Antriebsspannung variiert wird und die Bedingungen wie in den Fällen (1) bis (3) variiert werden.

[0118] Fig. 19 und Fig. 20 vergleichen Messwerte für jeden der Fälle (1) bis (3) in dem Antriebtest, in dem die Antriebsspannung auf 24 V und 48 V gesetzt wurde und das Lastdrehmoment (N·m) variiert wurde, um die Änderung der ausgegebenen Bewegungsleistung (W) und der Temperatur (°C) und eine Änderung in der Effizienz η (%) als der ausgegebenen Bewegungsleistung in Bezug auf die eingegebene elektrische Leistung für jeden der Fälle (1) bis (3) zu messen.

[0119] Ein Elektromotor ist eine Einrichtung, die elektrische Leistung zu Bewegungsleistung, d. h. elektrische Energie zu mechanischer Energie, wandelt. Dagegen dient ein Generator dazu, Bewegungsleistung zu elektrischer Leistung zu wandeln. Weil kein struktureller Unterschied zwischen einem Motor und einem Generator gegeben ist, sind ein Motor und ein Generator beide Objekte der Erfindung. In einem Prozess zum Wandeln von Energie werden verschiedene Verluste erzeugt und zu Wärme

gewandelt. Die allgemein in einer drehenden elektrischen Maschine erzeugten Verluste werden als (i) ein Kupferverlust, (ii) ein Eisenverlust (Hystereseverlust und Wirbelstromverlust) und (iii) ein mechanischer Verlust klassifiziert, wobei (i) der Kupferverlust und (ii) der Eisenverlust einen größeren Anteil aufweisen. Weil der Elektromotor der Erfindung mit einem Ständer, der eine zylindrische Spule enthält, und einem Läufer 3, der einen Luftspalt 40, in den die zylindrische Spule eingesteckt wird, enthält, kernlos ist, wird (ii) kein Eisenverlust erzeugt, sondern wird ein Wirbelstromverlust in einer Spule erzeugt, der zu einem Wärmeerzeugungsfaktor der Spule in Verbindung mit (i) dem Kupferverlust wird. Dabei besteht eine durch die Erfindung zu lösende erste technische Aufgabe darin, die Wärmeerzeugung einer zylindrischen Spule zu vermindern, und besteht eine zweite technische Aufgabe darin, eine Erhitzung von Magneten zu beschränken, damit die Koerzitivkraft der kubusförmigen Magneten, die an einer Außenfläche eines inneren Jochs in der Längsrichtung des Luftspalts 40 angebracht sind, nicht durch die Erhitzung beeinträchtigt wird.

[0120] Um eine Beeinträchtigung der Koerzitivkraft von Magneten aufgrund einer Erhitzung zu vermeiden, werden in vielen Anwendungen die Elektromotoren verkleinert, wobei es jedoch schwierig ist, die Magnetflussdichte mit Magneten des gleichen Materials zu erhöhen. Nur das Wechseln von herkömmlichen Ferritmagneten zu Seltenerd magneten wie etwa Neodymmagneten gestattet eine Vergrößerung eines Drehmoments eines Elektromotors der gleichen Größe (siehe Seite 53 des nicht-Patentdokuments 1). Ein Neodymmagnet, dessen Hauptbestandteile Neodym, d. h. ein Seltenerdmetall, Eisen und Bor sind, weist eine sehr starke Magnetkraft auf, wobei jedoch die durch die Wärme verursachte Beeinträchtigung der Koerzitivkraft groß ist und seine Verwendung auf Temperaturen unter 80°C beschränkt ist (siehe Seite 27 des nicht-Patentdokuments 1). Die in dem Antriebtest verwendeten Permanentmagneten sind Neodymmagnete, wobei sie jedoch vom wärmebeständigen Typ sind und bei Temperaturen bis zu 120°C verwendet werden können. Vorzugsweise sind die für den Elektromotor der Erfindung verwendeten Magnete 4 wärmebeständige Neodymmagnete.

[0121] Fig. 19 zeigt deutlich, dass in einem Fall (1), in dem das Lastdrehmoment auf 0,65 N·m vergrößert wurde, während ein nach außen hin verbundener Kanal geschlossen war und keine Kühlluft zugeführt wurde, die durchschnittliche Oberflächentemperatur einer zylindrischen Spule 80°C bei einer Antriebsspannung von 24 V erreichte und die durchschnittliche Oberflächentemperatur 100°C bei einer Antriebsspannung von 48 V erreichte. Auch wenn das Lastdrehmoment vergrößert wurde, während die Antriebsspannung bei der gleichen Bedingung gesetzt

blieb, wurde nicht nur die Koerzitivkraft der Magnete 4 beeinträchtigt, sondern wurde auch der Widerstand R der zylindrischen Spule durch die Wärmeerzeugung erhöht, wodurch wiederum die Drehgeschwindigkeit reduziert wurde und keine Ausgabe in Entsprechung zu dem Lastdrehmoment erhalten werden konnte.

[0122] Wenn jedoch in dem Fall (2) Kühlluft mit 30 Liter/min zugeführt wurde, konnte das Lastdrehmoment bei der Antriebsspannung von 24 V auf 0,85 N·m erhöht werden, bevor die durchschnittliche Oberflächentemperatur der zylindrischen Spule 80°C überschritt, um eine Ausgabe von 203 W zu erhalten. Wenn in dem Fall (3) Kühlluft mit 144 Liter/min zugeführt wurde, stieg die durchschnittliche Oberflächentemperatur der zylindrischen Spule auch dann nicht über 80°C, wenn das Lastdrehmoment 0,95 N·m überschritt. Wenn in dem Fall (2) die Antriebsspannung zu 48 V geschaltet wurde, betrug das Lastdrehmoment, bei dem die durchschnittliche Oberflächentemperatur der zylindrischen Spule 80°C überschritt, 0,75 N·m und lag die Ausgabe bei 519 W, während in dem Fall (3) das Lastdrehmoment 1,00 N·m betrug und die Ausgabe bei 621 W lag.

[0123] Wenn die Antriebsspannung hoch gesetzt ist, steigt die Drehgeschwindigkeit (U/min) natürlich an und erhöht sich die Ausgabe (W). Je höher die Ausgabe (W) ist, desto höher wird der Wärmewert (J/m^3) einer zylindrischen Spule, sodass der Widerstand R der zylindrischen Spule natürlich ansteigt. **Fig. 18** und **Fig. 19** zeigen deutlich, dass in den Fällen (2) und (3) der Wärmewert der Oberfläche der zylindrischen Spule durch die Kühlluft im Vergleich zu dem Fall (1) reduziert ist, sodass ein Temperaturanstieg der Spule beschränkt wird und die Ausgabe (W) nicht so stark beeinflusst wird. Der Effekt der Kühlluft ist in dem Fall (3) deutlicher als in dem Fall (2).

[0124] Der Ausgabegrad kann als ein Maß für die Bewertung der Performanz eines Elektromotors verwendet werden. Wenn die Antriebsspannung auf 48 V gesetzt wurde, betrug das Lastdrehmoment in dem Fall (1), in dem die durchschnittliche Oberflächentemperatur einer zylindrischen Spule bei 80°C ohne Kühlluft lag, 0,55 N·m und lag die Ausgabe bei 410 W. Und in dem Fall (2), in dem die durchschnittliche Oberflächentemperatur einer zylindrischen Spule bei 80°C mit einer Kühlluft von 30 Liter (stp)/min lag, betrug das Lastdrehmoment 0,75 N·m (1,36 mal größer als in dem Fall (1)) und lag die Ausgabe bei 517 W (1,27 mal größer als in dem Fall (1)). Das Lastdrehmoment in dem Fall (3), in dem die durchschnittliche Oberflächentemperatur einer zylindrischen Spule bei 80°C mit einer Kühlluft von 144 Liter (stp)/min lag, betrug 0,95 N·m (1,73 mal größer als in dem Fall (1)) und die Ausgabe lag bei 604 W (1,43 mal größer als in dem Fall (1)).

[0125] Das Verhältnis der ausgegebenen Bewegungsleistung zu der eingegebenen elektrischen Leistung (P_o/P_i), d. h. die Effizienz η , kann ebenfalls als ein Maß für die Bewertung der Performanz eines Elektromotors verwendet werden. Je größer die Antriebsspannung gesetzt ist, desto größer wird die Differenz der Performanz. **Fig. 20** zeigt die Änderung der Effizienz η für die Fälle (1) bis (3), wenn die Antriebsspannung auf 24 V gesetzt war und zu 48 V geschaltet wurde.

[0126] Wenn die Effizienz η eines Elektromotors 80% oder größer sein soll, war kein großer Unterschied in der Effizienz η für die Fälle (1) bis (3) bei der Antriebsspannung von 24 V gegeben. Insbesondere betrug das Lastdrehmoment in den Fällen (1) bis (3), wenn die Effizienz η 80% überschritt, ungefähr 0,50 N·m und lag die Ausgabe im Bereich zwischen 137 und 153 W, was auf keine größere Differenz in der Performanz eines Elektromotors hinwies. Aus der Tabelle von **Fig. 21** geht hervor, dass die Effizienz η des Elektromotors auch dann unter 80% bei dem oben beschriebenen Lastdrehmoment blieb, wenn Kühlluft zum Kühlen der zylindrischen Spule wie in den Fällen (2) und (3) zugeführt wurde.

[0127] Wenn jedoch die Antriebsspannung auf 48 V und damit auf das Doppelte von 24 V gesetzt wurde, wurde eine große Differenz in der Effizienz η für die Fälle (1) bis (3) erzeugt. In dem Fall (1) lag die durchschnittliche Oberflächentemperatur einer zylindrischen Spule bei 100°C, was nahe an dem kritischen Punkt liegt, wobei jedoch die Effizienz η des Elektromotors bei 80% blieb. Dabei betrug das Lastdrehmoment 0,65 N·m und lag die Ausgabe bei 470 W, was als eine sichere Performanz basierend auf dem Grundaufbau des Elektromotors der vorliegenden Erfindung bewertet werden kann. Wie aus der Tabelle von **Fig. 22** hervorgeht, wurde die Effizienz η in dem Fall (2) auf unter 80% reduziert, wenn das Lastdrehmoment 0,80 N·m betrug und die Ausgabe bei 537 W lag, und wurde die Effizienz η in dem Fall (3) auf unter 80% reduziert, wenn das Lastdrehmoment 0,90 N·m betrug und die Ausgabe bei 592 W lag, wobei die durchschnittliche Oberflächentemperatur einer zylindrischen Spule, wenn die Effizienz η unter 80% reduziert wurde, in dem Fall (2) bei 88°C blieb und in dem Fall (3) bei 71°C blieb und somit 80°C nicht erreichte.

[0128] Die Merkmale des Elektromotors der Erfindung können verdeutlicht werden, indem ein ähnlicher Performanztest wie oben durchgeführt wird, während sequentiell die Antriebsspannung zum Beispiel von 24 V zu 36 V, 48 V und 60 V erhöht wird. Die Merkmale des Elektromotors der Erfindung können einfach aus dem Ergebnis des oben beschriebenen Antriebsteests geschätzt werden. Um das oben beschriebene technische Problem zu lösen, wurden verschiedene Versuche wie etwa das Einführen von

Umgebungsluft zu dem Elektromotor gemäß dem Patentedokument 5 und dem Patentedokument 6 unternommen, um die Oberfläche von Magneten zu kühlen und um eine Spulenoberfläche von Wicklungen zu kühlen, wobei jedoch keine wirkungsvolle Lösung erzielt wurde. Die Erfindung sieht einen Elektromotor vor, der entwickelt wurde, um das genannte technische Problem zu beseitigen.

[0129] Wie in **Fig. 1** gezeigt, kann der Kühleffekt weiter verbessert werden, indem nicht nur ein Kanal **3200**, der mit der Umgebungsluft verbunden ist, an einer deckelartigen Halterung **300**, die einen Ständer **2** bildet, vorgesehen wird, sondern indem auch ein Lüftungsloch **430** zum Einführen von Umgebungsluft durch ein Filter **431** unter einem durch die Drehung des Läufers **3** um den Läufer **3** herum erzeugten Differenzdruck an einer napfartigen Halterung **400** des Läufers **3** vorgesehen wird.

[0130] Weiterhin zeigt **Fig. 4**, dass ein viertes Merkmal durch den Grundaufbau des Elektromotors der Erfindung bedingt wird. Wie in der schematischen Ansicht von **Fig. 17(b)** gezeigt, die den in dem Antriebs-test gezeigten Elektromotor zeigt, sind die kubusförmigen Neodymmagnete an der Oberfläche des inneren Jochs entlang der Längsrichtung der Antriebswelle mit kleinen Intervallen von zum Beispiel 1,19 mm angebracht.

[0131] Die Neodymmagnete entsprechen also kurz gesagt 8-poligen Magneten **4**, die unter Verwendung eines Epoxidklebers derart angebracht sind, dass sie der Kontur der Oberfläche des inneren Jochs entsprechen und weiterhin mit einem Polyamidkunstharz usw. fixiert sind. Das Intervall von 1,19 mm entspricht einem Intervall **401** zwischen jedem der Magnete **4** und gestattet einen Antriebseffekt der Flügel, um die Saugkraft durch das Erhöhen der Flussgeschwindigkeit des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** zu verstärken, wenn das Kühlmittel oder die Kühlluft **80**, die zu einem zweiten Luftraum **20** zugeführt wird, durch einen Luftspalt **40** eines ersten Luftraums hindurchgeht.

[0132] **Fig. 5** bis **Fig. 7** zeigen einen verbesserten Motor basierend auf dem Grundaufbau des Elektromotors der Erfindung. **Fig. 5** zeigt in der perspektivischen Ansicht (b), dass ein Anker **9** mit einer Schutzabdeckung **900** an dem Elektromotor der Erfindung von **Fig. 1** montiert ist, um das Eintreten von Fremdstoffen von außen zu verhindern. **Fig. 6** zeigt, dass ein Teil einer Antriebswelle **100** des Elektromotors der Erfindung von **Fig. 1** als ein hohler Körper **1100** ausgebildet ist, wobei das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** zu dem zweiten Luftraum **20** durch den hohlen Körper **1100** zugeführt wird, um das durch eine zylindrische Spule **200** geschlossene gesamte Innere des Elektromotors zu kühlen.

[0133] Weiterhin zeigt **Fig. 7**, dass ein mehrflügeliger zentrifugaler Gebläsedrehkörper **2000** gepasst wird, der mit inneren Auslasslöchern **560** und äußeren Auslasslöchern **660** an Positionen in Entsprechung zu entsprechenden Intervallen **401** der Magnete **4** an einem inneren Joch **500** und einem äußeren Joch **600** der kernlosen drehenden elektrischen Maschine von **Fig. 1** und **Fig. 4** zusammenwirkt, um den Kühleffekt für die zylindrische Spule **200** und die Magnete **4** zu verbessern.

[0134] Ein Kühlverfahren für einen Elektromotor gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung umfasst die folgenden Schritte: Aktivieren eines Läufers **3** durch das Energetisieren einer zylindrischen Spule **200**; Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** zu einem zweiten Luftraum **20**; direktes Kühlen einer Innenfläche oder einer Außenfläche der zylindrischen Spule **200** durch das Kühlmittel oder die Kühlluft **80**; und Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, die durch einen ersten Luftraum **40** hindurchgegangen ist, aus dem Elektromotor.

[0135] Wie in **Fig. 1** gezeigt, kann das Kühlverfahren weiterhin die folgenden Schritte umfassen: Vorsehen, an einer deckelartigen Halterung **300** eines Kanals **3200**, der zu einem zweiten Luftraum **40** auf einer Innenflächenseite **210** einer zylindrischen Spule **200** führt, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80** zu dem zweiten Luftraum **20** von dem Kanal **3200** zuzuführen oder einzuführen; und/oder Bohren eines Lüftungslochs **430** an einer Außenfläche eines Läufers **3** für das Einführen von Umgebungsluft zu einem Raum **540**, der zu dem zweiten Luftraum **20** auf der Innenflächenseite eines inneren Jochs **500** führt, und Vorsehen eines Filters **431**, der das Lüftungsloch **430** bedeckt, wobei die Umgebungsluft eingeführt wird und gleichzeitig das Kühlmittel oder die Kühlluft **80**, die zu dem zweiten Luftraum **20** zugeführt wird, durch einen ersten Luftraum **40** gesaugt wird. Und weil das Kühlverfahren den Vorteil bietet, dass bei einer höheren Drehgeschwindigkeit weniger Schmutz an dem Filter **431** haftet, kann der Kühleffekt im Inneren des Elektromotors weiter verbessert werden.

