

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7136371号
(P7136371)

(45)発行日 令和4年9月13日(2022.9.13)

(24)登録日 令和4年9月5日(2022.9.5)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 M 7/48 (2007.01) H 0 2 M 7/48 Z

請求項の数 5 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-572170(P2021-572170)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー
(86)(22)出願日	令和2年1月21日(2020.1.21)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/001996	(74)代理人	110000110弁理士法人 快友国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2021/149165	(72)発明者	川島 崇功 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(87)国際公開日	令和3年7月29日(2021.7.29)	(72)発明者	岸本 直之 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和3年12月20日(2021.12.20)	(72)発明者	今井 洋平 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	猪瀬 隆広

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力変換用のスイッチング素子を収容している半導体モジュールと、
前記半導体モジュールの第1面に設けられており、前記スイッチング素子と導通している正極端子と負極端子と、
前記半導体モジュールを挟み込んでいる一对の冷却器と、
前記スイッチング素子と電氣的に接続されているコンデンサと、
を備えており、
前記半導体モジュールと一对の前記冷却器が第1方向で並んでおり、
前記第1面は、第1方向に交差する第2方向を向いており、
前記正極端子と前記負極端子は前記第1方向と前記第2方向の両方と交差する第3方向で並んでおり、
前記コンデンサは、前記第1面に対向するように配置されているとともに、前記第3方向における両端に電極を備えており、
前記正極端子は、前記コンデンサの側面に沿って前記第3方向に延びており、先端が前記コンデンサの一方の前記電極に接続されており、
前記負極端子は、前記側面に沿って前記正極端子とは逆方向に延びており、先端が前記コンデンサの他方の前記電極に接続されている、電力変換器。

【請求項2】

前記コンデンサは、前記第3方向における中心線が前記正極端子と前記負極端子の間を

通るように配置されている、請求項 1 に記載の電力変換器。

【請求項 3】

前記半導体モジュールには 2 個の前記スイッチング素子の直列接続回路が収容されており、

前記正極端子は前記直列接続回路の高電位側に接続されており、

前記負極端子は前記直列接続回路の低電位側に接続されており、

前記直列接続回路の midpoint に接続されている midpoint 端子が前記第 1 面の反対側の第 2 面から延びている、請求項 1 または 2 に記載の電力変換器。

【請求項 4】

一対の前記冷却器を含む複数の前記冷却器が前記第 1 方向に並んでおり、

前記半導体モジュールを含む複数の前記半導体モジュールと複数の前記冷却器が前記第 1 方向に沿って 1 個ずつ交互に積層されており、それぞれの前記半導体モジュールの前記正極端子と前記負極端子が前記コンデンサに接続されている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換器。

【請求項 5】

前記半導体モジュールを含む複数の前記半導体モジュールが前記第 3 方向に沿って並んでおり、

一対の前記冷却器が複数の前記半導体モジュールを挟んでいる、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書が開示する技術は、電力変換用のスイッチング素子を収容する半導体モジュールが一対の冷却器に挟まれている電力変換器に関する。

【背景技術】

【0002】

一対の冷却器の間に半導体モジュールが挟まれており、半導体モジュールの内部のスイッチング素子が冷却器の隣りに配置されたコンデンサに接続されている電力変換器が知られている。特開 2018-42424 号公報（文献 1）に、そのような電力変換器の例が開示されている。冷却器と半導体モジュールは第 1 方向に沿って並んでおり、半導体モジュールの第 2 方向を向く面から端子が延びている。一対の冷却器は第 3 方向の両側にて、連結パイプで連結されている。なお、第 1 方向、第 2 方向、第 3 方向は、互いに直交する方向を示す。コンデンサは第 3 方向で半導体モジュールに隣り合っている。

