

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6246388号
(P6246388)

(45) 発行日 平成29年12月13日 (2017.12.13)

(24) 登録日 平成29年11月24日 (2017.11.24)

(51) Int. Cl.		F 1			
HO 2 K	9/08	(2006.01)	HO 2 K	9/08	Z
HO 2 K	9/06	(2006.01)	HO 2 K	9/06	B

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-559724 (P2016-559724)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成26年11月18日 (2014.11.18)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/080501		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02016/079806	(74) 代理人	100094916
(87) 国際公開日	平成28年5月26日 (2016.5.26)		弁理士 村上 啓吾
審査請求日	平成28年12月12日 (2016.12.12)	(74) 代理人	100073759
			弁理士 大岩 増雄
		(74) 代理人	100127672
			弁理士 吉澤 憲治
		(74) 代理人	100088199
			弁理士 竹中 孝生
		(72) 発明者	川嶋 航治
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却ガスが封入されたケーシング内に配設され、固定子鉄心と固定子コイルと前記固定子コイルの両端部の固定子コイルエンドとを有する固定子と、
 前記固定子の内周側に空隙を介して配置され、回転軸に装着された回転子鉄心及び回転子コイルを有する回転子と、
 前記回転軸の両端部付近に装着され、前記回転子コイルの反対側を吸気側とし冷却ガスを軸心側から吸気して外周側に送出するファンと、
 前記固定子コイルエンドが位置する前記ケーシングの上部に設けられたガス冷却器室に収容され前記ケーシングの開口部の近傍に設置されたガス冷却器とを備え、
 前記ファンの前記吸気側に設けられた空間 A から前記ファンにより吸気された前記冷却ガスが、前記ファンの周囲を囲む空間 B → 前記ガス冷却器室 → 前記ガス冷却器 → 前記固定子コイルエンドを含む空間 C → 前記回転子と前記固定子との間隙及び前記回転子と前記固定子に形成されたガス通路 → 前記固定子の外周と前記ケーシングとの間の空間 D → 前記空間 A と循環するガス循環経路が形成され、
 前記ガス冷却器が前記各固定子コイルエンドの上部に各 1 台設置され、
 前記固定子コイルエンドの両側に、前記空間 C と、前記空間 D から前記空間 A へと向かう前記冷却ガスのガス通路とを仕切る仕切壁を設けた回転電機。

【請求項 2】

前記冷却ガスが前記ガス冷却器から前記空間 C へ向かう経路に設けられた前記ケーシング

10

20

の前記開口部が、前記固定子コイルエンドの真上に設けられている請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 3】

前記ガス冷却器から前記空間 C へのガス通路において、前記ケーシングの前記開口部の下流側に、前記冷却ガスを複数の方向に向かって流すために前記開口部の開口面に対して傾斜角度を有する案内板を設けた請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 4】

前記ガス冷却器から前記空間 C へのガス通路において、前記ケーシングの前記開口部の下流側に、前記冷却ガスを複数の方向に向かって流すために前記開口部の開口面に対して傾斜角度を有する案内板を設けた請求項 2 に記載の回転電機。

10

【請求項 5】

前記仕切壁の外側は前記空間 D から前記空間 A へと向かう前記冷却ガスのガス通路を確保し、前記仕切壁の内側は前記ガス冷却器から流出された前記冷却ガスが前記固定子コイルエンドの外周に沿って下側に流れるガス通路を確保し、かつ、前記固定子コイルエンドとの絶縁距離を確保する位置に前記仕切壁を設けた請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、冷却ガスが封入されたケーシング内に固定子および回転子が収容され、ガス冷却器を備えた回転電機に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来の回転電機は、ファンの吸気側に設けられた空間 A → ファンの周囲を囲む空間 B → ガス冷却器室 → ガス冷却器 → 固定子コイルエンドを含む空間 C → 回転子と固定子との間隙及び回転子と固定子に形成されたガス通路 → 固定子の外周とケーシングとの間の空間 D → 空間 A、の順に冷却ガスが循環する構造で、ガス冷却器が回転電機の側面に 4 台設置されている（例えば、特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】特許第 5388961 号公報（段落 [0013] ～ [0015]、図 2、図 3）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 開示の回転電機の構造は、回転電機全体が幅方向に大きくなり、広い設置面積を必要とする。このため、設置の自由度が低くなるという問題がある。