[0136] Wie in **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 7** gezeigt, kann das Kühlverfahren für den Elektromotor gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung weiterhin einen Schritt zum Vorsehen, an einer napfartigen Halterung **400**, von inneren Auslasslöchern **560** an einem inneren Joch **500** und/oder äußeren Auslasslöchern **660** an einem äußeren Joch **600** an Positionen in Entsprechung zu den Intervallen **401** der Magnete **4**, die mit den Intervallen **401** entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule **200** angebracht sind, um das Kühlmittel oder die Kühlluft **80**, das bzw. die zu einem ersten Luftraum **40** zugeführt wurde, von einem dritten Luftraum **30** und den äußeren Auslasslöchern **660** unter einem durch die Drehung des Läufers **3** um den Läufer **3** herum erzeugten Differenzdruck auszufüh-

ren, wodurch der Kühleffekt des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** weiter verbessert wird.

[0137] Das Kühlverfahren des Elektromotors kann einen Schritt umfassen zum weiteren Vergrößern des durch die Drehung des Läufers **3** um den Läufer **3** herum erzeugten Differenzdrucks für das Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** von einem dritten Luftraum **30** und den Auslasslöchern **660** durch das Vorsehen eines mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörpers **2000**, der in ein äußeres Joch **600** gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten **2100**, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum **30** und den äußeren Auslasslöchern **660** aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln **2200**, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten **2100** ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten **2100** aufgehängt sind, konfiguriert ist, damit der Fluss des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in den ersten Luftraum **40** verstärkt wird.

[0138] Im Folgenden wird ein verbesserter Elektromotor gemäß einem dritten Aspekt und einem vierten Aspekt der Erfindung mit Bezug auf **Fig. 8** bis **Fig. 11** beschrieben. Der Aufbau der deckelartigen Halterung **300**, die einen Ständer **2** bildet, unterscheidet sich nicht von demjenigen des Elektromotors gemäß dem ersten Aspekt.

[0139] Ein Unterschied zwischen dem verbesserten Elektromotor und dem Elektromotor des ersten Aspekts ist darin gegeben, dass der Läufer **3** umfasst: einen Läufer **3**, in dem eine mittlere Halterung **100** einschließlich eines inneren Jochs **500** mit an einer Außenfläche angebrachten Magneten **4** mit einer Antriebswelle **100** verbunden ist, und einen zweiten Läufer, in dem eine napfförmige Halterung **400** einschließlich eines äußeren Jochs **600**, die einen ersten Luftraum, nämlich den Luftraum **40**, mit dem inneren Joch **500** für das Schließen des magnetischen Kanals bildet, drehbar mit der Antriebswelle, die sich durch die mittlere Halterung **1000** erstreckt, gekoppelt ist.

[0140] Wenn der Elektromotor gestartet wird, indem eine zylindrische Spule **200** energetisiert wird, beginnt ein Läufer **3** sich zu drehen. Wenn dann ein zweiter Läufer **5** mit dem Läufer **3** zusammenwirkt, um ein Magnetfeld zu erzeugen, folgt der zweite Läufer **5** der Drehung des Läufers **3** und beginnt eine Drehung mit einer kleinen Verzögerung. Wenn der Elektromotor einen stabilen Zustand erreicht, drehen sich der Läufer **3** und der zweite Läufer **5** synchron.

[0141] Und weil der Läufer **3** des Elektromotors separat durch das äußere Joch **600** gebildet wird, weist er das technische Merkmal auf, dass die Trägheit des Läufers **3** beim Starten und/oder Herunterfahren kleiner ist als diejenige des Elektromotors gemäß dem

ersten Aspekt. Es ist jedoch strukturell nicht möglich, ein Lüftungsloch **430** an einer napfförmigen Halterung **400**, die einen zweiten Läufer **5** bildet, für das Einführen von Umgebungsluft zu einem Raum **540**, der zu einem zweiten Luftraum **20** auf einer Innenflächen-seite des inneren Jochs **500** führt, vorzusehen.

[0142] Weiterhin umfasst wie in **Fig. 8** gezeigt ein Kühlverfahren des Elektromotors die folgenden Schritte: Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** von einem Kanal **3200**, der in einem Ständer **2** vorgesehen ist, zu einem zweiten Luftraum **20**; direktes Kühlen einer Innenfläche und einer Außenfläche einer zylindrischen Spule **200** mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft **80** unter einem durch die Drehung des Läufers **3** und eines zweiten Läufers **5** um den Läufer **3** herum erzeugten Differenzdruck; und Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, nachdem es bzw. sie durch einen ersten Luftraum **40** geflossen ist, aus dem Elektromotor. Dadurch kann das Innere des Elektromotors ähnlich wie bei dem Elektromotor des zweiten Aspekts gekühlt werden.

[0143] Weiterhin wird als ein weiterer verbesserter Elektromotor der Erfindung ein Elektromotor gemäß einem fünften Aspekt oder einem sechsten Aspekt der Erfindung mit Bezug auf **Fig. 12** bis **Fig. 15** beschrieben. Der Aufbau einer deckelartigen Halterung **300**, die einen Ständer **2** bildet, unterscheidet sich nicht von demjenigen des Elektromotors gemäß dem ersten Aspekt.

[0144] Ein Unterschied zwischen dem verbesserten Elektromotor und dem Elektromotor gemäß dem ersten Aspekt besteht darin, dass ein Läufer **3** umfasst: einen Läufer **3**, in dem eine napfförmige Halterung **400** einschließlich eines äußeren Jochs **600** mit Magneten **4**, die an einer Innenfläche angebracht sind, mit einer Antriebswelle **100** gekoppelt ist, und einen zweiten Läufer **5**, in dem eine mittlere Halterung **1000** einschließlich eines inneren Jochs **500**, das einen ersten Luftraum, nämlich den Luftspalt **40**, mit dem äußeren Joch **600** bildet, um einen magnetischen Kanal zu schließen, drehbar mit der Antriebswelle zwischen einem Ständer **2** und dem Läufer **3** gekoppelt ist.

[0145] Wenn der Elektromotor gestartet wird, indem eine zylindrische Spule **200** energetisiert wird, beginnt ein Läufer **3** sich zu drehen. Wenn dann ein zweiter Läufer **5** mit dem Läufer **3** zusammenwirkt, um ein Magnetfeld zu erzeugen, folgt der zweite Läufer **5** der Drehung des Läufers **3** und beginnt eine Drehung mit einer kurzen Verzögerung. Wenn der Elektromotor einen stabilen Zustand erreicht, drehen sich der Läufer **3** und der zweite Läufer **5** synchron. Und weil der Läufer **3** des Elektromotors separat durch das innere Joch **500** konfiguriert wird, weist er das technische Merkmal auf, dass die Trägheit des Läufers **3** beim Starten und/oder Herunterfahren kleiner

ist als diejenige des Elektromotors gemäß dem ersten Aspekt. Aus **Fig. 12** geht jedoch hervor, dass es strukturell nicht erforderlich ist, einen Raum **540** vorzusehen, der zu einem zweiten Luftraum **20** auf einer Innenflächenseite des inneren Jochs **500** führt, das an der den zweiten Läufer **5** konfigurierenden mittleren Halterung **1000** fixiert ist.

[0146] Weil bei diesem Elektromotor im Vergleich zu dem Elektromotor gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung Magnete **4** an der Innenfläche des den Läufer **3** konfigurierenden äußeren Jochs **600** angebracht sind, besteht keine Gefahr, dass sich die Magnete **4** unter der durch eine Drehung mit einer hohen Geschwindigkeit des Läufers **3** erzeugten Zentrifugalkraft lösen. Und weil die Magnete **4** mit Intervallen **401** in der Längsrichtung angebracht sind, kann der Kühleffekt des Elektromotors verbessert werden, indem weiterhin Auslasslöcher **660** an dem äußeren Joch **600** an Positionen in Entsprechung zu den Intervallen **401** vorgesehen werden und ein mehrflügeliger zentrifugaler Gebläsedrehkörper **2000** auf das äußere Joch **600** in Entsprechung zu dem dritten Luftraum **30** und den Auslasslöchern **660** gepasst wird, sodass der Fluss des Kühlmittels oder der Kühlluft **80** in einem ersten Luftraum **40** effizienter ist.

[0147] Weiterhin umfasst wie in **Fig. 14** oder **Fig. 15** gezeigt ein Kühlverfahren des Elektromotors jeweils die folgenden Schritte: Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft **80** von einem Kanal **3200**, der in einem Ständer **2** vorgesehen ist, zu einem zweiten Luftraum **20**; direktes Kühlen einer Innenfläche und einer Außenfläche einer zylindrischen Spule **200** mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft **80** unter einem durch eine Drehung des Läufers **3** und des zweiten Läufers **5** um den Läufer **3** oder den Läufer **5** herum erzeugten Differenzdrucks; und Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft **80**, nachdem es bzw. sie durch den ersten Luftraum **40** geflossen ist, aus dem Elektromotor. Dadurch kann das Innere des Elektromotors ähnlich wie bei dem Elektromotor gemäß dem zweiten Aspekt oder dem vierten Aspekt gekühlt werden.

[0148] Einer der Hauptfaktoren des Elektromotors der Erfindung besteht darin, dass eine extrem dünne zylindrische Spule **200**, die eine dynamische Festigkeit mit einem Schichtaufbau aus leitenden Metallblechen aufweist, erfolgreich entwickelt wurde. Eine der Endflächen der zylindrischen Spule **200** wird geschlossen, wenn diese an einer Innenfläche eines Ständers fixiert wird, und die andere offene Endfläche wird in einen schmalen Luftspalt **40** aufgehängt eingesteckt, wodurch ein Körper der zylindrischen Spule **200** in einem Magnetfeld mit einer hohen Magnetflussdichte montiert werden kann.

[0149] Dadurch wird ein zweiter Luftraum als ein geschlossener Raum, der das Zuführen oder Einfüh-

ren eines Kühlmittels oder einer Kühlluft in das Innere des Elektromotors gestattet, gebildet, wobei das Kühlmittel oder die Kühlluft dann der Kontur einer Innenfläche und einer Außenfläche der zylindrischen Spule folgen kann und ein erhitztes Kühlmittel oder eine erhitzte Kühlluft von einem dritten Luftraum, der ein offener Raum ist, nach außen ausgeführt werden kann. Dadurch wird die bisher unerfüllbare scheinende Zielsetzung, dass bei einer höher gesetzten Antriebsspannung der Kühleffekt größer ist, gelöst.

[0150] Die Erfindung wurde hier anhand von bevorzugten Ausführungsformen beschrieben, wobei dem Fachmann jedoch deutlich sein sollte, dass verschiedene Modifikationen vorgesehen werden können und bestimmte Elemente durch äquivalente Elemente ersetzt werden können, ohne dass deshalb der Erfindungsumfang verlassen wird. Die Erfindung ist also nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, die bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung darstellen.

Bezugszeichenliste

1	kernlose drehende elektrische Maschine mit einem Anker
2	Ständer
3	Läufer
4	Magnet
5	zweiter Läufer
9	Panzerung
10	kernlose drehende elektrische Maschine mit einem Anker
20	zweiter Luftraum
30	dritter Luftraum
40	erster Luftraum oder Luftspalt
41	innerer Zwischenraum
42	mittlerer Zwischenraum
43	äußerer Zwischenraum
80	Kühlmittel oder Kühlluft
90	Auslass
100	Antriebswelle
110	mittlerer Teil der Antriebswelle
120	Endteil der Antriebswelle
200	zylindrische Spule
201	(fixierte) Endfläche der zylindrischen Spule
202	(offene) Endfläche der zylindrischen Spule
210	Innenfläche der zylindrischen Spule
220	Außenfläche der zylindrischen Spule
300	deckelartige Halterung
310	mittlerer Teil der deckelartigen Halterung
311	Lagermechanismus der deckelartigen Halterung
312	Basis der deckelartigen Halterung
313	Zylinder der deckelartigen Halterung
314	Sockel der deckelartigen Halterung
315	Fixierungsplatte der zylindrischen Spule
400	napfartige Halterung
401	Intervall zwischen Magneten
410	Mitte der napfartigen Halterung

411	Halteteil der napfartigen Halterung
412	zylindrischer Teil der napfartigen Halterung
430	Lüftungsloch
431	Filter für das Lüftungsloch
500	innerer zylindrischer Luftkanal-Bildungskörper oder inneres Joch
510	Innenflächenseite des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers oder inneren Jochs
520	Außenflächenseite des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers oder inneren Jochs
530	Endfläche des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers oder inneren Jochs
540	Raum auf der Innenflächenseite des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers oder inneren Jochs
560	inneres Auslassloch des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers oder inneren Jochs
600	äußerer zylindrischer Luftkanal-Bildungskörper oder äußeres Joch
610	äußerer zylindrischer Luftkanal-Bildungskörper oder äußeres Joch
620	äußerer zylindrischer Luftkanal-Bildungskörper oder äußeres Joch
630	Endfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers oder äußeren Jochs
660	äußeres Auslassloch des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers oder äußeren Jochs
800	Kühleinrichtung
900	Schutzabdeckung
901	Endfläche der Schutzabdeckung
910	Lüftungsloch
1000	mittlere Halterung
1001	Mitte der mittleren Halterung
1100	hohler Körper der Antriebswelle
1110	Einlass
1120	Auslass
2000	mehrflügeliger zentrifugaler Gebläsedrehkörper
2100	kreisförmige Platte des mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörpers
2200	Flügel des mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörpers
3001	Anschlussdraht
3110	Lager
3200	Kanal in der deckelartigen Halterung

Patentansprüche

1. Kernlose drehende elektrische Maschine, umfassend:
einen Ständer, in dem eine Antriebswelle drehbar mit einem Mittenteil einer deckelartigen Halterung gekoppelt ist, die eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Me-

tallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind,
einen Läufer, der derart aufgebaut ist, dass eine andere Endfläche der zylindrischen Spule geschlossen ist, und einen Zwischenraum in Bezug auf eine napfartige Halterung lässt, die gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung angeordnet ist, wobei die zylindrische Spule in einem ersten Luftraum angeordnet ist, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper und einem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, die mit der napfartigen Halterung integriert sind, bildet, wobei weiterhin die Antriebswelle, die sich durch einen Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckt, mit einem Mittenteil der napfartigen Halterung gekoppelt ist und Magnete an einer Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und/oder einer Außenfläche des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers in dem ersten Luftraum angebracht sind, und
einen zweiten Luftraum, der auf einer Innenflächenseite der zylindrischen Spule angeordnet ist, und einen dritten Luftraum, der auf einer Außenflächenseite der zylindrischen Spule zwischen Endflächen des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und der deckelartigen Halterung gebildet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin eine Einrichtung zum Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft in den zweiten Luftraum vorgesehen ist, sodass das Kühlmittel oder die Kühlluft innerhalb und außerhalb der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule geführt wird und aus dem dritten Luftraum ausgeführt wird.

2. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass:
die deckelartige Halterung einen Lagermechanismus, der die Antriebswelle drehbar an dem Mittenteil hält, eine Basis, die zylindrisch eine der Endflächen der zylindrischen Spule einschließlich eines Mittenteils fixiert, und einen Zylinder, der sich von der Basis einschließlich des Mittenteils entlang der Antriebswelle erstreckt, umfasst, wobei der Lagermechanismus ein Lager, das mit der Basis und dem Zylinder zusammenwirkt, umfasst.

3. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Basis einen Sockel und weiterhin eine Fixierungsplatte für das zylindrische Fixieren einer der Endflächen der durch den Sockel gehaltenen zylindrischen Spule umfasst, wobei sich der Zylinder durch eine Mitte der Fixierungsplatte erstreckt.

4. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**,

net, dass die zylindrische Spule mit einer der Endflächen verbundene Anschlussdrähte umfasst.

5. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung weiterhin einen Kanal umfasst, der zu dem zweiten Luftraum führt, um das Kühlmittel oder die Kühlluft zuzuführen oder einzuführen.

6. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung umfasst: einen Halteteil einschließlich des Mittenteils, mit dem die Antriebswelle gekoppelt ist; einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der einen Außenzylinder der napfartigen Halterung konfiguriert, und einen inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der einen Innenzylinder der napfartigen Halterung konfiguriert und dessen Innenfläche konfiguriert ist, um einen zu dem zweiten Luftraum führenden Raum zu bilden, wobei beide Luftkanal-Bildungskörper integriert mit dem Halteteil ausgebildet sind oder separat ausgebildet und integriert an dem Halteteil fixiert sind; und Magnete, die an einer Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und/oder an einer Außenfläche des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers, die den ersten Luftraum bilden, angebracht sind.

7. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnete kubusartig derart geformt sind, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule vorgesehen ist.

8. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Halteteil weiterhin einen zylindrischen Teil umfasst, der gegenüberliegend zu einem Zylinder der deckelartigen Halterung, durch die sich die Antriebswelle erstreckt, angeordnet ist.

9. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung weiterhin Lüftungslöcher zum Einführen von Umgebungsluft zu einem Raum, der auf einer Innenflächenseite des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers ausgebildet ist, und ein Filter, das die Lüftungslöcher bedeckt umfasst.

10. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung weiterhin mit inneren Auslasslöchern an Positionen in dem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper und/oder äußeren

Auslasslöchern an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, die den Intervallen der mit Intervallen entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule angebrachten Magnete entsprechen, versehen ist.

11. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung weiterhin mit einem mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörper versehen ist, der in einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum und den äußeren Auslasslöchern aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten aufgehängt sind, konfiguriert ist.

12. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer weiterhin eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung umfasst, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers aufweist und an einer ihrer Endflächen durch die deckelartige Halterung gehalten wird, wobei die Panzerung weiterhin in einem Teil derselben mit einem Lüftungsloch und einem Auslass zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die aus dem ersten Luftraum ausgeführt wurde, versehen ist.

13. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein hohler Körper in der Antriebswelle in einem Bereich ausgebildet ist, der sich durch die deckelartige Halterung und die napfartige Halterung erstreckt, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die deckelartige Halterung erstreckenden Bereich einen Einlass zum Empfangen des Kühlmittels oder der Kühlluft umfasst, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die napfartige Halterung erstreckenden Bereich einen Auslass zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft umfasst, wobei der Einlass konfiguriert ist, um mit dem Kanal der deckelartigen Halterung verbunden zu sein, und der Auslass konfiguriert ist, um mit dem mit dem zweiten Luftraum verbundenen Raum verbunden zu sein.

14. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zylindrische Spule als ein Schichtaufbau mit einer Dicke von 5 mm oder weniger ausgebildet ist.

15. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper und der äußere zylindrische Luftkanal-

Bildungskörper aus einem magnetischen Joch, einer Keramik oder einem wärmebeständigen Kunstharz ausgebildet sind.

16. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine, umfassend:

einen Ständer, in dem eine Antriebswelle drehbar mit einem Mittenteil einer deckelartigen Halterung gekoppelt ist, die eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leitereilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind,

einen Läufer, der derart aufgebaut ist, dass eine andere Endfläche der zylindrischen Spule geschlossen ist, und einen Zwischenraum in Bezug auf eine napfartige Halterung lässt, die gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung angeordnet ist, wobei die zylindrische Spule in einem ersten Luftraum angeordnet ist, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper und einem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, die mit der napfartigen Halterung integriert sind, bildet, wobei weiterhin die Antriebswelle, die sich durch einen Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckt, mit einem Mittenteil der napfartigen Halterung gekoppelt ist und Magnete an einer Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und/oder einer Außenfläche des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers in dem ersten Luftraum angebracht sind, und

einen zweiten Luftraum, der auf einer Innenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist, und einen dritten Luftraum, der auf einer Außenflächen-seite der zylindrischen Spule zwischen Endflächen des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und der deckelartigen Halterung gebildet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlverfahren die folgenden Schritte umfasst:

Betreiben des Läufers durch das Energetisieren der zylindrischen Spule,

Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft in den zweiten Luftraum,

direktes Kühlen beider Oberflächen der zylindrischen Spule mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft, und

Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, nachdem es bzw. sie durch den ersten Luftraum geflossen ist, aus der kernlosen drehenden elektrischen Maschine.

17. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung weiterhin einen Kanal, der zu dem zweiten Luftraum auf der Innenflächen-seite der zylindrischen Spule führt,

umfasst, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft in den zweiten Luftraum von dem Kanal umfasst.

18. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung mit Lüftungslöchern für das Einführen von Umgebungsluft in einen auf der Innenflächen-seite des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers gebildeten Raum und mit einem Filter zum Bedecken der Lüftungslöcher versehen ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Einführen von Umgebungsluft und zum gleichzeitigen Einsaugen des Kühlmittels oder der Kühlluft in den ersten Luftraum unter einem um den Läufer herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfasst.

19. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer weiterhin eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers aufweist und an einer ihrer Endflächen durch die deckelartige Halterung gehalten wird, umfasst und die Panzerung in einem Teil derselben mit Auslässen versehen ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die aus dem ersten Luftraum ausgeführt wurde, durch die Auslässe umfasst.

20. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein hohler Körper in der Antriebswelle in einem Bereich ausgebildet ist, der sich durch die deckelartige Halterung und die napfartige Halterung erstreckt, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die deckelartige Halterung erstreckenden Bereich einen Einlass umfasst, der mit dem Kanal in der deckelartigen Halterung verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft zu empfangen, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die napfartige Halterung erstreckenden Bereich einen Auslass umfasst, der mit einem zu dem zweiten Luftraum führenden Raum verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft auszuführen, und wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft über den Einlass zu dem zu dem zweiten Luftraum führenden Raum von dem Auslass umfasst.

21. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnete kubusartig derart geformt sind, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum angeordnete

ten zylindrischen Spule entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule vorgesehen ist, und die napfförmige Halterung weiterhin mit inneren Auslasslöchern an Positionen in dem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper und/oder äußeren Auslasslöchern an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, die den Intervallen der mit Intervallen entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule angebrachten Magnete entsprechen, versehen ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die in den ersten Luftraum eingeführt wurde, von dem dritten Luftraum und den äußeren Auslasslöchern unter einem um den Läufer herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfasst.

22. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung weiterhin mit einem mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörper versehen ist, der in einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum und den äußeren Auslasslöchern aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten aufgehängt sind, konfiguriert ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Verstärken des Ansaugens durch eine Drehung des Läufers für das Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft von dem dritten Luftraum und den äußeren Auslasslöchern umfasst.

23. Kernlose drehende elektrische Maschine, umfassend:
einen Ständer, in dem eine Antriebswelle drehbar mit einem Mittenteil einer deckelartigen Halterung gekoppelt ist, die eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind,
einen Läufer, bestehend aus einer mittleren Halterung, die mit einem mittleren Teil der Antriebswelle, die sich durch den Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckt, gekoppelt ist, einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der integriert an einer Außenfläche der mittleren Halterung montiert ist, und Magneten, die an einer Außenfläche des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers angebracht sind,
einen zweiten Läufer, bestehend aus einer napfartigen Halterung, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der derart aufgebaut ist, dass

er gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung angeordnet ist, um einen ersten Luftraum zu bilden, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper bildet, und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst, wobei die drehbar mit dem Mittenteil der deckelartigen Halterung gekoppelte Antriebswelle mit einem Endteil, der sich durch einen Mittenteil der mittleren Halterung erstreckt, gekoppelt ist,

einen zweiten Luftraum, der auf einer Innenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist, zwischen den einen Endflächen des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und der deckelartigen Halterung ausgebildet ist, und einen dritten Luftraum, der auf einer Außenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass weiterhin eine Einrichtung zum Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft in den zweiten Luftraum vorgesehen ist, sodass das Kühlmittel oder die Kühlluft innerhalb und außerhalb der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule geführt wird und aus dem dritten Luftraum ausgeführt wird.

24. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung einen Lagermechanismus, der die Antriebswelle drehbar an dem Mittenteil hält, eine Basis, die zylindrisch eine der Endflächen der zylindrischen Spule einschließlich des Mittenteils fixiert, und einen Zylinder, der sich entlang der Antriebswelle von der Basis einschließlich des Mittenteils erstreckt, umfasst, wobei der Lagermechanismus ein Lager, das mit der Basis und dem Zylinder zusammenwirkt, umfasst.

25. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Basis einen Sockel und weiterhin eine Fixierungsplatte für das zylindrische Fixieren einer der Endflächen der durch den Sockel gehaltenen zylindrischen Spule umfasst und sich ein Zylinder durch eine Mitte der Fixierungsplatte entlang der Antriebswelle erstreckt.

26. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zylindrische Spule mit einer der Endflächen verbundene Anschlussdrähte umfasst.

27. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung weiterhin einen Kanal umfasst, der zu dem zweiten Luftraum führt, um das Kühlmittel oder die Kühlluft zuzuführen oder einzuführen.

28. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung umfasst: einen Halteteil einschließlich eines Mittenteils, der drehbar mit einem Endteil einer Antriebswelle gekoppelt ist, einen Lagermechanismus, der den Endteil der Antriebswelle drehbar an dem Mittenteil hält, und einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der integriert mit dem Halteteil ausgebildet ist oder separat ausgebildet und integriert an dem Halteteil fixiert ist, um den magnetischen Pfad zu schließen, wobei der Halteteil eine Außenwand und einen Zylinder umfasst und wobei der Lagermechanismus ein Lager, das mit der Außenwand und dem Zylinder zusammenwirkt, umfasst.

29. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mittlere Halterung, deren Mittenteil mit dem mittleren Teil der Antriebswelle gekoppelt ist, weiterhin einen Zylinderteil umfasst, der entlang der Antriebswelle gegenüberliegend zu dem Zylinder der deckelartigen Halterung, durch den sich die Antriebswelle erstreckt, angeordnet ist.

30. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an der Außenfläche des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers angebrachten Magnete kubusartig derart geformt sind, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule vorgesehen ist, wobei die Magnete mit den Intervallen entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule vorgesehen sind.

31. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper weiterhin mit Auslasslöchern an Positionen in Entsprechung zu den Intervallen der entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule angebrachten kubusförmigen Magnete versehen ist.

32. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein hohler Körper in der Antriebswelle in einem Bereich ausgebildet ist, der sich durch die deckelartige Halterung und die napfartige Halterung erstreckt, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die deckelartige Halterung erstreckenden Bereich einen Einlass zum Empfangen des Kühlmittels oder der Kühlluft umfasst, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die napfartige Halterung erstreckenden Bereich einen Auslass zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft umfasst, wobei der Einlass konfiguriert ist, um mit dem Kanal der deckelartigen Halterung verbunden zu

sein, und der Auslass konfiguriert ist, um mit einem mit dem zweiten Luftraum verbundenen Raum verbunden zu sein.

33. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer weiterhin eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers aufweist und an einer ihrer Endflächen durch die deckelartige Halterung gehalten wird, umfasst, wobei die Panzerung in einem Teil derselben mit Auslässen zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die aus dem ersten Luftraum ausgeführt wurde, versehen ist.

34. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zylindrische Spule als ein Schichtaufbau mit einer Dicke von 5 mm oder weniger ausgebildet ist.

35. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 23 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper und der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper aus einem magnetischen Joch, einer Keramik oder einem wärmebeständigen Kunstharz ausgebildet sind.

36. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine, umfassend:
einen Ständer, in dem eine Antriebswelle drehbar mit einem Mittenteil einer deckelartigen Halterung gekoppelt ist, die eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind,
einen Läufer, bestehend aus einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der integriert an einer Außenfläche einer mittleren Halterung montiert ist, die mit einem mittleren Teil der sich durch den Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckenden Antriebswelle gekoppelt ist, und Magneten, die an einer Außenfläche des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers angebracht sind,
einen zweiten Läufer, bestehend aus einer napfartigen Halterung, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der derart aufgebaut ist, dass er gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung angeordnet ist, um einen ersten Luftraum zu bilden, der einen Luftspalt zwischen einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper bildet, und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen

Spule zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst, wobei die drehbar mit dem Mittenteil der deckelartigen Halterung gekoppelte Antriebswelle drehbar mit einem Endteil, der sich durch einen Mittenteil der mittleren Halterung erstreckt, gekoppelt ist,

einen zweiten Luftraum, der auf einer Innenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist, zwischen den einen Endflächen des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und der deckelartigen Halterung ausgebildet ist, und einen dritten Luftraum, der auf einer Außenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlverfahren die folgenden Schritte umfasst:

Betreiben des Läufers durch das Energetisieren der zylindrischen Spule,

Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft in den zweiten Luftraum,

direktes Kühlen beider Flächen der zylindrischen Spule mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft, und

Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, nachdem es bzw. sie durch den ersten Luftraum geflossen ist, aus der kernlosen drehenden elektrischen Maschine.

37. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung weiterhin einen Kanal, der zu dem zweiten Luftraum auf der Innenflächen-seite der zylindrischen Spule führt, umfasst, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft in den zweiten Luftraum von dem Kanal umfasst.

38. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 36 oder 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer weiterhin eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers aufweist und an einer ihrer Endflächen durch die deckelartige Halterung gehalten wird, umfasst und die Panzerung in einem Teil derselben mit Auslässen versehen ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die aus dem ersten Luftraum ausgeführt wurde, durch die Auslässe umfasst.

39. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 36 oder 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnete kubusartig derart geformt sind, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule vorgesehen ist, und die napfförmige Halterung weiterhin mit Auslasslöchern

an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, die den Intervallen der mit Intervallen entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule angebrachten Magnete entsprechen, versehen ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die in den ersten Luftraum eingeführt wurde, von dem dritten Luftraum und den äußeren Auslasslöchern unter einem um den zweiten Läufer herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfasst.

40. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 36 oder 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein hohler Körper in der Antriebswelle in einem Bereich ausgebildet ist, der sich durch die deckelartige Halterung und die mittlere Halterung erstreckt, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die deckelartige Halterung erstreckenden Bereich einen Einlass umfasst, der mit dem Kanal in der deckelartigen Halterung verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft zu empfangen, wobei der hohle Körper der Antriebswelle in dem sich durch die mittlere Halterung erstreckenden Bereich einen Auslass umfasst, der mit einem zu dem zweiten Luftraum führenden Raum verbunden ist, um das Kühlmittel oder die Kühlluft auszuführen, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft über den Einlass zu dem zu dem zweiten Luftraum führenden Raum von dem Auslass umfasst.

41. Kernlose drehende elektrische Maschine, umfassend:

einen Ständer, in dem eine Antriebswelle drehbar mit einem Mittenteil einer deckelartigen Halterung gekoppelt ist, die eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leiterteilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind,

einen Läufer, bestehend aus einer napfartigen Halterung, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung, die mit einem Endteil der sich durch den Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckenden Antriebswelle gekoppelt ist und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche der zylindrischen Spule zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst, und Magneten, die an einer Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers angebracht sind,

einen zweiten Läufer, bestehend aus einer mittleren Halterung, die zwischen der deckelartigen Halterung und der napfartigen Halterung drehbar mit einem mittleren Teil der sich durch den Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckenden Antriebswelle gekop-

pelt ist, und einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der integriert an einer Außenfläche der mittleren Halterung montiert ist und angeordnet ist, um einen ersten Luftraum zu bilden, der einen Luftspalt zwischen dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der mit der napfartigen Halterung integriert ist, bildet,

einen zweiten Luftraum, der auf einer Innenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist und zwischen den einen Endflächen des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und der deckelartigen Halterung ausgebildet ist, und einen dritten Luftraum, der auf einer Außenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft in den zweiten Luftraum vorgesehen ist, sodass das Kühlmittel oder die Kühlluft innerhalb und außerhalb der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule geführt wird und aus dem dritten Luftraum ausgeführt wird.

42. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 41, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung einen Lagermechanismus, der die Antriebswelle drehbar an dem Mittenteil hält, eine Basis, die zylindrisch eine Endfläche der zylindrischen Spule einschließlich eines Mittenteils hält, und einen Zylinder, der sich von der Basis einschließlich des Mittenteils erstreckt, umfasst, wobei der Lagermechanismus ein Lager, das mit der Basis und dem Zylinder zusammenwirkt, umfasst.

43. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 41 oder 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Basis einen Sockel und weiterhin eine Fixierungsplatte für das zylindrische Fixieren einer der Endflächen der durch den Sockel gehaltenen zylindrischen Spule umfasst, wobei sich ein Zylinder durch die Mitte der Fixierungsplatte und entlang der Antriebswelle erstreckt.

44. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 41 bis 43, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zylindrische Spule mit einer der Endflächen verbundene Anschlussdrähte umfasst.

45. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 41 bis 44, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung weiterhin einen Kanal umfasst, der zu dem zweiten Luftraum führt, um das Kühlmedium oder die Kühlluft zuzuführen oder einzuführen.

46. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 41 bis 45, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung umfasst: einen Halteteil einschließlich des Mittenteils, der drehbar mit einem Endteil einer Antriebswelle gekop-

pelt ist, einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der einen Außenzylinder der napfartigen Halterung bildet, und Magnete, die an der Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers angebracht sind, wobei der Halteteil eine Außenwand und einen Zylinder umfasst.

47. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 46, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnete kubusartig derart geformt sind, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule vorgesehen ist.

48. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 41 bis 48, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mittlere Halterung, an welcher der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper zum Schließen des magnetischen Kanals integriert montiert ist, einen Lagermechanismus umfasst, der drehbar einen Mittenteil an dem mittleren Teil der Antriebswelle hält, einen Halteteil einschließlich des Mittenteils, an dessen Außenfläche der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper integriert montiert ist, und einen Zylinder, der sich entlang der Antriebswelle von dem Halteteil erstreckt, wobei der Lagermechanismus weiterhin ein Lager, das mit dem Halteteil und dem Zylinder zusammenwirkt, umfassen kann.

49. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 47, **dadurch gekennzeichnet**, dass der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper weiterhin mit Auslasslöchern an Positionen in Entsprechung zu den Intervallen der entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule angebrachten Magnete versehen ist.

50. Kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 49, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung weiterhin mit einem mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörper versehen ist, der in einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum und dem äußeren Auslassloch aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten aufgehängt sind, konfiguriert ist.

51. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 41 bis 50, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer weiterhin eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung umfasst, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers aufweist und an einer ihrer Endflächen durch die deckelartige Halterung gehalten wird, wobei die Pan-

zerung in einem Teil derselben mit Auslässen zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die aus dem ersten Luftraum ausgeführt wurde, versehen ist.

52. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 41 bis 50, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zylindrische Spule als ein Schichtaufbau mit einer Dicke von 5 mm oder weniger ausgebildet ist.

53. Kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 41 bis 52, **dadurch gekennzeichnet**, dass der innere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper und der äußere zylindrische Luftkanal-Bildungskörper aus einem magnetischen Joch, einer Keramik oder einem wärmebeständigen Kunstharz ausgebildet sind.

54. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine, umfassend:
einen Ständer, in dem eine Antriebswelle drehbar mit einem Mittenteil einer deckelartigen Halterung gekoppelt ist, die eine der Endflächen einer energetisierbaren kernlosen zylindrischen Spule fixiert, die zylindrisch unter Verwendung eines Schichtaufbaus aus einigen wenigen überlappenden leitenden Metallblechen derart ausgebildet ist, dass jedes Blech durch eine isolierende Schicht bedeckt wird und eine Vielzahl von Leitereilen in der Längsrichtung voneinander beabstandet sind,
einen Läufer, bestehend aus einer napfartigen Halterung, die einen äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der gegenüberliegend in Bezug auf die deckelartige Halterung, die mit einem Endteil der sich durch den Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckenden Antriebswelle gekoppelt ist und konfiguriert ist, um eine andere Endfläche der zylindrischen Spule zu schließen und dabei einen Zwischenraum zu lassen, umfasst, und Magneten, die an einer Innenfläche des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers angebracht sind,
einen zweiten Läufer, bestehend aus einer mittleren Halterung, die zwischen der deckelartigen Halterung und der napfartigen Halterung drehbar mit einem mittleren Teil der sich durch den Mittenteil der deckelartigen Halterung erstreckenden Antriebswelle gekoppelt ist, und einem inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der integriert an einer Außenfläche der mittleren Halterung montiert ist und angeordnet ist, um einen ersten Luftraum zu bilden, der einen Luftspalt zwischen dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, der mit der napfartigen Halterung integriert ist, bildet,
einen zweiten Luftraum, der auf einer Innenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist und zwischen den einen Endflächen des inneren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers und der deckelartigen Halterung ausgebildet ist, und

einen dritten Luftraum, der auf einer Außenflächen-seite der zylindrischen Spule angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlverfahren die folgenden Schritte umfasst:
Betreiben des Läufers durch das Energetisieren der zylindrischen Spule,
Zuführen oder Einführen eines Kühlmittels oder einer Kühlluft in den zweiten Luftraum,
direktes Kühlen beider Flächen der zylindrischen Spule mit dem Kühlmittel oder der Kühlluft, und
Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, nachdem es bzw. sie durch den ersten Luftraum geflossen ist, aus der kernlosen drehenden elektrischen Maschine.

55. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 54, **dadurch gekennzeichnet**, dass die deckelartige Halterung weiterhin einen Kanal umfasst, der zu dem zweiten Luftraum auf der Innenflächen-seite der zylindrischen Spule führt, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Zuführen oder Einführen des Kühlmittels oder der Kühlluft in den zweiten Luftraum von dem Kanal umfasst.

56. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 54 oder 55, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Magnete kubusartig derart geformt sind, dass eine lange Seite der Länge der in dem ersten Luftraum angeordneten zylindrischen Spule entspricht und eine kurze Seite entlang der Längsrichtung mit Intervallen in der Umfangsrichtung der zylindrischen Spule vorgesehen ist, und die napfförmige Halterung weiterhin mit Auslasslöchern an Positionen in dem äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper, die den Intervallen der mit Intervallen entlang der Längsrichtung der zylindrischen Spule angebrachten Magnete entsprechen, versehen ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die in den ersten Luftraum eingeführt wurde, von dem dritten Luftraum und den Auslasslöchern unter einem um den Läufer herum durch eine Drehung desselben erzeugten Differenzdruck umfasst.

57. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach Anspruch 56, **dadurch gekennzeichnet**, dass die napfartige Halterung weiterhin mit einem mehrflügeligen zentrifugalen Gebläsedrehkörper versehen ist, der in den äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörper gepasst ist und wie eine Wasserturbine mit zwei kreisförmigen Platten, die eine Breite in Entsprechung zu dem dritten Luftraum und den Auslasslöchern aufweisen, und einer Vielzahl von Flügeln, die zu einer Wellenmitte der kreisförmigen Platten ausgerichtet sind und an den zwei kreisförmigen Platten aufgehängt sind, konfiguriert ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Verstärken des Ansaugens durch eine Drehung des Läufers für das Ausführen des Kühlmittels oder

der Kühlluft von dem dritten Luftraum und den Auslasslöchern umfasst.

58. Kühlverfahren für eine kernlose drehende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 54 bis 57, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ständer weiterhin eine Panzerung mit einer Schutzabdeckung, die einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des äußeren zylindrischen Luftkanal-Bildungskörpers aufweist und an einer ihrer Endflächen durch die deckelartige Halterung gehalten wird, umfasst und die Panzerung in einem Teil derselben mit Auslässen versehen ist, wobei das Verfahren weiterhin einen Schritt zum Ausführen des Kühlmittels oder der Kühlluft, das bzw. die aus dem ersten Luftraum ausgeführt wurde, durch die Auslässe umfasst.