【発明の概要】

【0003】

電力変換器では、スイッチング素子からコンデンサまでの電流経路で発生するインダクタンスが電力損失の一因となる。文献 1 の電力変換器の構造では、コンデンサと半導体モジュールの間には連結パイプが位置する。それゆえ、スイッチング素子（半導体モジュール）からコンデンサまでの電流経路が長くなり、大きいインダクタンスが発生する。

【0004】

本明細書が開示する電力変換器では、半導体モジュールの第 2 方向を向く第 1 面に対向するようにコンデンサを配置する。先に述べたように、第 2 方向を向く第 1 面に端子が設けられている。端子が設けられている第 1 面に対向するようにコンデンサ素子を配置することで、半導体モジュールの端子からコンデンサまでの距離が短くなる。すなわち半導体モジュールの中のスイッチング素子からコンデンサまでの電流経路が短くなり、インダクタンスを抑えることができる。

【0005】

本明細書が開示する電力変換器の一態様では、コンデンサは、第 3 方向における両端に電極を備える。半導体モジュールの正極端子は、コンデンサの側面に沿って第 3 方向に延びており、先端がコンデンサの一方の電極に接続される。半導体モジュールの負極端子は

10

20

30

40

50

、正極端子とは逆方向に延びており、先端がコンデンサの他方の電極に接続される。この態様によると、コンデンサの中を流れる電流の方向が正極端子（負極端子）を流れる電流の方向と逆になる。互いに逆方向に電流が流れると電流経路で発生するインダクタンスを相殺することができる。すなわち、インダクタンスのさらなる低減が期待できる。

【0006】

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】

【0007】

【図1】電力変換器の回路図である。

10

【図2】半導体モジュールの斜視図である。

【図3】図2のIII-III線に沿った半導体モジュールの断面図である。

【図4】第1実施例の電力変換器の斜視図である。

【図5】第1実施例の電力変換器の斜視図である（コンデンサを外した状態）。

【図6】電力変換器の正面図である。

【図7】第1変形例の電力変換器の平面図である。

【図8】第2実施例の電力変換器の斜視図である。

【図9】第2実施例の電力変換器の分解斜視図である。

【図10】第2変形例の電力変換器の断面図である。

【実施例】

20

【0008】

（第1実施例）図1 - 図6を参照して第1実施例の電力変換器2を説明する。まず、電力変換器2の回路構成を説明する。図1に、電力変換器2の回路を示す。電力変換器2は、電気自動車90に搭載されている。電力変換器2はインバータであり、バッテリー91の直流電力を走行用のモータ92を駆動するための交流電力に変換する。

【0009】

電力変換器2は、直流端の正極9aと負極9bの間に接続されているコンデンサ3と、電力変換用の6個のスイッチング素子4（4a、4b）と、6個のダイオード5（5a、5b）で構成される。6個のスイッチング素子4は、2個ずつ直列に接続される。正極9aの側のスイッチング素子4をスイッチング素子4aと称し、負極9bの側のスイッチング素子4をスイッチング素子4bと称する場合がある。

30

【0010】

3セットの直列接続回路（2個のスイッチング素子4a、4bの直列接続回路）が直流端の正極9aと負極9bの間に並列に接続される。それぞれのスイッチング素子4にダイオード5（5a、5b）が逆並列に接続される。スイッチング素子4aに並列に接続されるダイオード5をダイオード5aと称し、スイッチング素子4bに並列に接続されるダイオード5をダイオード5bと称する場合がある。2個のスイッチング素子4a、4bの直列接続回路の midpoint から交流が出力される。

【0011】

6個のスイッチング素子4は、モータコントローラ6によって制御される。図1における矢印破線は信号線を示しており、モータコントローラ6からスイッチング素子4のゲートに信号線が繋がっている。

40

【0012】

モータコントローラ6は、上位のコントローラ94からモータ92の目標出力を受信すると、目標出力が実現するように6個のスイッチング素子4を制御する。正極側のスイッチング素子4aと負極側のスイッチング素子4bを交互にオンオフすると、直列接続回路の midpoint から交流が出力される。

