

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5869826号  
(P5869826)

(45) 発行日 平成28年2月24日 (2016. 2. 24)

(24) 登録日 平成28年1月15日 (2016. 1. 15)

(51) Int. Cl.

F I

H02K 1/32 (2006.01)

H02K 1/32 A

H02K 1/20 (2006.01)

H02K 1/20 C

請求項の数 12 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-220019 (P2011-220019)  
 (22) 出願日 平成23年10月4日 (2011. 10. 4)  
 (65) 公開番号 特開2012-85517 (P2012-85517A)  
 (43) 公開日 平成24年4月26日 (2012. 4. 26)  
 審査請求日 平成26年10月1日 (2014. 10. 1)  
 (31) 優先権主張番号 12/898, 795  
 (32) 優先日 平成22年10月6日 (2010. 10. 6)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
 45、スケネクタデイ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 マーク・ジョン・デブロック  
 カナダ、オンタリオ、ピーターズボロー、  
 パーク・ストリート・ノース、107番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機械用の通気ロータ及びステータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータ (100) とステータ (1602) とを含む電動機械であって、  
 複数のロータ軸方向冷却アパーチャ (240、230) を含む少なくとも1つのロータ  
 端部フランジ (102) と、

複数のロータ軸方向冷却アパーチャを含む少なくとも1つのロータ内側通気積層体 (1  
 04) と、

第1の複数の半径方向に向いたロータ通気スロット (232、242) と連通した複数の  
 ロータ冷却アパーチャを含む少なくとも1つのロータ外側通気積層体 (106) と、

ステータ巻線 (1612) 用の複数のスロット (1310) を含む少なくとも1つのス  
 テータ端部積層体 (1300) と、

第1の複数のステータ冷却アパーチャ (1430) と連通し且つ内部に前記ステータ巻  
 線を包含する第1の複数のスロット (1410) を含む少なくとも1つの第1のステータ  
 積層体 (1400) と、

内部に前記ステータ巻線を包含する第2の複数のスロット (1510) と、前記第1の  
 複数のステータ冷却アパーチャと連通した第2の複数のステータ冷却アパーチャ (153  
 0) とを含む少なくとも1つの第2のステータ積層体 (1500) と、

を備え、

前記少なくとも1つのロータ端部フランジ、前記少なくとも1つのロータ内側通気積層  
 体、及び前記少なくとも1つのロータ外側通気積層体が、全体としてロータ積層体スタッ

10

20

クに構成され、前記複数のロータ軸方向冷却アパーチャが、冷却媒体の流れのためのほぼ軸方向のロータ冷却通路を形成し、前記少なくとも1つのステータ端部積層体、前記少なくとも1つの第1のステータ積層体、及び前記少なくとも1つの第2のステータ積層体が全体としてステータ積層体スタックに構成され、前記複数のスロットがほぼ半径方向冷却通路を形成し、前記第1及び第2の複数のステータ冷却アパーチャが、冷却媒体の流れのためのほぼ軸方向ステータ冷却通路を形成し、

前記冷却媒体が、前記電動機械の第1の端部において前記ロータ内に流れ、前記電動機械の反対側の第2の端部において前記ステータから外に流れる、電動機械。

【請求項2】

10

前記ロータが更に、前記ロータの巻線用の複数のアパーチャを含む少なくとも1つのロータ中央積層体(108)を備え、前記少なくとも1つのロータ中央積層体が前記冷却媒体の軸方向の流れを実質的に阻止する、請求項1に記載の電動機械。

【請求項3】

前記第1の複数の半径方向に向いたロータ通気スロットが、極中心線間及び/又は極中心線に位置付けられる、請求項1または2に記載の電動機械。

【請求項4】

前記複数のロータ軸方向冷却アパーチャが、極中心線間及び/又は極中心線に位置付けられる、請求項1から3のいずれかに記載の電動機械。

【請求項5】

20

ロータシャフト(101)上に装着され且つ前記冷却媒体を前記複数のロータ軸方向冷却アパーチャに強制的に送り込む少なくとも1つのファン(750)を更に備える、請求項1から4のいずれかに記載の電動機械。

【請求項6】

前記電動機械が、単頭通気機械又は両頭通気機械の何れかである、請求項1から5のいずれかに記載の電動機械。

【請求項7】

前記少なくとも1つのロータ外側通気積層体が、第2の複数の半径方向に向いたロータ通気スロットと連通した第2の複数のロータ軸方向通気スロットとを含む、請求項1から6のいずれかに記載の電動機械。

30

【請求項8】

前記冷却媒体が、空気又は水素の何れかである、請求項1から7のいずれかに記載の電動機械。

【請求項9】

前記電動機械が、発電器及びモータの少なくとも1つである、請求項1から8のいずれかに記載の電動機械。

【請求項10】

複数の軸方向溝(2120)を半径方向外側部分付近に位置付けた複数のV形軸方向チャンネル(2110)と、

複数の半径方向スロット(2220)を有し、前記複数の半径方向スロットの半径方向外側部分付近に複数の軸方向溝(2230)が位置付けられる、複数の軸方向チャンネル(2210)と、

40

のうちの少なくとも1つを更に備える、請求項1から9のいずれかに記載の電動機械。

【請求項11】

前記ステータ巻線(1612)が、前記ステータ巻線(1612)の両側の傍を前記冷却媒体が通過できるように前記複数のスロット(1410)間にスペーサを有するように構成される、請求項1から10のいずれかに記載の電動機械。

【請求項12】

前記ステータ巻線が、前記ステータ巻線の少なくとも一方側の傍を前記冷却媒体が通過できるように前記複数のスロット間にスペーサを有するように構成される、請求項1から

50

1 1 のいずれかに記載の電動機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で記載される主題は、全体的に電動機械に関し、より詳細には、通気通路を備えた積層ロータを有する電動機械に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、電動機械を冷却する公知の方法は、スペーサを用いてロータ及び/又はステータを通気することを含む。一般に、コアは積層体を含むことができ、スペーサは、積層パケットを分離するため離散間隔で取り付けることができる。スペーサは、I形ビーム、ブロック、又はパケットとして構成することができ、ここでI形ビーム及びブロックは、単に、積層体を離間して配置し、積層体間の冷却空気の流れを可能にするよう機能する。スペーサパケットは、中央ボアを含むことができ、該中央ボアは、間に配置された各積層体のアパーチャと連通しており、従って、積層体を通して横方向に冷却空気を流すことができる。上記の方法の1つの欠点は、各積層体が該積層体間にスペーサを固定することが必要となり、これによってより複雑になり、製造コストが大幅に増加することである。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献1】米国特許第7,772,738号明細書