Es folgen 22 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

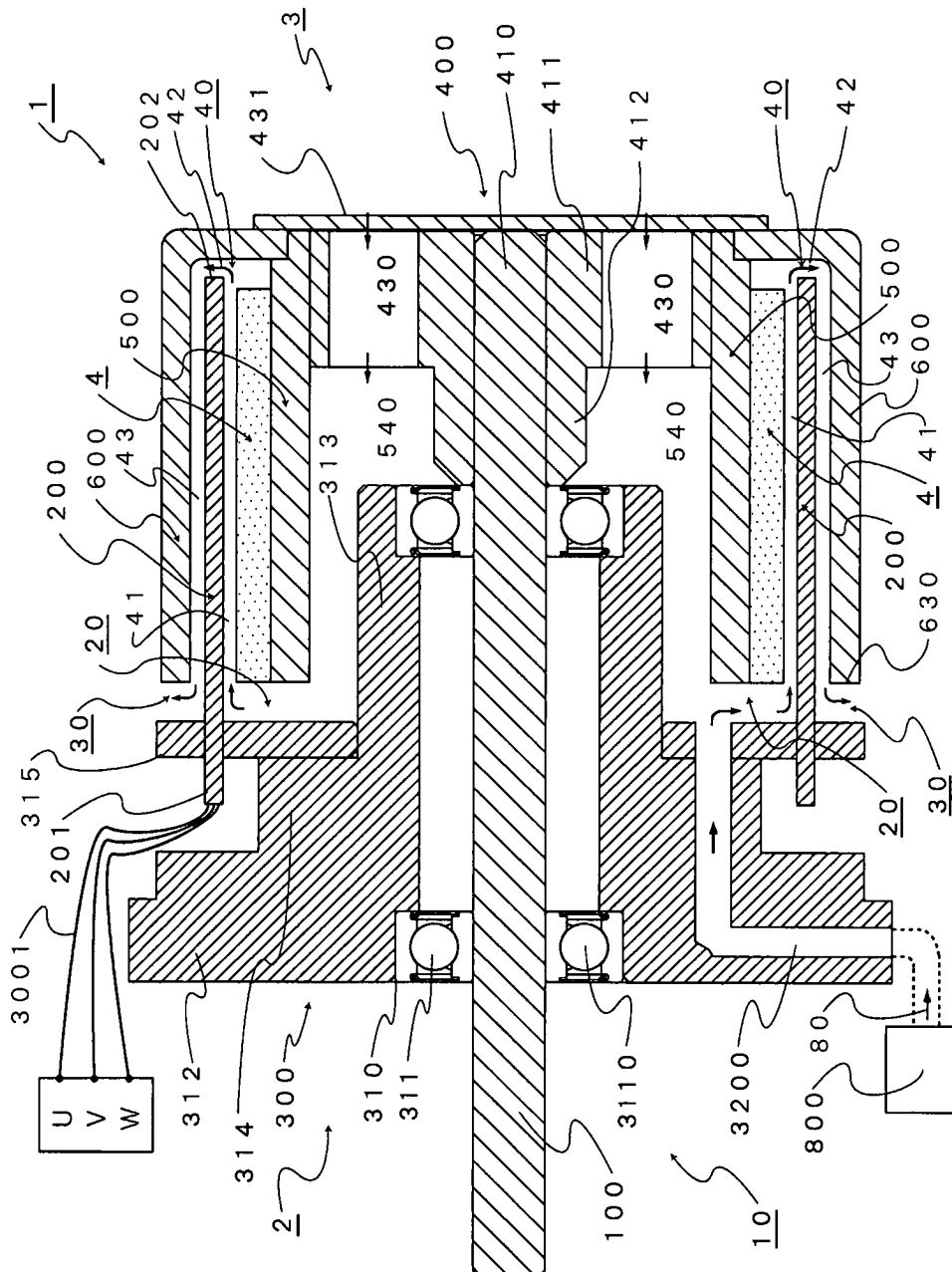


FIG.2

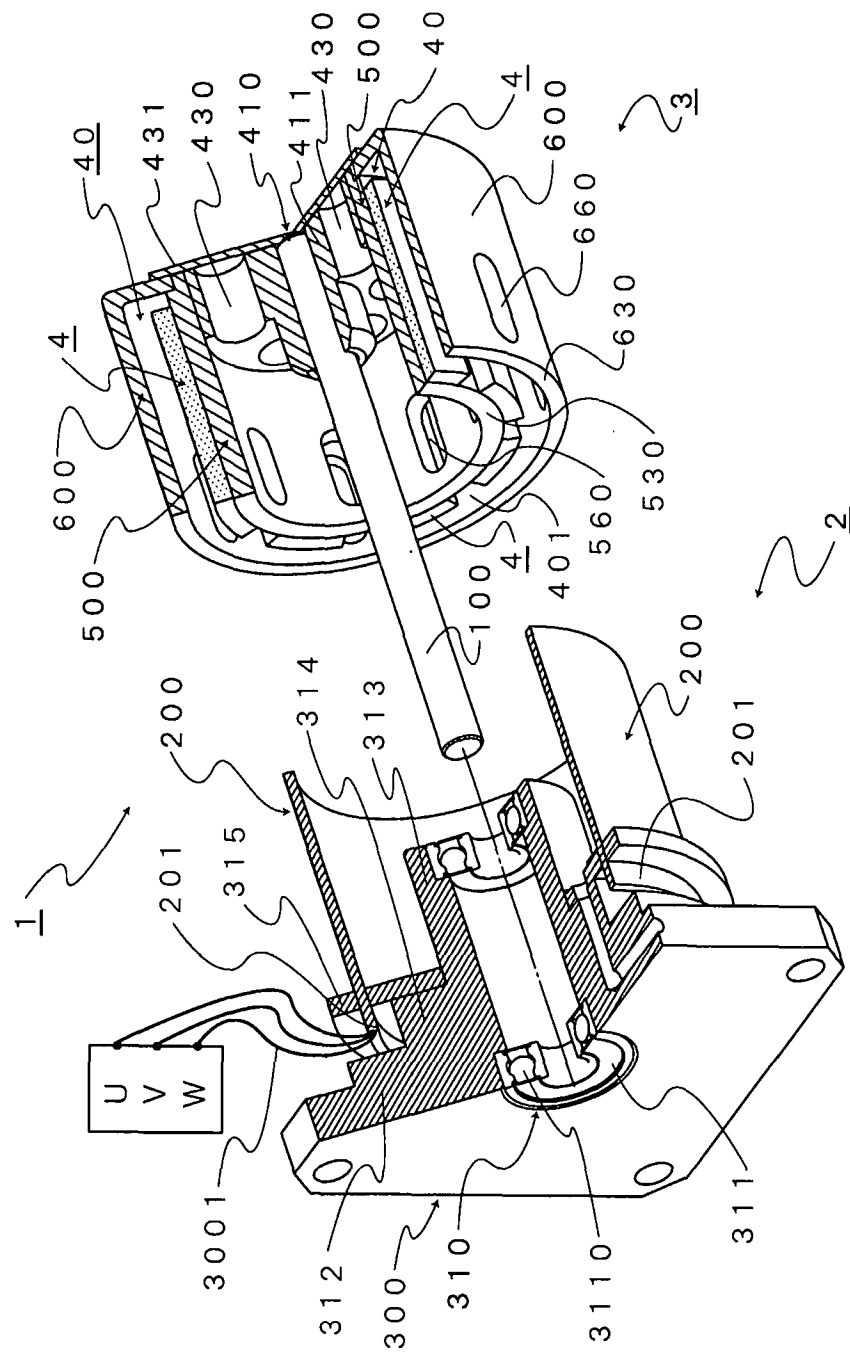


FIG.3

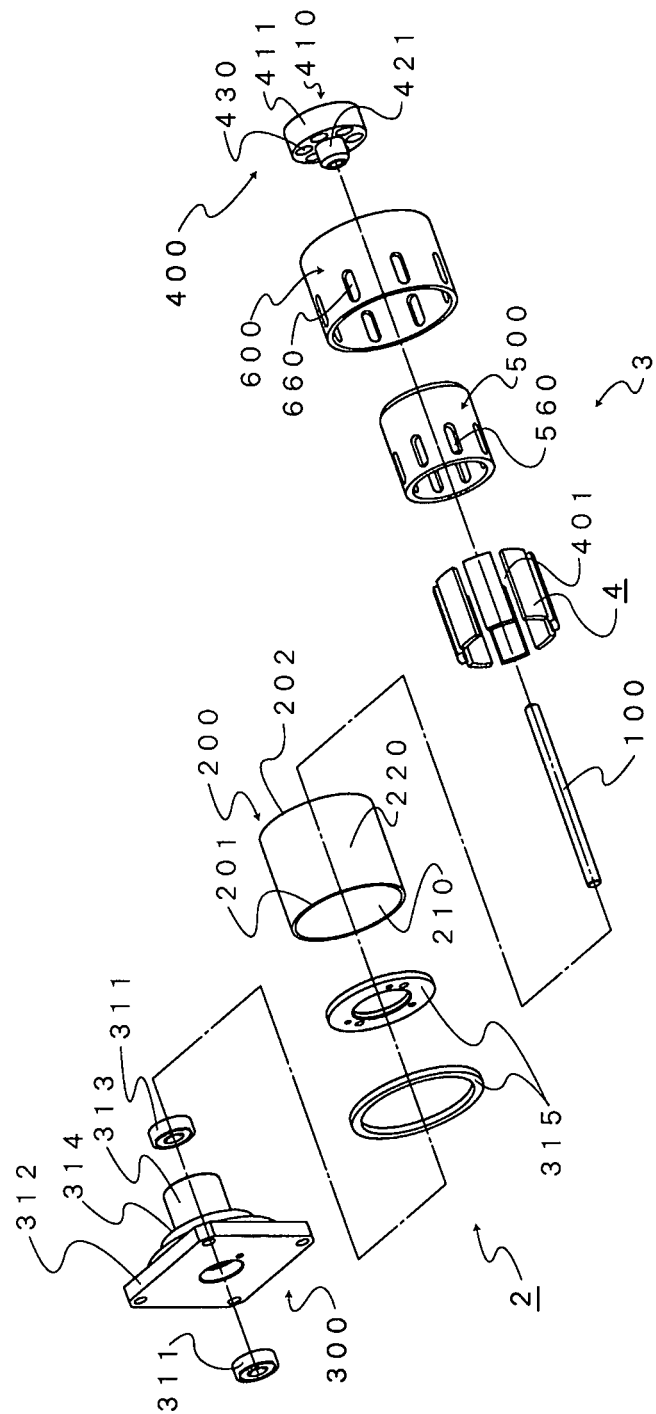


FIG.4

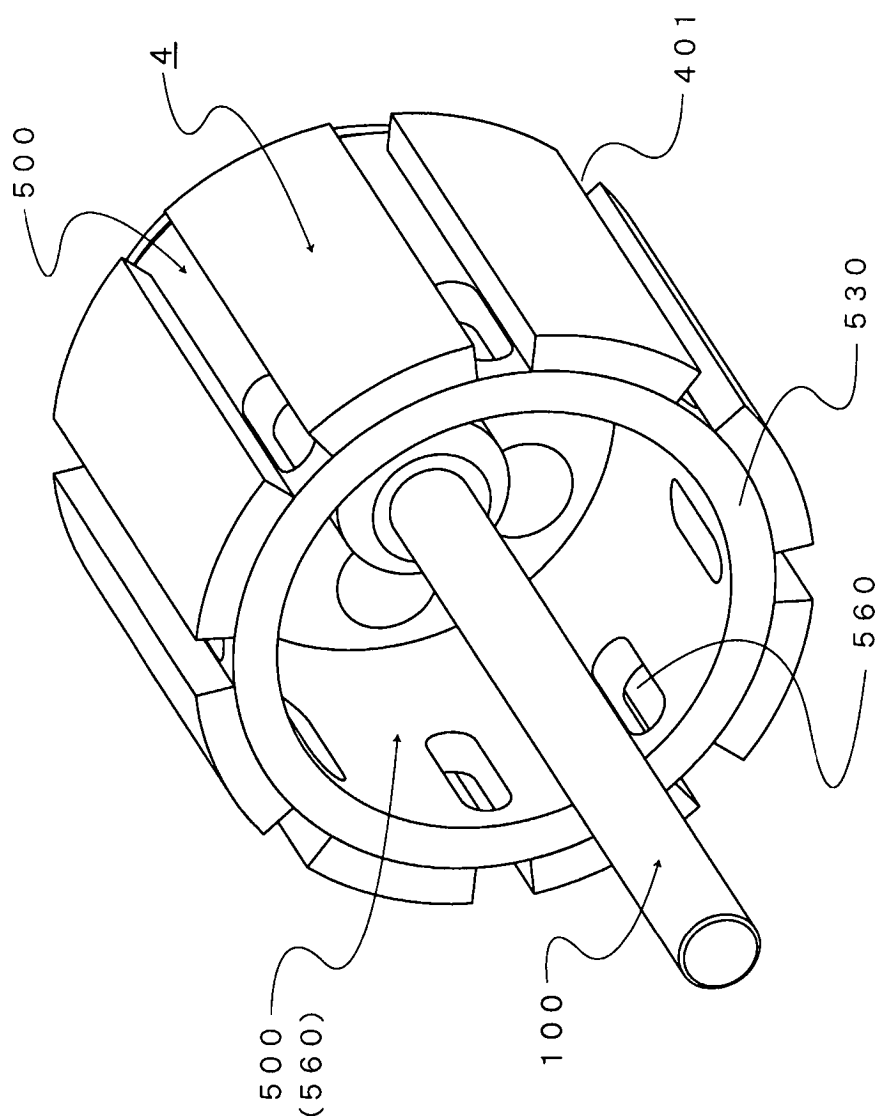


FIG.5

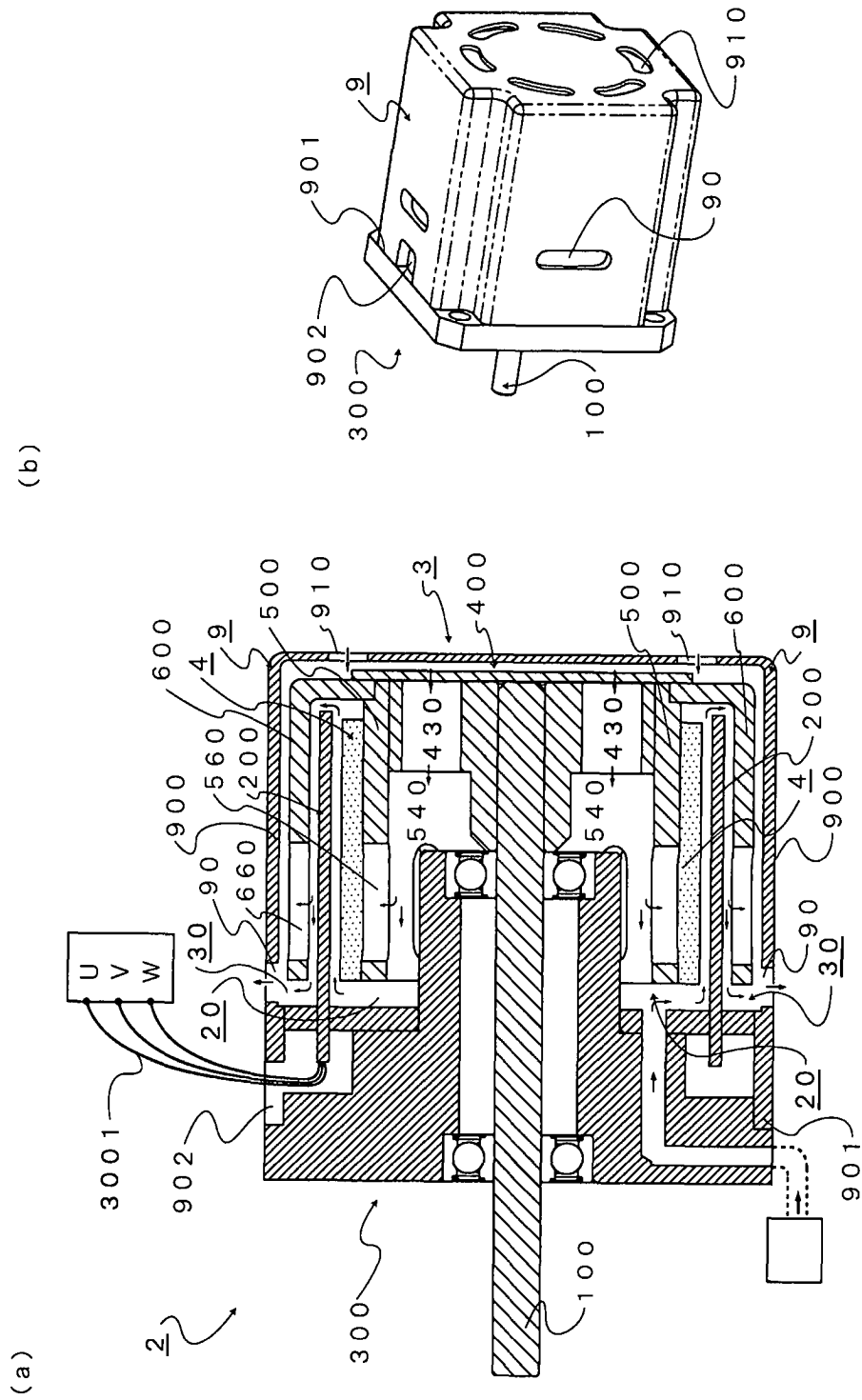


FIG.6

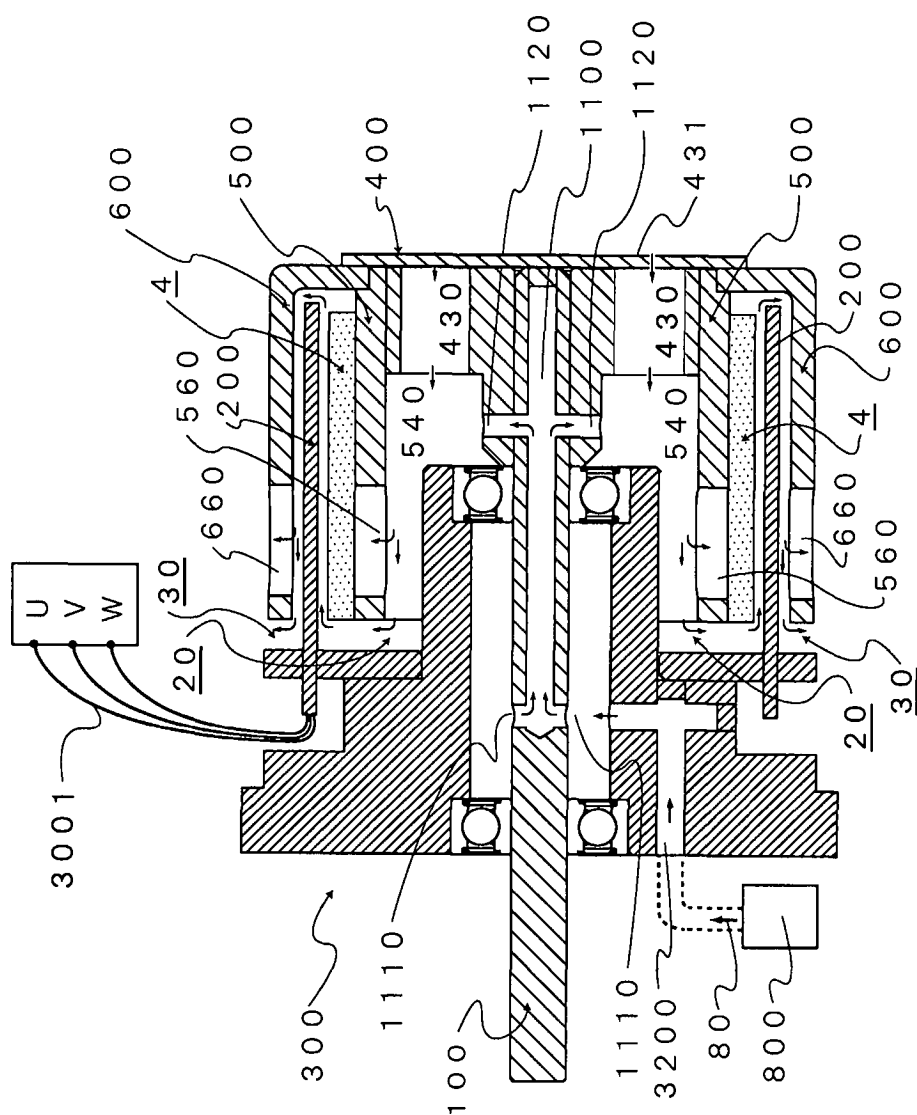


FIG.7

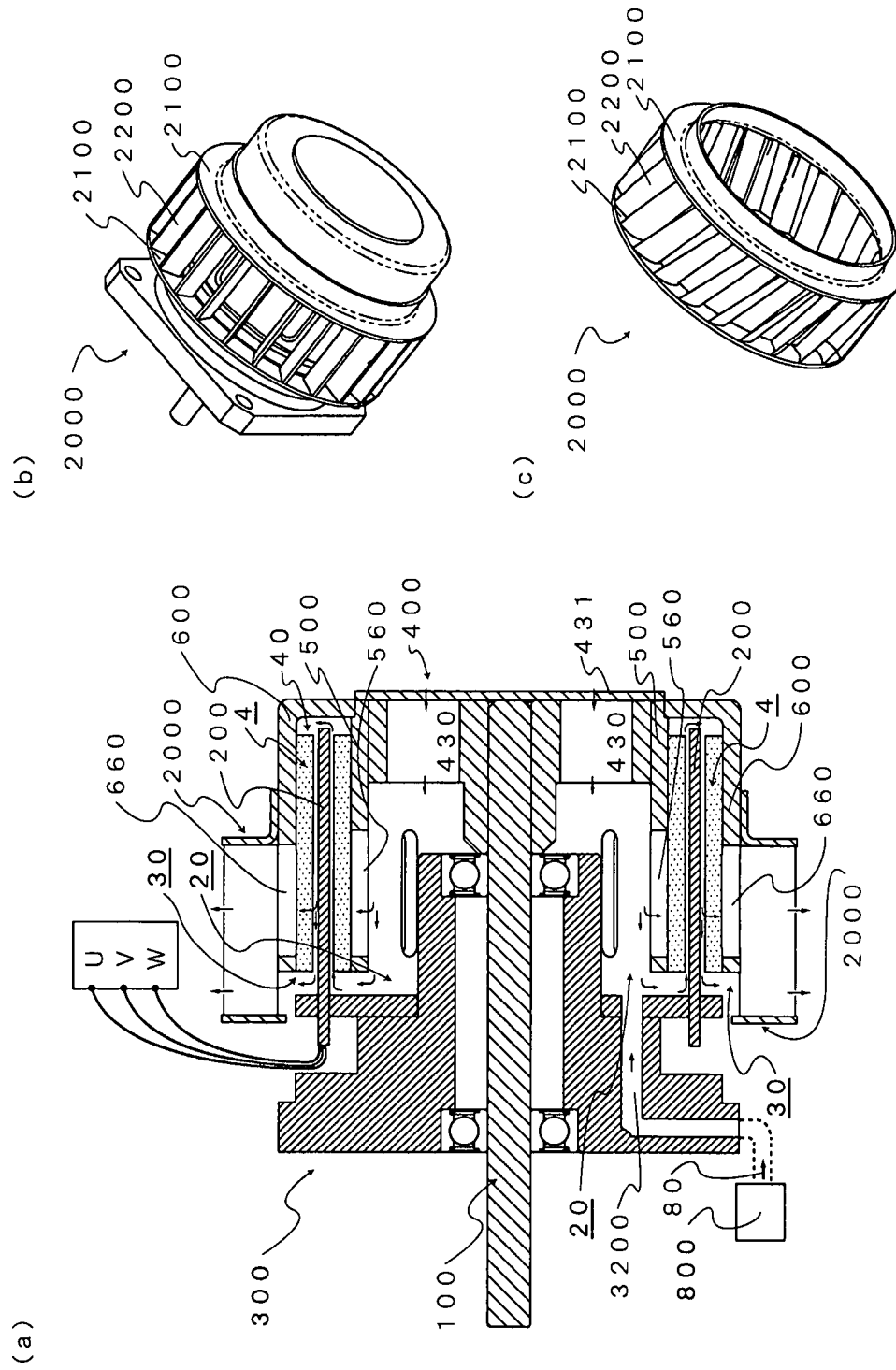


FIG.8

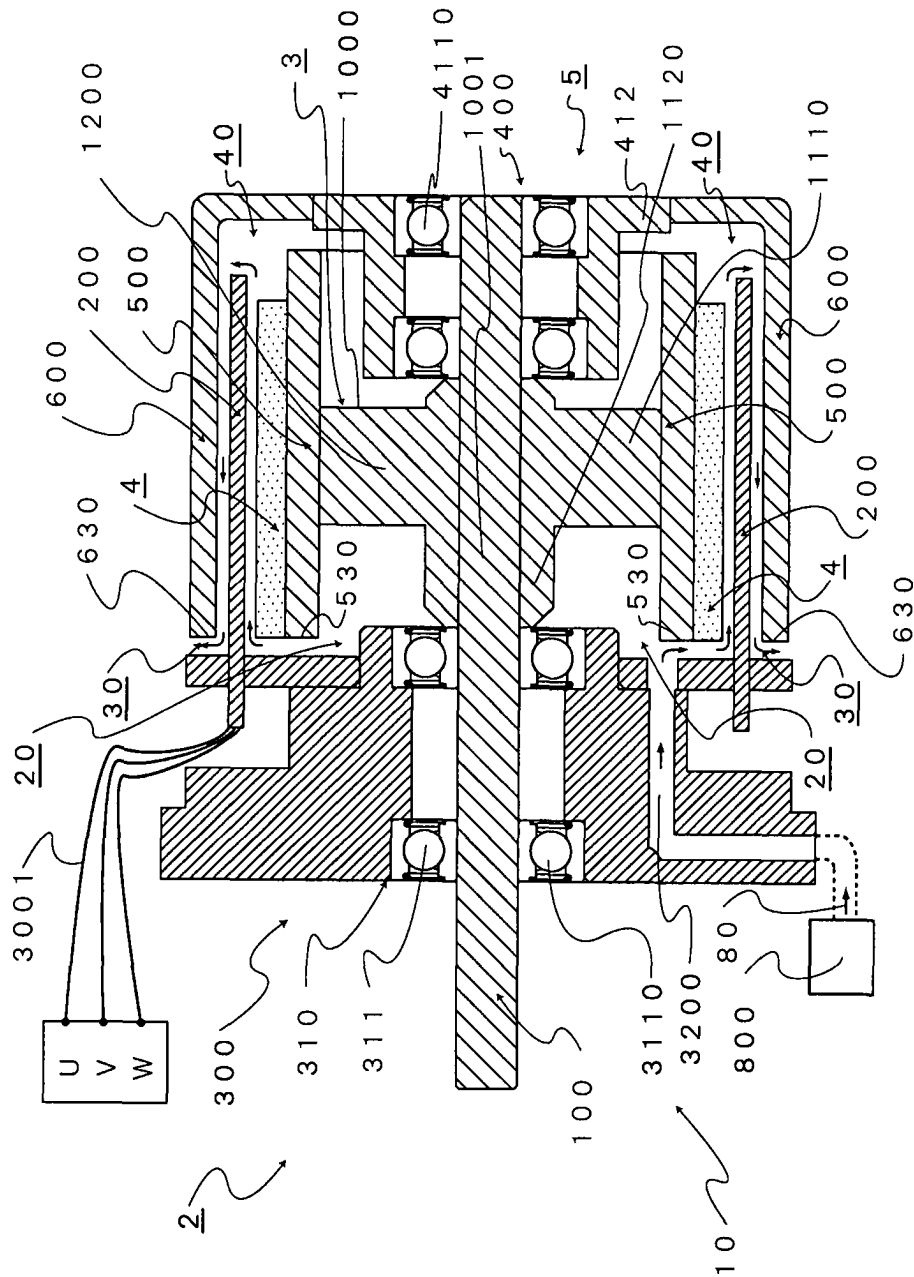


FIG.9

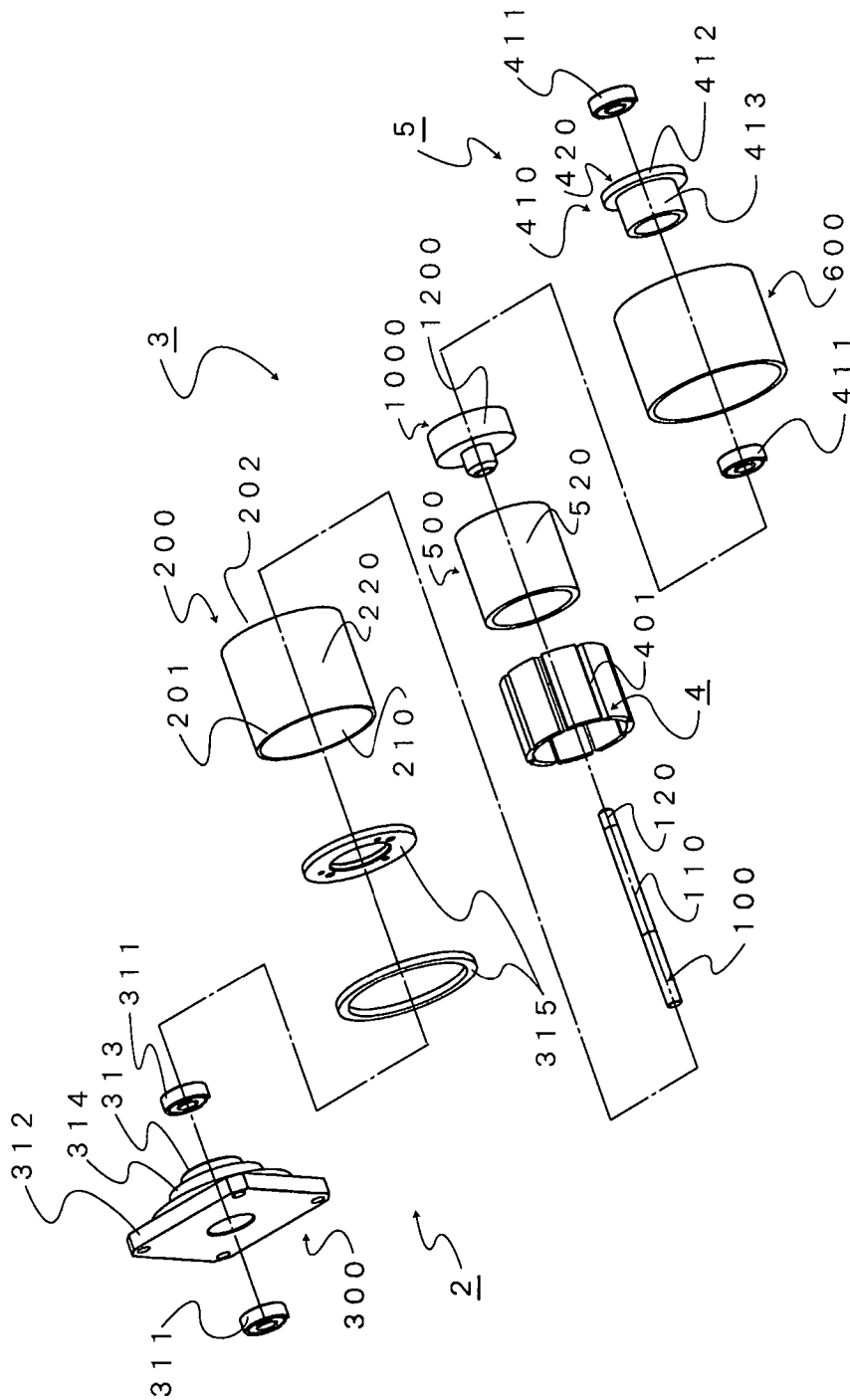


FIG.10

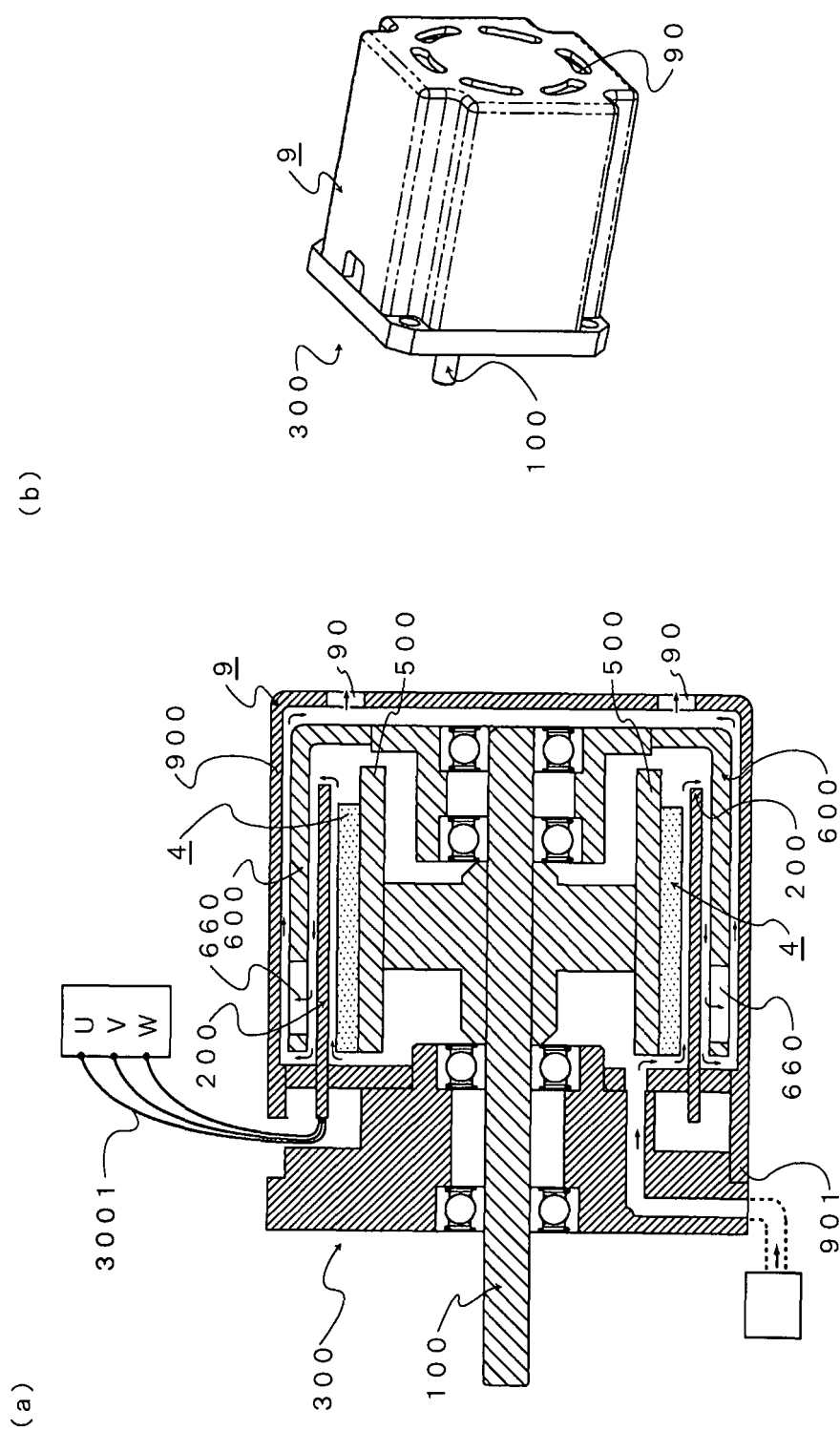


FIG.11

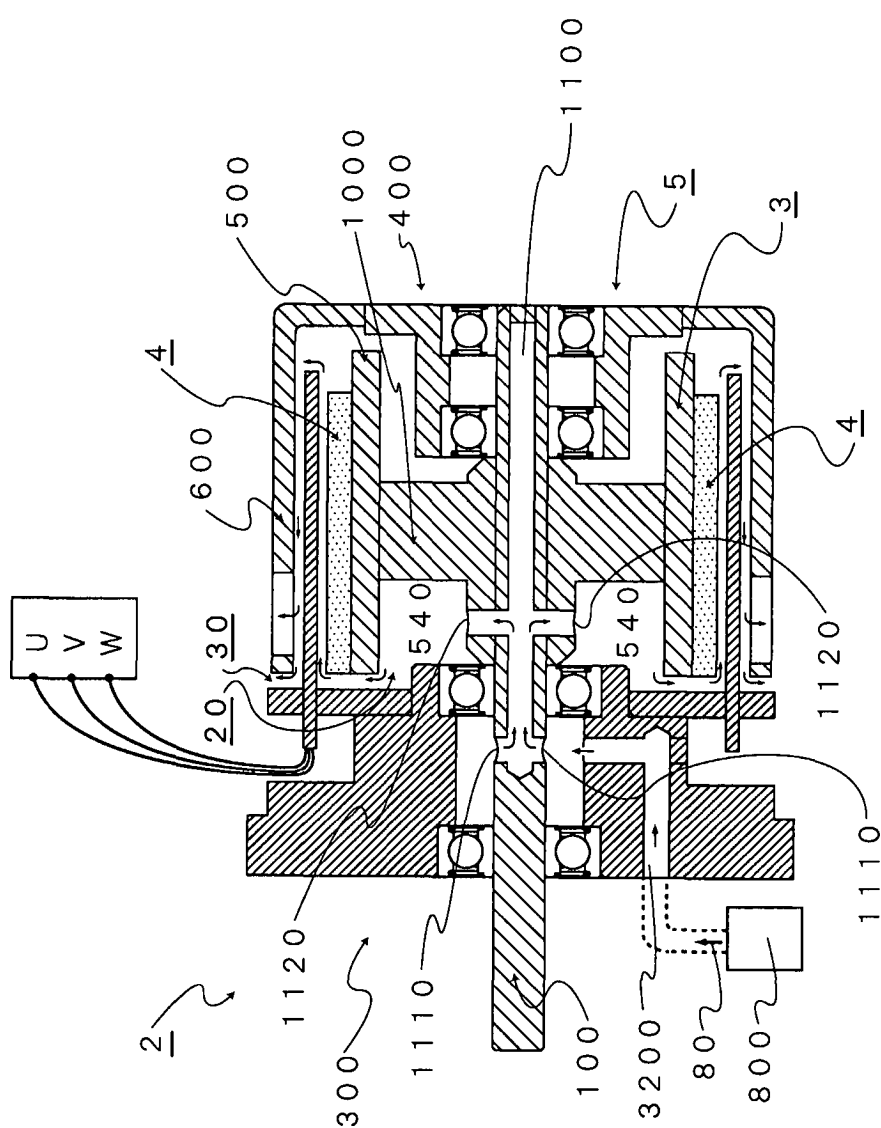


FIG.12

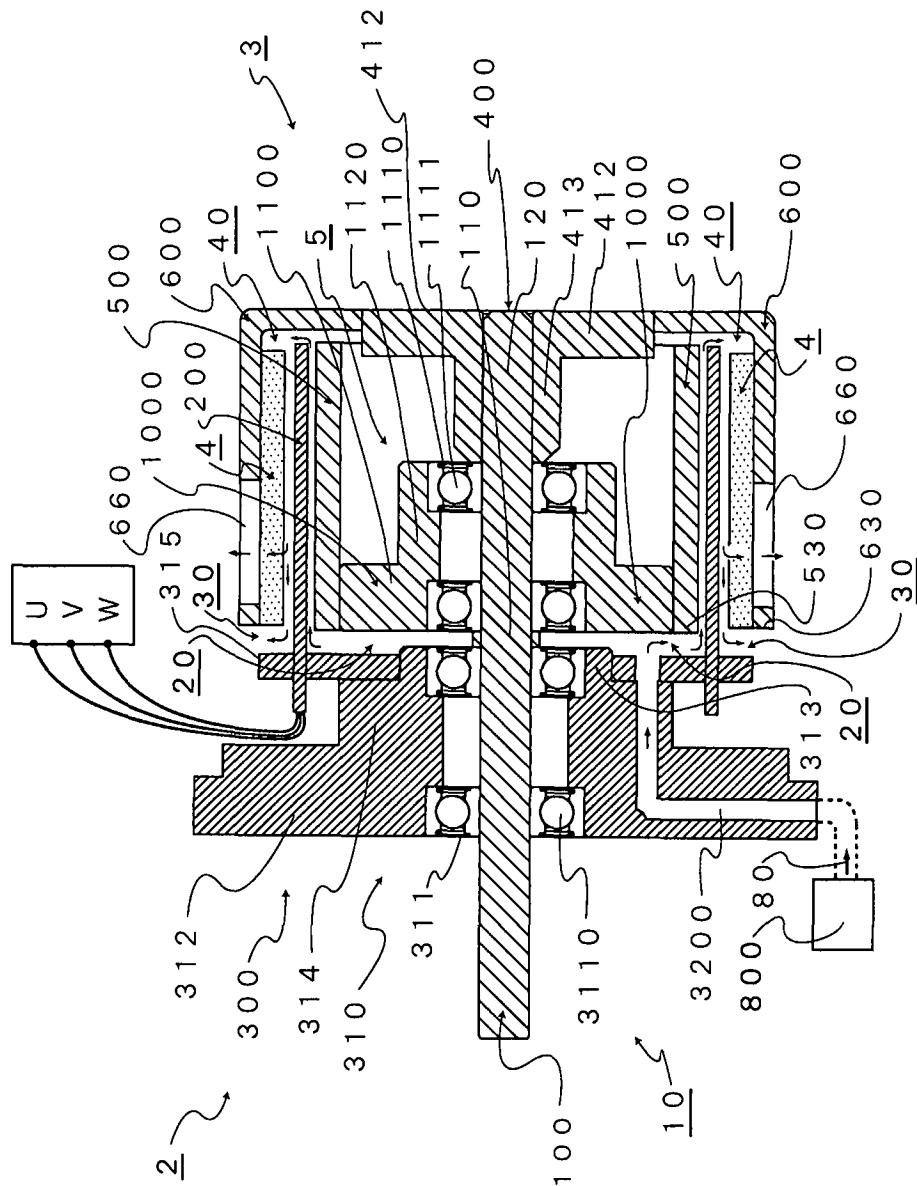


FIG.13

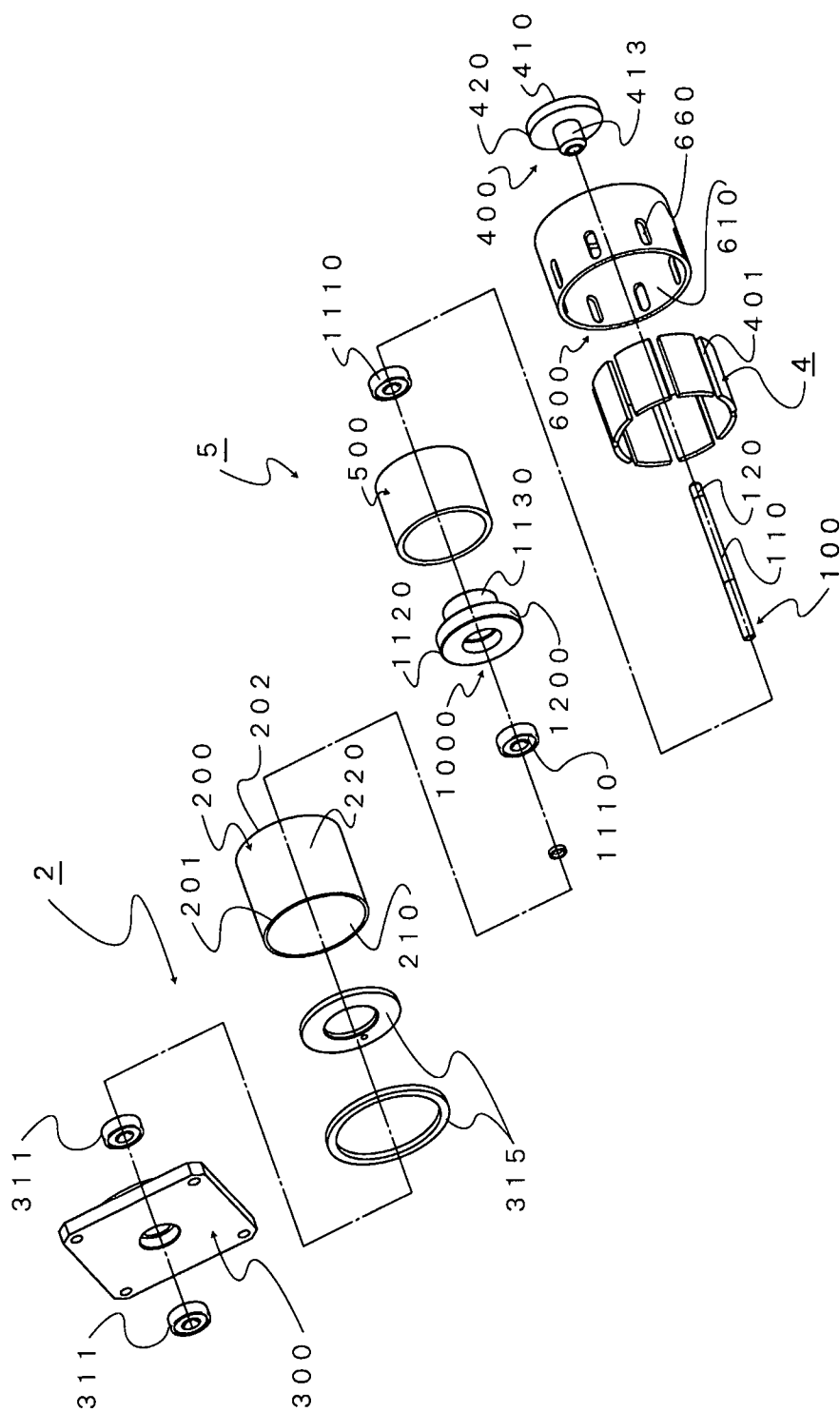


FIG.14

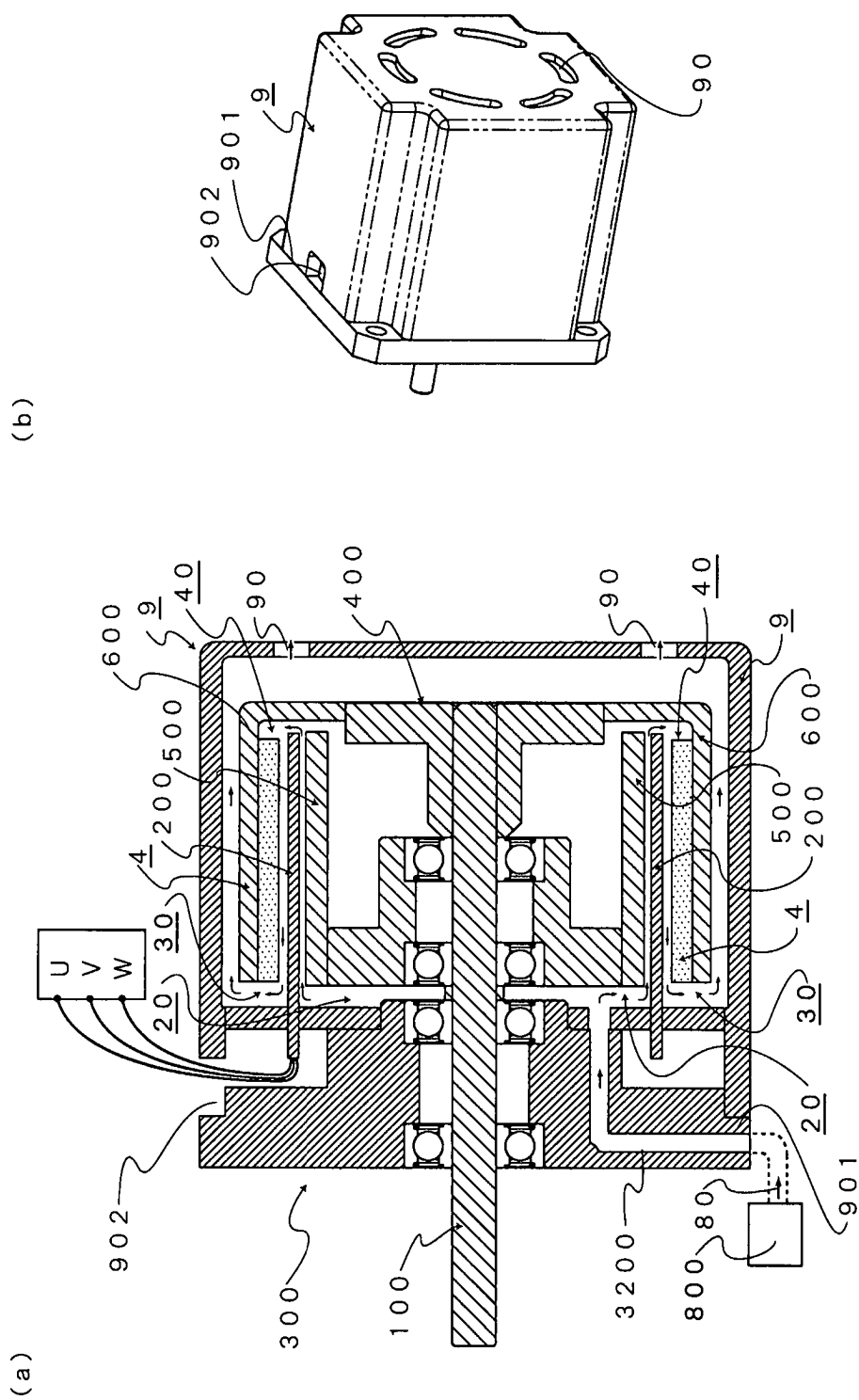


FIG.15

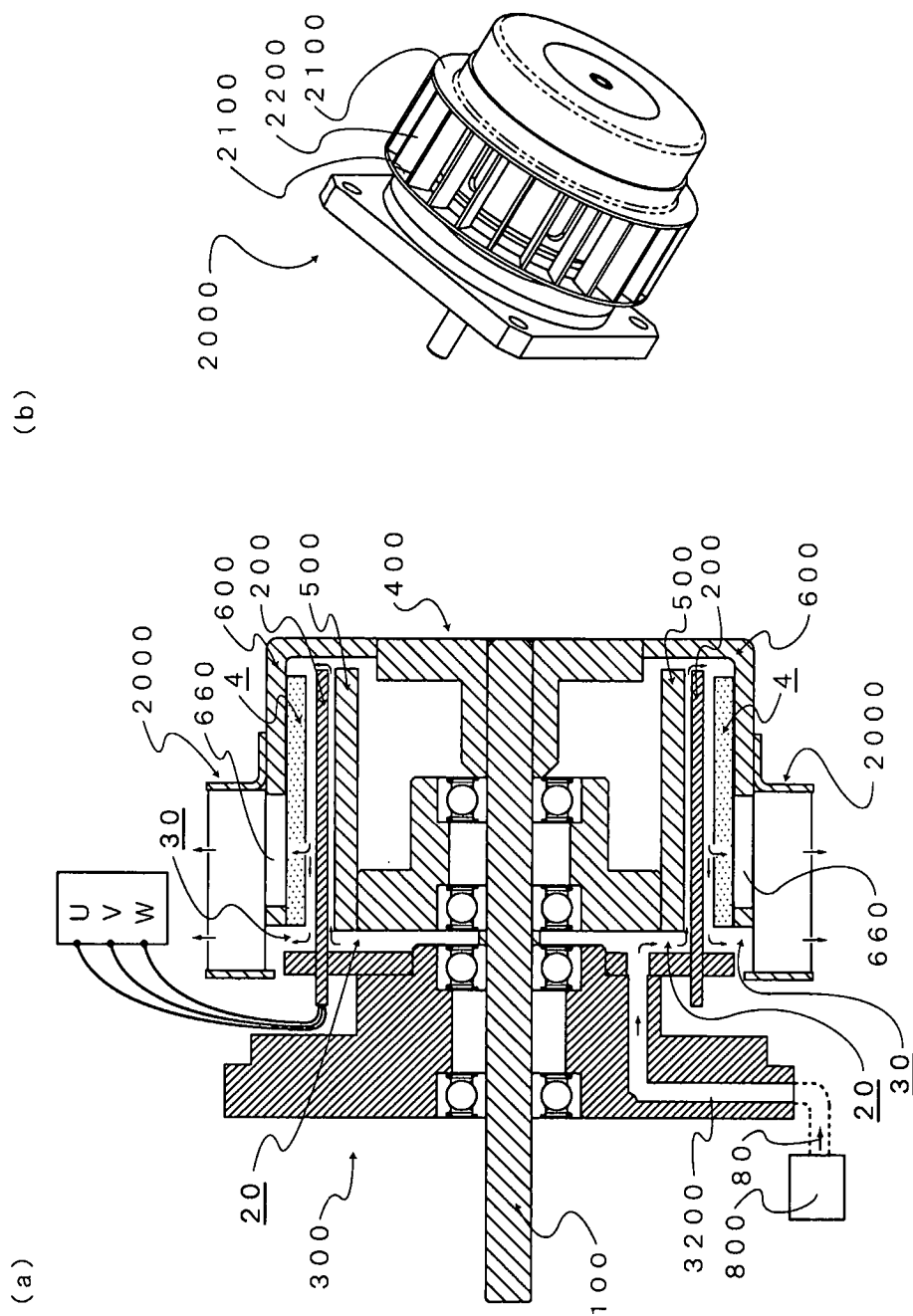


FIG.16

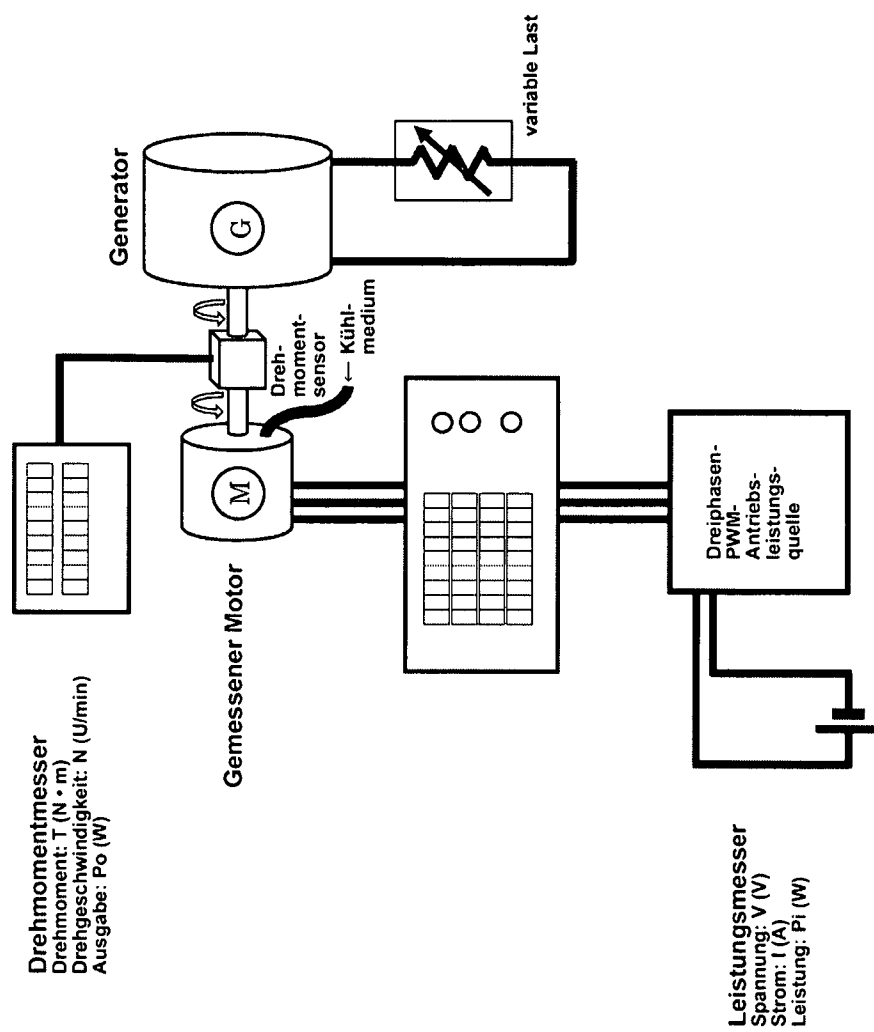


FIG.17

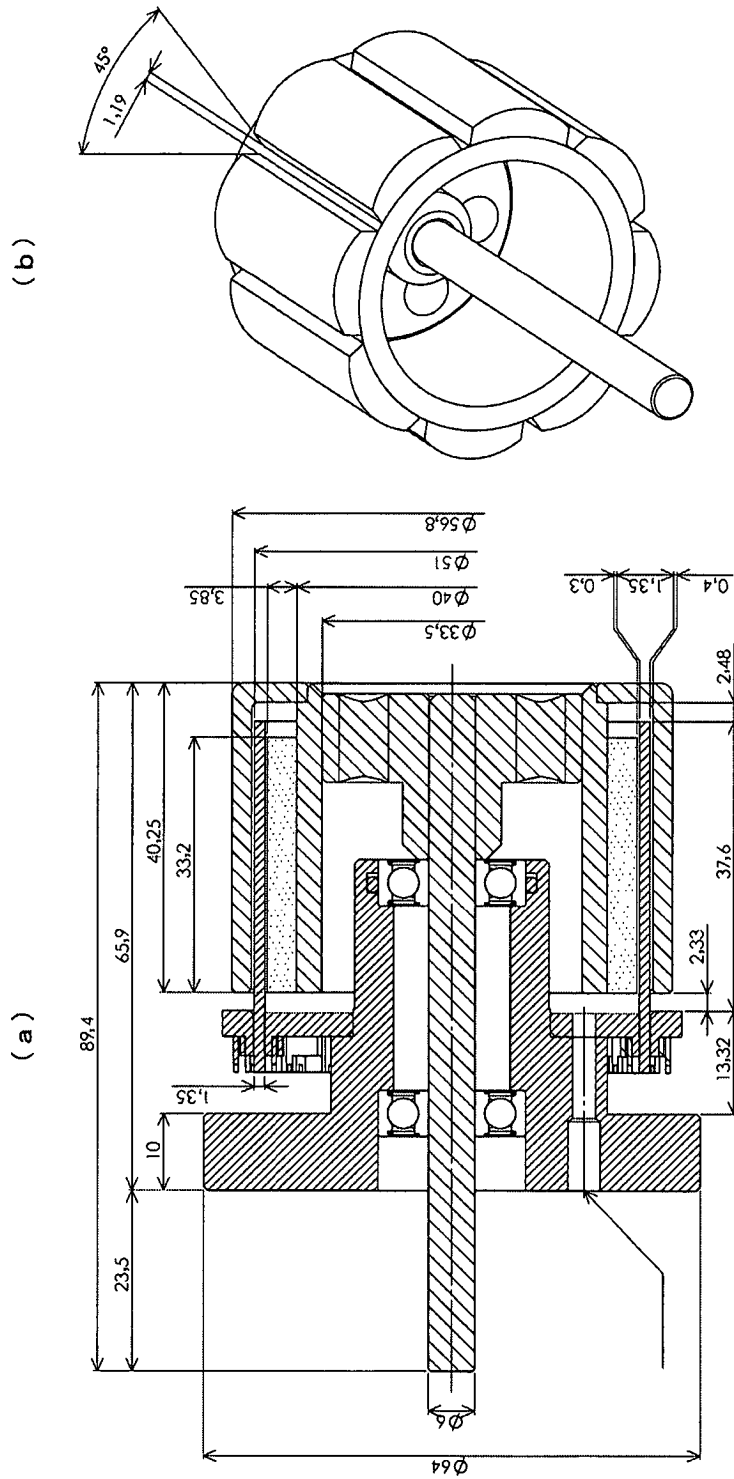


FIG.18

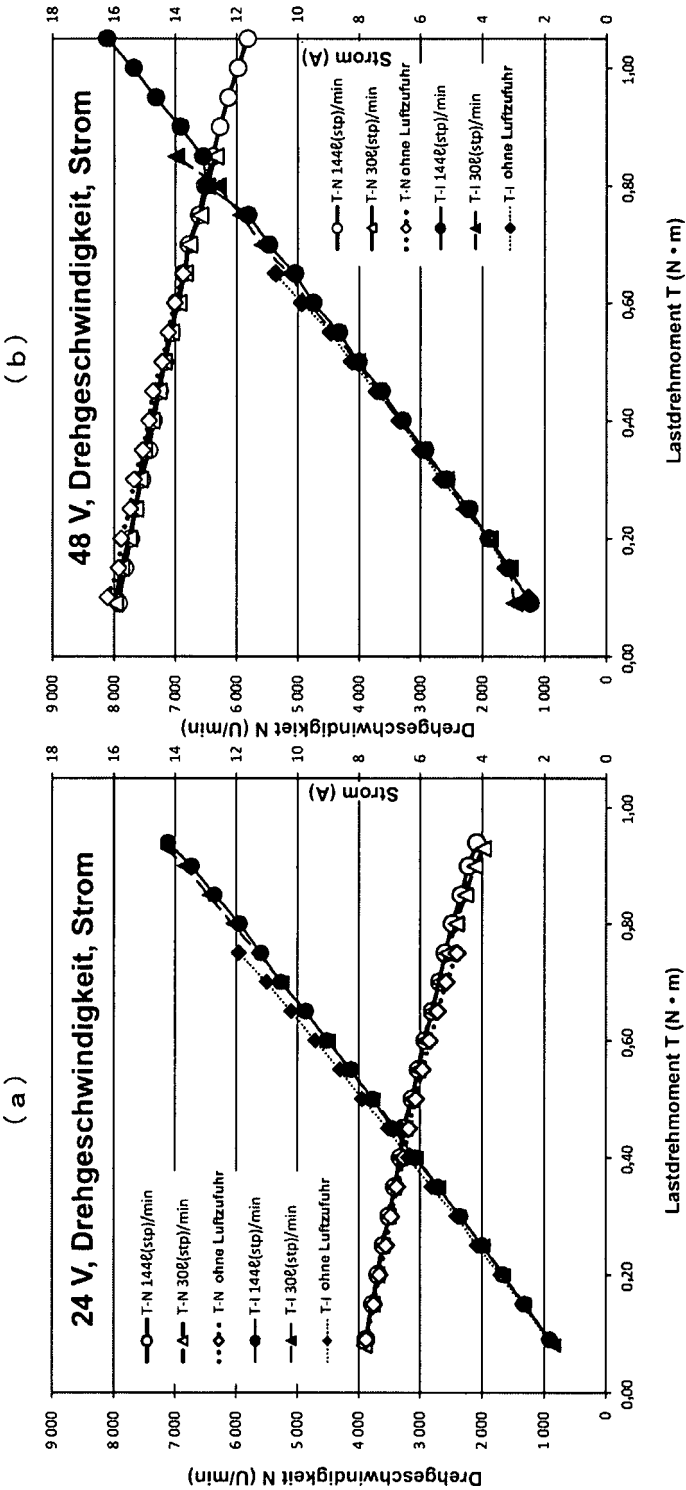


FIG.19

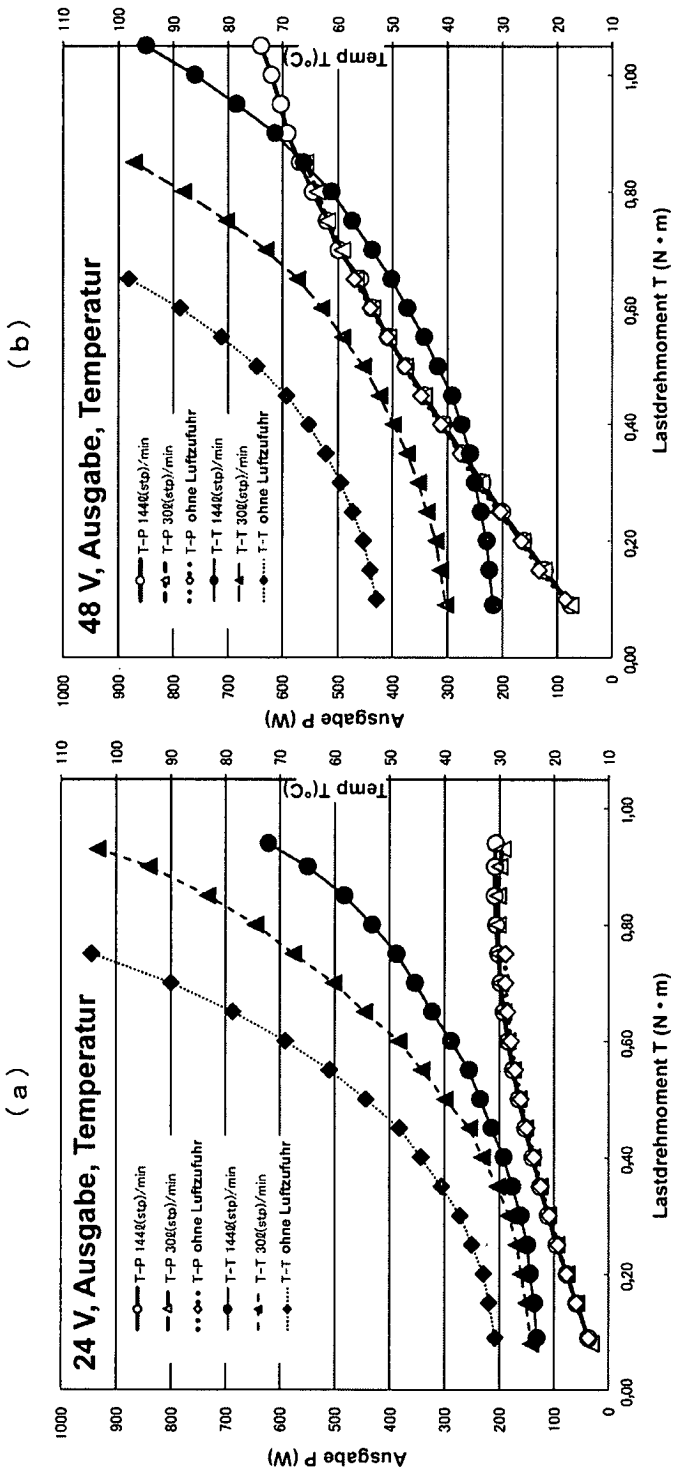


FIG.20

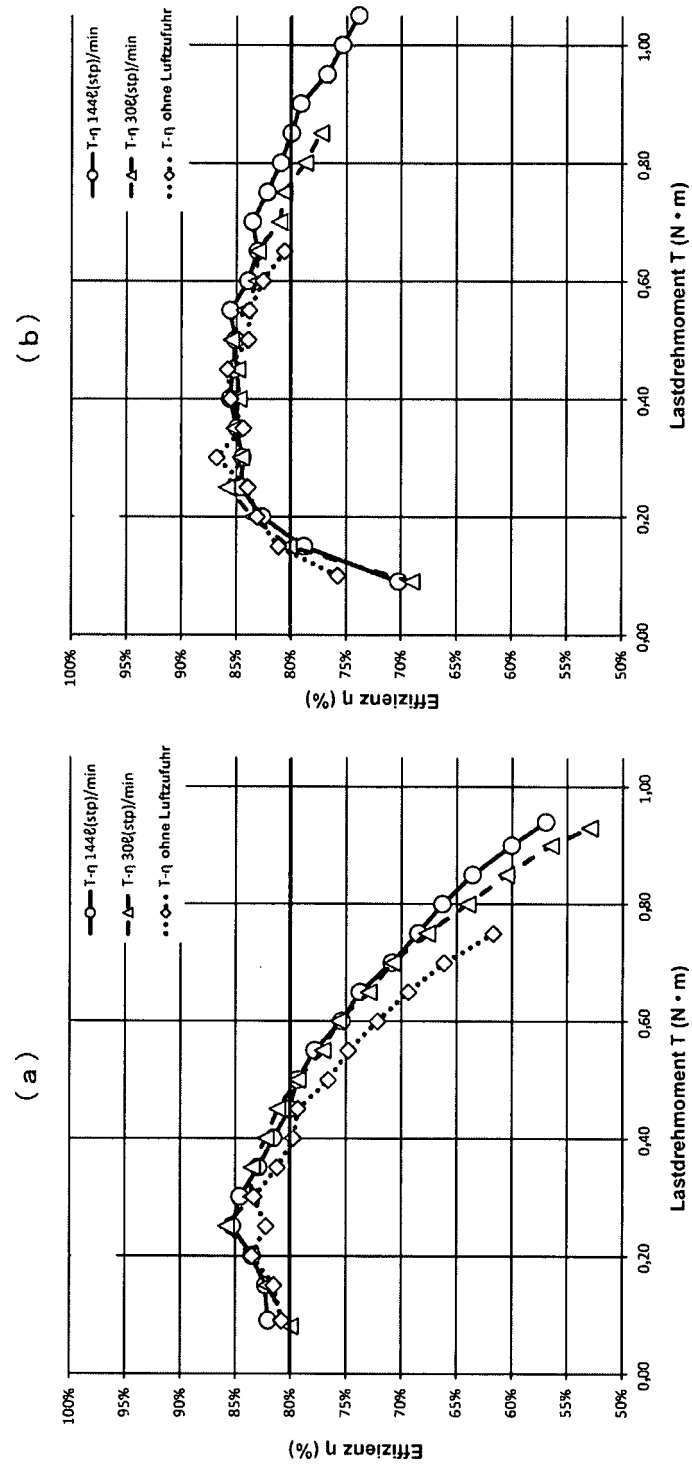


FIG.21

24 V - ohne Luftzufuhr				Antriebsspannung:		24 V		
				Luftzufuhrdruck:		0 kPa		
				Luftzufuhrfluss:		0 l(op), 0 l(stp)/min		
				Datum und Uhrzeit:		Jan. 7. 18:30- 19:00 - 19:16		
Drehm. (N·m)	Drehg. (U/min)	Strom (A)	Eingabe (W)	Ausgabe (W)	Sp. außen (°C)	Sp. innen (°C)	Δ Temp. (°C)	Effizienz
0.09	3 880	1.87	46	37	30	32	31	81%
0.15	3 757	2.73	72	59	31	33	32	81%
0.20	3 668	3.43	92	77	32	34	33	84%
0.25	3 559	4.19	113	93	34	36	35	82%
0.30	3 477	4.84	131	109	37	38	37	83%
0.35	3 378	5.65	153	124	40	41	41	81%
0.40	3 269	6.40	172	137	44	45	44	80%