【0013】

直列に接続される2個のスイッチング素子4a、4bは半導体モジュール10に収容されている。符号10が示す破線矩形が半導体モジュールを示している。それぞれのスイッ

50

チング素子 4 a、4 b に並列に接続されるダイオード 5 a、5 b も半導体モジュール 1 0 に收容される。電力変換器 2 は、3 個の半導体モジュール 1 0 (1 0 a - 1 0 c) を備えている。3 個の半導体モジュールを総称する場合は符号 1 0 を用い、それぞれの半導体モジュールを個別に表す場合には符号 1 0 a、1 0 b、1 0 c を用いる。半導体モジュール 1 0 のハードウェアの構造は後で説明する。

【 0 0 1 4 】

半導体モジュール 1 0 は 3 個のパワー端子 (正極端子 1 1、負極端子 1 2、中点端子 1 3) を備えている。正極端子 1 1、負極端子 1 2、中点端子 1 3 は、それぞれ、2 個のスイッチング素子 4 a、4 b の直列接続回路の高電位側、低電位側、中点と接続される。

【 0 0 1 5 】

図 2 に、半導体モジュール 1 0 の斜視図を示す。図 3 に、図 2 の III - III 線に沿った断面を示す。半導体モジュール 1 0 の本体は樹脂製のパッケージ 2 0 であり、パッケージ 2 0 に 2 個の半導体チップ 2 1 a、2 1 b が埋設されている。半導体チップ 2 1 a には図 1 のスイッチング素子 4 a とダイオード 5 a の並列回路が実装されており、半導体チップ 2 1 b には図 1 のスイッチング素子 4 b とダイオード 5 b の並列回路が実装されている。

【 0 0 1 6 】

図 3 を参照してパッケージ 2 0 の内部の構造を説明する。半導体チップ 2 1 a、2 1 b は扁平な板であり、その幅広面の両面に電極が露出している。半導体チップ 2 1 a の正極 (スwitching素子 4 a の正極) にはスペーサ 2 4 a が接合されており、スペーサ 2 4 a の反対側に金属板 2 3 a が接合されている。半導体チップ 2 1 a の負極 (スwitching素子 4 a の負極) は金属板 2 2 に接合されており、その金属板 2 2 には半導体チップ 2 1 b の正極 (スwitching素子 4 b の正極) が接合されている。すなわち、金属板 2 2 が 2 個のスイッチング素子 4 a、4 b を直列に接続する。

【 0 0 1 7 】

半導体チップ 2 1 b の負極 (スwitching素子 4 b の負極) はスペーサ 2 4 b に接合されており、スペーサ 2 4 b の反対側に金属板 2 3 b が接合されている。金属板 2 3 a が 2 個のスイッチング素子 4 a、4 b の直列接続回路の高電位側に対応し、金属板 2 3 b が直列接続回路の低電位側に対応する。

【 0 0 1 8 】

金属板 2 2、2 3 a、2 3 b の一方の面はパッケージ 2 0 から露出しており、半導体チップ 2 1 a、2 1 b の熱を放出する。

【 0 0 1 9 】

図 2 に戻り、半導体モジュール 1 0 の構造を説明する。パッケージ 2 0 は、扁平であり、図中の座標系の + Y 方向を向く幅狭の面 2 0 a に正極端子 1 1 と負極端子 1 2 が設けられている。負極端子 1 2 は、第 1 幅狭面 2 0 a から Y 方向に延びている基部 1 2 a と、基部 1 2 a から X 方向に直角に折れ曲がっている中間部 1 2 b と、中間部 1 2 b から Y 方向に直角に折れ曲がっている先端部 1 2 c を有する。正極端子 1 1 も同様であり、基部 1 1 a、中間部 1 1 b、先端部 1 1 c を有する。正極端子 1 1 の基部 1 1 a は、中間部 1 1 b に隠れて見えない。基部 1 1 a (1 2 a)、中間部 1 1 b (1 2 b)、先端部 1 1 c (1 2 c) は、それぞれ平板である。

