



(10) **DE 10 2011 054 250 B4** 2023.11.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 054 250.7**
(22) Anmeldetag: **06.10.2011**
(43) Offenlegungstag: **12.04.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.11.2023**

(51) Int Cl.: **H02K 1/32 (2006.01)**
H02K 1/20 (2006.01)
H02K 9/02 (2006.01)
H02K 9/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
12/898,795 **06.10.2010** **US**

(73) Patentinhaber:
GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, N. Y., US

(74) Vertreter:
Rüger Abel Patent- und Rechtsanwälte, 73728 Esslingen, DE

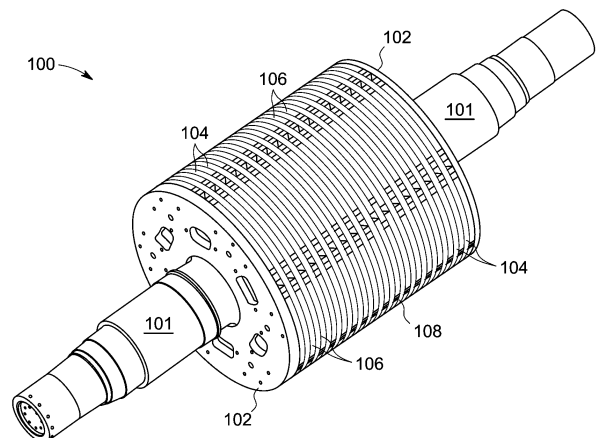
(72) Erfinder:
Deblock, Mark John, Ontario, CA; Mancuso, Thomas, Schenectady, N.Y., US; Wilson, Blake Weldon, Schenectady, N.Y., US; Kanakamedala, Lakshminarayana, Schenectady, N.Y., US

(56) Ermittelte Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Belüfteter Rotor und Stator für dynamoelektrische Maschine**

(57) Hauptanspruch: Dynamoelektrische Maschine mit einem Rotor (100) und einem Stator (1602), wobei die dynamoelektrische Maschine umfasst:
zumindest einen Rotorendflansch (102) mit einer Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen (240, 230);
zumindest ein inneres Rotorstegblech (104) mit der Gruppe von axiale Rotorkühlöffnungen (240, 230);
zumindest ein äußeres Rotorstegblech (106) mit der Gruppe von Rotorkühlöffnungen (240, 230), die mit einer ersten Gruppe von radial ausgerichteten Lüftungsschlitzen (232, 242) verbunden ist;
zumindest eine Statorlamelle (1300) mit einer Gruppe von Schlitzen (1310) für Statorwicklungen (1612);
zumindest eine erste Statorlamelle (1400) mit einer ersten Gruppe von Schlitzen (1410), die mit einer ersten Gruppe von Statorkühlöffnungen (1430) verbunden ist, wobei die Statorwicklungen (1612) sich in der ersten Gruppe von Schlitzen (1410) befinden;
zumindest eine zweite Statorlamelle (1500) mit einer zweiten Gruppe von Schlitzen (1510) und einer zweiten Gruppe von Statorkühlöffnungen (1530), die mit der ersten Gruppe von Statorkühlöffnungen (1430) in Verbindung steht, wobei die Statorwicklungen (1612) sich in der zweiten Gruppe von Schlitzen (1510) befinden,
wobei der zumindest eine Rotorendflansch (102), das zumindest eine innere Rotorstegblech (104) und das zumindest eine äußere Rotorstegblech (106) zu einem Rotorblechpaket zusammengefasst sind und die Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen (240, 230) einen im Allgemeinen axialen Rotorkühlkanal (1630) für den Strom eines Kühlmediums durch das Rotorblechpaket bildet und die

zumindest eine Statorlamelle (1300), die zumindest eine erste Statorlamelle (1400) und die zumindest eine zweite Statorlamelle (1500) zu einem Statorblechpaket zusammengefasst sind und die Gruppe von Schlitzen (1510) einen im Allgemeinen radialen Kühlkanal durch dieses bildet, und die erste und zweite Gruppe von Statorkühlöffnungen (1430, 1530) einen im Allgemeinen axialen Statorkühlkanal für den Strom des Kühlmediums durch das Statorblechpaket bildet, und
wobei das Kühlmedium ausschließlich an einem ersten Ende der dynamoelektrischen Maschine in den Rotor (100) hineinströmt und ausschließlich an einem zweiten, gegenüberliegenden Ende der dynamoelektrischen Maschine aus dem Stator (1602) herausströmt.



(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	35 04 782	A1
US	2008 / 0 129 129	A1
US	4 365 178	A
JP	2008- 125 330	A

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Der hier beschriebene Gegenstand bezieht sich allgemein auf dynamoelektrische Maschinen und insbesondere auf dynamoelektrische Maschinen mit einem geblechten Rotor und Stator mit Lüftungskanälen.

[0002] Gegenwärtig umfasst ein bekanntes Verfahren zum Kühlen einer dynamoelektrischen Maschine die Belüftung eines Rotor- und/oder Statorkerns mit Hilfe von Abstandhaltern. Ein Kern kann im Allgemeinen aus Lamellen bestehen, und die Abstandhalter können in einzelnen Abständen angebracht sein, um Lamellenpakete voneinander zu trennen. Als Abstandhalter können I-Träger, Blöcke oder Pakete dienen, wobei die I-Träger und Blöcke einfach die Funktion haben, Zwischenräume zwischen den Lamellen herzustellen und den Strom von Kühlluft zwischen den Lamellen zu ermöglichen. Abstandhalterpakete können eine Zentralbohrung aufweisen, die mit einer Öffnung in jeder der Lamellen, zwischen denen die Abstandhalter angeordnet sind, in Verbindung steht, und so für einen Strom von Kühlluft in Querrichtung durch die Lamellen sorgt. Ein Nachteil der oben genannten Verfahren besteht darin, dass es bei jedem dieser Verfahren erforderlich ist, die Abstandhalter zwischen den Lamellen zu fixieren. Dadurch werden Komplexität und Herstellungskosten wesentlich erhöht.

[0003] DE 35 04 782 A1 offenbart eine dynamoelektrische Maschine mit einem Rotor, einem Stator, einem Rotorblechpaket und einem Statorblechpaket. Das Rotorblechpaket umfasst innere Rotorstegbleche und äußere Rotorstegbleche mit axialen Rotorkühlöffnungen, die gemeinsam einen axialen Rotorkühlkanal bilden, und mit radial ausgerichteten Rotorlüftungsschlitzten. Das Statorblechpaket umfasst zumindest eine Statorendlamelle, erste Statorlamellen und zweite Statorlamellen mit Schlitzten für Statorwicklungen, die mit Gruppen von Statorkühlöffnungen in Verbindung stehen, wobei die Schlitzte einen radialen Statorkühlkanal bilden, während die Gruppen von Statorkühlöffnungen einen axialen Statorkühlkanal bilden. In einer Ausführungsform durchströmt ein Kühlmedium den axialen Rotorkühlkanal, den radialen Statorkühlkanal und den axialen Statorkühlkanal und verlässt das Statorblechpaket auf beiden axialen Stirnseiten. In einer anderen Ausführungsform verlässt das Kühlmedium das Statorblechpaket in radialer Richtung.

[0004] JP 2008- 125 330 A offenbart einen Rotor einer dynamoelektrischen Maschine mit mehreren Stahlplatten, die in der Axialrichtung gestapelt und zwischen zwei Rotorendflanschen aufgenommen sind, und mit Kühlkanälen durch die Stahlplatten

und die Rotorendflansche, die derart eingerichtet sind, dass ein Kühlmedium von beiden axialen Stirnseiten durch die Rotorendflansche eintritt, durch einen axialen Rotorkühlkanal strömt und anschließend den Rotor in radialer Richtung durch mehrere radiale Kühlkanäle verlässt.

[0005] US 2008 / 0 129 129 A1 offenbart eine elektrische rotierende Permanentmagnetmaschine mit einem Permanentmagnetrotor und einem Stator, wobei mehrere Permanentmagnete in einem Rotoreisenkern des Permanentmagnetrotors entlang eines Umfangs des Rotoreisenkerns angeordnet sind, und mit einem Kühlluftkreislauf, in dem Kühlluft in einem geschlossenen Kreislauf durch den Rotor und den Stator umgewälzt wird, indem sie in einem Luftkühler gekühlt, mittels Lüfter von beiden axialen Stirnseiten aus durch axiale Kühlkanäle in dem Rotoreisenkern gedrückt und durch radiale Kanäle in dem Stator zu dem Kühler zurückgeleitet wird.

[0006] US 4 365 178 A offenbart eine dynamoelektrische Maschine mit einem Stator und einem Rotor in Form eines Rotorblechpaketes, wobei durch Lüfter getriebene Kühlluft an beiden axialen Stirnseiten in axiale Kühlkanäle in dem Rotorblechpaket eintritt, durch diese strömt, anschließend durch radiale Kanäle in dem Rotor und dem Stator strömt und in radialer Richtung austritt.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine dynamoelektrische Maschine mit einem Rotor und einem Stator zur Verfügung gestellt. Die dynamoelektrische Maschine umfasst zumindest einen Rotorendflansch mit einer Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen, zumindest ein inneres Rotorstegblech mit der Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen und zumindest ein äußeres Rotorstegblech mit der Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen, die mit einer ersten Gruppe radial ausgerichteter Rotorlüftungsschlitzte in Verbindung steht. Der Stator umfasst zumindest eine Statorendlamelle mit einer Gruppe von Schlitzten für Statorwicklungen, zumindest eine erste Statorlamelle mit einer ersten Gruppe von Schlitzten, die mit einer ersten Gruppe von Statorkühlöffnungen in Verbindung steht, wobei die Statorwicklungen in der ersten Gruppe von Schlitzten untergebracht sind. Zumindest eine zweite Statorlamelle umfasst eine zweite Gruppe von Schlitzten und eine zweite Gruppe von Statorkühlöffnungen, die mit der ersten Gruppe von Statorkühlöffnungen in Verbindung steht, wobei die Statorwicklungen in der zweiten Gruppe von Schlitzten untergebracht sind. Der zumindest eine Rotorendflansch, das zumindest eine innere Rotorstegblech und das zumindest eine äußere Rotorstegblech sind zu einem Rotorblechpaket zusammengefasst, und die Gruppe von Rotorkühlöffnungen bildet einen im Allgemeinen axialen

Rotorkühlkanal, durch den ein Kühlmedium strömen kann. Die zumindest eine Statorendlamelle, die zumindest eine erste und die zumindest eine zweite Statorlamelle sind zu einem Statorblechpaket zusammengefasst, und die Gruppe von Schlitzen bildet einen im Allgemeinen radialen Kühlkanal, und die erste und zweite Gruppe von Statorkühlöffnungen bilden einen im Allgemeinen axialen Statorkühlkanal, durch den ein Kühlmedium strömen kann. Das Kühlmedium strömt ausschließlich an einem ersten Ende der dynamoelektrischen Maschine in den Rotor hinein und ausschließlich an einem zweiten, gegenüberliegenden Ende der dynamoelektrischen Maschine aus dem Stator heraus.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 zeigt eine Perspektive eines Rotors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt einer Rotormittel-lamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt eines inneren Rotorstegblechs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt eines äußeren Rotorstegblechs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 zeigt einen Querschnitt eines inneren Rotorstegblechs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 zeigt einen Querschnitt eines äußeren Rotorstegblechs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 zeigt eine Perspektive eines Rotors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 zeigt einen Querschnitt einer ersten Lamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 zeigt einen Querschnitt einer zweiten Lamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 zeigt einen Querschnitt einer dritten Lamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11 zeigt einen Querschnitt einer vierten Lamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 zeigt einen Teil-Querschnitt eines Rotors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 zeigt eine Perspektive einer Statorend-lamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14 zeigt eine Perspektive einer ersten Statorlamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 15 zeigt eine Perspektive einer zweiten Statorlamelle gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 zeigt eine aufgeschnittene Teil-Perspektive eines Stators und eines Rotors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 17 zeigt einen Teil-Querschnitt eines Stators gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 18 zeigt einen Teil-Querschnitt eines Stators gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 19 zeigt eine aufgeschnittene Teil-Perspektive eines Stators und eines Rotors gemäß einem Ausführungsbeispiel, das als solches nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört;

Fig. 20 zeigt eine aufgeschnittene Teil-Perspektive eines Stators und eines Rotors gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, das als solches nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört;

Fig. 21 zeigt eine Perspektive eines Rotorkerns gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 22 zeigt eine Perspektive eines Rotorkerns gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0008] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft ein Gerät zum Kühlen einer dynamoelektrischen Maschine, die ein Blechpaket aus nicht beabstandeten Lamellen umfasst, die so bemessen und gestaltet sind, dass sie für einen laminaren und/oder turbulenten Strom des Kühlfluids durch die Lamellen sorgen. Auf diese Weise werden die Herstellungskosten wesentlich reduziert, da keine Abstandshalter zwischen den Lamellen zu befestigen sind. Dynamoelektrische Maschinen können Generatoren, Motoren oder beliebige Geräte sein, die mechanische in elektrische Energie umwandeln oder umgekehrt.