【0005】

この発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、固定子コイルエンドの冷却性を悪化させずに、設置面積を小さくし、設置の自由度を高めることができる回転電機を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る回転電機は、冷却ガスが封入されたケーシング内に配設され、固定子鉄心と固定子コイルと固定子コイルの両端部の固定子コイルエンドとを有する固定子と、固定子の内周側に空隙を介して配置され、回転軸に装着された回転子鉄心及び回転子コイルを有する回転子と、回転軸の両端部付近に装着され、回転子コイルの反対側を吸気側とし冷却ガスを軸心側から吸気して外周側に送出するファンと、固定子コイルエンドが位置するケーシングの上部に設けられたガス冷却器室に収容されケーシングの開口部の近傍に設

50

置されたガス冷却器とを備え、ファンの吸気側に設けられた空間 A からファンにより吸気された冷却ガスが、ファンの周囲を囲む空間 B → ガス冷却器室 → ガス冷却器 → 固定子コイルエンドを含む空間 C → 回転子と固定子との間隙及び回転子と固定子に形成されたガス通路 → 固定子の外周とケーシングとの間の空間 D → 空間 A と循環するガス循環経路が形成され、ガス冷却器が各固定子コイルエンドの上部に各 1 台設置され、固定子コイルエンドの両側に、空間 C と、空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスのガス通路とを仕切る仕切壁を設けているものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明に係る回転電機によれば、固定子コイルエンドが位置するケーシングの上部に設けられたガス冷却器室に收容されケーシングの開口部の近傍に設置されたガス冷却器を備え、ファンの吸気側に設けられた空間 A → ファンの周囲を囲む空間 B → ガス冷却器室 → ガス冷却器 → 固定子コイルエンドを含む空間 C → 回転子と固定子との間隙及び回転子と固定子に形成されたガス通路 → 固定子の外周とケーシングとの間の空間 D → 空間 A と冷却ガスが循環するガス循環経路が形成され、ガス冷却器が各固定子コイルエンドの上部に各 1 台設置され、固定子コイルエンドの両側に、空間 C と、空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスのガス通路とを仕切る仕切壁を設けているため、固定子コイルエンドの冷却性を悪化させず、回転電機の設置面積を小さくし、設置の自由度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】この発明の実施の形態 1 の回転電機に係る側面断面図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 の回転電機に係る正面断面図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 の回転電機に係る平面断面図である。

【図 4】この発明の実施の形態 2 の回転電機に係る側面断面図である。

【図 5】この発明の実施の形態 2 の回転電機に係る正面断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態 1.

実施の形態 1 は、ケーシングの上面に設けたガス冷却室内にガス冷却器を各 1 台設置し、ケーシングの開口部を固定子コイルエンドの真上に設け、固定子コイルエンド部を囲む空間（空間 C）と、固定子外周とケーシングとの間の空間（空間 D）からファンの吸気側空間（空間 A）へと向かう冷却ガスの通路とを仕切る仕切壁を設けて、冷却ガスの通路を確保した回転電機に関するものである。

【0010】

以下、本願発明の実施の形態 1 に係る回転電機 1 の構成、動作について、回転電機の側面断面図である図 1、回転電機の正面断面図である図 2、および回転電機の平面断面図である図 3 に基づいて説明する。

【0011】

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の回転電機 1 を側面から見た断面図であり、回転子の中心軸を通る垂直面の断面図を示している。