【発明の概要】

【0004】

本発明の1つの態様によれば、積層ロータが電動機械に提供される。ロータは、複数の冷却アパーチャを有する少なくとも1つの端部フランジと、複数の冷却アパーチャを有する少なくとも1つのロータ内側通気積層体とを含む。少なくとも1つのロータ外側通気積層体は、第1の複数の半径方向に向いたロータ通気スロットと連通した複数の冷却アパーチャを有する。端部フランジ、ロータ内側通気積層体、及びロータ外側通気積層体が全体としてロータ積層体スタックに構成され、複数のロータ冷却アパーチャが、冷却媒体の流れのためのほぼ軸方向の冷却通路を形成する。

30

【0005】

本発明の別の態様によれば、積層ステータが電動機械に提供される。ステータは、ステータ巻線用の複数のスロットを有する少なくとも1つの端部積層体と、第1の複数のステータ冷却アパーチャと連通した第1の複数のスロットを有する少なくとも1つの第1の積層体とを含む。ステータ巻線は、第1の複数のスロット内に包含される。少なくとも1つの第2の積層体は、第2の複数のスロットと、第1の複数の冷却アパーチャと連通した第2の複数の冷却アパーチャとを有する。ステータ巻線はまた、第2の複数のスロット内に包含される。端部積層体、第1の積層体及び第2の積層体が全体としてステータ積層体スタックに構成される。複数のスロットがほぼ半径方向冷却通路を形成し、第1及び第2の複数の冷却アパーチャが、冷却媒体の流れのためのほぼ軸方向の冷却通路を形成する。

40

【0006】

本発明の更に別の態様によれば、ロータ及びステータを有する電動機械が提供される。電動機械は、複数のロータ冷却アパーチャを有する少なくとも1つのロータ端部フランジと、複数のロータ冷却アパーチャを有する少なくとも1つのロータ内側通気積層体と、第1の複数の半径方向に向いたロータ通気スロットと連通した複数のロータ冷却アパーチャを有する少なくとも1つのロータ外側通気積層体とを含む。ステータは、ステータ巻線用の複数のスロットを有する少なくとも1つのステータ端部積層体と、第1の複数のステータ冷却アパーチャと連通した第1の複数のスロットを有する少なくとも1つの第1のステータ積層体とを含み、ステータ巻線は、第1の複数のスロット内に包含される。少なくと

50

も１つの第２のステータ積層体は、第２の複数のスロットと、第１の複数のステータ冷却アパーチャと連通した第２の複数のステータ冷却アパーチャとを含み、ステータ巻線は、第２の複数のスロット内に包含される。ロータ端部フランジ、ロータ内側通気積層体、及びロータ外側通気積層体は、全体としてロータ積層体スタックに構成され、複数のロータ冷却アパーチャが、冷却媒体の流れのためのほぼ軸方向のロータ冷却通路を形成する。ステータ端部積層体、第１のステータ積層体、及び第２のステータ積層体が全体としてステータ積層体スタックに構成され、複数のスロットがほぼ半径方向エリ客通路を形成し、第１及び第２の複数のステータ冷却アパーチャが、冷却媒体の流れのためのほぼ軸方向ステータ冷却通路を形成する。

【図面の簡単な説明】

10

【０００７】

【図１】本発明の１つの態様による、ロータの斜視図。

【図２】本発明の１つの態様による、ロータ中央積層体の断面図。

【図３】本発明の１つの態様による、ロータ内側通気積層体の断面図。

【図４】本発明の１つの態様による、ロータ外側通気積層体の断面図。

【図５】本発明の１つの態様による、ロータ内側通気積層体の断面図。

【図６】本発明の１つの態様による、ロータ外側通気積層体の断面図。

【図７】本発明の１つの態様による、ロータの斜視図。

【図８】本発明の１つの態様による、第１の積層体の断面図。

【図９】本発明の１つの態様による、第２の積層体の断面図。

20

【図１０】本発明の１つの態様による、第３の積層体の断面図。

【図１１】本発明の１つの態様による、第４の積層体の断面図。

【図１２】本発明の１つの態様による、ロータの部分断面図。

【図１３】本発明の１つの態様による、ステータ端部積層体の斜視図。

【図１４】本発明の１つの態様による、第１のステータ積層体の斜視図。

【図１５】本発明の１つの態様による、第２のステータ積層体の斜視図。

【図１６】本発明の１つの態様による、ステータ及びロータの部分切り欠き斜視図。

【図１７】本発明の１つの態様による、ステータの部分断面図。

【図１８】本発明の１つの態様による、ステータの部分断面図。

【図１９】本発明の１つの態様による、ステータ及びロータの部分切り欠き斜視図。

30

【図２０】本発明の１つの態様による、ステータ及びロータの部分切り欠き斜視図。

【図２１】本発明の１つの態様による、ロータコアの斜視図。

【図２２】本発明の１つの態様による、ロータコアの斜視図。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

本発明の１つの態様は、電動機械の冷却装置に関し、該電動機械は、積層体を通る冷却流体の層流及び／又は乱流の両方をもたらすような寸法及び構成にされた、無間隔配置の（間隔なしで配置された）積層体（ラミネーション）の積層コアを含む。このようにすると、積層体間のスペーサの固定を排除することで製造コストが大幅に低減される。電動機械は、発電器、モータ、或いは、機械エネルギーを電気エネルギーに又は電気エネルギーを機械エネルギーに変換するあらゆる装置を含むことができる。

40

【０００９】

図１を参照すると、本発明の１つの態様による積層ロータが全体的に符号１００で示されている。この実施形態において、積層ロータ１００は、１つ又はそれ以上の端部フランジ１０２と、複数のロータ内側通気積層体１０４と、複数のロータ外側通気積層体１０６と、ロータ中央積層体１０８とを含む。図示のように、端部フランジ１０２、ロータ内側通気積層体１０４、ロータ外側通気積層体１０６、及びロータ中央積層体１０８の各々は、その間に冷却流体の流れを形成するどのようなスペーサも無い状態で互いに隣接して配置される。勿論、積層体のグループは、軸方向及び半径方向冷却通路により定められる領域以外は、冷却流体の流れに対して全体的に有孔性でないように全体として接着及び／又