[0009] **Fig. 1** zeigt einen geblechten Rotor - im Allgemeinen mit dem Bezugszeichen 100 - gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform umfasst der geblechte Rotor 100 einen oder mehrere Endflansche 102,

eine Gruppe von inneren Rotorstegblechen 104, eine Gruppe von äußeren Rotorstegblechen 106 und eine Rotormittellamelle 108. Wie dargestellt, sind alle Endflansche 102, innere Rotorstegbleche 104, äußere Rotorstegbleche 106 und die Rotormittellamelle 108 nebeneinander angeordnet, ganz ohne Abstandhalter, die für den Strom eines Kühlfluids zwischen ihnen sorgen würden. Selbstverständlich können Gruppen von Lamellen so zusammengeklebt und/oder ummantelt werden, dass sie gegenüber dem Strom eines Kühlfluids im Allgemeinen undurchlässig sind, ausgenommen die durch die axialen und radialen Kühlkanäle definierten Bereiche. Dementsprechend sollen sich die Begriffe „Abstandhalter“ und „nicht beabstandetes Verhältnis“ in diesem Kontext nicht auf einen geklebten oder ummantelten Zustand des geblechten Kerns 100 beziehen. Außerdem kann jedes der folgenden Elemente - Endflansche 102, innere Rotorstegbleche 104, äußere Rotorstegbleche 106 und Rotormittellamelle 108 - eine im Allgemeinen scheibenartige äußere Gestalt und damit im Verhältnis zu seinem Außendurchmesser eine relativ geringe Dicke aufweisen. Weiter kann jedes der folgenden Elemente - Endflansche 102, innere Rotorstegbleche 104, äußere Rotorstegbleche 106 und Rotormittellamelle 108 - aus einem ferromagnetischen Material bestehen, das mit Hilfe verschiedener Schneidemedien wie Laserstrahlen oder Hochdruckwasser gestanzt und/oder geschnitten werden kann.

[0010] Wie in Fig. 2-4 gezeigt, verfügt jedes innere Rotorstegblech 104, äußere Rotorstegblech 106 und jede Rotormittellamelle 108 über eine Gruppe von Öffnungen 210, die im Allgemeinen ein leitendes Material wie Kupfer oder Aluminium (nicht dargestellt) oder einen Permanentmagneten enthalten. Wie gezeigt, können jeder Endflansch 102, jedes innere Rotorstegblech 104, äußere Rotorstegblech 106 und die Rotormittellamelle 108 eine Zentralöffnung 220 aufweisen, die zur Montage an einer Generator- oder Motorwelle (nicht dargestellt) dient. Obwohl dies nicht dargestellt ist, können die Lamellen so gestaltet sein, dass sie eine Keilnut aufweisen, die mit einem Keil an der Rotorwelle 101 in Eingriff kommt. Zu Kühlzwecken ist eine erste Gruppe axialer Kühlöffnungen 230 vorgesehen, die in Umfangs- und Radialrichtung zur Zentralöffnung 220 beabstandet ist. Zu Kühlzwecken kann eine zweite Gruppe axialer Kühlöffnungen 240 vorgesehen werden, die in Umfangs- und Radialrichtung zur Zentralöffnung 220 beabstandet ist. Die Endflansche 102 können außerdem die Kühlöffnungen 230 und 240 aufweisen. Ein Lüfter (nicht dargestellt) kann dazu verwendet werden, einen laminaren und/oder turbulenten Kühlfluidstrom zu erzeugen, der im Allgemeinen parallel zur Rotationsachse (d.h. zur axialen Achse) durch die Öffnungen 230 und 240 strömt. Der Rotor kann jedoch so gestaltet sein, dass er die für die Kühlung der dynamoelektrischen Maschine geeigneten

Druck- und Strömungseigenschaften bietet. Dadurch besteht ein geringerer oder kein Bedarf an externen oder an der Welle angebrachten Lüftern.

[0011] Bei einigen Anwendungen ist die Mittellamelle 108 nicht mit Belüftungsöffnungen oder -schlitzen versehen; in Fig. 1 wird eine belüftete Doppelendmaschine gezeigt. Es versteht sich jedoch, dass die Mittellamelle 108 bei einer belüfteten Einendmaschine an die Position einer der Endlamellen 102 verlegt werden könnte. In diesem Fall würde eine der Endlamellen entfernt und durch die Mittellamelle ersetzt werden. Die Endlamellen können bei allen Anwendungen Öffnungen 210 aufweisen. Die Mittellamelle 108 kann radiale und/oder axiale Lüftungsschlitze aufweisen, je nachdem, wie es für bestimmte Anwendungen gewünscht wird.

[0012] In Fig. 4 sind die äußeren Rotorstegbleche 106 auch mit radialen Lüftungsschlitzen versehen, die mit den Kühlöffnungen verbunden sind. Die Kühlöffnungen 230 sind mit den radialen Lüftungsschlitzen 232 verbunden, und die Kühlöffnungen 240 sind mit den radialen Lüftungsschlitzen 242 verbunden. Die Lüftungsschlitze 232 und 242 verlaufen von den Kühlöffnungen 230, 240 radial nach außen. Wie gezeigt, können sich die Lüftungsschlitze 242 ungefähr durch die Polmittelachse erstrecken, während die Lüftungsschlitze 232 ungefähr zwischen den Polmittelachsen verlaufen. Wenn alle Lamellen zusammengefügt sind, bilden die Kühlöffnungen 230 und 240 im Allgemeinen axiale Kühlkanäle, während die Lüftungsschlitze im Allgemeinen radiale Kühlschlitze oder -kanäle bilden.

[0013] Während die Kühlöffnungen mit einem kreisförmigen und die Lüftungsschlitze mit einem im Allgemeinen rechteckigen Querschnitt dargestellt sind - beim Blick aus axialer Richtung auf eine radiale Ebene - kann jede geeignete geometrische Gestaltung verwendet werden, die eine geeignete konstruktive Stabilität und einen geeigneten Fluidstrom für die Kühlöffnungen und Lüftungsschlitze ermöglicht. Es versteht sich außerdem, dass bei der Anwendung der Erfindung jede geeignete Gruppe von Kühlöffnungen und Lüftungsschlitzen verwendet werden kann.

[0014] Fig. 5 zeigt eine Endansicht eines alternativen inneren Rotorstegblechs 504. Das Stegblech 504 ist mit axialen Kühlöffnungen 530, Wicklungsöffnungen 510 und einer Zentralöffnung 520 versehen. Die Wicklungsöffnungen 510 enthalten im Allgemeinen einen Permanentmagneten oder ein leitendes Material wie Kupfer oder Aluminium (nicht dargestellt). Die Zentralöffnung 520 wird zur Montage an einer Generator- oder Motorwelle (nicht dargestellt) verwendet. Die Kühlöffnungen 530 sind zu Kühlzwecken vorgesehen und sind zur Zentralöffnung 520 in Umfangs- und in Radialrichtung beabstandet.

[0015] Fig. 6 zeigt eine Endansicht eines alternativen äußeren Rotorstegblechs 606. Das Stegblech 606 ist mit axialen Kühlöffnungen 530, radialen Lüftungsschlitz 532, Wicklungsöffnungen 510 und einer Zentralöffnung 520 versehen. Die Kühlöffnungen 530 sind zu Kühlzwecken vorgesehen und sind zur Zentralöffnung 520 in Umfangs- und in Radialrichtung beabstandet. Die Kühlöffnungen 530 sind mit den radialen Lüftungsschlitz 532 verbunden. Die Lüftungsschlitz 532 verlaufen von den Kühlöffnungen 530 aus radial nach außen und ungefähr zwischen den Polmittelachsen. Wenn alle Lamellen zusammengefügt sind, bilden die Kühlöffnungen 530 im Allgemeinen axiale Kühlkanäle, während die Lüftungsschlitz 532 im Allgemeinen radiale Kühl-schlitz oder -kanäle bilden.

[0016] Die Stegbleche 504 und 606 können zusammen mit der Mittellamelle 108 - die möglicherweise keine Lüftungslöcher oder -schlitze aufweist - und den Endlamellen 102 verwendet werden. Bei einer belüfteten Doppelendmaschine würde sich die Mittellamelle 108 im Allgemeinen in der Mitte des Blechpakets befinden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Mittellamelle 108 an die Position einer der Endlamellen 102 verlegt werden könnte, wenn es sich um eine belüftete Einendmaschine handelt. In diesem Fall würde eine der Endlamellen entfernt und durch die Mittellamelle ersetzt werden. Die Endlamellen können bei allen Anwendungen Öffnungen 210, 510 aufweisen.

[0017] Fig. 7 zeigt eine Perspektive eines geblechten Rotors 700 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der geblechte Rotor 700 umfasst einen oder mehrere Endflansche 702, eine Gruppe von inneren Rotorstegblechen 704, eine Gruppe von äußeren Rotorstegblechen 706 und eine Rotormittellamelle 708. Die Gestaltung der Endflansche 702, der inneren Rotorstegbleche 704, der äußeren Rotorstegbleche 706 und der Mittellamelle 708 kann der der Endflansche 102, der inneren Rotorstegbleche 104, der äußeren Rotorstegbleche 106 und der Mittellamelle 108 ähneln. Die Rotormittellamelle 708 kann jedoch radiale Schlitze 232, 242 und/oder axiale Lüftungskanäle 230, 240 aufweisen, je nach dem, wie es für bestimmte Anwendungen gewünscht wird.

[0018] Wie dargestellt, sind alle Endflansche 702, innere Rotorstegbleche 704, äußere Rotorstegbleche 706 und die Rotormittellamelle 708 nebeneinander angeordnet - ohne Abstandhalter, die für den Strom eines Kühlfluids zwischen ihnen sorgen würden, wie es dem bisherigen Stand der Technik entspricht. Ein oder mehrere axiale Lüfter 750 befinden sich an der Rotorwelle 101 und lenken ein Kühlmedium in die Rotorlamellen. Bei einer belüfteten Doppelendmaschine (wie dargestellt) würde sich die Mittellamelle 708 im Allgemeinen in der Mitte des

Blechpakets befinden. Die Lüfter 750 wären an beiden Enden des Blechpakets angeordnet. Es versteht sich jedoch, dass die Mittellamelle 708 bei einer belüfteten Einendmaschine an die Position einer der Endlamellen 702 verlegt werden könnte. In diesem Fall würde eine der Endlamellen entfernt und durch die Mittellamelle ersetzt werden.