0.45	3 190	7.06	189	150	48	49	48	79%
0.50	3 074	7.91	210	161	54	55	54	77%
0.55	2 967	8.62	229	171	61	62	61	75%
0.60	2 849	9.44	248	179	69	70	69	72%
0.65	2 720	10.21	267	185	78	79	79	69%
0.70	2 581	11.03	286	189	89	91	90	66%
0.75	2 406	11.92	307	189	104	105	105	62%

24 V - mit 30 l (stp)/min				Antriebsspannung:		24 V		
				Luftzufuhrdruck:		50 kPa		
				Luftzufuhrfluss:		20 l(op), 30 l(stp)/min		
				Datum und Uhrzeit:		Jan. 9. 09:47- 09:58 - 10:18		
Drehm. (N·m)	Drehg. (U/min)	Strom (A)	Eingabe (W)	Ausgabe (W)	Sp. außen (°C)	Sp. innen (°C)	Δ Temp. (°C)	Effizienz
0.08	3 917	1.69	40	32	25	24	24	80%
0.15	3 782	2.64	72	59	26	25	25	82%
0.20	3 699	3.32	92	77	27	26	26	84%
0.25	3 622	3.96	111	95	28	26	27	86%
0.30	3 524	4.74	133	111	29	27	28	84%
0.35	3 438	5.40	151	126	32	29	30	83%
0.40	3 345	6.11	170	140	34	32	33	82%
0.45	3 251	6.80	189	153	37	34	35	81%
0.50	3 147	7.55	208	165	42	38	40	79%
0.55	3 044	8.30	227	175	46	42	44	77%
0.60	2 941	9.00	244	185	51	46	48	76%
0.65	2 825	9.79	263	192	57	52	55	73%
0.70	2 701	10.52	280	198	64	56	60	71%
0.75	2 574	11.29	299	202	72	63	68	68%
0.80	2 423	12.14	317	203	80	69	75	64%
0.85	2 278	12.92	335	203	89	77	83	61%
0.90	2 123	13.72	354	200	101	88	94	56%
0.93	1 991	14.29	366	194	111	96	103	53%

24 V - mit 144 l (stp)/min				Antriebsspannung:		24 V		
				Luftzufuhrdruck:		265 kPa		
				Luftzufuhrfluss:		40 l(op), 144 l(stp)/min		
				Datum und Uhrzeit:		Jan. 9. 13:49- 13:59 - 14:19		
Drehm. (N·m)	Drehg. (U/min)	Strom (A)	Eingabe (W)	Ausgabe (W)	Sp. außen (°C)	Sp. innen (°C)	Δ Temp. (°C)	Effizienz
0.09	3 890	1.83	45	37	24	23	23	82%
0.15	3 780	2.65	72	59	24	24	24	82%
0.20	3 693	3.34	92	77	25	24	24	84%