50

は密閉することができる。従って、本明細書で用いる場合のスペーサ及び無間隔配置関係という用語は、積層コア 100 の接着又は密閉状態を意味するものではない。また、端部フランジ 102、ロータ内側通気積層体 104、ロータ外側通気積層体 106、及びロータ中央積層体 108 の各々は、ほぼ円盤状の外側構成を各々備えることができ、従って、その各々は、外径に対して比較的小さい幅を有することを理解されたい。更に、端部フランジ 102、ロータ内側通気積層体 104、ロータ外側通気積層体 106、及びロータ中央積層体 108 の 1 つ又はそれ以上は、強磁性材料を含むことができ、この強磁性材料は、レーザビーム又は高圧水のような様々な切断手段を用いて型抜き加工及び / 又は切断加工することができる。

#### 【0010】

ここで図 2 から 4 を参照すると、各ロータ内側通気積層体 104、ロータ外側通気積層体 106、及びロータ中央積層体 108 は、銅又はアルミニウム（図示せず）などの導電性材料もしくは永久磁石を一般に含む複数のアパーチャを備える。図示のように、各端部フランジ 102、ロータ内側通気積層体 104、ロータ外側通気積層体 106、及びロータ中央積層体 108 は、発電器又はモータシャフト（図示せず）に装着するための中央アパーチャ 220 を備えることができる。図示していないが、積層体は、ロータシャフト 101 上でキーを係合するキー溝を含むよう構成することができる。第 1 の複数の軸方向冷却アパーチャ 230 は、冷却目的で設けられ、中央アパーチャ 220 から円周方向及び半径方向に間隔を置いて配置される。第 2 の複数の軸方向冷却アパーチャ 240 は、冷却目的で設けられ、中央アパーチャ 220 から円周方向及び半径方向に間隔を置いて配置される。端部フランジ 102 はまた、冷却アパーチャ 230 及び 240 を含むことができる。ファン（図示せず）は、回転軸線（すなわち、軸方向軸線）に対してほぼ平行な方向でアパーチャ 230 及び 240 を通過する冷却流体の層流及び / 又は乱流を生成するのに利用することができる。しかしながら、ロータは、電動機械を冷却するのに好適な圧力及び流れ特性を提供するよう構成することができる。これにより外部ファン又はシャフト装着ファンの必要性が低減又は排除される。

#### 【0011】

一部の用途において、中央積層体 108 は通気孔又はスロットが無く、両頭通気機械が図 1 に示される。しかしながら、単頭通気機械においては、中央積層体 108 は、端部積層体 102 の位置の一方に移動させることができる点は理解される。この場合には、端部積層体の一方は、取り除いて中央積層体と置き換えられることになる。全ての用途において、端部積層体は、アパーチャ 210 を含むことができる。中央積層体 108 は、特定の用途における要求に応じて半径方向及び / 又は軸方向通気スロットを含むことができる。

#### 【0012】

図 4 において、ロータ外側通気積層体 106 はまた、冷却アパーチャに接続された半径方向通気スロットを含む。冷却アパーチャ 230 は、半径方向通気スロット 242 に接続されてこれと連通する。通気スロット 232 及び 242 は、冷却アパーチャ 230、240 それぞれから半径方向外向きに延びる。図示のように、通気スロット 242 はほぼ極中心線を通して延びることができ、通気スロット 232 はほぼ極中心線間を延びる。全ての積層体が共にスタックされると、冷却アパーチャ 230 及び 240 はほぼ軸方向冷却通路を形成し、通気スロットはほぼ半径方向冷却スロット又は通路を形成する。

#### 【0013】

軸方向から半径方向平面上に見たときに、冷却アパーチャは円形断面を有して図示され、通気アパーチャはほぼ矩形断面を有して図示されているが、冷却アパーチャ及び通気スロットには、好適な構造的支持及び流体流れを提供するあらゆる好適な幾何学的構成を利用することができる点は理解されるであろう。加えて、本発明の実施においてあらゆる好適な数の冷却アパーチャ及び通気スロットを利用してもよい点は理解されるであろう。

#### 【0014】

図 5 は、代替のロータ内側通気積層体 504 の端面図を示している。積層体 504 は、軸方向アパーチャ 530、屈曲アパーチャ 510、及び中央アパーチャ 520 を含む。屈

10

20

30

40

50

曲アパーチャ５１０は、一般に、永久磁石、或いは銅又はアルミニウム（図示せず）などの導電性材料を包含する。中央アパーチャ５２０は、発電器又はモータシャフト（図示せず）に取り付けるために使用される。冷却アパーチャ５３０は、冷却目的で設けられ、中央アパーチャ５２０から円周方向及び半径方向に間隔を置いて配置される。

【００１５】

図６は、代替のロータ外側通気積層体６０６の端面図を示す。積層体６０６は、軸方向冷却アパーチャ５３０、半径方向通気スロット５３２、屈曲アパーチャ５１０、及び中央アパーチャ５２０を含む。冷却アパーチャ５３０は、冷却目的で設けられ、中央アパーチャ５２０から円周方向及び半径方向に間隔を置いて配置される。冷却アパーチャ５３０は、半径方向通気スロット５３２に接続されてこれと連通する。通気スロット５３２は、冷却アパーチャ５３０から半径方向外向きに延びており、ほぼ極中心線間に延びる。全ての積層体が共にスタックされると、冷却アパーチャ５３０はほぼ軸方向の冷却通路を形成し、通気スロット５３２は、ほぼ半径方向冷却スロット又は通路を形成する。

10

【００１６】

積層体５０４及び６０６は、通気孔又はスロットの無い中央積層体１０８及び端部積層体１０２と共に用いることができ、両頭通気機械において、中央積層体１０８は、積層体スタックのほぼ中間に位置付けられることになる。しかしながら、中央積層体１０８は、単頭通気機械においては端部積層体１０２の位置の一方に移動させることができる点は理解されたい。この場合には、端部積層体の一方は、取り除いて中央積層体と置き換えられることになる。全ての用途において、端部積層体は、アパーチャ２１０、５１０を含むことができる。

20

【００１７】

図７は、本発明の１つの態様による積層ロータ７００の斜視図を示す。積層ロータ７００は、１つ又はそれ以上の端部フランジ７０２、複数のロータ内側通気積層体７０４、複数のロータ外側通気積層体７０６、及びロータ中央積層体７０８を含む。端部フランジ７０２、複数のロータ内側通気積層体７０４、複数のロータ外側通気積層体７０６、及びロータ中央積層体７０８の構成は、端部フランジ１０２、ロータ内側通気積層体１０４、ロータ外側通気積層体１０６、及びロータ中央積層体１０８それぞれと同様とすることができる。しかしながら、ロータ中央積層体７０８は、一部の用途において望ましいとすることができる、半径方向スロット２３２、２４２及び／又は軸方向通気通路２３０、２４０を含むことができる。