[0019] Die Fig. 8-11 zeigen eine Reihe von Lamellen, die bei einer dynamoelektrischen Maschine gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden könnten. Fig. 8 zeigt eine erste Lamelle (bzw. ein erstes inneres Rotorstegblech) 800 mit einer Gruppe von Öffnungen 810, die im Allgemeinen einen Permanentmagneten oder ein leitendes Material wie Kupfer oder Aluminium (nicht dargestellt) enthalten. Bei einer Ausführungsform wird das leitende Material als Rotorwicklung oder für das Rotorfeld verwendet. Eine Zentralöffnung 820 wird für die Montage an einer Generator- oder Motorwelle (nicht dargestellt) verwendet. Die Lamellen können so gestaltet sein, dass sie eine Keilnut 821 aufweisen, die mit einem Keil an der Rotorwelle in Eingriff kommt. Zu Kühlzwecken ist eine erste Gruppe axialer Kühlöffnungen 830 vorgesehen, die zur Zentralöffnung 820 in Umfangs- und Radialrichtung beabstandet ist.

[0020] Fig. 9 zeigt eine zweite Lamelle (bzw. ein zweites äußeres Rotorstegblech) 900 mit radialen Lüftungsschlitz 932, die mit den Kühlöffnungen 830 verbunden sind. Fig. 10 zeigt eine dritte Lamelle 1000 mit radialen Lüftungsschlitz 1034. Fig. 11 zeigt eine vierte Lamelle 1100 mit radialen Lüftungsschlitz 1134, die bei Doppelendmaschinen in der Mitte des Blechpakets oder bei Einendmaschinen an einem Ende angeordnet werden kann. Die axialen Kühlöffnungen 830 bilden einen axialen Kühlkanal, und die Lüftungsschlitz 932, 1034 und 1134 bilden einen im Allgemeinen radialen Kühlkanal.

[0021] Fig. 12 zeigt einen Teil eines Rotors oder Feldes 1200 einer dynamoelektrischen Maschine mit den Lamellen aus den Fig. 8-11. Die Lamellen 800, 900, 1000 und 1100 können so angeordnet werden, dass ein Kühlmedium (z. B. Luft, Wasserstoff usw.) axial durch die Öffnungen 830 (wie durch die Pfeile auf allgemeine Weise gezeigt) und anschließend durch die Lüftungsschlitz 932 und 1034 radial nach oben strömt. An der Verbindung der Schlitz 932 und 1034 ändert sich die Strömungsrichtung, und die Strömung kann turbulent werden oder sich sowohl in Radial- als auch in Axialrichtung bewegen, bis sie am oberen Ende des Schlitz 1034 austritt. Die Funktion der vierten Lamelle 1100 besteht im Wesentlichen darin, eine weitere axiale Bewegung des Luftstroms zu blockieren, ausgenommen im Schlitz 1134, der als radiale Entlüftung oder radialer Schlitz dient. Bei einer Doppelendmaschine können die Endflansche 102, 702 an den Enden des Blech-

pakets angeordnet sein. **Fig. 12** zeigt ungefähr die Hälfte des Rotors einer Doppelendmaschine, wobei der Endflansch und die Wicklungen der Übersichtlichkeit halber weggelassen wurden, und die vierte Lamelle befindet sich typischerweise in der Nähe des Zentrums bzw. der Mitte des Blechpakets. Bei einer Einendmaschine kann ein Endflansch sich an einem Ende befinden, während die vierte Lamelle sich am entgegengesetzten Ende befindet. Bei einigen Anwendungen können die Lamellen 800 weggelassen und durch zusätzliche Lamellen 900 und 1000 ersetzt werden.

[0022] Ein Stator einer dynamoelektrischen Maschine kann ebenfalls aus mehreren Lamellen bestehen. **Fig. 13** zeigt eine Perspektive einer Endlamelle 1300 für einen Stator Kern. Die Endlamelle 1300 ist mit einer Gruppe von Schlitzen 1310 versehen, die ein leitendes Material wie Kupfer oder Aluminium (nicht dargestellt) enthalten. Die Zentralöffnung 1320 wird zur Montage über einem Rotor (nicht dargestellt) genutzt. **Fig. 14** zeigt eine Perspektive einer ersten Lamelle 1400 mit Schlitzen 1410 und Kühlöffnungen 1430. **Fig. 15** zeigt eine Perspektive einer zweiten Lamelle 1500 mit Schlitzen 1510 und Kühlöffnungen 1530.

[0023] **Fig. 16** zeigt eine aufgeschnittene Teil-Perspektive einer dynamoelektrischen Maschine 1600 mit einem Rotor 1601 und einem Stator 1602. Der Stator 1602 besteht aus einem Stapel aus einer oder mehreren Endlamellen 1300, einer oder mehreren ersten Lamellen 1400 und einer oder mehreren zweiten Lamellen 1500. Der Rotor 1601 ist mit einer Gruppe von axialen Kühlkanälen 1630 versehen, die mit einer Gruppe radialer Kühlkanäle 1631 verbunden sind. Der Rotor 1601 kann aus einem Stapel aus mehreren Lamellen ausgebildet sein, wie im Zusammenhang mit **Fig. 1-12** beschrieben.

[0024] Die Schlitze 1310, 1410 und 1510 in den Statorlamellen sind so gestaltet, dass sie die Statorwicklungen 1612 aufnehmen. Zwischen den Statorwicklungen 1612 und den Wänden der Schlitze 1310, 1410, 1510 befinden sich Zwischenräume, damit das Kühlmedium (z. B. Luft oder Wasserstoff), das vom Rotor 1601 aus radial nach außen strömt, in die Schlitze 1310, 1410, 1510 eintreten und über zumindest einen Teil der Wicklungen 1612 strömen kann. Nachdem das Kühlmedium die Wicklungen 1612 passiert hat, tritt es in den äußeren radialen Abschnitt der Schlitze 1410 ein und strömt dann in Axialrichtung durch den axialen Kühlkanal, der durch die Kühlöffnungen 1430 und 1530 gebildet wird.

[0025] **Fig. 17** zeigt einen Teil-Querschnitt des Stators 1602 aus **Fig. 16**. Gezeigt wird ein Teil der Lamelle 1400 mit dem Lüftungsschlitz 1410 und der Kühlöffnung 1430. Die Wicklungen sind im Schlitz

1410 angeordnet, aber auf jeder Seite wird Raum freigelassen, damit das Kühlmedium über die Wicklungen 1612 strömen kann. Das Kühlmedium strömt radial nach außen (oder in **Fig. 17** vertikal nach oben, anschließend den Kanal entlang, der durch die Öffnungen 1430 und 1530 gebildet wird, und „in die Seite hinein oder aus dieser heraus“.

[0026] **Fig. 18** zeigt einen Teil-Querschnitt des Stators 1802 gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Schlitze in den Lamellen können so gestaltet werden, dass nur eine Seite der Wicklungen 1612 freiliegt. Bei diesem Beispiel umfasst die erste Lamelle 1800 die Kühlöffnungen 1830 und Lüftungsschlitze 1810. Die Lüftungsschlitze 1810 erstrecken sich entlang einer Seite der Wicklungen 1612 radial nach außen und verlaufen dann kegelförmig zu den Kühlöffnungen 1830 hin. Die Schlitze in den anderen Lamellen können ähnlich gestaltet sein. Durch diese Gestaltung wird eine Seite der Statorwicklung oder -spule gekühlt und möglicherweise die Ausdehnung an der Rückseite des Schlitzes verringert (aufgrund eines geringeren Druckabfalls).

[0027] **Fig. 19** zeigt eine Teil-Perspektive einer dynamoelektrischen Maschine 1900 mit Rotor 1901 und Stator 1902 gemäß einem Ausführungsbeispiel, das als solches nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört. Bei diesem Beispiel einer belüfteten Einendmaschine kann das Kühlmedium mithilfe eines geeigneten Geräts wie beispielsweise eines Lüfters (nicht dargestellt) durch den axialen Kanal (1930) des Rotors zugeführt werden. Das Kühlmedium strömt in Axialrichtung durch den Kanal 1930 und durch die radialen Kanäle 1931 radial nach außen. Nachdem das Kühlmedium aus dem Rotor 1901 ausgetreten ist, tritt es in die radialen Kanäle 1942 im Stator 1902 ein. Das Kühlmedium tritt anschließend in den axialen Kanal 1940 ein und strömt in Axialrichtung bis zu seinem Austritt aus dem Stator. Die Kanäle werden durch die verschiedenen Öffnungen und Schlitze im Lamellenstapel gebildet, aus dem der Rotor und der Stator bestehen.

[0028] **Fig. 20** zeigt eine Teil-Perspektive einer belüfteten dynamoelektrischen Doppelendmaschine 2000 mit einem Rotor 2001 und einem Stator 2002 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, das als solches nicht zu der beanspruchten Erfindung gehört. Bei dieser Doppelendmaschine kann das Kühlmedium mithilfe eines geeigneten Geräts wie beispielsweise eines Lüfters (nicht dargestellt) durch beide Enden eines axialen Rotorkanals 2030 zugeführt werden. Das Kühlmedium strömt in Axialrichtung durch den Kanal 2030 nach innen und durch die radialen Rotorkanäle 2031 radial nach außen. Nachdem das Kühlmedium aus dem Rotor 2001 ausgetreten ist, tritt es in die radialen Kanäle 2042 im Stator 2002 ein. Das Kühlmedium tritt anschließend

in den axialen Kanal 2040 ein, strömt in Axialrichtung zu beiden Enden der Maschine, und tritt dann aus dem Stator aus. Bei dieser Anwendung könnte eine Lamelle (nicht dargestellt) ohne Kühlöffnungen oder Lüftungsschlitze in der Mitte des Blechpakets verwendet werden.

[0029] Bei weiteren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung könnte der Rotor auf verschiedene Weise gestaltet sein, um den Strom des Kühlmediums und den Wärmetausch zu verbessern. **Fig. 21** zeigt eine Perspektive des Rotors 2100, der mit Polzwischenraum ausgebildet ist, damit ein Kühlmedium die ganze Länge des Rotors entlang strömen kann. Im Rotor 2100 kann eine Gruppe V-förmiger axialer Kanäle 2110 ausgebildet sein. Jeder V-förmige Kanal kann eine oder mehrere axiale Nuten 2120 umfassen, die in der Nähe des radial außen liegenden Abschnitts des Kanals 2110 ausgebildet sind.

[0030] **Fig. 22** zeigt eine Perspektive des Rotors 2200, der mit Polzwischenraum ausgebildet ist, damit ein Kühlmedium die ganze Länge des Rotors entlang strömen kann. Im Rotor 2200 kann eine Gruppe axialer Kanäle 2210 ausgebildet sein. Jeder Kanal 2210 kann mehrere radiale Schlitze 2220 umfassen, die sich vom Kanal aus radial nach außen erstrecken, und kann eine oder mehrere axiale Nuten 2230 umfassen, die nahe dem Austritt der axialen Nuten 2220 ausgebildet sind.

[0031] Es wurden verschiedene Umsetzungsbeispiele angeführt, und einige Beispiele zeigen Kühlkanäle auf der Mittelachse zwischen den Polen und der Mittelachse der Pole. Es versteht sich jedoch, dass Lüftungskanäle auch abseits dieser Achsen angeordnet werden können, je nachdem, wie es für die betreffende Anwendung gewünscht wird. Lüftungskanäle werden als im Allgemeinen axial oder radial ausgerichtet dargestellt, könnten jedoch bezogen auf die axiale oder radiale Achse auch geneigt oder gekrümmt sein. Die Lüftungskanäle können sich auch in Umfangsrichtung erstrecken. Die gezeigten axialen Lüftungskanäle haben einen im Allgemeinen kreisförmigen Querschnitt, und die gezeigten radialen Lüftungskanäle einen im Allgemeinen rechteckigen Querschnitt. Beide Arten von Kanälen können jedoch eine Vielzahl von Querschnittsformen aufweisen (z. B. polygonal, rechteckig, oval usw.) und können außerdem über Turbulatoren verfügen, um den Wärmetausch weiter zu verbessern. Die verschiedenen Lamellen können auch gruppenweise zusammengesetzt und kombiniert werden, so dass sie einen „Stapel“ aus Lamellen für den Rotor und den Stator bilden. Hier nur ein Beispiel: Ein Rotor- oder Statorblechpaket mit Lamellen der Typen „A“, „B“ und „C“ kann aus zwanzig Lamellen vom Typ „A“ bestehen, auf die dreißig Lamellen vom Typ „B“ folgen, worauf fünfundzwanzig Lamellen vom Typ „C“ folgen,

und dieses Muster kann fortgesetzt werden, bis das Blechpaket vollständig ist. Dies ist allerdings nur ein Beispiel, und jede beliebige Gruppe geeigneter Lamellen kann als Gruppe zusammengesetzt und neben anderen Lamellen angeordnet werden.