0.25	3 612	4.01	111	95	26	24	25	85%
0.30	3 517	4.72	131	111	27	25	26	85%
0.35	3 421	5.44	151	125	28	27	28	83%
0.40	3 328	6.17	170	139	30	28	29	82%
0.45	3 279	6.91	190	152	32	31	31	80%
0.50	3 141	7.56	207	164	35	32	34	79%
0.55	3 038	8.27	225	175	38	34	36	78%
0.60	2 932	9.04	244	184	41	37	39	75%
0.65	2 816	9.75	260	192	45	40	42	74%
0.70	2 697	10.55	279	198	49	42	45	71%
0.75	2 603	11.21	295	202	53	45	49	68%
0.80	2 487	11.90	311	206	58	49	53	66%
0.85	2 346	12.72	329	209	64	53	58	64%
0.90	2 229	13.48	347	208	71	59	65	60%
0.94	2 098	14.25	364	207	79	65	72	57%

FIG.22

48 V - ohne Luftzufuhr				Antriebsspannung:		48 V		
				Luftzufuhrdruck:		0 kPa		
				Luftzufuhrfluss:		0 ℓ (op) , 0 ℓ (stp)/min		
				Datum und Uhrzeit:		Jan. 8, 16:02 - 16:32 - 16:46		
Drehm. (N·m)	Drehg. (U/min)	Strom (A)	Eingabe (W)	Ausgabe (W)	Sp. außen (°C)	Sp. innen (°C)	ϕ Temp. (°C)	Effizienz
0.10	8 109	2.52	112	85	52	54	53	76%
0.15	7 929	3.28	164	133	53	55	54	81%
0.20	7 888	3.83	199	165	54	57	55	83%
0.25	7 743	4.54	242	203	56	59	57	84%
0.30	7 682	5.34	287	249	58	61	60	87%
0.35	7 538	6.02	327	276	61	64	62	84%
0.40	7 437	6.69	365	312	64	67	65	86%
0.45	7 374	7.44	406	348	68	71	69	86%
0.50	7 225	8.26	451	378	73	77	75	84%
0.55	7 123	8.95	489	410	80	83	81	84%
0.60	7 017	9.89	534	441	87	90	89	83%
0.65	6 883	10.74	583	470	97	100	98	81%

48 V - mit 30 ℓ (stp)/min				Antriebsspannung:		48 V		
				Luftzufuhrdruck:		50 kPa		
				Luftzufuhrfluss:		20 ℓ (op) , 30 ℓ (stp)/min		
				Datum und Uhrzeit:		Jan. 8, 19:05 - 19:35 - 19:53		
Drehm. (N·m)	Drehg. (U/min)	Strom (A)	Eingabe (W)	Ausgabe (W)	Sp. außen (°C)	Sp. innen (°C)	ϕ Temp. (°C)	Effizienz