30

【００１８】

図示のように、端部フランジ１０２、ロータ内側通気積層体１０４、ロータ外側通気積層体１０６、及びロータ中央積層体１０８の各々は、従来技術において設けられているように、その間に冷却流体の流れを形成するどのようなスペーサも無い状態で互いに隣接して配置される。１つ又はそれ以上の軸方向ファン７５０は、ロータシャフト１０１上に配置され、冷却媒体をロータ積層体に配向する。両頭通気機械（図示のような）において、中央積層体７０８は、積層体スタックのほぼ中間に配置される。また、ファン７５０は、積層体スタックの両端に配置されることになる。しかしながら、中央積層体７０８は、単頭通気機械においては端部積層体７０２の位置の一方に移動させることができる点は理解されたい。この場合には、端部積層体の一方は、取り除いて中央積層体と置き換えられることになる。

40

【００１９】

図８から１１は、本発明の１つの態様による、電動機械において使用できる一連の積層体を示している。図８は、永久磁石、又は銅もしくはアルミニウム（図示せず）などの導電性材料を一般に包含する複数のアパーチャ８１０を有する第１の積層体（又はロータ内側通気積層体）８００を示している。１つの態様において、導電性材料は、ロータ巻線又は界磁として使用される。中央アパーチャ８２０は、発電器又はロータシャフト（図示せず）に装着するために使用される。積層体は、ロータシャフト上でキーを係合するキー溝８２１を含むように構成することができる。第１の複数の軸方向冷却アパーチャ８３０は

50

、冷却目的で設けられ、中央アパーチャ 8 2 0 から円周方向及び半径方向に間隔を置いて配置される。

【 0 0 2 0 】

図 9 は、冷却アパーチャ 8 3 0 と連通した半径方向通気スロット 9 3 2 を含む第 2 の積層体（又はロータ外側通気積層体）9 0 0 を示している。図 1 0 は、半径方向通気スロット 1 0 3 4 を有する第 3 の積層体 1 0 0 0 を示す。図 1 1 は、半径方向通気スロット 1 1 3 4 を有する第 4 の積層体 1 1 0 0 を示し、両頭通気機械の積層体スタックの中間において、或いは、単頭機械の一方端において用いることができる。軸方向冷却アパーチャ 8 3 0 は、軸方向冷却通路を形成し、通気スロット 9 3 2、1 0 3 4、及び 1 1 3 4 は、ほぼ半径方向冷却通路を形成する。

10

【 0 0 2 1 】

図 1 2 は、図 8 から 1 1 の積層体を利用する電動機械のロータ又は界磁 1 2 0 0 の一部を示している。積層体 8 0 0、9 0 0、1 0 0 0、及び 1 1 0 0 は、冷却媒体（例えば、空気又は水素、その他）がアパーチャ 8 3 0 を通って軸方向に流れ（全体的に矢印で示される）、次いで、半径方向上方に通気スロット 9 3 2 及び 1 0 3 4 を通って流れるように配列することができる。スロット 9 3 2 及び 1 0 3 4 の接合部において流れが転回し、スロット 1 0 3 4 の頂部から流出するまで半径方向及び軸方向の両方で乱流が生成され、又は流れることができる。第 4 の積層体は、半径方向通気口又はスロットとして機能するスロット 1 1 3 4 を除き、空気流の更なる軸方向移動を実質的に阻止する機能を果たす。両頭機械において、端部フランジ 1 0 2、7 0 2 は、積層体スタックの端部に配置することができる。図 1 2 は、両頭機械用のロータの約半分を示しており、明瞭にするために端部フランジ及び巻線は省略され、通常は第 4 の積層体が積層体スタックの中央又は中間付近に配置されている。単頭機械において、1 つのフランジを一方端に配置することができ、第 4 の積層体は対向する端部に配置することができる。一部の用途において、積層体 8 0 0 は排除され、追加の積層体 9 0 0 及び 1 0 0 0 と置き換えることができる。

20

【 0 0 2 2 】

電動機械用のステータはまた、複数の積層体から構成することができる。図 1 3 は、ステータコア用の端部積層体の斜視図を示している。端部積層体 1 3 0 0 は、銅又はアルミニウム（図示せず）などの導電性材料を包含するよう構成された複数のスロット 1 3 1 0 を含む。中央アパーチャ 1 3 2 0 は、ロータ（図示せず）を覆って装着するのに使用される。図 1 4 は、スロット 1 4 1 0 及び冷却アパーチャ 1 4 3 0 を含む第 1 の積層体 1 4 0 0 の斜視図を示す。図 1 5 は、スロット 1 5 1 0 及び冷却アパーチャ 1 5 3 0 を含む第 2 の積層体 1 5 0 0 の斜視図を示す。

30

【 0 0 2 3 】

図 1 6 は、ロータ 1 6 0 1 及びステータ 1 6 0 2 を有する電動機械の部分切り欠き斜視図を示す。ステータ 1 6 0 2 は、1 つ又はそれ以上の端部積層体 1 3 0 0、1 つ又はそれ以上の第 1 の積層体 1 4 0 0、及び 1 つ又はそれ以上の第 2 の積層体 1 5 0 0 のスタックから構成される。ロータ 1 6 0 1 は、複数の半径方向冷却通路 1 6 3 1 と連通した複数の軸方向冷却通路 1 6 3 0 を含む。ロータ 1 6 0 1 は、図 1 から 1 2 に関連して説明したように、複数の積層体のスタックから形成することができる。

40

【 0 0 2 4 】

ステータ積層体におけるスロット 1 3 1 0、1 4 1 0、及び 1 5 1 0 は、ステータ巻線 1 6 1 2 を受け入れるように構成される。ステータ巻線 1 6 1 2 及びスロット 1 3 1 0、1 4 1 0、1 5 1 0 は、ロータ 1 6 0 1 から半径方向外向きに流れる冷却媒体（例えば、空気又は水素）がスロット 1 3 1 0、1 4 1 0、1 5 1 0 に流入し、少なくとも一部の巻線 1 6 1 2 にわたって流れることができるように、間にスペースを備えて構成される。冷却媒体が巻線 1 6 1 2 の傍を通過した後、スロット 1 4 1 0 の外側半径方向部分に入り、次いで、冷却アパーチャ 1 4 3 0 及び 1 5 3 0 により形成される軸方向冷却通路に沿って軸方向に移動する。