図 2 は、回転電機 1 の正面断面図であり、図 1 の I - I から見た断面図である。

図 3 は、回転電機 1 を上面から見た断面図であり、回転子の中心軸を通る水平面の断面図を示している。

【0012】

以下、この発明の実施の形態 1 を図に基づいて説明する。なお、本実施の形態では、回転電機として全閉横型のタービン発電機を想定して説明する。

回転電機 1 は、冷却ガスが封入されたケーシング 2 内に配設された固定子 3 と、固定子 3 の内周側に所定の間隙を介して設置された回転子 4 と、ケーシング 2 内に冷却ガスを循環させるファン 12 と、冷却ガスを冷却するガス冷却器 14 とを備えている。以下これらを順に説明する。

【0013】

固定子3は、軸方向に積層された磁性鋼板からなる固定子鉄心5と、固定子鉄心5の内周部に形成したスロットに挿入された固定子コイル6とを有し、固定子鉄心5には、軸方向に所定の間隔で、冷却ガスを径方向に流通させるガス通路（図示せず）が形成されている。

また、固定子コイル6の両端側の固定子コイルエンド7の一方（図では左方）の下部側にはメインリード（図示せず）が接続され、ケーシング2の外部に引き出されている。メインリードは、発電された電力を固定子コイル6から取り出す導体である。

【0014】

一方、回転子4は、固定子3の内周部に所定の間隙11が確保できる外径を有して回転自在に配設されている。そして回転子4は、回転軸8と、回転軸8に装着された回転子鉄心9と、回転子鉄心9の軸方向に形成したスロットに挿入された回転子コイル（図示せず）とで構成され、回転軸8の両端部が軸受10により回転自在に支持されている。また、上記スロット部及びコイル部には軸方向へ進み径方向に抜ける冷却ガスのガス通路（図示せず）が設けられている。

10

【0015】

回転軸8の両端部近傍で軸受10より内側に、ファン12が装着されている。ファン12は、遠心方向に空気の流れを起こすタイプのファンであって、ケーシング2内に充填されている冷却ガスを、ケーシング2内に循環させるためのものである。本実施の形態1では、回転子コイルがある本体部の反対側（軸受10に面する側）を吸気側とし冷却ガスを軸心側から吸気して外周側に送出するようになっている。

20

【0016】

また、図1において、固定子コイルエンド7が位置する部分近傍の、ケーシング2の上面には、水冷式のガス冷却器14が取り付けられている。

図1に示すように、ガス冷却器14は、ケーシング2の上面に設けられた密閉されたガス冷却器室13に収容されて、ケーシング2の上面の開口部15の近傍に設置されており、後述する冷却ガスのガス循環通路内に設置されている。ガス冷却器14に外部から冷却水を導入して内部の細管に循環させ、多数のフィンを通して熱交換されて冷却ガスが冷却されるようになっている。

【0017】

30

次に、ガス冷却器14のケーシング2への設置および固定子コイルエンド7の機能について、説明する。

冷却ガスがガス冷却器14から後述する固定子コイルエンド7部を囲む空間（空間C）へ向かう通路としてのケーシング2の開口部15を、固定子コイルエンド7の真上に設ける。固定子コイルエンド7はコイルが網目状に配置されており、そこを冷却ガスが通過するとき、抵抗になる。したがって冷却ガスは固定子コイルエンド7の1ヶ所のみを集中して流れることなく、まず固定子コイルエンド7の周囲を流れてから、固定子コイルエンド7の全方向から内側へ流れようとする。これにより固定子コイルエンド7の一部のみが冷却されることを防ぐことができる。

もし、ガス冷却器14からの冷却ガスが通過する開口部15と固定子コイルエンド7が軸方向にずれていると、冷却ガスは遮るものがなく、固定子3と回転子4との間隙11に直接流れ込み、固定子コイルエンド7の一部しか冷却されない。

40

しかし、ガス冷却器14からの冷却ガスが通過する開口部15と固定子コイルエンド7が軸方向にずれがないと、冷却ガスは固定子コイルエンド7を貫通して流れにくく、冷却ガスは分散する。このため、固定子コイルエンド7は均一に冷却される。

【0018】

冷却ガスをケーシング2内に効率よく循環させるために、ケーシング2内部にはガス循環通路が形成されている。そこで、次に、通路の構成について説明する。図1の左側のファン12の部分から、冷却ガスの流れに従って説明する。