[0032] In dieser schriftlichen Beschreibung werden Beispiele zur Offenbarung der Erfindung verwendet - darunter die bevorzugte (beste) Ausführungsform (best mode) - die auch dazu dienen sollen, alle Fachleute in die Lage zu versetzen, die Erfindung anzuwenden, eingeschlossen die Herstellung und Verwendung jeder Vorrichtung oder jedes Systems sowie die Durchführung jedes enthaltenen Verfahrens. Der patentierbare Schutzbereich der Erfindung ist durch die Patentansprüche definiert und kann andere Beispiele einschließen, wie sie Fachleuten einfallen könnten. Derartige andere Beispiele sollen in dem Schutzbereich der Ansprüche eingeschlossen sein, wenn diese Beispiele strukturelle Elemente aufweisen, die nicht von der wörtlichen Bedeutung der Ansprüche abweichen, oder wenn sie gleichwertige strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden zur wörtlichen Bedeutung der Ansprüche aufweisen.

[0033] Es werden ein geblechter Rotor 100 und ein geblechter Stator 1602 für eine dynamoelektrische Maschine zur Verfügung gestellt. Der Rotor 100 umfasst zumindest einen Endflansch 102 mit einer Gruppe von Kühlöffnungen 230 und zumindest ein inneres Rotorstegblech (104) mit einer Gruppe von Kühlöffnungen. Zumindest ein äußeres Rotorstegblech 106 verfügt über eine Gruppe von Kühlöffnungen, die mit einer ersten Gruppe von radial ausgerichteten Lüftungsschlitzen 232 verbunden ist. Endflansch, inneres Rotorstegblech und äußeres Rotorstegblech sind zu einem Rotorblechpaket zusammengefasst, und die Gruppe von Kühlöffnungen bildet einen im Wesentlichen axialen Kühlkanal, durch den ein Kühlmedium strömen kann.

BEZUGSZEICHENLISTE

100	Rotor
101	Rotorwelle
102	Endflansche
104	Innere Rotorstegbleche
106	Äußere Rotorstegbleche
108	Rotormittellamelle
210	Öffnungen
220	Zentralöffnung
230	Erste Gruppe von Kühlöffnungen
232	Lüftungsschlitz
240	Zweite Gruppe von Kühlöffnungen

242	Lüftungsschlitz	1810	Lüftungsschlitze
504	Inneres Rotorstegblech	1830	Kühlöffnungen
510	Wicklungsöffnung	1900	Dynamoelektrische Maschine
520	Zentralöffnung	1901	Rotor
530	Axiale Kühlöffnung	1902	Stator
532	Lüftungsschlitze	1930	Axialer Rotorkanal
606	Äußeres Rotorstegblech	1931	Radiale Kanäle
700	Geblechter Rotor	1940	Axialer Statorkanal
702	Endflansche	1942	Radiale Kanäle
704	Innere Rotorstegbleche	2000	Dynamoelektrische Maschine
706	Äußere Rotorstegbleche	2001	Rotor
708	Rotormittellamelle	2002	Stator
750	Axialer Lüfter	2030	Axialer Rotorkanal
800	Erste Lamelle	2031	Radiale Rotorkanäle
810	Öffnungen	2040	Axialer Statorkanal
820	Zentralöffnung	2042	Radiale Statorkanäle
830	Axiale Kühlöffnungen	2100	Rotor
900	Zweite Lamelle	2110	Axiale Kanäle
932	Lüftungsschlitze	2120	Axiale Nuten
1000	Dritte Lamelle	2200	Rotor
1034	Lüftungsschlitze	2210	Axiale Kanäle
1100	Vierte Lamelle	2220	Radiale Schlitze
1200	Rotor	2230	Axiale Nut

Patentansprüche

1300	Endlamelle		
1310	Schlitze		
1320	Zentralöffnung		
1400	Erste Lamelle		
1410	Schlitze		
1430	Kühlöffnungen		
1500	Zweite Lamelle		
1510	Schlitze		
1530	Kühlöffnungen		
1600	Dynamoelektrische Maschine		
1601	Rotor		
1602	Stator		
1612	Statorwicklungen		
1630	Axiale Kühlkanäle		
1631	Radiale Kühlkanäle		
1800	Erste Lamelle		
1802	Stator		

1. Dynamoelektrische Maschine mit einem Rotor (100) und einem Stator (1602), wobei die dynamoelektrische Maschine umfasst:

zumind. einen Rotorendflansch (102) mit einer Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen (240, 230);

zumind. ein inneres Rotorstegblech (104) mit der Gruppe von axiale Rotorkühlöffnungen (240, 230);

zumind. ein äußeres Rotorstegblech (106) mit der Gruppe von Rotorkühlöffnungen (240, 230), die mit einer ersten Gruppe von radial ausgerichteten Lüftungsschlitzen (232, 242) verbunden ist;

zumind. eine Statorendlamelle (1300) mit einer Gruppe von Schlitzen (1310) für Statorwicklungen (1612);

zumind. eine erste Statorlamelle (1400) mit einer ersten Gruppe von Schlitzen (1410), die mit einer ersten Gruppe von Statorkühlöffnungen (1430) verbunden ist, wobei die Statorwicklungen (1612) sich in der ersten Gruppe von Schlitzen (1410) befinden;

zumind. eine zweite Statorlamelle (1500) mit einer zweiten Gruppe von Schlitzen (1510) und einer zweiten Gruppe von Statorkühlöffnungen (1530), die mit der ersten Gruppe von Statorkühlöffnungen

(1430) in Verbindung steht, wobei die Statorwicklungen (1612) sich in der zweiten Gruppe von Schlitzen (1510) befinden, wobei der zumindest eine Rotorendflansch (102), das zumindest eine innere Rotorstegblech (104) und das zumindest eine äußere Rotorstegblech (106) zu einem Rotorblechpaket zusammengefasst sind und die Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen (240, 230) einen im Allgemeinen axialen Rotorkühlkanal (1630) für den Strom eines Kühlmediums durch das Rotorblechpaket bildet und die zumindest eine Statorlamelle (1300), die zumindest eine erste Statorlamelle (1400) und die zumindest eine zweite Statorlamelle (1500) zu einem Statorblechpaket zusammengefasst sind und die Gruppe von Schlitzen (1510) einen im Allgemeinen radialen Kühlkanal durch dieses bildet, und die erste und zweite Gruppe von Statorkühlöffnungen (1430, 1530) einen im Allgemeinen axialen Statorkühlkanal für den Strom des Kühlmediums durch das Statorblechpaket bildet, und wobei das Kühlmedium ausschließlich an einem ersten Ende der dynamoelektrischen Maschine in den Rotor (100) hineinströmt und ausschließlich an einem zweiten, gegenüberliegenden Ende der dynamoelektrischen Maschine aus dem Stator (1602) herausströmt.

2. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei der Rotor (100) weiter umfasst: zumindest eine Rotormittellamelle (108) mit einer Gruppe von Öffnungen (210) für Rotorwicklungen, wobei die Rotormittellamelle (108) den Strom des Kühlmediums in Axialrichtung im Wesentlichen blockiert.

3. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die erste Gruppe von radial ausgerichteten Lüftungsschlitzen (232, 242) des Rotors (100) sich zwischen Polmittelachsen und/oder an Polmittelachsen befindet.

4. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen (240, 230) sich zwischen Polmittelachsen und/oder an Polmittelachsen befindet.

5. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, die weiter zumindest einen Lüfter (750) umfasst, der an einer Rotorwelle (101) angebracht ist, wobei der zumindest eine Lüfter (750) bewirkt, dass das Kühlmedium in die Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen (240, 230) strömt.

6. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die dynamoelektrische Maschine entweder eine belüftete Einendmaschine oder eine belüftete Doppelendmaschine ist.

7. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, die weiter umfasst: zumindest ein zweites äußeres Rotorstegblech (900) mit einer Gruppe von axialen Rotorkühlöffnungen (830) und einer zweiten Gruppe von radial ausgerichteten, belüfteten Rotorschlitzen (932), die mit der ersten Gruppe von radial ausgerichteten Lüftungsschlitzen (232, 242) verbunden ist.

8. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei das Kühlmedium entweder Luft oder Wasserstoff ist.

9. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die dynamoelektrische Maschine ein Generator und/oder ein Motor ist.

10. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, die weiter zumindest eines der folgenden Elemente umfasst: eine Gruppe V-förmiger axialer Kanäle (2110) mit einer Gruppe axialer Nuten (2120), die sich in der Nähe einer radial außen liegenden Position der Gruppe V-förmiger axialer Kanäle befindet, und eine Gruppe von axialen Kanälen (2210) mit einer Gruppe von radialen Schlitzen (2220), wobei eine Gruppe von axialen Nuten (2230) sich in der Nähe einer radial außen liegenden Position der Gruppe radialer Schlitze (2220) befindet.

11. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die Statorwicklungen (1612) so gestaltet sind, dass sie einen Abstand zu den Wänden der Gruppe von Schlitzen (1410) aufweisen, so dass mit Hilfe dieses Zwischenraums das Kühlmedium an beiden Seiten der Statorwicklungen (1612) entlang strömen kann.

12. Dynamoelektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die Statorwicklungen (1612) so gestaltet sind, dass sie einen Abstand zu den Wänden der Gruppe von Schlitzen aufweisen, so dass mit Hilfe dieses Zwischenraums das Kühlmedium zumindest an einer Seite der Statorwicklungen (1612) entlang strömen kann.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