【 0 0 2 5 】

50

図１７は、図１６のステータ１６０２の部分断面図を示す。通気スロット１４１０及び冷却アパーチャ１４３０を有する積層体１４００の一部が図示されている。巻線１６１２は、スロット１４１０内に配置されるが、スペースは、冷却媒体が巻線１６１２にわたって通過できるように何れの側部上にも維持される。冷却媒体は、半径方向外向き（又は図１７では垂直方向上向き）に流れ、次いで、アパーチャ１４３０及び１５３０によって形成されたチャンネルに沿ってページの内外に流れる。

【００２６】

図１８は、本発明の別の態様による、ステータ１８０２の部分断面図を示す。積層体におけるスロットは、巻線１６１２の片側だけに曝されるように構成することができる。この実施例では、第１の積層体１８００は、冷却アパーチャ１８３０及び通気スロット１８１０を含む。通気スロット１８１０は、巻線１６１２の片側に沿って半径方向外向きに延びて、冷却アパーチャ１８３０までテーパ付きにされる。他の積層体におけるスロットは、同様の構成を有することができる。この構成は、ステータ巻線又はコイルの片側を冷却し、スロットの後部における膨張（圧力低下が小さくなることに起因して）を低減することができる。

【００２７】

図１９は、ロータ１９０１及びステータ１９０２を有する電動機械１９００の部分斜視図を示す。この単頭通気機械の実施例では、冷却媒体は、ファン（図示せず）などの好適な装置によってロータ軸方向通路１９３０を通して適用できる。冷却媒体は、通路１９３０に沿って軸方向に且つ半径方向通路１９３１を通して半径方向外向きに通過する。冷却媒体がロータ１９０１から流出すると、ステータ１９０２内の半径方向通路１９４２に流入する。次に、冷却媒体は、軸方向通路１９４０に流入し、ステータから流出するまで軸方向に移動する。通路は、ロータ及びステータを含む積層体のスタック内で種々のアパーチャ及びスロットにより形成される。

【００２８】

図２０は、ロータ２００１及びステータ２００２を有する両頭通気電動機械２０００の部分斜視図を示す。この両頭通気機械において、冷却媒体は、ファン（図示せず）などの好適な装置によってロータ軸方向通路２０３０の両端を通して適用することができる。冷却媒体は、通路２０３０に沿って軸方向内向きに且つロータ半径方向通路２０３１を通して半径方向外向きに通過する。冷却媒体がロータ２００１から流出すると、ステータ２００２内の半径方向通路２０４２に流入する。次に、冷却媒体は、軸方向通路２０４０に流入し、ステータから流出するまで機械の両端に向けて軸方向に移動する。この用途では、積層体スタックの中央では、冷却アパーチャ又は通気スロットの無い積層体（図示せず）を用いることができる。

【００２９】

本発明の別の態様において、ロータは、冷却媒体の流れ及び熱伝達を向上させるために種々の構成を含むことができる。図２１は、冷却媒体がロータの長さを下方に流れる極間スペースを有するロータ２１００の斜視図を示す。複数のＶ形軸方向チャンネル２１１０がロータ２１００内に形成することができる。各Ｖ形チャンネルは、チャンネル２１１０の半径方向外向き部分付近に形成された１つ又はそれ以上の軸方向溝２１２０を含むことができる。

【００３０】

図２２は、冷却媒体がロータの長さを下方に流れる極間スペースを有するロータ２２００の斜視図を示す。複数の軸方向チャンネル２２１０がロータ２２００内に形成することができる。各チャンネル２２１０は、チャンネルから半径方向外向きに延びる複数の半径方向スロット２２２０と、軸方向溝２２２０の出口付近に形成された１つ又はそれ以上の軸方向溝２２３０とを含むことができる。

【００３１】

実施の種々の実施例が与えられたが、一部の実施例は、極間の中心線上及び極の中心線上に位置付けられる冷却通路を示している。しかしながら、通気通路は、特定の用途にお

10

20

30

40

50

ける要求に応じて、これらの中心線から離れて位置付けることができる点は理解されたい。加えて、通気通路は、一般に軸方向又は半径方向に整列されて図示されるが、これらの通路は、軸方向又は半径方向軸線に対して傾斜又は湾曲してもよい。通気通路はまた、円周方向にも延びることができる。軸方向通気通路の形状は、断面がほぼ円形であるように図示されており、半径方向通気通路は、断面がほぼ矩形で図示されている。しかしながら、これらの通路の両方は、様々な断面形状（例えば、多角形、矩形、楕円、その他）を有することができ、また、熱伝達を更に向上させるために乱流発生部を含むことができる。種々の積層体はまた、群として組み付けられ、組み合わせられてロータ及びステータ用の積層体の「スタック」を形成することができる。単なる１つの例証として、Ａ、Ｂ、及びＣタイプの積層体を有するロータ又はステータ積層体は、２０個の「Ａ」タイプの積層体と、その後続く３０個の「Ｂ」タイプの積層体と、その後２５個の「Ｃ」タイプの積層体から構成することができ、このパターンは、積層体スタックが完成するまで継続することができる。しかしながら、これは一例に過ぎず、あらゆる数の好適な積層体をグループにし、他の積層体と隣接してスタックすることができる。

10

#### 【００３２】

本明細書は、最良の形態を含む実施例を用いて本発明を開示し、更に、あらゆる当業者があらゆるデバイス又はシステムを実施及び利用すること並びにあらゆる包含の方法を実施することを含む本発明を実施することを可能にする。本発明の特許保護される範囲は、請求項によって定義され、当業者であれば想起される他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、請求項の文言と差違のない構造要素を有する場合、或いは、請求項の文言と僅かな差違を有する均等な構造要素を含む場合には、本発明の範囲内にあるものとする。

20

#### 【符号の説明】

#### 【００３３】

- １００ ロータ
- １０１ ロータシャフト
- １０２ 端部フランジ
- １０４ ロータ内側通気積層体
- １０６ ロータ外側通気積層体
- １０８ ロータ中央積層体
- ２１０ アパーチャ
- ２２０ 中央アパーチャ
- ２３０ 第１の複数の冷却アパーチャ
- ２３２ 通気スロット
- ２４０ 第２の複数の冷却アパーチャ
- ２４２ 通気スロット
- ５０４ ロータ内側通気積層体
- ５１０ 巻線アパーチャ
- ５２０ 中央アパーチャ
- ５３０ 軸方向冷却アパーチャ
- ５３２ 通気スロット
- ６０６ ロータ外側通気積層体
- ７００ 積層ロータ
- ７０２ 端部フランジ
- ７０４ ロータ内側通気積層体
- ７０６ ロータ外側通気積層体
- ７０８ ロータ中央積層体
- ７５０ 軸方向ファン
- ８００ 第１の積層体
- ８１０ アパーチャ