ファン12の軸受10側を仕切板で仕切り、この仕切板とケーシング2とで形成される

50

空間 A（図中にアルファベットで示す。以下同様。）がファン 1 2 の吸気側空間となる。ファン 1 2 の回転子本体側にも仕切板が設けられ、ファン 1 2 の周囲を囲む空間 B が形成されている。空間 B の上方、ケーシング 2 の上面には、ケーシング 2 に開口部が形成されており、ガス冷却器室 1 3 に連通している。ガス冷却器 1 4 は、ケーシング 2 上面の開口部 1 5 の近傍に設置されているので、冷却ガスはガス冷却器室 1 3 からガス冷却器 1 4 を通過して固定子コイルエンド 7 側に送出される。

上記のように、ファン 1 2 からの冷却ガスは、先ずガス冷却器 1 4 へ送出して冷却する方式を採用している。そして、ガス冷却器 1 4 で冷却された低温の冷却ガスを直近から固定子コイルエンド 7 側へ送出している。

【0019】

固定子コイルエンド 7 部は、外周部を仕切って固定子コイルエンド 7 部を囲む空間 C が形成されている。空間 C に流入した冷却ガスは、回転子 4 の内部に形成された図示しないガス通路と、固定子 3 内径部と回転子 4 外径部との間の間隙 1 1 とに流入し、固定子 3 の図示しないガス通路を通過して径方向に抜け、固定子 3 外周とケーシング 2 との間に形成された空間 D に送出される。その後、空間 D で両端側に分かれてケーシング 2 の端部方向に折り返して進み、空間 A へと帰還する循環経路が形成されている。

右側のファン 1 2 から送出される冷却ガスも同様（ほぼ対称）に形成された経路をたどって循環する。

【0020】

ここで、空間 C と、空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスの通路とを仕切る仕切壁 1 7 について説明する。

固定子コイルエンド 7 の両側に、空間 C と空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスの通路とを仕切る仕切壁 1 7 が設けられている。この仕切壁 1 7 の位置は、仕切壁 1 7 の外側は空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスの通路 1 6 が十分に確保され、仕切壁 1 7 の内側は、ガス冷却器 1 4 から来た冷却ガスが固定子コイルエンド 7 の外周を沿って下側に流れる通路が十分に確保されている。さらに、仕切壁 1 7 と固定子コイルエンド 7 との絶縁距離が確保されている。

【0021】

上記のように、ガス循環通路は、回転子 4 が回転することでファン 1 2 が回転し、冷却ガスは、空間 A の軸心側から吸入されて空間 B の外周方向に送出され、空間 B → ガス冷却器室 1 3 → ガス冷却器 1 4（ここで冷却ガスが冷却される）→ 開口部 1 5 → 空間 C → 間隙 1 1 と回転子及び固定子に形成したガス通路 → 空間 D へと送出され、空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスの通路 1 6 を通り、空間 A に帰還する。

【0022】

実施の形態 1 の回転電機 1 では、ガス冷却器 1 4 が固定子コイルエンド 7 の上部でケーシング 2 の上面に各 1 台設置されており、ケーシング 2 の幅が従来の構造に比べ狭くなっている。

単純にこのような構成にしたのでは、固定子コイルエンドのガス冷却器出口周辺のみが冷却され、固定子コイルエンドのガス冷却器から離れたところでは、十分に冷却されないという問題がおこる。実施の形態 1 の発明は、このような問題を解決したうえで、回転電機の設置面積を小さくするものである。

【0023】

ガス冷却器 1 4 を出た冷却ガスが開口部 1 5 を通過して空間 C に侵入して固定子コイルエンド 7 を冷却するが、開口部 1 5 は固定子コイルエンド 7 の真上に設けられているため、冷却ガスは固定子コイルエンド 7 の外周側を流れ、固定子コイルエンド 7 の全方向から内側へ流れようとする。これにより固定子コイルエンド 7 の一部のみのみが冷却されることを防ぐことができる。