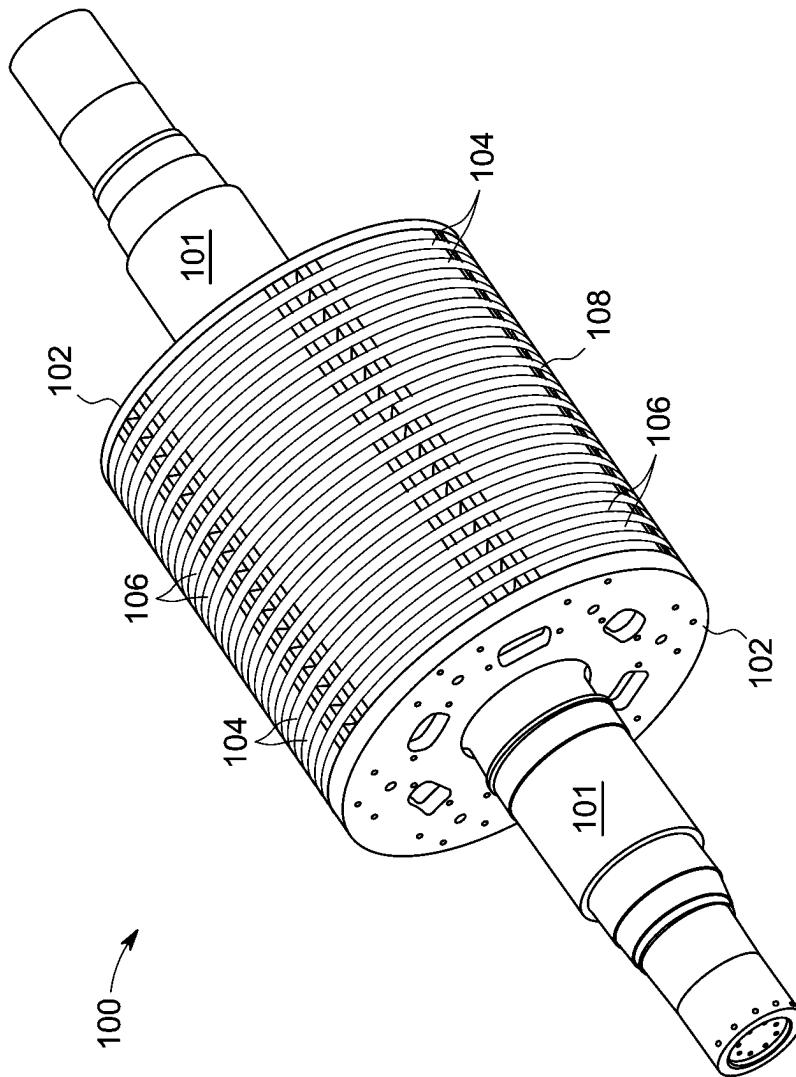


FIG. 1

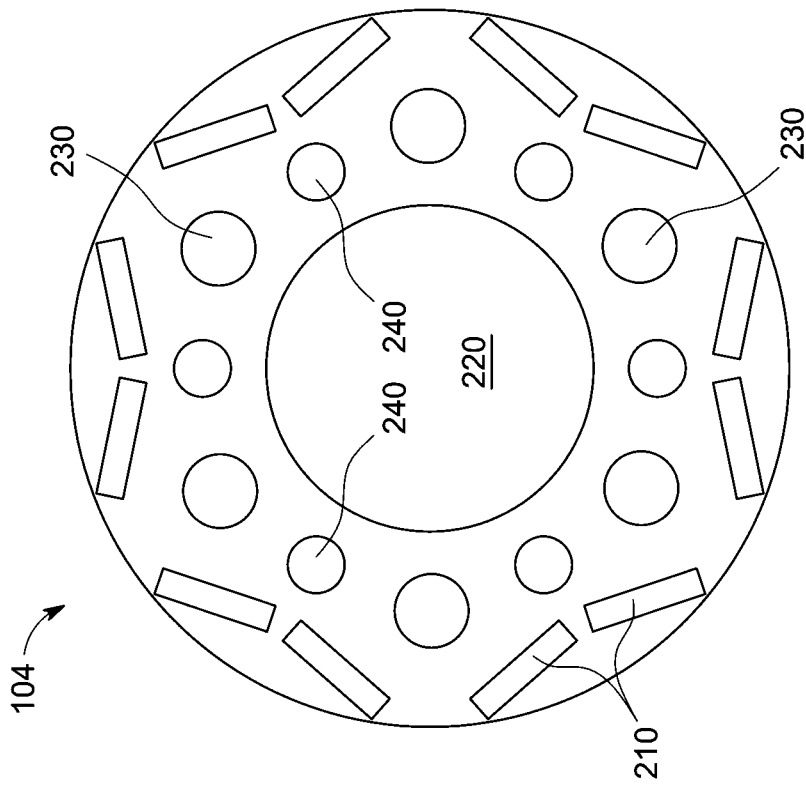


FIG. 2

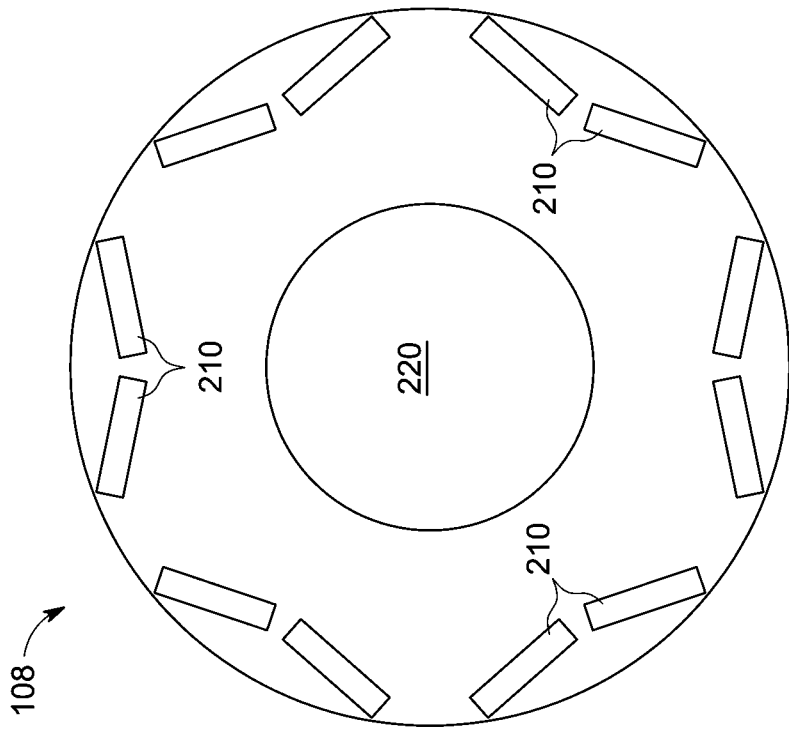


FIG. 3

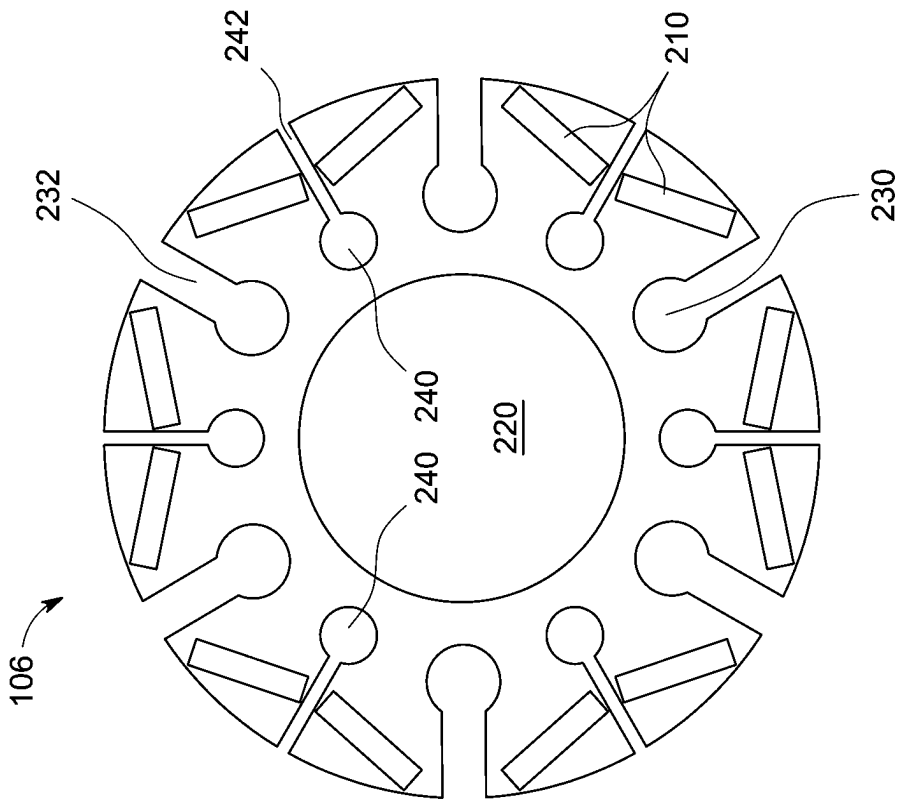


FIG. 4

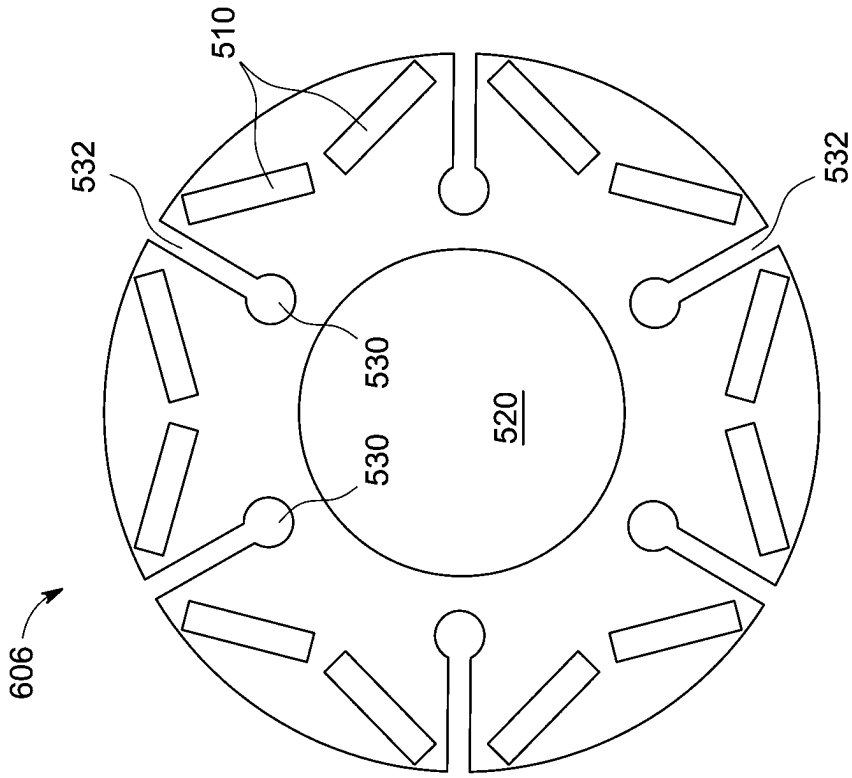


FIG. 6

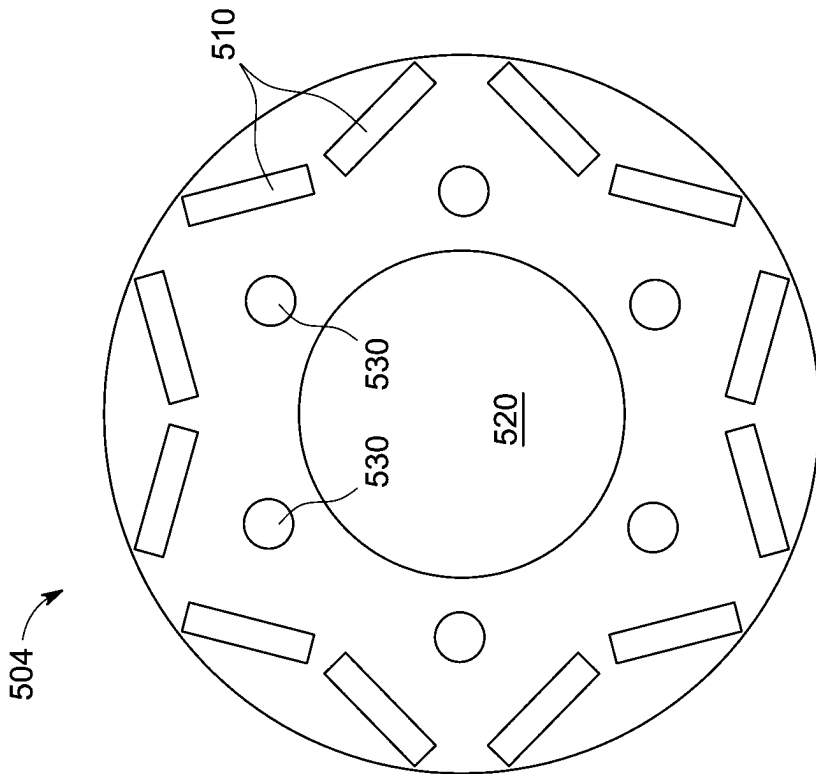


