

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4470857号
(P4470857)

(45) 発行日 平成22年6月2日(2010.6.2)

(24) 登録日 平成22年3月12日(2010.3.12)

(51) Int.Cl.

H01L 23/473 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)

F 1

H01L 23/46
H05K 7/20Z
N

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-314757 (P2005-314757)
 (22) 出願日 平成17年10月28日 (2005.10.28)
 (65) 公開番号 特開2007-123607 (P2007-123607A)
 (43) 公開日 平成19年5月17日 (2007.5.17)
 審査請求日 平成19年12月10日 (2007.12.10)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 朝倉 健
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 審査官 酒井 英夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気機器の冷却構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気機器と、
 前記電気機器用の冷却媒体が流れる複数の冷却媒体通路と、
 複数の前記冷却媒体通路に供給される前記冷却媒体が流入する入口部と、
 前記入口部と複数の前記冷却媒体通路との間に設けられ、各々の前記冷却媒体通路への
 冷却媒体の分散を促進する冷却媒体分散機構とを備え、
 前記冷却媒体分散機構は、前記入口部と複数の前記冷却媒体通路とが並ぶ方向に交差す
 る方向に延在する壁を含み、

前記壁は、前記入口部から離れるにつれて高さが低くなるように設けられた部分を含む
 、
 電気機器の冷却構造。

10

【請求項 2】

前記冷却媒体分散機構は、冷却媒体の流れを抑制することにより各々の前記冷却媒体通
 路への冷却媒体の分散を促進する、請求項 1 に記載の電気機器の冷却構造。

【請求項 3】

複数の前記冷却媒体通路は、互いに同じ方向に延在し、
 前記入口部と複数の前記冷却媒体通路とは、複数の前記冷却媒体通路が延在する方向に
 並ぶ、請求項 1 または請求項 2 に記載の電気機器の冷却構造。

【請求項 4】

前記電気機器はインバータを含む、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の電気機器

20

の冷却構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気機器の冷却構造に関し、特に、複数の冷却媒体通路を有する電気機器の冷却構造に関するもの。

【背景技術】

【0002】

特開平11-340393号公報（特許文献1）において、電気機器であるインバータの冷却構造が開示されている。ここでは、受熱部材における半導体素子が搭載される面の反対側の面上にフィンが形成され、このフィン上に蓋を嵌め合わせることにより、外部から液体を流すための流路が形成されている。

【特許文献1】特開平11-340393号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特許文献1に記載の冷却構造においては、フィンにより複数の冷却媒体通路が規定されているが、1つの流入口から流入して複数の冷却媒体通路に流入する冷却媒体の流量が、各々の冷却媒体通路ごとにばらつく場合がある。これに対し、流入口と複数の冷却媒体通路が分岐する位置との間の距離を離した場合、上記ばらつきを抑制することはできるが、一方で、冷却構造が大型化する。

【0004】

本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、小型化を図りながら複数の冷却媒体通路における冷却媒体の流量のばらつきを抑制することが可能な電気機器の冷却構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る電気機器の冷却構造は、電気機器と、電気機器用の冷却媒体が流れる複数の冷却媒体通路と、複数の冷却媒体通路に供給される冷却媒体が流入する入口部と、入口部と複数の冷却媒体通路との間に設けられ、各々の冷却媒体通路への冷却媒体の分散を促進する冷却媒体分散機構とを備える。

【0006】

上記構成によれば、冷却媒体分散機構を設けることにより、冷却媒体が流入する入口部と複数の冷却媒体通路が分岐する位置とを過度に離間せることなく複数の冷却媒体通路への冷却媒体の分散を促進することができる。この結果、電気機器の冷却構造の小型化を図りながら、複数の冷却媒体通路における冷却媒体の流量のばらつきを抑制することができる。

【0007】

上記電気機器の冷却構造において、好ましくは、冷却媒体分散機構は、冷却媒体の流れを抑制することにより各々の冷却媒体通路への冷却媒体の分散を促進する。

【0008】

上記電気機器の冷却構造において、1つの例として、複数の冷却媒体通路は、互いに同じ方向に延在し、入口部と複数の冷却媒体通路とは、複数の冷却媒体通路が延在する方向に並ぶ。

