

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5952142号  
(P5952142)

(45) 発行日 平成28年7月13日(2016.7.13)

(24) 登録日 平成28年6月17日(2016.6.17)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>HO2M</b>	<b>7/48</b>	<b>(2007.01)</b>	HO2M	7/48	Z
<b>HO5K</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	HO5K	7/20	T
<b>HO1L</b>	<b>23/473</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	23/46	Z

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-196476 (P2012-196476)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成24年9月6日(2012.9.6)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2014-54065 (P2014-54065A)	(73) 特許権者	000241463 豊田合成株式会社
(43) 公開日	平成26年3月20日(2014.3.20)		愛知県清須市春日長畑1番地
審査請求日	平成27年7月17日(2015.7.17)	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
		(72) 発明者	宮本 直哉 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	恒川 雄一 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーコントロールユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行用のモータに交流電力を供給するパワーコントロールユニットであり、インバータ回路を冷却する冷却器が内蔵されており、

パワーコントロールユニットと他のデバイスを電気的に接続するバスバがパワーコントロールユニットの外側に配索されるとともに、そのバスバの一部が前記冷却器に対応する筐体外壁部分の外面に接していることを特徴とするパワーコントロールユニット。

【請求項2】

前記バスバを被覆する被覆材の前記筐体外壁部分と接する部位に、被覆材の材質よりも熱伝導率が高い樹脂が埋め込まれていることを特徴とする請求項1に記載のパワーコントロールユニット。

【請求項3】

前記バスバの一部と前記冷却器が、筐体の外壁を挟んで対向していることを特徴とする請求項1または2に記載のパワーコントロールユニット。

【請求項4】

前記パワーコントロールユニットは、モータ用の電力を蓄えるメインバッテリーの出力電圧を降圧する降圧回路を内蔵しており、

前記冷却器は、インバータ回路のスイッチング素子を冷却するものであり、

前記バスバは、降圧回路の出力を、メインバッテリーよりも出力電圧が低い低電圧バッテリーに供給するための導電材の一部であることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項

に記載のパワーコントロールユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気自動車に搭載され、走行用モータに交流電力を供給するパワーコントロールユニットに関する。本明細書における電気自動車には、モータとエンジンを備えるハイブリッド車や燃料電池車を含む。

【背景技術】

【0002】

電気自動車は、モータを駆動するためのデバイスとして、インバータ回路や電圧コンバータ回路など様々な電気デバイスを必要とする。他方、それらの電気デバイスを搭載する空間（典型的にはエンジンコンパートメント）には制限があるため、それらの電気デバイスには小型化が求められる。

【0003】

電気デバイスを小型化する一つの方策として、インバータ回路と電圧コンバータ回路を一つの筐体に収める技術がある（例えば、特許文献1）。なお、電気自動車用のインバータ回路は発熱が大きいため、冷却器を備えることが多い。特許文献1の技術は、冷却器も筐体に収める。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-032830号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

電気デバイスを小型化すると、内部の部品が発した熱が筐体内部に籠り易くなるため、温度上昇を抑制する必要がある。特に、走行用のモータに交流電力を供給するパワーコントロールユニット（インバータ回路を含む）は、大電流を扱うため、発熱量が大きい。なお、以下では、簡単化のため、「パワーコントロールユニット」を略してPCU（Power Control Unit）と称する。

【0006】

本願出願人は、バスバ（大電流を通す導電体であり、棒状の金属部材による導電体。通常はPCU筐体内で配索される）の一部を、PCUの外側に配索することによって、PCUの温度上昇を抑制することを提案した（特願2011-112071号、本願出願時は未公開）。本明細書は、特願2011-112071号で提案した技術をさらに改良し、バスバの一部をPCU筐体外側に配索する際に、PCU内部の熱を受けて温度が上昇するバスバを効率よく冷却する技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本明細書が開示する技術は、走行用のモータに交流電力を供給するPCUであり、インバータ回路を冷却する冷却器が内蔵されているPCUを対象とする。本明細書が開示する技術は、PCUと外部のデバイスを電氣的に接続するバスバをPCUの筐体外側に配索し、そのバスバの一部を、冷却器に対応する筐体外壁部分の外面に接触させる。そのような構造を採用することによって、バスバを積極的に冷却することができる。なお、冷却器に対応する筐体外壁部分とは、冷却器の近傍に位置する外壁部分である。「バスバの一部を、冷却器に対応する筐体外壁部分の外面に接触させる」とは、より具体的には、バスバの一部と冷却器が筐体の外壁を挟んで対向するとともに、バスバと冷却器が筐体外壁に接するようにバスバを配索することに相当する。