さらに、空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスの通路と空間 C との間を、冷却ガスの通路を仕切る仕切壁 1 7 が仕切っており、この仕切壁 1 7 と固定子コイルエンド 7 との間には絶縁距離が確保されている。これにより、空間 D から空間 A へガスが流れる通路が確保

10

20

30

40

50

されている。

【0024】

以上説明したように、実施の形態1の回転電機は、ケーシングの上面に設けたガス冷却室内にガス冷却器を各1台設置し、ケーシングの開口部を固定子コイルエンドの真上に設け、固定子コイルエンド部を囲む空間（空間C）と、固定子外周とケーシングとの間の空間（空間D）からファンの吸気側空間（空間A）へと向かう冷却ガスの通路とを仕切る仕切壁を設けて、冷却ガスの通路を確保したものである。したがって、固定子コイルエンドの冷却性を悪化させず、回転電機の設置面積を小さくすることができる。

【0025】

実施の形態1の回転電機は、設置面積を小さくすることができるため、装置を小型化でき、ガス冷却器台数を削減できるため、省エネルギーおよび耐久性の向上の効果がある。

【0026】

実施の形態2.

実施の形態2の回転電機は、固定子コイルエンド部を囲む空間内の開口部の下に案内板を設置して、ガス冷却器から固定子コイルエンド部への冷却ガスの流れを分散させる構造としたものである。

【0027】

以下、実施の形態2に係る回転電機の構成、動作について、回転電機の側面断面図である図4、および回転電機の正面断面図である図5に基づいて実施の形態1との差異を中心に説明する。

図4、5において、実施の形態1の図1、2と同一あるいは相当部分は、同一の符号を付している。

【0028】

図4は、本発明の実施の形態2の回転電機100を側面から見た断面図であり、回転子の中心軸を通る垂直面の断面図を示している。

図5は、回転電機100の正面断面図であり、図4のI-Iから見た断面図である。

回転電機100を上面から見た断面図は、実施の形態1の図3と同じであるため省略している。

【0029】

この発明の実施の形態2の回転電機100と実施の形態1の回転電機1との差異は、固定子コイルエンド部を囲む空間（空間C）内で開口部15の下に案内板21を設けたことである。

【0030】

図4、図5において、冷却ガスがガス冷却器14から空間Cへ向かう通路の開口部15の下流側に、冷却ガスが複数の方向に向かって流れるように案内板21が設けられている。

図4では、案内板21は、空間Cと空間Dを仕切るフレーム中枠板22にボルトまたは溶接で固定した例を示している。

案内板21は、冷却ガスが複数の方向に向かって流れるように、開口部15の開口面に対して傾斜角度を有している。案内板21の形状および傾斜角度は、ガス冷却器14の容量や固定子コイルエンド7部の形状などを考慮して、決定される。

【0031】

実施の形態1で説明したように、ガス冷却器14の出口と固定子コイルエンド7が軸方向にずれていると、冷却ガスは遮るものがなく、固定子3と回転子4との間隙11に流れ込み、固定子コイルエンド7の一部しか冷却されない。

このように、ガス冷却器14の出口と固定子コイルエンド7が軸方向にずれがある場合でも、案内板21を設置することで、冷却ガスは複数の方向に向かって流れて分散され、固定子コイルエンド7は均一に冷却される。

【0032】

なお、ガス冷却器14の出口と固定子コイルエンド7が軸方向に一致している場合は、

案内板 21 を設置することで、冷却ガスはさらに分散され、固定子コイルエンド 7 はより均一に冷却される。

【0033】

実施の形態 2 の回転電機 100 のガス循環通路は、以下になる。回転子 4 が回転することでファン 12 が回転し、冷却ガスは、空間 A の軸心側から吸入されて空間 B の外周方向に送出され、空間 B → ガス冷却器室 13 → ガス冷却器 14 → 開口部 15 → 案内板 21 → 空間 C → 間隙 11 と回転子及び固定子に形成したガス通路 → 空間 D へと送出され、空間 D から空間 A へと向かう冷却ガスの通路 16 を通り、空間 A に帰還する。