【0009】

上記電気機器の冷却構造において、冷却媒体分散機構は、入口部と複数の冷却媒体通路とが並ぶ方向に交差する方向に延在する壁を含む。そして、壁は、入口部から離れるにつれて高さが低くなるように設けられた部分を含む。

【0010】

上記構成によれば、入口部と冷却媒体通路との間に設けられた壁が、入口部から離れる

10

20

30

40

50

につれて壁の高さが低くなる部分を有することで、入口部近傍において冷却媒体通路への冷却媒体の流入を抑制しながら、入口部から離れた位置において冷却媒体通路への冷却媒体の流入を促進することができる。

【0011】

上記電気機器の冷却構造において、1つの例として、電気機器はインバータを含む。この場合は、インバータの冷却を効率よく行なうことができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、電気機器の冷却構造の小型化を図りながら、複数の冷却媒体通路における冷却媒体の流量のばらつきを抑制することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に、本発明に基づく電気機器の冷却構造の実施の形態について説明する。なお、同一または相当する部分に同一の参照符号を付し、その説明を繰返さない場合がある。

【0014】

図1は、本発明の1つの実施の形態に係る電気機器の冷却構造を含む駆動ユニットの構造の一例を概略的に示す図である。図1に示される例では、駆動ユニット1は、ハイブリッド車両に搭載される駆動ユニットであり、モータジェネレータ100と、ハウジング200と、減速機構300と、ディファレンシャル機構400と、ドライブシャフト受け部500と、端子台600とを含んで構成される。

20

【0015】

モータジェネレータ100は、電動機または発電機としての機能を有する回転電機であり、軸受120を介してハウジング200に回転可能に取付けられた回転シャフト110と、回転シャフト110に取付けられたロータ130と、ステータ140とを有する。

【0016】

ロータ130は、たとえば、鉄または鉄合金などの板状の磁性体を積層することにより構成されたロータコアと、該ロータコアに埋設された永久磁石とを有する。永久磁石は、たとえば、ロータコアの外周近傍にほぼ等間隔を隔てて配置される。なお、ロータコアを圧粉磁心により構成してもよい。

【0017】

30

ステータ140は、リング状のステータコア141と、ステータコア141に巻回されるステータコイル142と、ステータコイル142に接続されるバスバー143とを有する。バスバー143は、ハウジング200に設けられた端子台600および給電ケーブル700Aを介してPCU(Power Control Unit)700と接続される。また、PCU700は、給電ケーブル800Aを介してバッテリ800に接続される。これにより、バッテリ800とステータコイル142とが電気的に接続される。

【0018】

ステータコア141は、たとえば、鉄または鉄合金などの板状の磁性体を積層することにより構成される。ステータコア141の内周面上には複数のティース部(図示せず)および該ティース部間に形成される凹部としてのスロット部(図示せず)が形成されている。スロット部は、ステータコア141の内周側に開口するように設けられる。なお、ステータコア141を圧粉磁心により構成してもよい。

40

【0019】

3つの巻線相であるU相、V相およびW相を含むステータコイル142は、スロット部に嵌り合うようにティース部に巻き付けられる。ステータコイル142のU相、V相およびW相は、互いに円周上でずれるように巻き付けられる。バスバー143は、それぞれステータコイル142のU相、V相およびW相に対応するU相、V相およびW相を含む。

【0020】

給電ケーブル700Aは、U相ケーブルと、V相ケーブルと、W相ケーブルとからなる三相ケーブルである。バスバー143のU相、V相およびW相がそれぞれ給電ケーブル7

50

00AにおけるU相ケーブル、V相ケーブルおよびW相ケーブルに接続される。

【0021】

モータジェネレータ100から出力された動力は、減速機構300からディファレンシャル機構400を介してドライブシャフト受け部500に伝達される。ドライブシャフト受け部500に伝達された駆動力は、ドライブシャフト(図示せず)を介して車輪(図示せず)に回転力として伝達されて、車両を走行させる。