FIG. 5

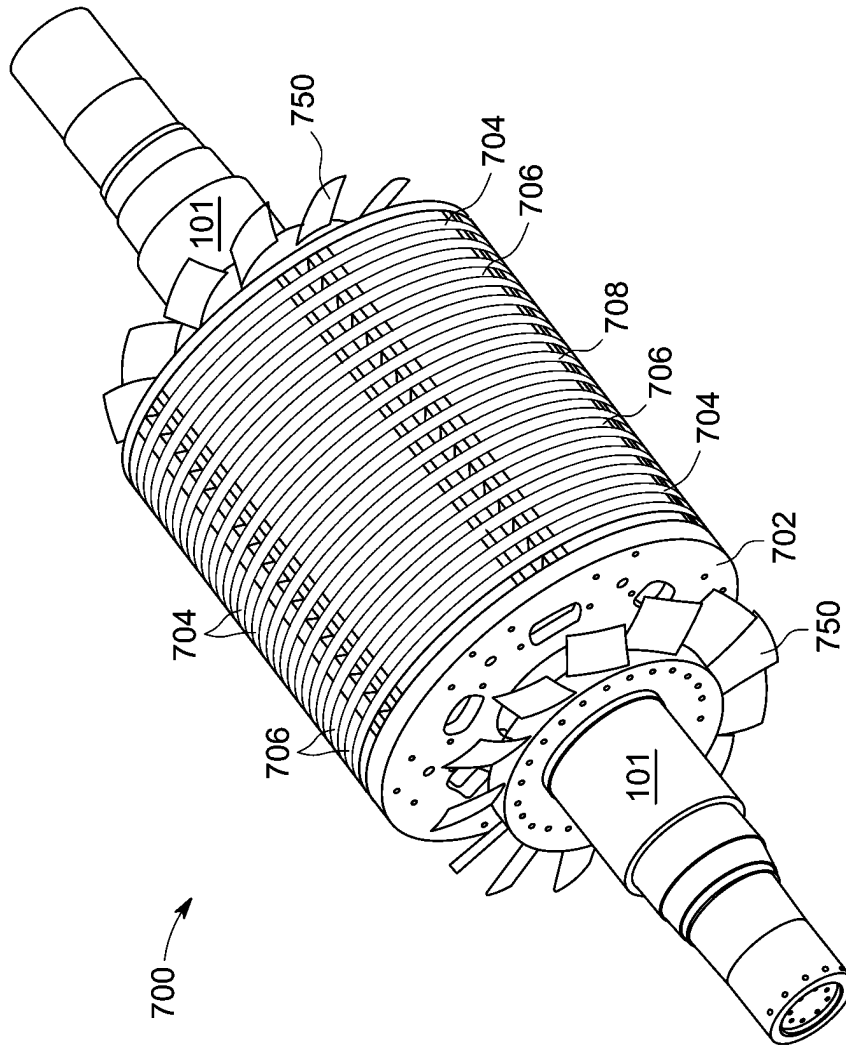


FIG. 7

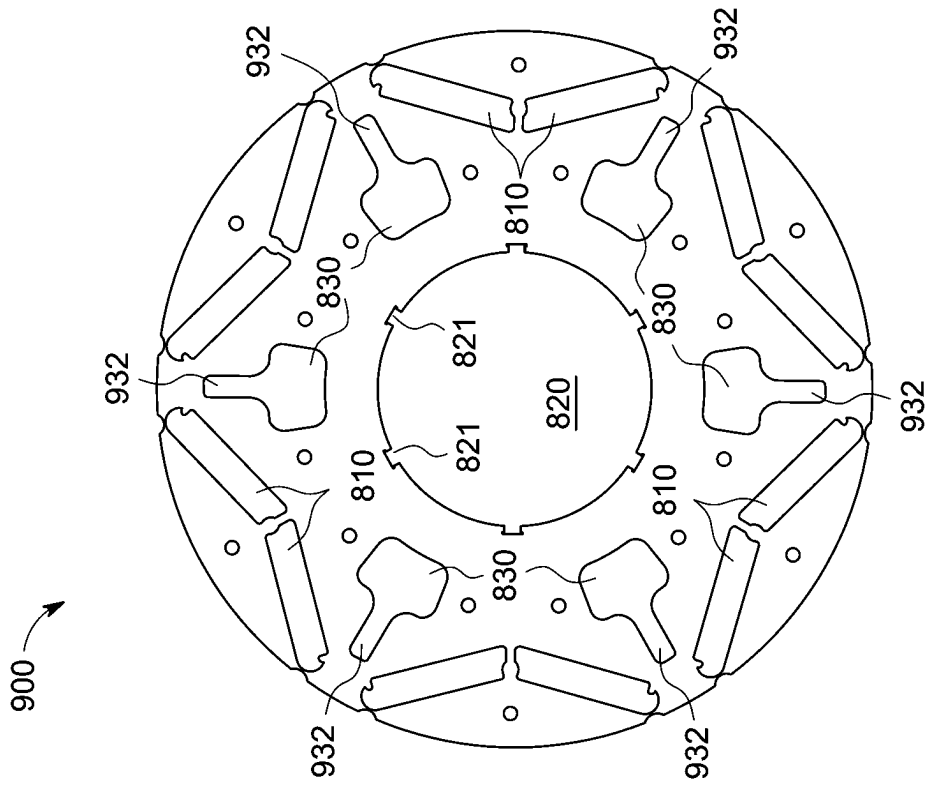


FIG. 9

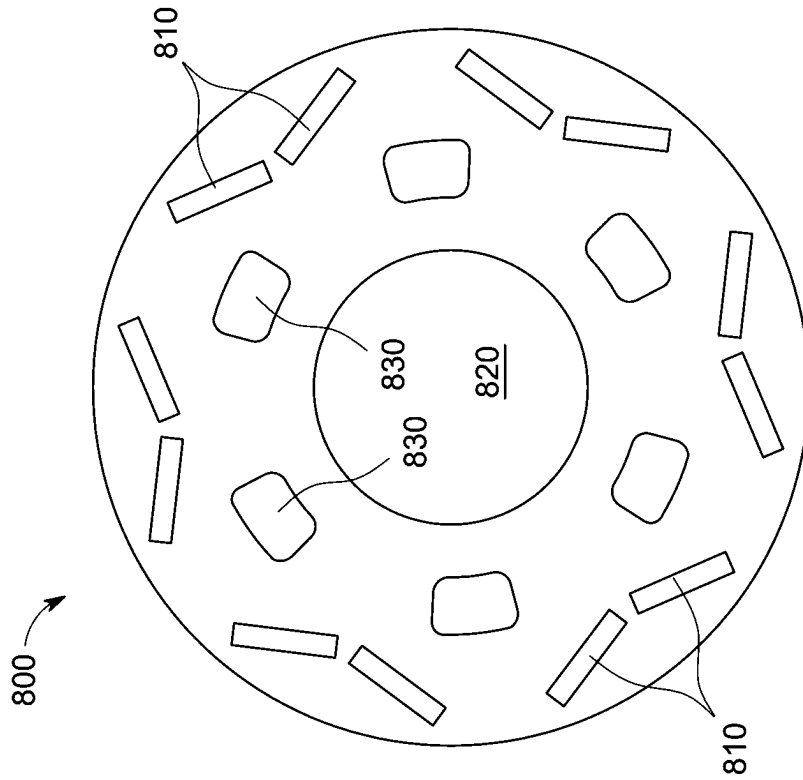


FIG. 8

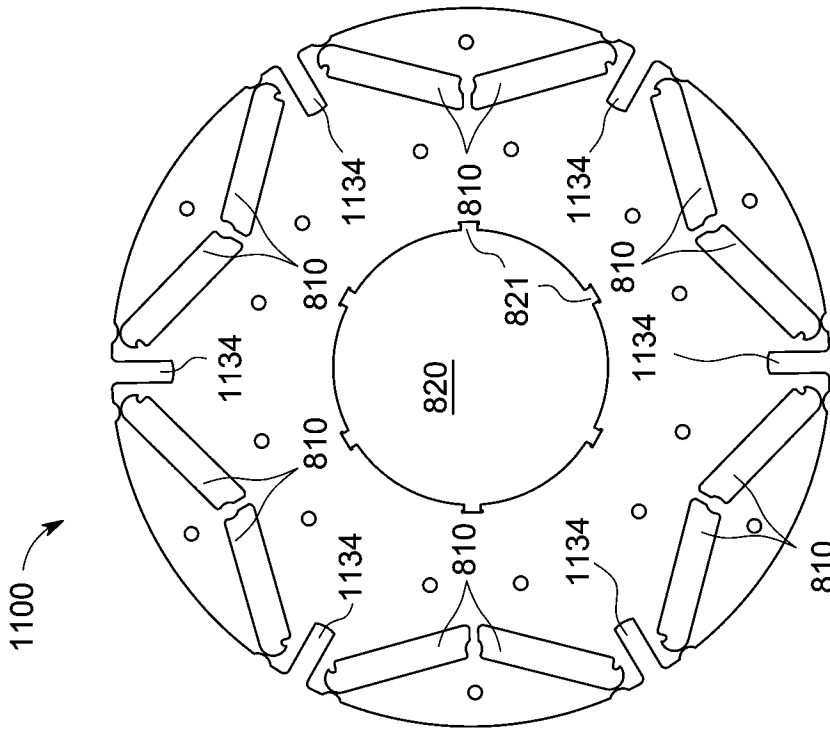


FIG. 11

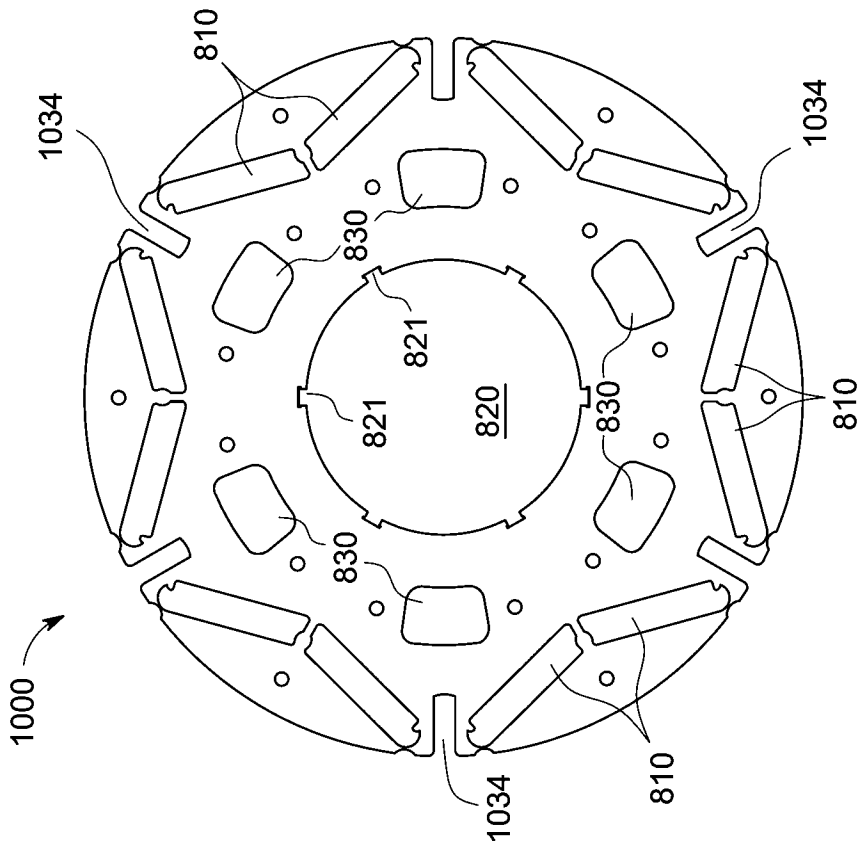


FIG. 10