【0034】

以上説明したように、実施の形態 2 の回転電機は、固定子コイルエンド部を囲む空間内の開口部の下に案内板を設けて、ガス冷却器から固定子コイルエンド部への冷却ガスの流れを分散させる構造としたものである。したがって、固定子コイルエンドの冷却性を悪化させず、回転電機の設置面積を小さくすることができる。

また、実施の形態 2 の回転電機は、固定子コイルエンドの冷却性をさらに向上させることができる。

【0035】

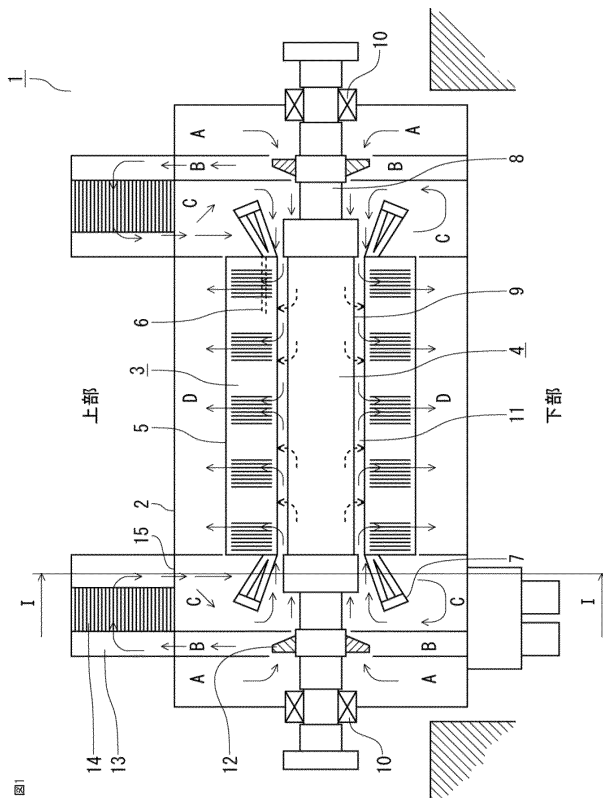
なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