【0022】

一方、ハイブリッド車両の回生制動時には、車輪は車体の慣性力により回転させられる。車輪からの回転力によりドライブシャフト受け部500、ディファレンシャル機構400および減速機構300を介してモータジェネレータ100が駆動される。このとき、モータジェネレータ100が発電機として作動する。モータジェネレータ100により発電された電力は、PCU700におけるインバータを介してバッテリ800に蓄えられる。10

【0023】

駆動ユニット1には、レゾルバロータと、レゾルバステータとを有するレゾルバ(図示せず)が設けられている。レゾルバロータは、モータジェネレータ100の回転シャフト110に接続されている。また、レゾルバステータは、レゾルバステータコアと、該コアに巻回されたレゾルバステータコイルとを有する。上記レゾルバにより、モータジェネレータ100のロータ130の回転角度が検出される。検出された回転角度は、PCU700へ伝達される。PCU700は、検出されたロータ130の回転角度と、外部ECU(Electrical Control Unit)からのトルク指令値とを用いてモータジェネレータ100を駆動するための駆動信号を生成し、その生成した駆動信号をモータジェネレータ100へ出力する。20

【0024】

図2は、PCU700の主要部の構成を示す回路図である。図2を参照して、PCU700は、コンバータ710と、インバータ720と、制御装置730と、コンデンサC1,C2と、電源ラインPL1～PL3と、出力ライン740U,740V,740Wとを含む。コンバータ710は、バッテリ800とインバータ720との間に接続され、インバータ720は、出力ライン740U,740V,740Wを介してモータジェネレータ100と接続される。

【0025】

コンバータ710に接続されるバッテリ800は、たとえば、ニッケル水素やリチウムイオン等の二次電池である。バッテリ800は、発生した直流電圧をコンバータ710に供給し、また、コンバータ710から受ける直流電圧によって充電される。30

【0026】

コンバータ710は、パワートランジスタQ1,Q2と、ダイオードD1,D2と、リアクトルLとからなる。パワートランジスタQ1,Q2は、電源ラインPL2,PL3間に直列に接続され、制御装置730からの制御信号をベースに受ける。ダイオードD1,D2は、それぞれパワートランジスタQ1,Q2のエミッタ側からコレクタ側へ電流を流すようにパワートランジスタQ1,Q2のコレクタ-エミッタ間にそれぞれ接続される。リアクトルLは、バッテリ800の正極と接続される電源ラインPL1に一端が接続され、パワートランジスタQ1,Q2の接続点に他端が接続される。40

【0027】

このコンバータ710は、リアクトルLを用いてバッテリ800から受ける直流電圧を昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を電源ラインPL2に供給する。また、コンバータ710は、インバータ720から受ける直流電圧を降圧してバッテリ800を充電する。

【0028】

インバータ720は、U相アーム750U、V相アーム750VおよびW相アーム750Wからなる。各相アームは、電源ラインPL2,PL3間に並列に接続される。U相アーム750Uは、直列に接続されたパワートランジスタQ3,Q4からなり、V相アーム750Vは、直列に接続されたパワートランジスタQ5,Q6からなり、W相アーム750Wは、直列に接続されたパワートランジスタQ7,Q8からなり。50

0 W は、直列に接続されたパワートランジスタ Q 7 , Q 8 からなる。ダイオード D 3 ~ D 8 は、それぞれパワートランジスタ Q 3 ~ Q 8 のエミッタ側からコレクタ側へ電流を流すようにパワートランジスタ Q 3 ~ Q 8 のコレクタ - エミッタ間にそれぞれ接続される。そして、各相アームにおける各パワートランジスタの接続点は、出力ライン 740U , 740V , 740W を介してモータジェネレータ 100 の各相コイルの反中性点側にそれぞれ接続されている。

【 0029 】

このインバータ 720 は、制御装置 730 からの制御信号に基づいて、電源ライン PL 2 から受ける直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ 100 へ出力する。また、インバータ 720 は、モータジェネレータ 100 によって発電された交流電圧を直流電圧に整流して電源ライン PL 2 に供給する。10