【 0 0 2 0 】

反対側の - Y 方向を向く幅狭の面 2 0 b に中点端子 1 3 と制御端子 1 4 a、1 4 b が設けられている。説明の都合上、パッケージ 2 0 の + Y 方向を向く面 2 0 a を以下では第 1 幅狭面 2 0 a と称し、- Y 方向を向く面 2 0 b を第 2 幅狭面 2 0 b と称する。

【 0 0 2 1 】

正極端子 1 1、負極端子 1 2 は、それぞれ、パッケージ 2 0 の内部で金属板 2 3 a、2 3 b に接続されている。中点端子 1 3 は、パッケージ 2 0 の内部で金属板 2 2 に接続されている。正極端子 1 1、負極端子 1 2、中点端子 1 3 は、金属板 2 2、2 3 a、2 3 b を介して 2 個の半導体チップ 2 1 a、2 1 b (2 個のスイッチング素子 4 a、4 b) の直列接続回路の高電位側、低電位側、中点と導通する。別言すれば、正極端子 1 1 は、スイッ

10

20

30

40

50

チング素子 4 a の正極に接続され、負極端子 1 2 はスイッチング素子 4 b の負極に接続される。

【 0 0 2 2 】

制御端子 1 4 a (1 4 b) は、半導体チップ 2 1 a (2 1 b) の制御パッド (不図示) に接続されている。制御パッドは、スイッチング素子のゲート、温度センサ (不図示) の端子などで構成される。制御端子 1 4 a (1 4 b) を介してモータコントローラ 6 からスイッチング素子 4 a (4 b) へ駆動信号が送られる。

【 0 0 2 3 】

図 4 に、電力変換器 2 の斜視図を示す。図 4 は、電力変換器 2 の主要部品である半導体モジュール 1 0 とコンデンサ 3 のアセンブリの斜視図である。図 4 では、アセンブリ以外の部品 (筐体を含む) の図示は省略してある。図 5 に、コンデンサ 3 を半導体モジュール 1 0 から外した状態の電力変換器 2 の斜視図を示す。

10

【 0 0 2 4 】

電力変換器 2 は、3 個の半導体モジュール 1 0 (1 0 a - 1 0 c) と、4 個の冷却器 3 0 (3 0 a - 3 0 d) と、コンデンサ 3 を備える。4 個の冷却器 3 0 を総称する場合には符号 3 0 を用い、個別に表す場合には符号 3 0 a - 3 0 d を用いる。

【 0 0 2 5 】

3 個の半導体モジュール 1 0 と 4 個の冷却器 3 0 は、1 個ずつ交互に積層される。複数の半導体モジュール 1 0 と複数の冷却器 3 0 は、図中の座標系の X 方向に並んでいる。それぞれの半導体モジュール 1 0 は、一对の冷却器に挟まれることになる。例えば半導体モジュール 1 0 a は一对の冷却器 3 0 a、3 0 b に挟まれる。半導体モジュール 1 0 b は一对の冷却器 3 0 b、3 0 c に挟まれる。半導体モジュール 1 0 c は一对の冷却器 3 0 c、3 0 d に挟まれる。

20

【 0 0 2 6 】

冷却器 3 0 の内部を冷媒が通る。冷媒は液体である。隣り合う冷却器 3 0 は、一对の連結パイプ 3 1 a、3 1 b で連結される。連結パイプ 3 1 a、3 1 b は、隣り合う冷却器 3 0 中の流路をつなぐ。図の右端の冷却器 3 0 d には、冷媒入口 3 2 a と冷媒出口 3 2 b が設けられている。冷媒入口 3 2 a と冷媒出口 3 2 b は不図示の冷媒循環装置に接続される。冷媒入口 3 2 a から供給された冷媒は、連結パイプ 3 1 a を通じて全ての冷却器 3 0 に分配される。冷媒は冷却器 3 0 の内部を通過する間に隣り合う半導体モジュール 1 0 から熱を吸収する。熱を吸収した冷媒は連結パイプ 3 1 b を通じて冷媒出口 3 2 b から排出される。それぞれの半導体モジュール 1 0 は両面から冷却されるので、電力変換器 2 は半導体モジュール 1 0 に対する冷却効率が高い。