【産業上の利用可能性】

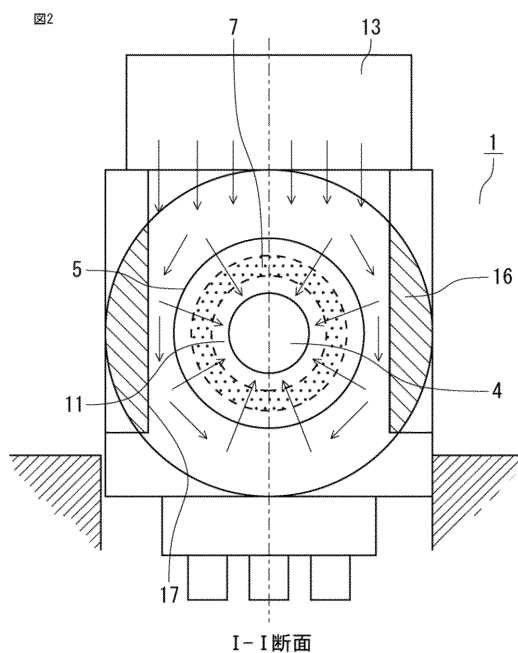
【0036】

この発明は、固定子コイルエンドの冷却性を悪化させず、設置面積を小さくすることができる回転電機に関するものであり、タービン発電機等に広く適用できる。

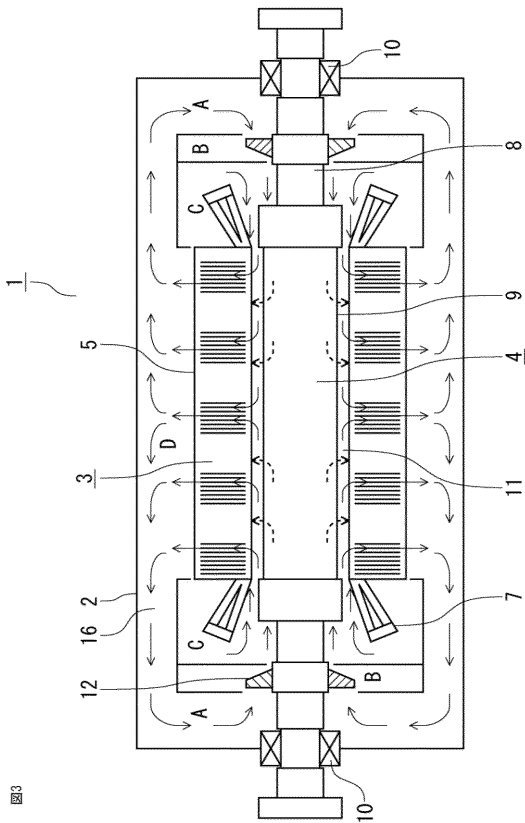
【図 1】



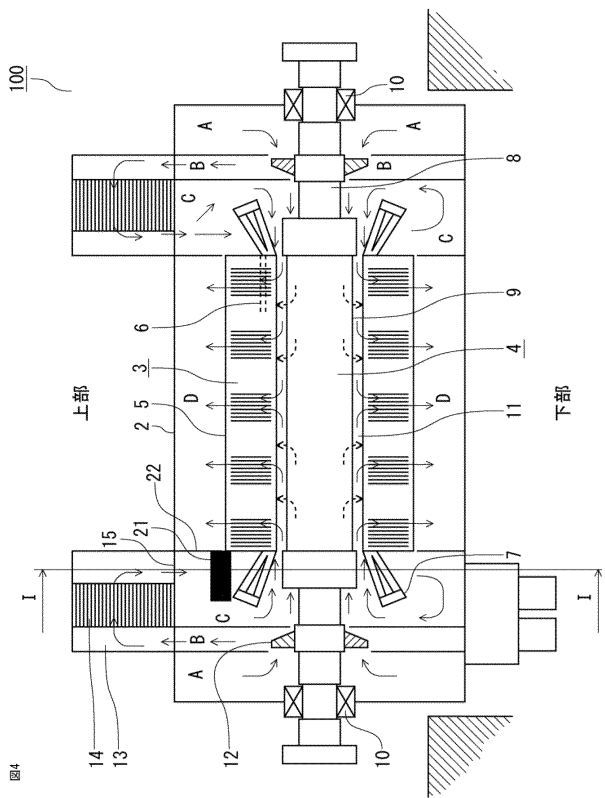
【図 2】



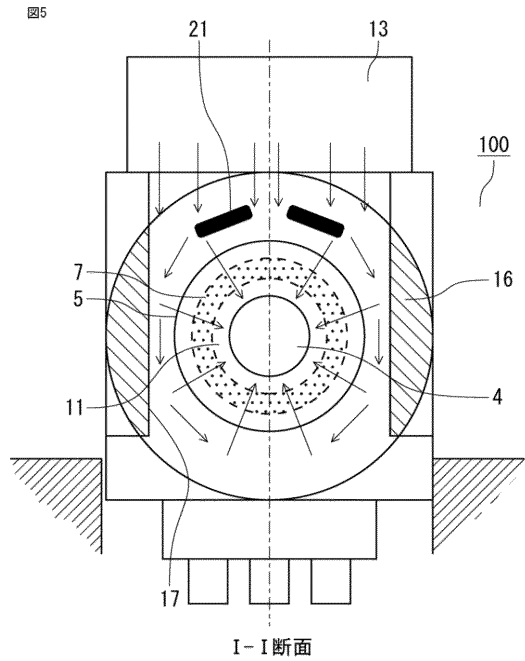
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 金月 真吾
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 近藤 雅浩
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 尾家 英樹

- (56)参考文献 特開2007-089255 (JP, A)
国際公開第2002/071577 (WO, A1)
特開昭53-146104 (JP, A)
特許第5388961 (JP, B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 9/06