【0008】

本明細書が開示する技術の別の一態様では、バスバを被覆する被覆材の筐体部分と接す

10

20

30

40

50

る部分に、被覆材の材質よりも熱伝導率が高い樹脂を埋め込むと良い。バスバと筐体外壁との間に熱伝導率の高い材料を介在させることによって、バスバを効率よく冷却することができる。

【0009】

PCUのより具体的な態様の一例は、モータ用の電力を蓄えるメインバッテリーの出力電圧を降圧する降圧回路を内蔵しており、冷却器は、インバータ回路のスイッチング素子（典型的にはIGBT）を冷却するものである。そして、バスバのより具体的な態様の一例は、降圧回路の出力を、メインバッテリーよりも出力電圧が低い低電圧バッテリー（補機バッテリー）に供給するための導電材の一部である。降圧回路も発熱量の大きい回路であり、バスバはその降圧回路の熱により温度が上昇する。筐体外壁を挟んでバスバと対峙する冷却器が、そのバスバを効果的に冷却する。

10

【0010】

本明細書が開示する技術の詳細とさらなる改良は以下の「発明を実施するための形態」にて説明する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例の電気自動車の電力系のブロック図である。

【図2】一例の冷却器の斜視図である。

【図3】PCUの模式的な外観図である。

【図4】PCUの筐体側壁とバスバの断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

図面を参照して実施例のPCU2（パワーコントロールユニット）を説明する。PCU2は、2個のモータとエンジンを駆動力として備えるハイブリッド車に搭載されるデバイスである。まず、PCU2を含む、ハイブリッド車1の電力系を説明する。図1に、ハイブリッド車1の電力系のブロック図を示す。ハイブリッド車1では、2個のモータ45、46の駆動軸とエンジン43の駆動軸が動力分配機構44に連結しており、動力分配機構44の出力は車軸47とデフ48を介して駆動輪49に伝達される。詳しい説明は省略するが、動力分配機構44は、プラネタリギアで構成されており、エンジン43の出力と2個のモータ45、46の出力を適宜に合成/分配して車軸47へ伝達する。また、場合によっては、動力分配機構44は、エンジン43の出力を一方のモータ45の出力軸へと伝達する。この場合、モータ45はエンジン43によって駆動され、発電機として機能する。さらに、ドライバがブレーキペダルを踏んだ際、動力分配機構44は、車軸47をモータ45と連動させる。この場合、モータ45は、車両の運動エネルギーから駆動力を得て回転し、発電する。車両の運動エネルギーを使って発電することは一般に「回生」と呼ばれる。

30

【0013】

ハイブリッド車1の電力系は、主として、メインバッテリー40、低電圧バッテリー（補機バッテリー）41、及び、PCU（パワーコントロールユニット）で構成される。その他にも、例えば、メインバッテリー40とPCU2の間には、システムメインリレーが備えられている。電力系を構成するデバイスは他にもあるが、ここでは、それらの説明は省略する。

40

【0014】

メインバッテリー40は、モータを駆動するための電力を蓄えるバッテリーであり、その出力電圧は例えば300ボルトである。低電圧バッテリー41は、ルームランプやカーナビゲーションなど、メインバッテリー40の出力電圧よりも低い電圧で駆動するデバイスに電力を供給するためのバッテリーであり、その出力電圧は例えば12ボルトである。ルームランプやカーナビゲーションなど、低電圧で駆動するデバイスは「補機」と総称されることがある。それゆえ、「低電圧バッテリー」は、「補機バッテリー」と呼ばれることがある。なお、PCU2に内蔵される制御基板34も補機に相当する。

50

## 【 0 0 1 5 】

PCU2は、昇降圧コンバータ33、降圧コンバータ37、2個のインバータ回路35、36、2個のコンデンサ31、32、及び、制御基板34を含む。メインバッテリー40は、昇降圧コンバータ33と降圧コンバータ37に接続される。別言すれば、メインバッテリー40の出力電力は、昇降圧コンバータ33と降圧コンバータ37にそれぞれ入力される。PCU2の筐体には、上記のデバイスが格納される。