【 0030 】

コンデンサ C 1 は、電源ライン PL 1 , PL 3 間に接続され、電源ライン PL 1 の電圧レベルを平滑化する。また、コンデンサ C 2 は、電源ライン PL 2 , PL 3 間に接続され、電源ライン PL 2 の電圧レベルを平滑化する。

【 0031 】

制御装置 730 は、モータジェネレータ 100 の回転子の回転角度、モータトルク指令値、モータジェネレータ 100 の各相電流値、およびインバータ 720 の入力電圧に基づいてモータジェネレータ 100 の各相コイル電圧を演算し、その演算結果に基づいてパワートランジスタ Q 3 ~ Q 8 をオン / オフする PWM (Pulse Width Modulation) 信号を生成してインバータ 720 へ出力する。20

【 0032 】

また、制御装置 730 は、上述したモータトルク指令値およびモータ回転数に基づいてインバータ 720 の入力電圧を最適にするためのパワートランジスタ Q 1 , Q 2 のデューティ比を演算し、その演算結果に基づいてパワートランジスタ Q 1 , Q 2 をオン / オフする PWM 信号を生成してコンバータ 710 へ出力する。

【 0033 】

さらに、制御装置 730 は、モータジェネレータ 100 によって発電された交流電力を直流電力に変換してバッテリ 800 を充電するため、コンバータ 710 およびインバータ 720 におけるパワートランジスタ Q 1 ~ Q 8 のスイッチング動作を制御する。30

【 0034 】

この P C U 700 においては、コンバータ 710 は、制御装置 730 からの制御信号に基づいて、バッテリ 800 から受ける直流電圧を昇圧して電源ライン PL 2 に供給する。そして、インバータ 720 は、コンデンサ C 2 によって平滑化された直流電圧を電源ライン PL 2 から受け、その受けた直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ 100 へ出力する。

【 0035 】

また、インバータ 720 は、モータジェネレータ 100 の回生動作によって発電された交流電圧を直流電圧に変換して電源ライン PL 2 へ出力する。そして、コンバータ 710 は、コンデンサ C 2 によって平滑化された直流電圧を電源ライン PL 2 から受け、その受けた直流電圧を降圧してバッテリ 800 を充電する。40

【 0036 】

図 3 は、本実施の形態に係るインバータ 720 の冷却構造の構成を示した図である。また、図 4 は、図 3 に示されるケーシングの平面図である。そして、図 5 は、図 4 における V - V 断面図であり、図 6 は、図 5 に示される構造を矢印 VI の方向から見た図である。なお、図 4 ~ 図 6 においては、ケーシング 721 の蓋の図示は省略されている。

【 0037 】

図 3 ~ 図 6 を参照して、ケーシング 721 は、たとえばアルミニウムなどからなるダイカストケースである。ケーシング 721 内には、たとえば L L C (Long Life Coolant) などの冷却媒体が流れる。冷却媒体は、入口部 722 から矢印 IN の方向に沿ってケーシ50

ング721内に流入し、出口部723から矢印OUTの方向に沿ってケーシング721外に流出する。ケーシング721から流出した冷却媒体は、ラジエータ760に送られて冷却される。そして、冷却媒体は、入口部722から再びケーシング721に流入する。以上のようにして、ケーシング721上に搭載されたインバータ720（図3においては、パワートランジスタQ3およびダイオードD3のみ表示）の冷却が促進される。なお、冷却媒体の循環は、ウォータポンプ770により行なわれる。また、冷却媒体として、冷却水、不凍液などが使用されてもよい。

【0038】

ケーシング721内には、複数の冷却媒体通路724が形成されている。複数の冷却媒体通路724は、電気素子の搭載面に対して垂直に突出するように等間隔に設けられたフィン725により区画されている。これにより、同じ方向に延在する複数の冷却媒体通路724が形成される。10

【0039】

入口部722と、複数の冷却媒体通路724が分岐する部分との間には、壁726が設けられている。壁726は、複数の冷却媒体通路724が延在する方向に対して交差する方向に設けられている。図4～図6の例では、冷却媒体通路724の延在方向と、壁726の延在方向とは、垂直に交差している。なお、フィン725および壁726は、ケーシング721と一体に形成される。