30

【 0 0 2 7 】

それぞれの半導体モジュール 1 0 の第 1 幅狭面 2 0 a に正極端子 1 1 と負極端子 1 2 が設けられている。先に述べたように、第 1 幅狭面 2 0 a は図中の座標系の Y 方向を向く面であり、正極端子 1 1 と負極端子 1 2 は Z 方向に並んでいる。コンデンサ 3 は、半導体モジュール 1 0 の第 1 幅狭面 2 0 a に対向するように配置される。コンデンサ 3 は、図中の座標系の Z 方向の両端に電極 (正極 3 p、負極 3 n) を有している。

【 0 0 2 8 】

半導体モジュール 1 0 の正極端子 1 1 の先端部 1 1 c と負極端子 1 2 の先端部 1 2 c は、Z 方向でコンデンサ 3 を挟み込み、先端部 1 1 c がコンデンサ 3 の正極 3 p に接合され、先端部 1 2 c がコンデンサ 3 の負極 3 n に接合される。

40

【 0 0 2 9 】

複数の半導体モジュール 1 0 の下方に回路基板 7 が配置される。回路基板 7 には図 1 に示したモータコントローラ 6 が実装されている。

【 0 0 3 0 】

図 6 に電力変換器 2 の正面図を示す。半導体モジュール 1 0 の第 2 幅狭面 2 0 b に制御端子 1 4 a、1 4 b と中点端子 1 3 が設けられている。回路基板 7 は、第 2 幅狭面 2 0 b に対向するように配置される。制御端子 1 4 a、1 4 b は、回路基板 7 に接続される。中

50

点端子 1 3 は、回路基板 7 を通過し、別のバスバと接合される。バスバとは、金属棒（金属板）で作られた導電部材である。

【 0 0 3 1 】

先に述べたように、コンデンサ 3 は、半導体モジュール 1 0 の第 1 幅狭面 2 0 a に対向するように配置される。第 1 幅狭面 2 0 a には正極端子 1 1 と負極端子 1 2 が設けられている。図 4 - 図 6 に示されているように、正極端子 1 1（負極端子 1 2）からコンデンサ 3 までの距離が短い。半導体モジュール 1 0 の内部のスイッチング素子 4 a、4 b からコンデンサ 3 までの電流経路が短いので、電流経路で発生するインダクタンスを抑えることができる。電流経路で発生するインダクタンスは電力損失の原因となる。スイッチング素子からコンデンサまでの電流経路が短い電力変換器 2 は、損失が小さい。

10

【 0 0 3 2 】

Z 方向で半導体モジュール 1 0 の両側には連結パイプ 3 1 a、3 1 b が配置されている。それゆえ、仮に Z 方向で半導体モジュール 1 0 に隣り合うようにコンデンサ 3 を配置すると、半導体モジュール 1 0 内のスイッチング素子からコンデンサ 3 までの距離が長くなる。複数の半導体モジュール 1 0 と複数の冷却器 3 0 が X 方向に並んでいる。従って、仮に X 方向で半導体モジュール 1 0 に隣り合うようにコンデンサ 3 を配置した場合も、半導体モジュール 1 0 内のスイッチング素子からコンデンサ 3 までの距離が長くなる。実施例の電力変換器 2 では、Y 方向で半導体モジュール 1 0 に隣り合うようにコンデンサ 3 が配置される。そのような配置が、半導体モジュール 1 0 内のスイッチング素子からコンデンサ 3 までの距離を最も短くすることができる。