30

40

50

8 2 0	中央アパーチャ	
8 3 0	軸方向冷却アパーチャ	
9 0 0	第 2 の積層体	
9 3 2	通気スロット	
1 0 0 0	第 3 の積層体	
1 0 3 4	通気スロット	
1 1 0 0	第 4 の積層体	
1 2 0 0	ロータ	
1 3 0 0	端部積層体	
1 3 1 0	スロット	10
1 3 2 0	中央アパーチャ	
1 4 0 0	第 1 の積層体	
1 4 1 0	スロット	
1 4 3 0	冷却アパーチャ	
1 5 0 0	第 2 の積層体	
1 5 1 0	スロット	
1 5 3 0	冷却アパーチャ	
1 6 0 0	電動機械	
1 6 0 1	ロータ	
1 6 0 2	ステータ	20
1 6 1 2	ステータ巻線 s	
1 6 3 0	軸方向冷却通路	
1 6 3 1	半径方向冷却通路	
1 8 0 0	第 1 の積層体	
1 8 0 2	ステータ	
1 8 1 0	通気スロット	
1 8 3 0	冷却アパーチャ	
1 9 0 0	電動機械	
1 9 0 1	ロータ	
1 9 0 2	ステータ	30
1 9 3 0	ロータ軸方向通路	
1 9 3 1	半径方向通路	
1 9 4 0	ステータ軸方向通路	
1 9 4 2	半径方向通路	
2 0 0 0	電動機械	
2 0 0 1	ロータ	
2 0 0 2	ステータ	
2 0 3 0	ロータ軸方向通路	
2 0 3 1	ロータ半径方向通路	
2 0 4 0	ステータ軸方向通路	40
2 0 4 2	ステータ半径方向通路	
2 1 0 0	ロータ	
2 1 1 0	軸方向チャンネル	
2 1 2 0	軸方向溝	
2 2 0 0	ロータ	
2 2 1 0	軸方向チャンネル	
2 2 2 0	半径方向スロット	
2 2 3 0	軸方向溝	