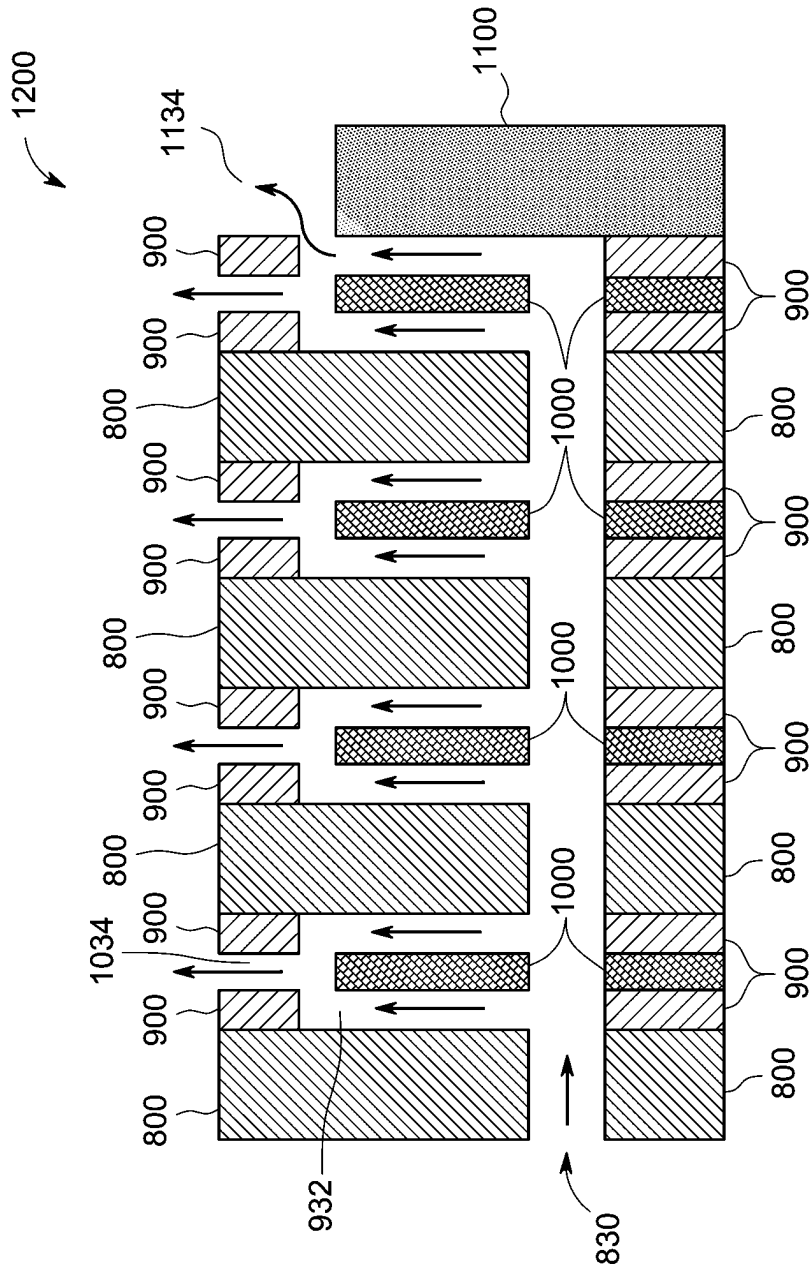


FIG. 12

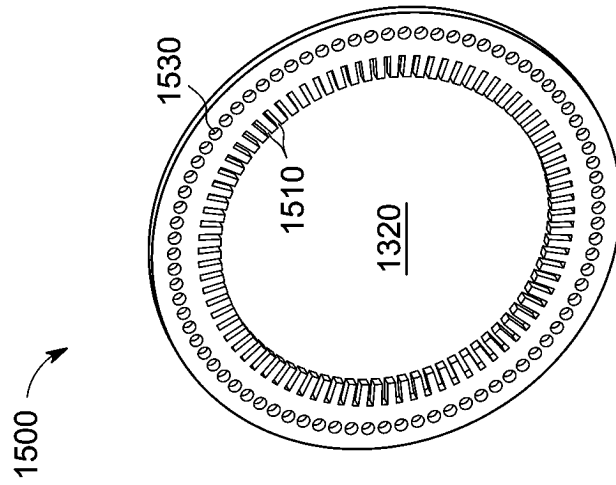


FIG. 13

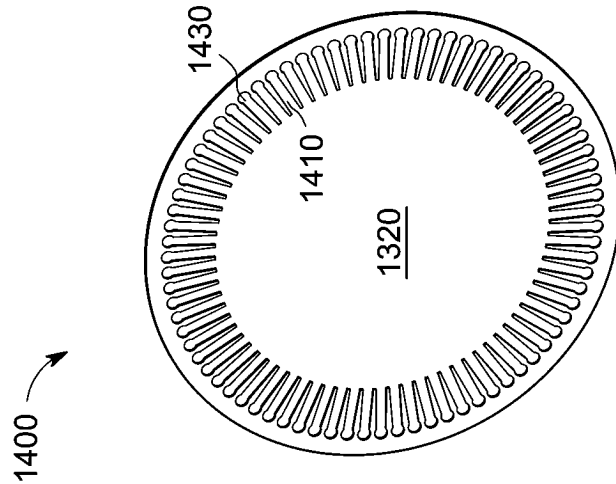


FIG. 14

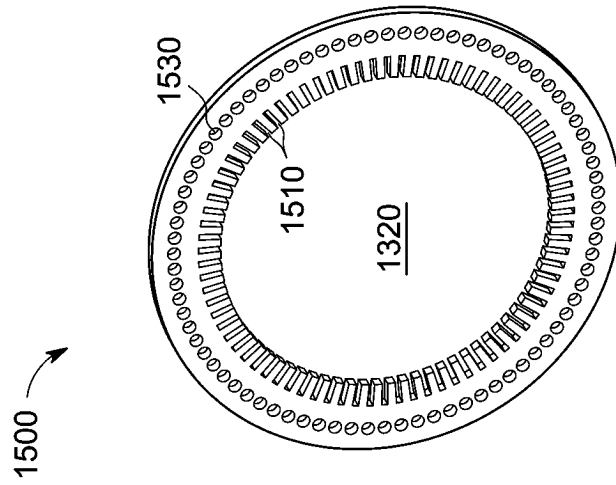


FIG. 15

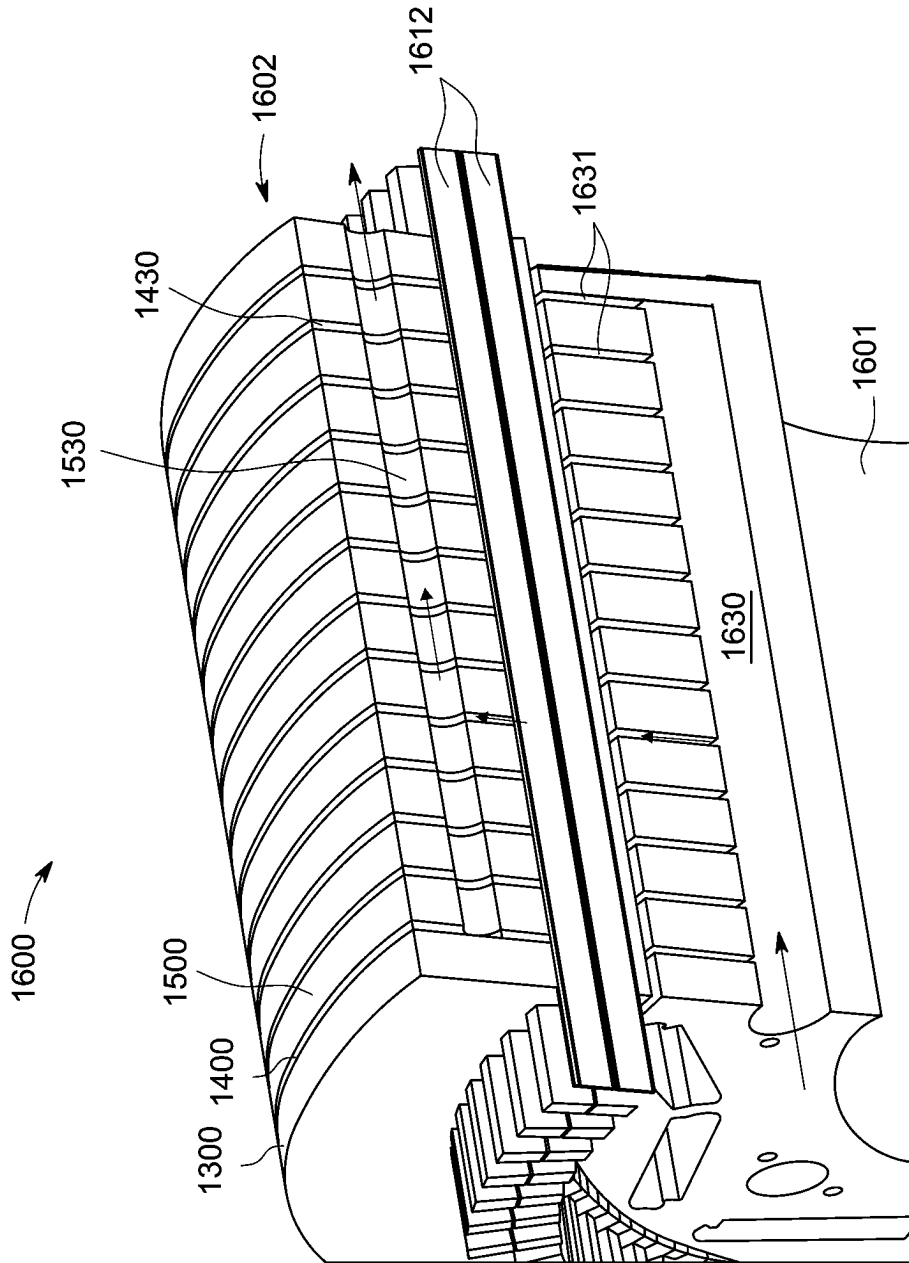


FIG. 16

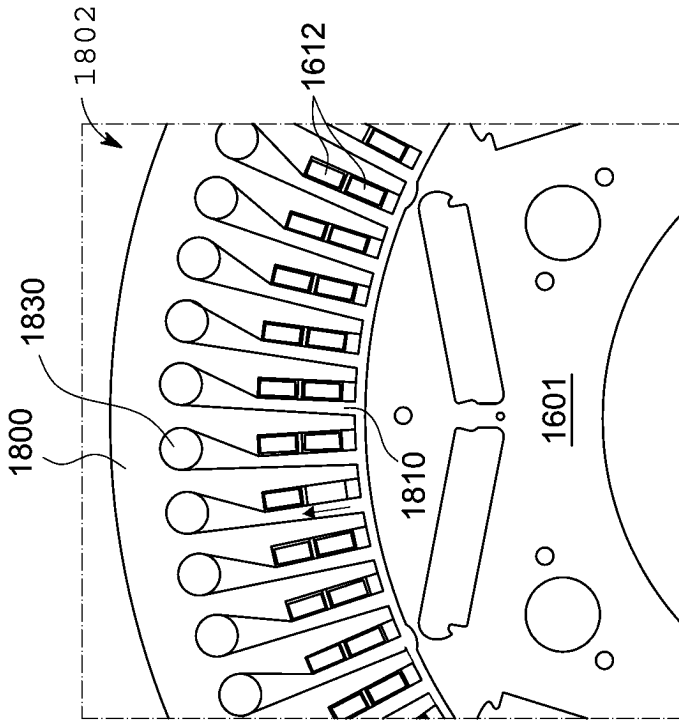