20

【 0 0 3 3 】

また、正極端子 1 1 の中間部 1 1 b と負極端子 1 2 の中間部 1 2 b は、コンデンサ 3 の側面に沿って延びており、Z 軸に沿って互いに逆方向に延びている。正極端子 1 1 の先端部 1 1 c と負極端子 1 2 の先端部 1 2 c は互いに対向するように折れ曲がっており、それらの間にコンデンサ 3 が挟まれている。先に述べたように、正極端子 1 1 の先端部 1 1 c はコンデンサ 3 の正極 3 p に接合され、負極端子 1 2 の先端部 1 2 c はコンデンサ 3 の負極 3 n に接合される。

【 0 0 3 4 】

図 6 に示されているように、コンデンサ 3 は、Z 方向（正極端子 1 1 と負極端子 1 2 の並び方向）の中心線 C L が正極端子 1 1 と負極端子 1 2 の間を通るように配置される。そして、正極端子 1 1 と負極端子 1 2 がコンデンサ 3 の側面に沿って互いに逆方向に延びている。この構成により、図 6 の太い矢印線が示すように電流が流れる。特に高周波のノイズはコンデンサ 3 の表層に沿って流れる。すなわち、正極端子 1 1 と負極端子 1 2 に流れる電流と、コンデンサ 3 の内部を流れる電流は、近接することになる。

30

【 0 0 3 5 】

正極端子 1 1 の中間部 1 1 b と負極端子 1 2 の中間部 1 2 b では電流は図中の右から左へ流れる。コンデンサ 3 の内部では、電流は左から右へと流れる。正極端子 1 1 と負極端子 1 2 を流れる電流とコンデンサ 3 の内部を流れる電流が互いに反対方向になるから、それぞれの電流が発生する磁界が相殺される。電流が発生する磁界が相殺されると電流変化に起因するインダクタンスが抑制される。電力変換器 2 では、磁界を相殺することでもインダクタンスが抑制され、その結果、損失が抑えられる。

40

【 0 0 3 6 】

図 7 に、変形例の電力変換器 1 0 2 の正面図を示す。実施例の半導体モジュール 1 0 は、第 1 幅狭面 2 0 a に正極端子 1 1 と負極端子 1 2 が設けられており、反対側の第 2 幅狭面 2 0 b に中点端子 1 3 が設けられている。変形例の電力変換器 1 0 2 に用いられている半導体モジュール 1 1 0 は、パッケージ 2 0 の第 1 幅狭面 2 0 a に正極端子 1 1 1 と負極端子 1 1 2 と中点端子 1 1 3 が設けられている。正極端子 1 1 1 と負極端子 1 1 2 と中点端子 1 1 3 は、第 1 幅狭面 2 0 a にて、Z 方向に並んでいる。第 1 幅狭面 2 0 a に中点端子 1 1 3 も設けられ、正極端子 1 1 1 と負極端子 1 1 2 の間が狭められている。それでも、正極端子 1 1 1 と負極端子 1 1 2 は、Z 方向で並んでおり、それらの間にコンデンサ 1

50

03が配置される。コンデンサ103は第1幅狭面20aに対向するように配置される。コンデンサ103は、Z方向におけるコンデンサ103の中心線CLが正極端子111と負極端子112の間を通るように配置される。

【0037】

正極端子111と負極端子112は、コンデンサ103の側面に沿って互いに反対方向へ延びており、正極端子111はコンデンサ103の正極3pに接合しており、負極端子112は負極3nと接合している。変形例の電力変換器102も実施例の電力変換器2と同じ効果を奏する。

【0038】

(第2実施例)図8、図9を用いて第2実施例の電力変換器202を説明する。図8は、電力変換器202の斜視図であり、図9は電力変換器202の分解斜視図である。第2実施例の電力変換器202は、第1実施例の電力変換器2が用いた半導体モジュール10(10a-10c)を用いるが、その並べ方が第1実施例の場合と異なる。