【図 1】

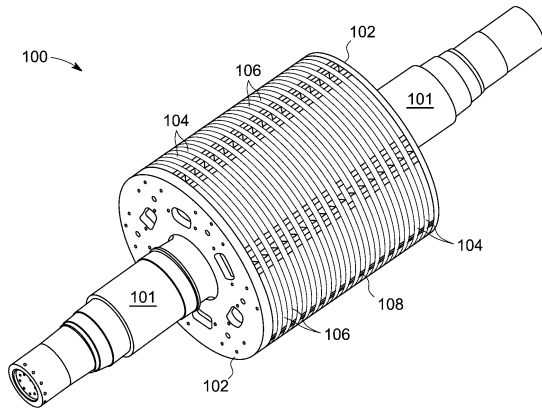


FIG. 1

【図 2】

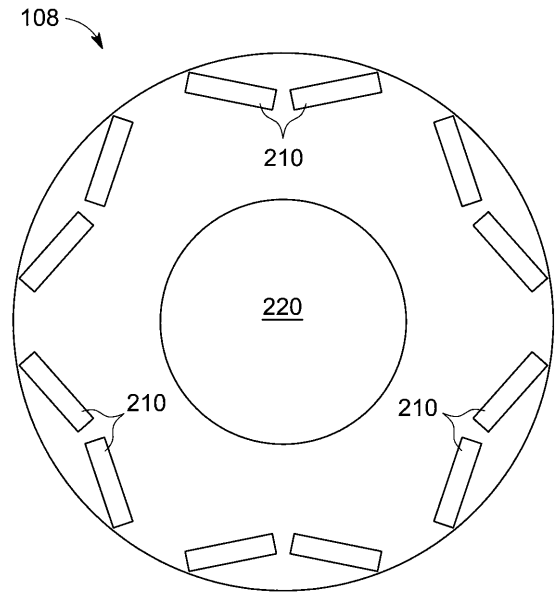


FIG. 2

【図 3】

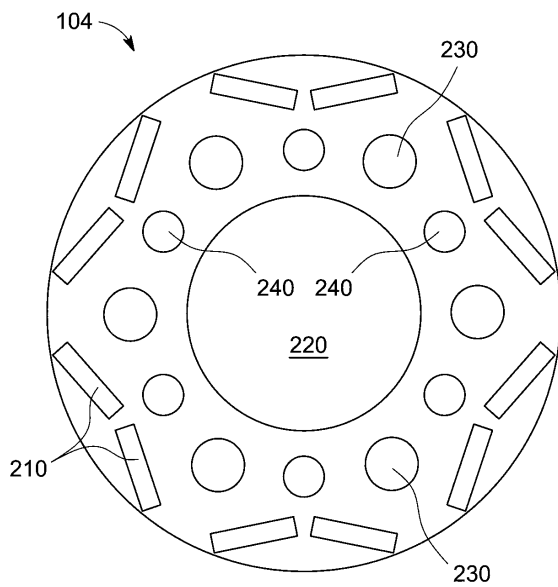


FIG. 3

【図 4】

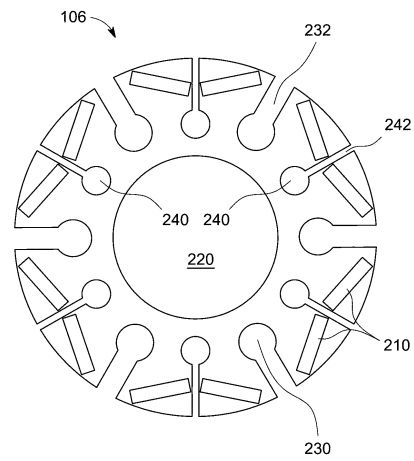


FIG. 4

【図 5】

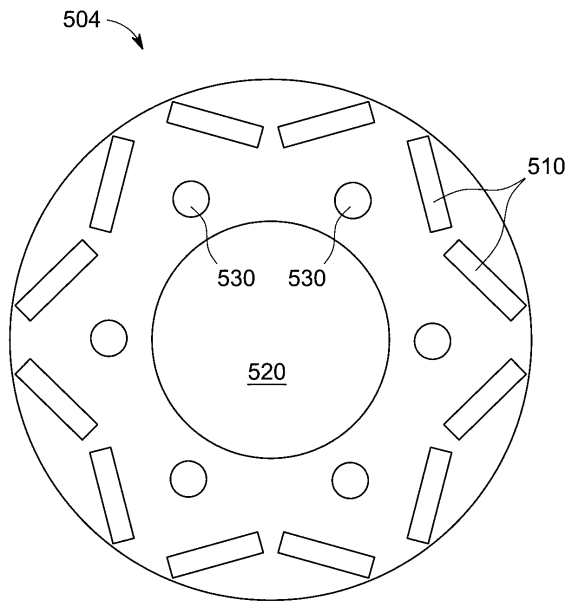


FIG. 5

【図 6】

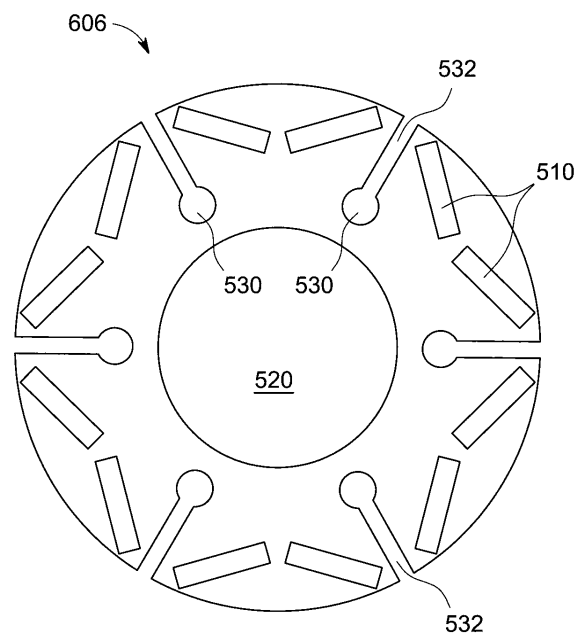


FIG. 6

【図 7】

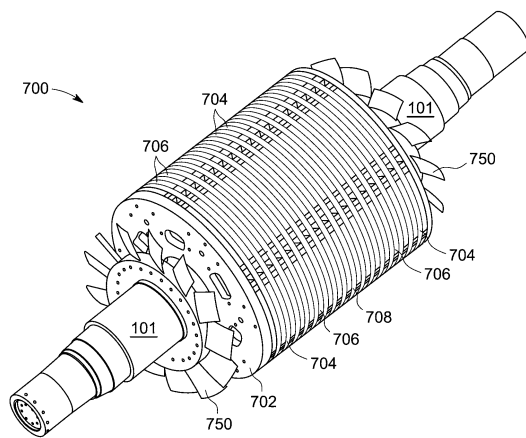


FIG. 7

【図 8】

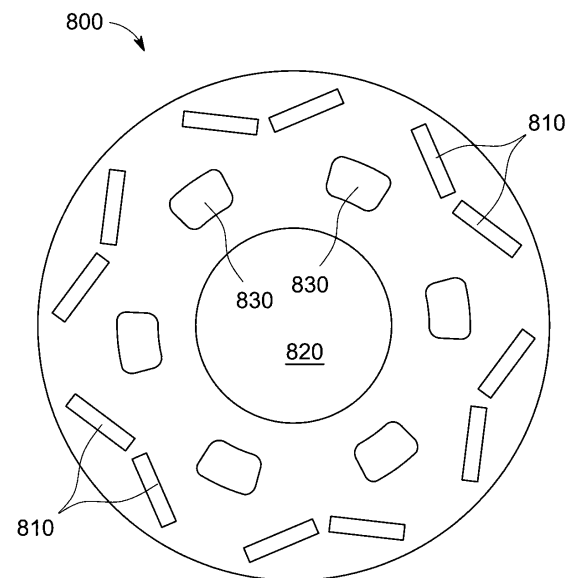


FIG. 8

【図 9】

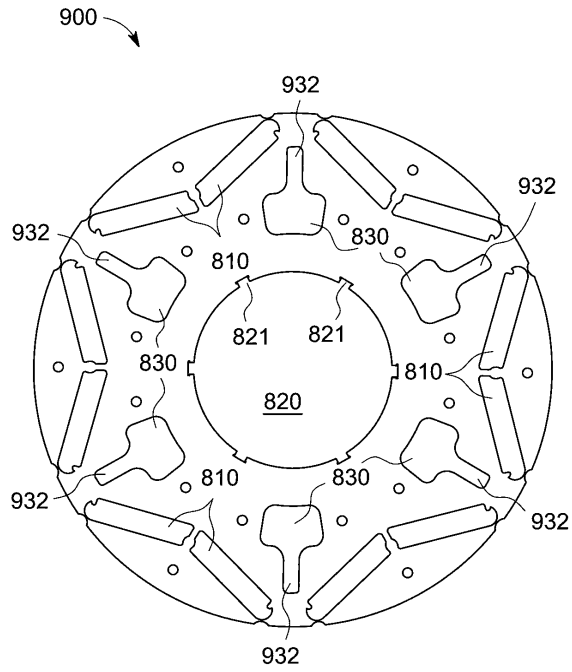


FIG. 9

【図 10】

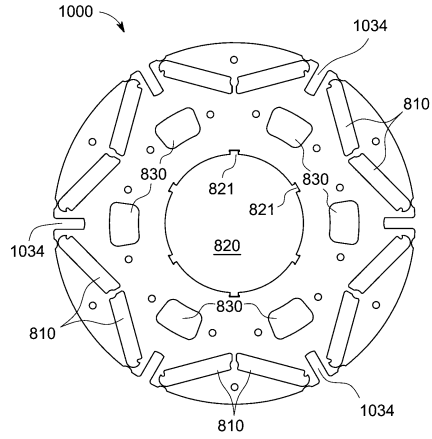


FIG. 10

【図 11】

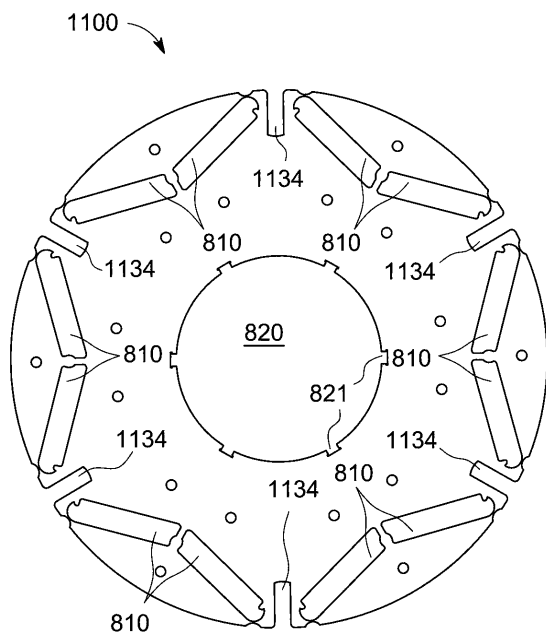


FIG. 11

【図 12】

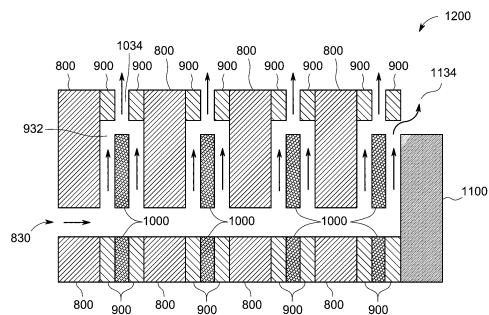
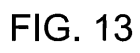