【0040】

ケーシング721の幅方向中央部は、冷却媒体が流入する入口部722に近いため、ケーシング721の幅方向中央部近傍に位置する冷却媒体通路724には、冷却媒体が流入しやすい。一方で、ケーシング721の幅方向中央部から離れた位置では、冷却媒体が流入する入口部722から離れているため、ケーシング721の幅方向中央部と比較して、冷却媒体通路724に冷却媒体が流入しにくい。したがって、複数の冷却媒体通路724間で、冷却媒体の流量にはらつきが生じ、インバータ720の冷却性能が低下することが懸念される。20

【0041】

これに対し、本実施の形態に係る冷却構造では、図6に示すように、壁726の高さが、ケーシング721の幅方向中央部から離れるにつれて低く形成されている。このようにすることで、入口部722近傍に位置する冷却媒体通路724への冷却媒体の流入を抑制しながら、入口部722から離れた冷却媒体通路724への冷却媒体の流入を促進することができる。この結果、複数の冷却媒体通路724における冷却媒体の流量のはらつきを抑制することができる。30

【0042】

また、上記のような壁726が設けられることにより、壁726とフィン725との間で乱流の形成が促進され、冷却性能が向上することが期待できる。

【0043】

なお、本願発明者らは、上記の構造において壁726が設けられない場合、ケーシング721の幅方向中央部に位置する冷却媒体通路724における流量が最も大きく、ケーシング721の幅方向中央部から離れるにつれて流量が減少し、ケーシング721の幅方向端部において再度流量が増大することを確認している。したがって、図7に示すように、ケーシング721の幅方向中央部からその周辺に向けて高さが低くなった後、ケーシング721の幅方向端部において高さが再び高くなるように壁726が設けられてもよい。40

【0044】

図8は、比較例に係る電気機器の冷却構造を示した平面図である。図8を参照して、本比較例においては、入口部722からフィン725までの距離（L0）が図4～図7の例（L）と比較して比較的大きく確保されている。この結果、入口部722から複数の冷却媒体通路724の分岐箇所までの距離が大きくなり、冷却媒体の分散が促進される。しかしながら、入口部722からフィン725までの距離（L0）を大きくすることで、ケーシング721が大型化し、インバータ720の冷却構造の小型化が阻害される。50

【0045】

これに対し、本実施の形態に係る冷却構造では、壁726を設けることにより、入口部722からフィン725までの距離を過度に大きくすることなく冷却媒体を分散させることができる。

【0046】

上述した内容について要約すると、以下のようになる。すなわち、本実施の形態に係る電気機器の冷却構造は、「電気機器」としてのインバータ720と、インバータ720用の冷却媒体が流れる複数の冷却媒体通路724と、複数の冷却媒体通路724に供給される冷却媒体が流入する入口部722と、入口部722と複数の冷却媒体通路724との間に設けられ、各々の冷却媒体通路724への冷却媒体の分散を促進する「冷却媒体分散機構」としての壁726とを備える。壁726は、冷却媒体の流れを抑制することにより各々の冷却媒体通路724への冷却媒体の分散を促進する。10

【0047】

ここで、複数の冷却媒体通路724は、互いに同じ方向に延在している。そして、入口部722と複数の冷却媒体通路724とは、複数の冷却媒体通路724が延在する方向に並ぶ。また、壁726は、入口部722から冷却媒体通路724に向かう方向に交差する方向に延在している。そして、壁726は、入口部722から離れるにつれて高さが低くなるように設けられる。

【0048】

なお、本実施の形態では、壁726の高さを変化させることにより冷却媒体の分散を促進しているが、たとえば、壁726の高さを一定にした上で、入口部722から離れた位置で選択的に壁726に孔を設けたり、入口部722近傍および入口部722から離れた位置でともに壁726に孔を設けるが、その孔の大きさを入口部722から離れた位置において大きくしたりすることで冷却媒体の分散を促進してもよい。20