10

【0039】

電力変換器202では、一对の冷却器230a、230bの間に、3個の半導体モジュール10a-10cが挟まれている。3個の半導体モジュール10a-10cは、図中の座標系のZ方向に並んでいる。Z方向は、半導体モジュール10において正極端子11と負極端子12の並び方向と同じである。

【0040】

第1実施例の電力変換器2では、3個の半導体モジュール10a-10cのそれぞれの正極端子11と負極端子12が1個のコンデンサ3に接続されている。第2実施例の電力変換器202は、3個のコンデンサ3a-3cを有しており、半導体モジュール10a-10cのそれぞれが3個のコンデンサ3a-3cのそれぞれに接続されている。

20

【0041】

電力変換器202は、3個の半導体モジュール10a-10cの並び方が相違するだけで、他の特徴は電力変換器2の特徴と同じである。それゆえ、第2実施例の電力変換器2も第1実施例の電力変換器2と同じ利点を有する。

【0042】

(変形例)図10に変形例の電力変換器302の側面図を示す。図10では、冷却器330a、330bと半導体モジュール310とコンデンサ3を収容する筐体380も描いてある。図10は、電力変換器302の筐体380を図中の座標系のXY平面でカットした断面を示している。一对の冷却器330a、330bと半導体モジュール310とコンデンサ3は側面が描かれている。

30

【0043】

変形例の電力変換器302では、半導体モジュール310の端子の形状が半導体モジュール10とは若干相違する。電力変換器302も一对の冷却器330aと330bの間に3個の半導体モジュール310が挟まれている。3個の半導体モジュール310はZ方向に並んでおり、2個の半導体モジュール310は、図10の紙面奥側に配置されている。

【0044】

一对の冷却器330a、330bと半導体モジュール310は図中座標系のX方向に並んでおり、それぞれの半導体モジュール310の正極端子311と負極端子(図10では負極端子は正極端子311に隠れて見えない)はZ方向で並んでおり、コンデンサ3はY方向で半導体モジュール310の第1幅狭面20aに対向している、正極端子311と負極端子(図1では不図示)は、Z方向でコンデンサ3を挟んでいる。これらの構造は、第2実施例の電力変換器202と同じである。それゆえ、変形例の電力変換器302は、第2実施例の電力変換器202と同じ利点を有する。

40

【0045】

モータコントローラ6が実装された回路基板307は、冷却器330a、330bと半導体モジュール310のアセンブリの上方に配置されている。回路基板307は筐体380に固定されている。半導体モジュール310の制御端子314は上方に折れ曲がってお

50

り、回路基板 307 に接続されている。中点端子 313 は中間バスバ 384 の一端に連結されている。中間バスバ 384 の他端は出力バスバ 385 の一端に連結されている。出力バスバ 385 は、筐体 380 の外へと延びている。出力バスバ 385 は、走行用のモータ 92 (図 1 参照) に接続される。

【0046】

回路基板 307 は、伝熱シート 382 を挟んで冷却器 330 a と対向している。図 10 では理解を助けるため、伝熱シート 382 をグレーで示してある。回路基板 307 は、冷却器 330 a と熱的に接続されている。図 10 において回路基板 7 から冷却器 330 a に向かう矢印線は熱の流れを表している。図 10 の構造によると、回路基板 7 は冷却器 330 a により冷却される。

10

【0047】

コンデンサ 3 の下面は筐体 380 の底板 381 に接している。また、冷却器 330 b も底板 381 に接している。コンデンサ 3 の下部から底板 381 に向かう矢印線、および、底板 381 から冷却器 330 b へ向かう矢印線も熱の流れを示している。それらの矢印線が示すように、コンデンサ 3 は冷却器 330 b により冷却される。