FIG. 12

1300



1400 



1500 

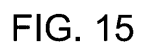


FIG. 10 is a perspective view of a second embodiment of a multi-layered structure. It shows a curved top surface with multiple layers (1300, 1400, 1500, 1600) and a series of vertical ribs (1630) on the side. Other labels include 1430, 1602, 1612, 1631, and 1601.

FIG. 16

【図 17】

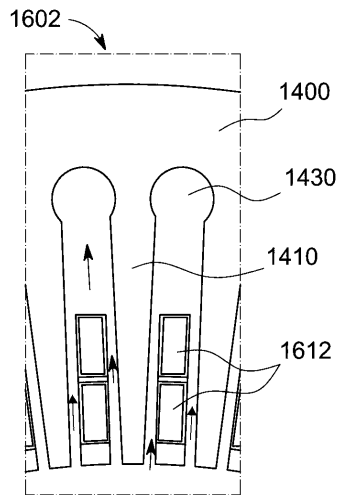


FIG. 17

【図 18】

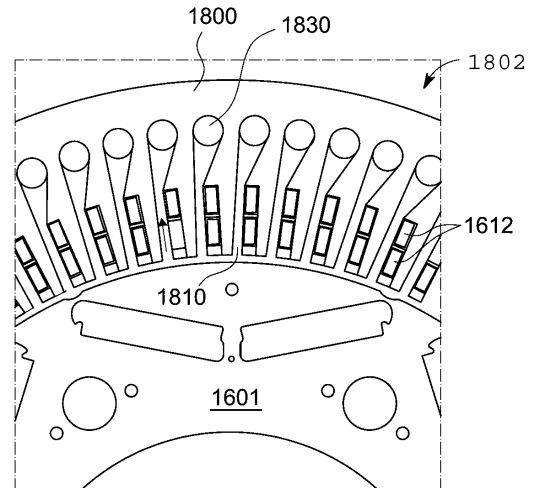


FIG. 18

【図 19】

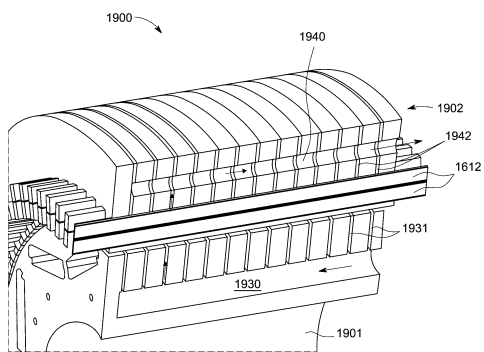


FIG. 19

【図 21】

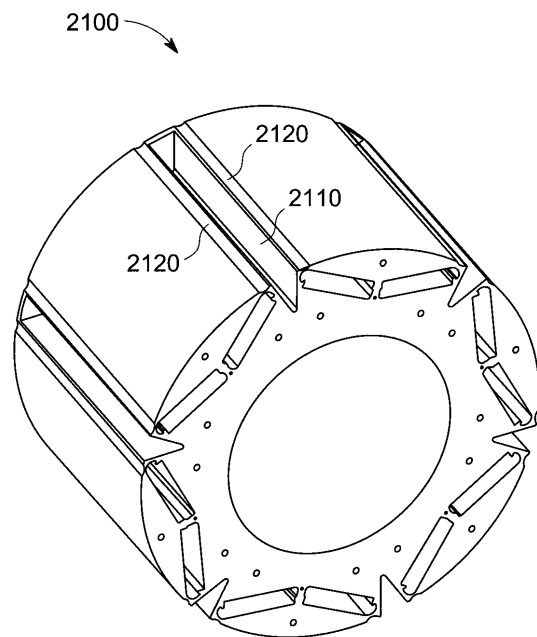


FIG. 21

【図 20】

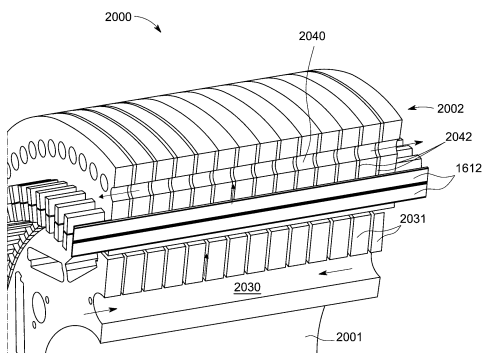


FIG. 20

【 図 22 】

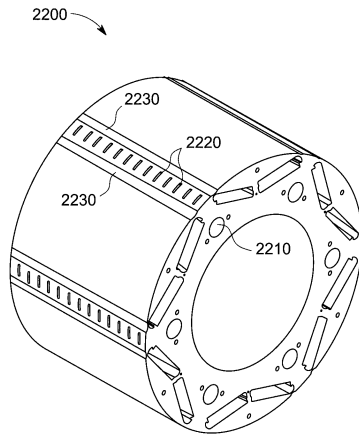


FIG. 22

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ブレイク・ウェルドン・ウィルソン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバー・ロード、1番
- (72)発明者 トーマス・マンカソ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバー・ロード、1番
- (72)発明者 ラクシュミナヤナ・カナカメダラ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバー・ロード、1番

審査官 河村 勝也

- (56)参考文献 実開昭54-001103(JP,U)  
特開2008-125330(JP,A)  
西独国特許出願公開第03504782(DE,A)  
特開昭53-107603(JP,A)  
実開昭61-156447(JP,U)  
特開2008-131813(JP,A)  
実開昭56-139334(JP,U)  
実開昭57-007875(JP,U)  
米国特許第3675056(US,A)  
特開2009-232557(JP,A)  
実開昭63-090949(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |      |
|------|------|
| H02K | 1/32 |
| H02K | 1/20 |