## 【 0 0 1 6 】

昇降圧コンバータ33は、メインバッテリー40の出力電圧を、モータ駆動に適した電圧（例えば600ボルト）に昇圧する。また、昇降圧コンバータ33は、モータ45が発電する場合には、その電力をメインバッテリー40の電圧まで降圧する。

10

## 【 0 0 1 7 】

降圧コンバータ37は、メインバッテリー40の出力電圧を、低電圧バッテリー41の充電に適した電圧に降圧する。降圧コンバータ37の高電圧側はメインバッテリー40に接続しており、低電圧側は、中継器38、39を介して補機バッテリー41の電力線42に接続している。電力線42には様々な補機が接続されるが、図1の「to AUX」の文字が、様々な補機が接続されることを簡略に表している。中継器38、39は、PCU2の筐体の側面に設置されているボックスであり、それらの間を接続する導体には棒状の金属材が用いられる。その棒状の金属部材がバスバ4に相当する。なお、中継器38は、PCU2の内部の電気ケーブル（バスバ）と、PCU2の筐体の外に配索されるバスバ4を接続するためのボックスであるので、図1では、PCUの筐体を表す矩形の境界に中継器38を描いて

20

## 【 0 0 1 8 】

昇降圧コンバータ33の低電圧側（メインバッテリー40と接続する側）と高電圧側（インバータ回路35、36と接続する側）には、それぞれ、コンデンサ31、32が接続されている。これらのコンデンサは、電流の脈動を抑制する（いわゆる電流の平滑化）のために備えられている。

## 【 0 0 1 9 】

昇降圧コンバータ33の高電圧側には、コンデンサ32を介して、2個のインバータ回路35、36が接続されている。インバータ回路35、36は、それぞれ、昇圧された直流電力を、モータの駆動に適した交流電力に変換し、夫々のモータ45、46に供給する。インバータ回路35、36は、2個のスイッチング回路（典型的にはIGBTなどのトランジスタとそれに逆並列に接続されるダイオード）の直列接続回路が3セット並列に接続した回路構成を有している。

30

## 【 0 0 2 0 】

昇降圧コンバータ33や降圧コンバータ37も、インバータ回路と同様にスイッチング回路を備える。昇降圧コンバータ33、降圧コンバータ37、及び、2個のインバータ回路35、36が備えるスイッチング回路は、制御基板34に実装されたコントローラによって制御される。具体的には、コントローラは、スイッチング回路のトランジスタのゲートに加えるPWM信号を生成して各トランジスタに与える。昇降圧コンバータ、降圧コンバータ、及び、インバータ回路の具体的な回路構成は良く知られているので詳しい説明は省略する。

40

## 【 0 0 2 1 】

電気自動車のモータは出力が大きく、インバータ回路は大電流を扱うため、発熱が大きい。特に、スイッチング回路の発熱が大きく、従って、PCU2は、スイッチング回路を冷却するための冷却器を備える。図2に、冷却器3の構造を示す。なお、この冷却器3は、2個のトランジスタ（IGBT）と2個のダイオードを樹脂でモールドした複数のパッケージ13と冷媒が通る複数の冷却プレート12が交互に積層した構造を有しており、パワーユニットとでも称すべきものであるが、本明細書では、冷却器に焦点を置いているので、上記の積層体を冷却器3と称する。

## 【 0 0 2 2 】

50

冷却器 3 の構造を概説する。パッケージ 1 3 は、2 個のトランジスタ ( I G B T ) 1 5 と 2 個のダイオード 1 6 を樹脂で封止したものである。パッケージ 1 3 の内部にて、2 個のトランジスタ 1 5 は直列に接続している。2 個のダイオード 1 6 は、それぞれ、トランジスタ 1 5 に逆並列に接続している。トランジスタとダイオードの逆並列の回路がスイッチング回路に相当する。すなわち、パッケージ 1 3 は、2 個のスイッチング回路が直列に接続された回路構成を内部に備えている。パッケージ 1 3 の下側には、3 本の金属板状の端子 1 7 が延びている。それらは、2 個のスイッチング回路の直列接続に高電圧側に繋がる端子、低電圧側に繋がる端子、及び、直列接続の中間に繋がる端子である。これらの端子 1 7 には大電流が流れるため、金属板が用いられる。パッケージ 1 3 の上側には、I G B T のゲートに繋がる制御線 1 8 が延びている。ゲートに供給する電流 ( すなわち P W M 信号 ) は、エミッタやコレクタに流れる電流 ( モータを駆動するための電流 ) よりもはるかに小さく、それゆえ、制御線 1 8 には金属細線が用いられる。