【0049】

本実施の形態に係る冷却構造によれば、上記のような壁726が設けられることにより、冷却媒体が流入する入口部722と複数の冷却媒体通路724が分岐する位置とを過度に離間せることなく複数の冷却媒体通路724への冷却媒体の分散を促進することができる。この結果、インバータ720の冷却構造の小型化を図りながら、複数の冷却媒体通路724における冷却媒体の流量のばらつきを抑制することができる。30

【0050】

なお、本実施の形態においては、入口部722がケーシング721の幅方向中央部に位置する例について説明したが、入口部722は、ケーシング721の幅方向中央部から離れた位置に設けられる場合もある。

【0051】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

40

【0052】

【図1】本発明の1つの実施の形態に係る電気機器の冷却構造を含む駆動ユニットの構造の一例を概略的に示す図である。

【図2】図1に示されるP C Uの主要部の構成を示す回路図である。

【図3】本発明の1つの実施の形態に係る電気機器の冷却構造の全体構成を示した図である。

【図4】図3に示されるケーシングの平面図である。

【図5】図4におけるV - V断面図である。

【図6】図5に示される構造を矢印VIの方向から見た図である。

【図7】図4～図6に示される壁の変形例を示した図である。

50

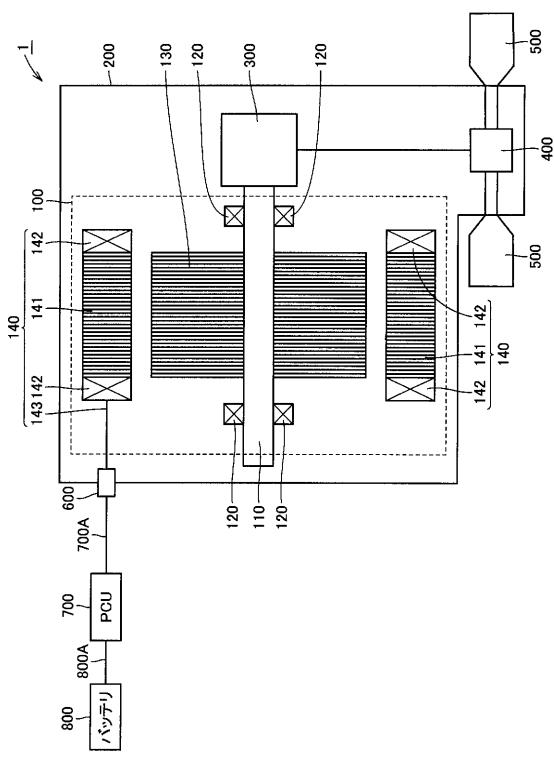
【図8】比較例に係る電気機器の冷却構造におけるケーシングの平面図である。

【符号の説明】

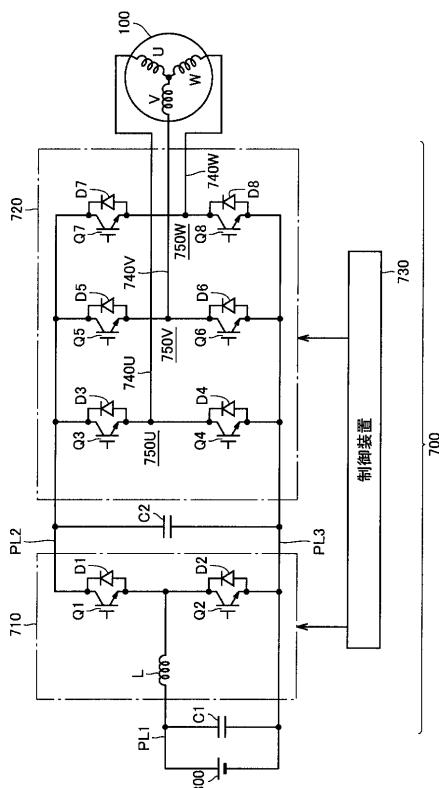
【0053】