FIG. 17

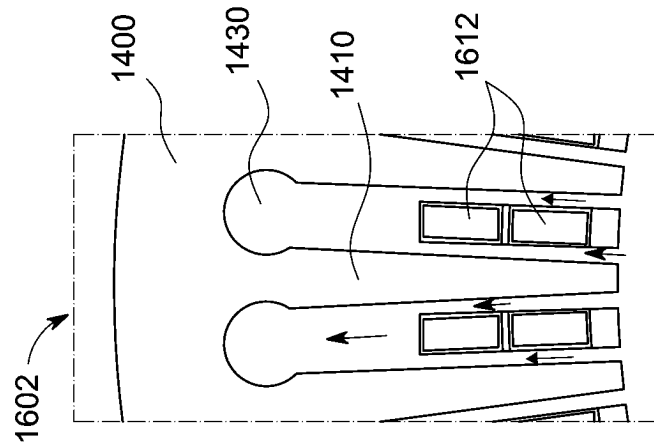


FIG. 18

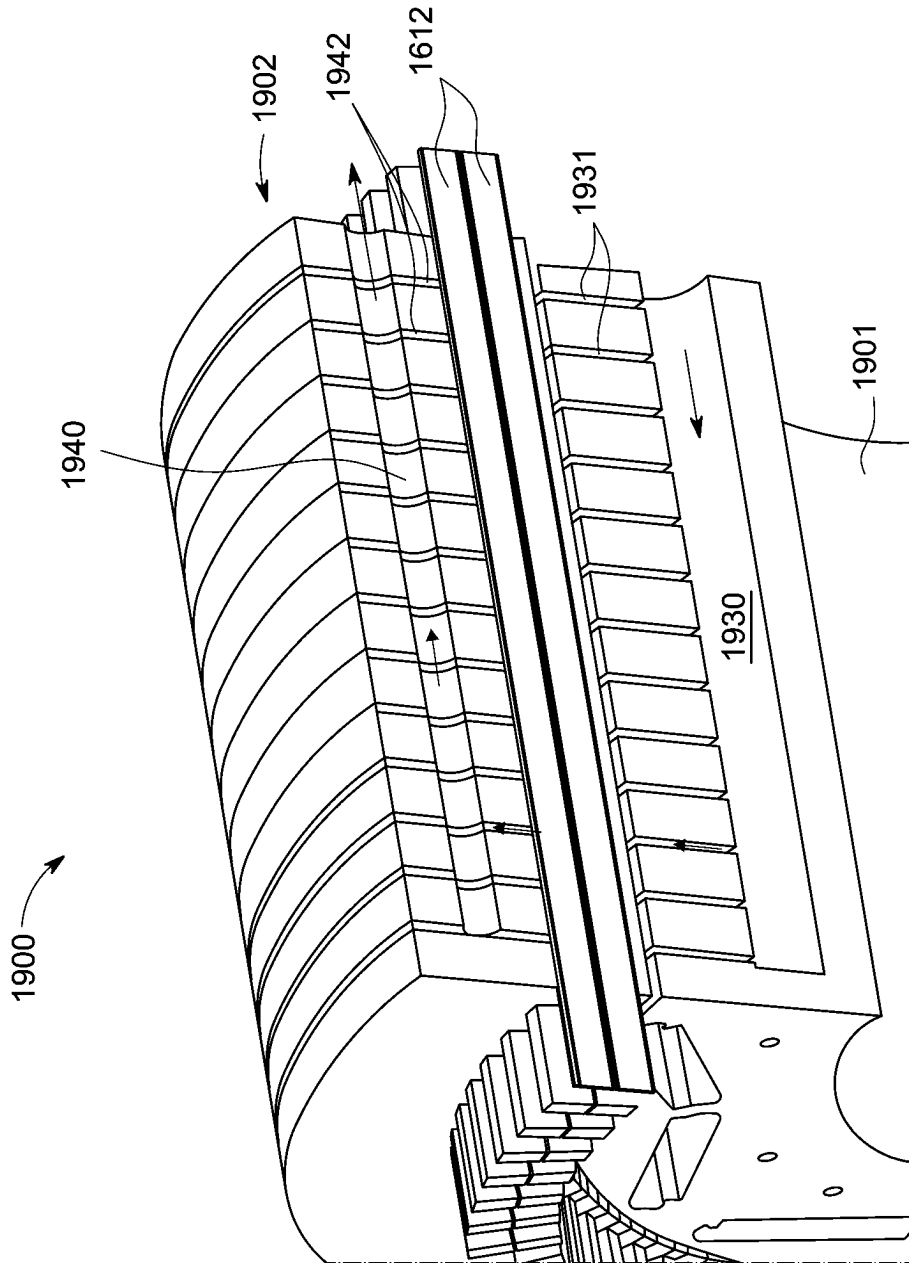


FIG. 19

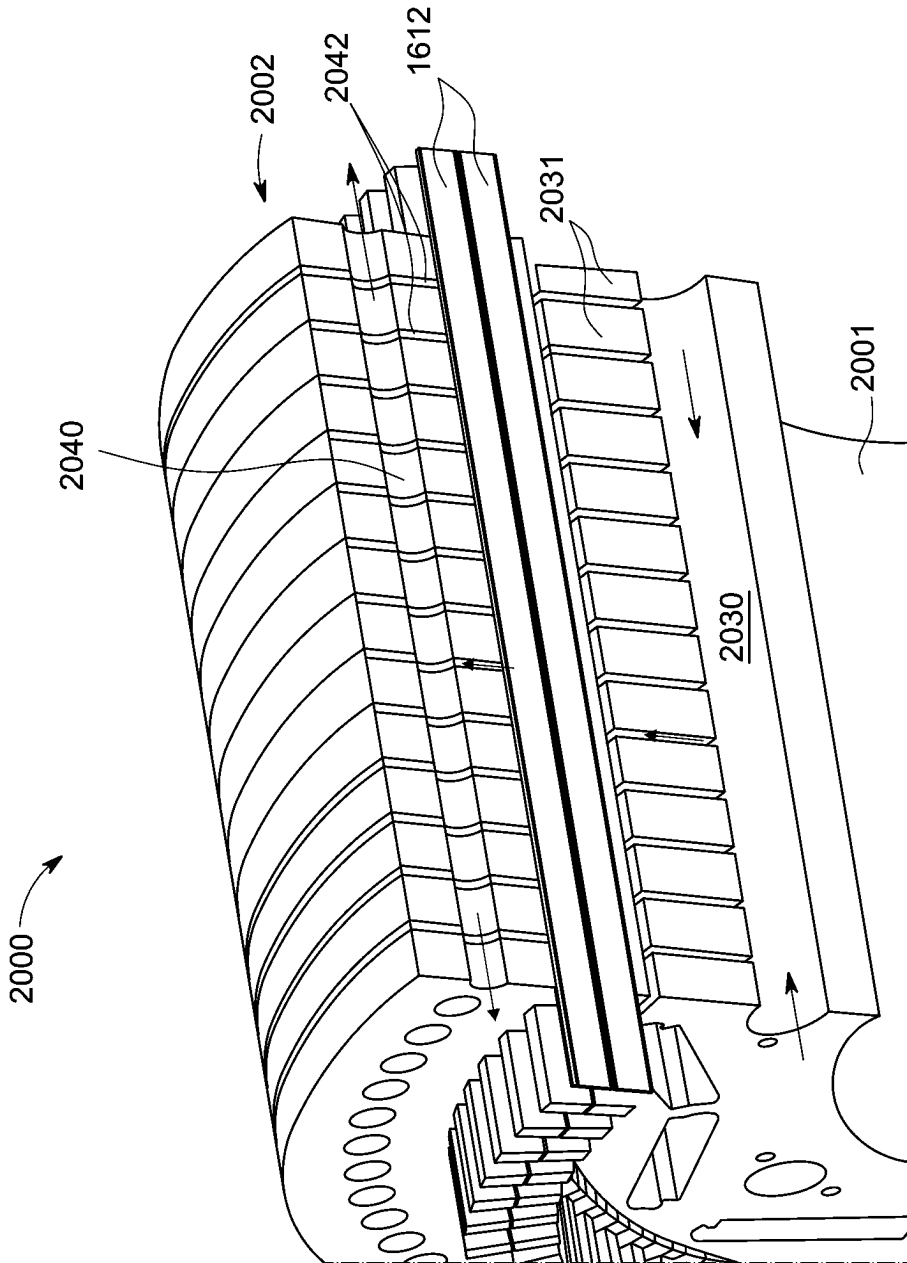


FIG. 20

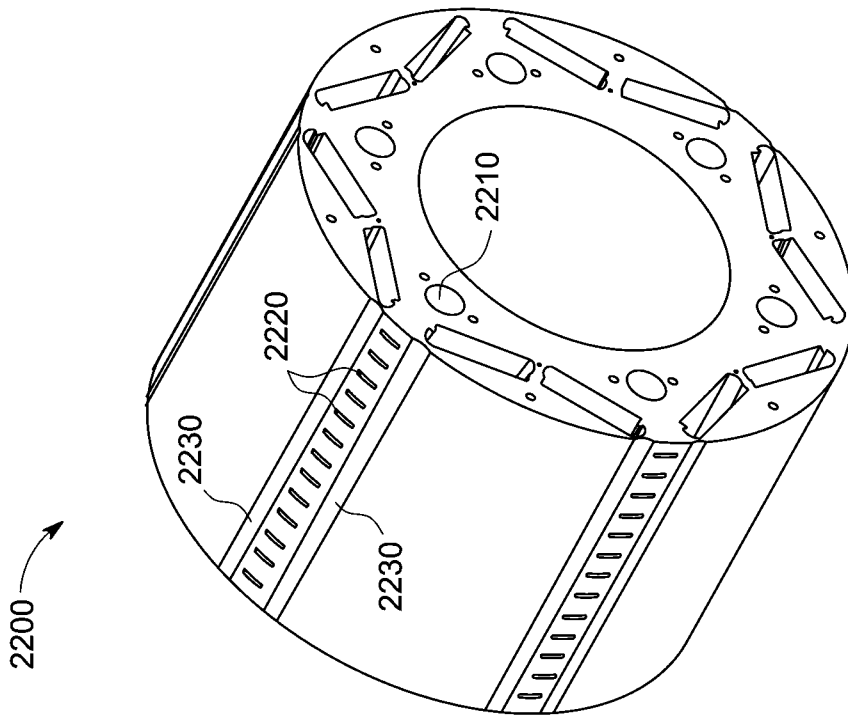


FIG. 22

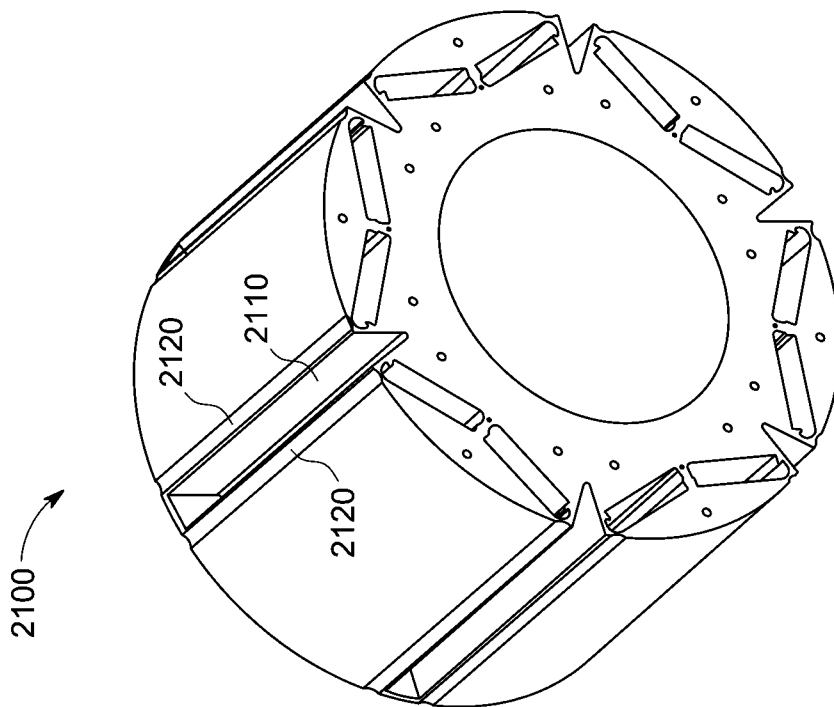


FIG. 21