10

**【 0 0 2 3 】**

前述したように、インバータ回路は、2 個のスイッチング回路の直列接続が 3 セット並列に接続された構造を有している、それぞれのパッケージ 1 3 が一つの直列回路を構成するので、3 個のパッケージ 1 3 で一つのインバータ回路が構成される。図 2 に示すように、冷却器 3 には、6 個のパッケージ 1 3 が積層されており、そのうちの 3 個のパッケージ 1 3 が一方のインバータ回路 3 5 に相当し、残りの 3 個のパッケージ 1 3 が他方のインバータ回路 3 6 に相当する。なお、昇降圧コンバータ 3 3 や降圧コンバータ 3 7 もスイッチング回路を備えており、昇降圧コンバータ 3 3 や降圧コンバータ 3 7 のスイッチング回路

20

**【 0 0 2 4 】**

パッケージ 1 3 は、両側にセラミック製の絶縁プレート 1 9 を配して、隣接した冷却プレート 1 2 に挟持される。冷却プレート 1 2 は、内部を冷媒が通り、2 枚の冷却プレート 1 2 がパッケージ 1 3 を両側から冷却する。隣接する冷却プレート 1 2 は、2 個の管 ( 接続管 ) で接続されており、積層体の一端の冷却プレート 1 2 には冷媒供給と排出のためのパイプ 1 4 が接続される。一方のパイプ 1 4 から供給される冷媒は、一方の接続管を通じて全ての冷却プレート 1 2 に行き届く。冷却プレート 1 2 を横断してパッケージ 1 3 から熱を奪った冷媒は、別の接続管とパイプ 1 4 を通じて排出される。

**【 0 0 2 5 】**

図 3 に P C U 2 の外観図を示す。図 3 は、P C U の筐体を斜め下方から見た図である。図 1 を参照して説明したように、P C U 2 の側面に中継器 3 8、3 9 が取り付けられている、中継器 3 8 は、内部の降圧コンバータ 3 7 の低電圧側端子とバスバ 4 の一端を接続するためのボックスであり、中継器 3 9 は、バスバ 4 の他端と補機系の電力線を繋ぐワイヤハーネス 5 1 を接続するためのボックスである。夫々のボックス内では、端子やバスバなどの金属板同士がボルトにて確実に接続される。

30

**【 0 0 2 6 】**

バスバ 4 は、P C U 2 の一つの側面 ( 第 1 の側面 2 a ) にて中継器 3 8 から延びており、第 1 側面 2 a に沿って進み、隣接する第 2 の側面 2 b に沿って湾曲し、その第 2 側面 2 b に設けられた中継器 3 9 へと続いている。バスバ 4 は、本来は P C U 2 の筐体内部に配索されてもよいのであるが、P C U 2 の筐体を小型化すると、筐体内部にバスバを配索するスペースが適切に確保できなくなる場合がある。実施例の P C U 2 はそのような状況にあり、それゆえ、バスバ 4 を筐体外側に配索している。バスバ 4 を筐体外側に配索することによって、P C U 2 の筐体はその分小型化できている。

40

**【 0 0 2 7 】**

前述したように、P C U 2 の筐体には、昇降圧コンバータ 3 3、降圧コンバータ 3 7、2 個のインバータ回路 3 5、3 6、2 個のコンデンサ 3 1、3 2、及び、制御基板 3 4 が格納される。前述したように、インバータ回路 3 5、3 6 の主要構成部品であるスイッチング回路は冷却器 3 に含まれる。即ち、図 2 に示した冷却器 3 も P C U 2 に内蔵される。なお、図 3 では、図 2 に示した冷却器 3 を単純な直方体で示してある。バスバ 4 は、冷却