0.09	7 993	2.99	109	75	41	40	40	69%
0.15	7 890	3.13	155	124	42	40	41	80%
0.20	7 760	3.79	195	163	43	42	42	84%
0.25	7 663	4.61	244	209	44	43	44	86%
0.30	7 589	5.20	282	238	46	44	45	85%
0.35	7 528	5.94	324	276	49	46	47	85%
0.40	7 397	6.69	366	310	51	49	50	85%
0.45	7 280	7.39	404	343	54	51	52	85%
0.50	7 198	8.08	441	377	57	54	55	85%
0.55	7 079	8.86	484	408	61	57	59	84%
0.60	6 959	9.65	526	437	65	61	63	83%
0.65	6 855	10.30	562	467	70	65	67	83%
0.70	6 788	11.18	607	492	76	70	73	81%
0.75	6 604	11.87	644	519	84	77	80	81%
0.80	6 488	12.62	682	537	92	84	88	79%
0.85	6 351	13.99	723	559	102	93	97	77%

48 V - mit 144 ℓ (stp)/min				Antriebsspannung:		48 V		
				Luftzufuhrdruck:		265 kPa		
				Luftzufuhrfluss:		40 ℓ (op) , 144 ℓ (stp)/min		
				Datum und Uhrzeit:		Jan. 8, 20:45 - 21:15 - 21:38		
Drehm. (N·m)	Drehg. (U/min)	Strom (A)	Eingabe (W)	Ausgabe (W)	Sp. außen (°C)	Sp. innen (°C)	ϕ Temp. (°C)	Effizienz
0.09	7 929	2.47	107	75	33	30	32	70%
0.15	7 828	3.15	156	123	34	31	32	79%
0.20	7 729	3.81	196	162	35	31	33	83%
0.25	7 660	4.44	238	201	35	33	34	85%
0.30	7 554	5.18	281	237	37	33	35	84%
0.35	7 438	5.86	320	272	38	34	36	85%
0.40	7 362	6.60	360	308	39	36	37	86%
0.45	7 268	7.27	401	342	42	37	39	85%
0.50	7 175	8.03	442	376	45	39	42	85%
0.55	7 069	8.68	477	408	47	41	44	86%
0.60	6 989	9.51	522	438	51	44	47	84%
0.65	6 868	10.11	554	460	54	47	50	83%
0.70	6 791	10.95	597	499	58	50	54	84%
0.75	6 620	11.63	632	520	62	53	57	82%
0.80	6 528	12.99	674	546	67	56	61	81%
0.85	6 393	13.11	711	569	72	60	66	80%
0.90	6 276	13.85	748	592	78	65	71	79%
0.95	6 138	14.65	787	604	86	71	79	77%
1.00	5 982	15.38	824	621	95	78	86	75%
1.05	5 828	16.25	868	641	104	86	95	74%