1 駆動ユニット、100 モータジェネレータ、110 回転シャフト、120 軸受、130 ロータ、140 ステータ、141 ステータコア、142 ステータコイル、143 バスバー、200 ハウジング、300 減速機構、400 ディファレンシャル機構、500 ドライブシャフト受け部、600 端子台、700 PCU、700A, 800A 給電ケーブル、710 コンバータ、720 インバータ、721 ケーシング、722 入口部、723 出口部、724 冷却媒体通路、725 フィン、726 壁、730 制御装置、740U, 740V, 740W 出力ライン、750U 10 U相アーム、750V V相アーム、750W W相アーム、760 ラジエータ、770 ウォータポンプ、800 バッテリ、C1, C2 コンデンサ、D1~D8 ダイオード、L リアクトル、PL1, PL2, PL3 電源ライン、Q1~Q8 パワートランジスタ。

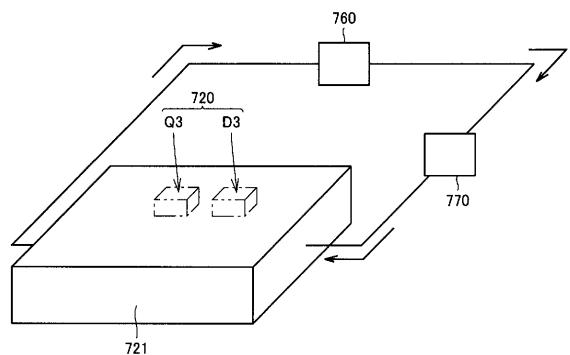
【図1】



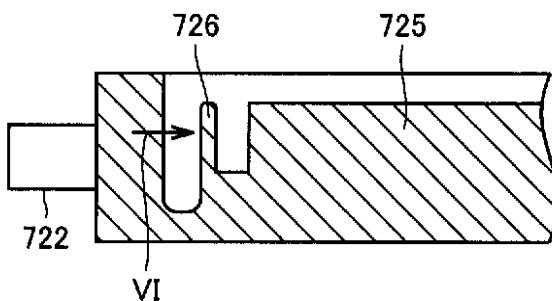
【図2】



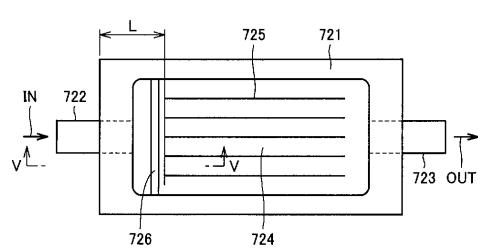
【図3】



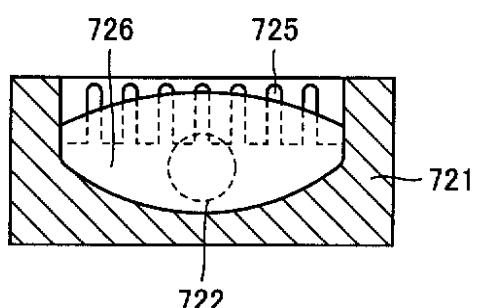
【図5】



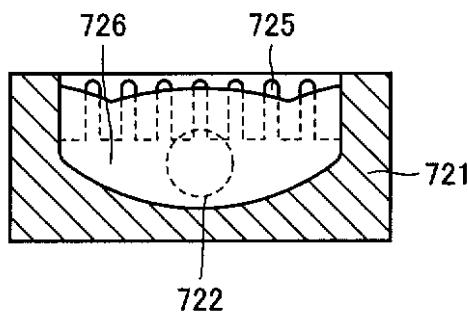
【図4】



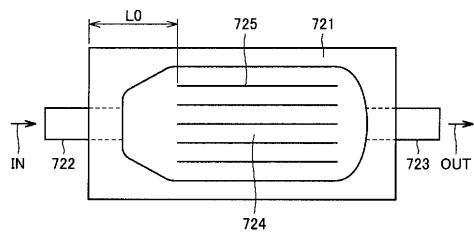
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-110878(JP,A)
特開2001-177031(JP,A)
特開2004-080856(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/46 - 23/473,
H05K 7/20