50

器 3 に対応する筐体外壁部分に接するように配索されている。別言すれば、冷却器 3 は、P C U 2 の筐体外壁を挟んでバスバ 4 と対向している。図 4 に、図 3 の VI - VI 矢視における断面図を示す。冷却器 3 は、P C U 2 の外壁 2 1 の内面に接しており、バスバ 4 は、外壁 2 1 の外面（上記した第 1 側面 2 a）に接している。

【 0 0 2 8 】

なお、バスバ 4 は、絶縁性の被覆材 5 で被覆されている。そしてバスバ 4 を被覆する被覆材 5 の一部に樹脂プレート 6 が埋設されている。樹脂プレート 6 は、P C U 2 の筐体（外壁 2 1）と対向する部分に埋設されている。樹脂プレート 6 は、その熱伝導率が被覆材 5 の熱伝導率よりも高い樹脂で作られている。

【 0 0 2 9 】

P C U 2 の特徴と利点を説明する。P C U 2 は、筐体全体を小型化するため、バスバ 4 を筐体外側に配索している。バスバ 4 は、その一端が降圧コンバータ 3 7 の出力端（低電圧側の端子）に連なっており、降圧コンバータ 3 7 の出力を、メインバッテリー 4 0 よりも出力電圧が低い低電圧バッテリー 4 1（補機バッテリー）に供給するための導電材である。バスバ 4 は、降圧コンバータ 3 7 の熱を伝え易く、それゆえ、高温になり易い。そこで、バスバ 4 は、その一部が、P C U 2 の筐体外側にて、筐体外壁 2 1 を挟んで冷却器 3 と対向するように配索されている。前述したように、冷却器 3 とバスバ 4 はともに筐体外壁 2 1 に接している。そのようなバスバ 4 のレイアウトにより、バスバ 4 は、冷却器 3 によって効果的に冷却される。特に、バスバ 4 を被覆する被覆材 5 には、筐体外壁 2 1 と接する部分に、被覆材 5 の材質よりも熱伝導率が高い樹脂プレート 6 が埋め込まれている。この熱伝導率の高い樹脂プレートが、バスバ 4 の冷却を促進する。

【 0 0 3 0 】

実施例にて説明した技術に関する留意点を述べる。熱伝導率の高い樹脂プレート 6 は、バスバ 4 を囲むように設けられていてもよい。また、樹脂プレート 6 の代わりに、熱伝導率が、被覆材のもともとの材料の熱伝導率よりも高い樹脂を被覆材に配合したものを採用してもよい。例えば、熱伝導率の高い樹脂の粉末をもともとの絶縁性の被覆材の材料に混ぜ合わせたもの被覆材 5 の材料として利用することも好適である。

【 0 0 3 1 】

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 2 】

- 1：ハイブリッド車
- 2：パワーコントロールユニット（P C U）
- 2 a、2 b：P C U 側面
- 3：冷却器
- 4：バスバ
- 5：被覆材
- 6：樹脂プレート
- 1 2：冷却プレート
- 1 3：パッケージ
- 1 4：パイプ
- 2 1：外壁
- 3 1、3 2：コンデンサ
- 3 3：昇降圧コンバータ

10

20

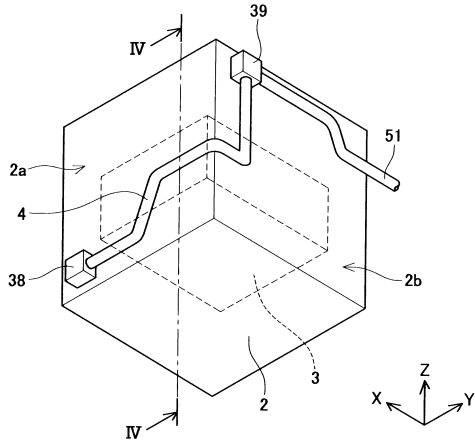
30

40

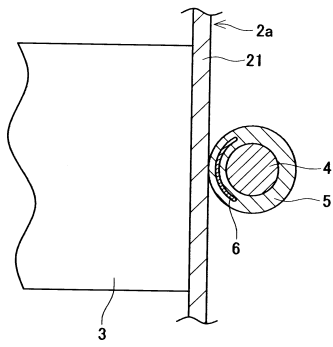
50



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

審査官 北嶋 賢二

(56)参考文献 特開2012-70533(JP,A)  
特開2009-211827(JP,A)  
国際公開第2012/107826(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02M 7/48  
H01L 23/473  
H05K 7/20