【0048】

実施例で説明した電力変換器 2 (102、202、303) の特徴を以下に列挙する。コンデンサ 3 は、正極端子 11 と負極端子 12 が設けられている第 1 幅狭面と対向するように配置されている。コンデンサは、Z 方向における中心線 CL が正極端子 11 と負極端子 12 の間を通るように配置されている。コンデンサ 3 は、Z 方向における両端に電極 (正極 3p と負極 3n) を備える。正極端子 11 は、コンデンサ 3 の側面に沿って Z 方向に延びており、先端部 11c がコンデンサ 3 の一方の電極 (例えば正極 3p) に接続される。負極端子 12 はコンデンサ 3 の側面に沿って正極端子 11 とは逆方向に延びており、先端部 12c がコンデンサ 3 の他方の電極 (例えば負極 3n) に接続される。上記の構造により、半導体モジュール 10 の内部のスイッチング素子 4a、4b からコンデンサ 3 までの電流経路が短くなり、電流経路に発生するインダクタンスを抑えることができる。また、正極端子 11 (負極端子 12) とコンデンサ 3 の内部で電流が逆方向に流れる。この構造も、インダクタンスの抑制に貢献する。

20

【0049】

半導体モジュール 10 には 2 個のスイッチング素子 4a、4b の直列接続回路が収容されている。正極端子 11 は直列接続回路の高電位側に接続されており、負極端子 12 は直列接続回路の低電位側に接続されている。直列接続回路の midpoint に接続されている中点端子 13 は、第 1 幅狭面の反対側の第 2 幅狭面から延びている。

30

【0050】

複数の冷却器 30 が X 方向に並んでおり、複数の半導体モジュール 10 と複数の冷却器 30 が X 方向に沿って 1 個ずつ交互に積層されている。それぞれの半導体モジュール 10 の正極端子 11 と負極端子 12 がコンデンサ 3 に接続される。

【0051】

第 2 実施例の電力変換器 202 では、複数の半導体モジュール 10 が Z 方向に沿って並んでいる。一对の冷却器 230 a、230 b が複数の半導体モジュール 10 a - 10 c を挟んでいる。

40

【0052】

実施例で説明した技術に関する留意点を述べる。図の X 方向、Y 方向、Z 方向がそれぞれ、第 1 方向、第 2 方向、第 3 方向に対応する。第 1 幅狭面 20 a が、正極端子 11 と負極端子 12 が設けられている第 1 面に対応する。実施例の半導体モジュールでは第 1 幅狭面 20 a と第 2 幅狭面 20 b はともに平坦であったが、第 1 幅狭面 20 a と第 2 幅狭面 20 b は平坦でなくともよい。

【0053】

本明細書が開示する技術は少なくとも 1 個の半導体モジュールが一对の冷却器に挟まれている電力変換器に適用することができる。本明細書が開示する技術は半導体モジュール

50

の数、冷却器の数に限定されない。

【 0 0 5 4 】

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、請求の範囲を限定するものではない。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。

10

20

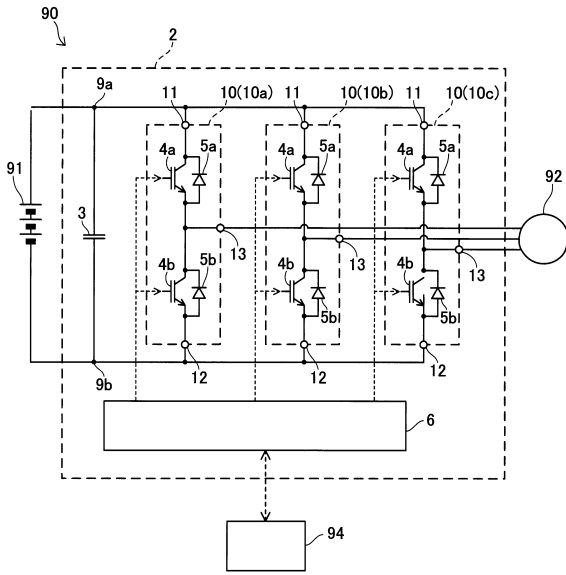
30

40

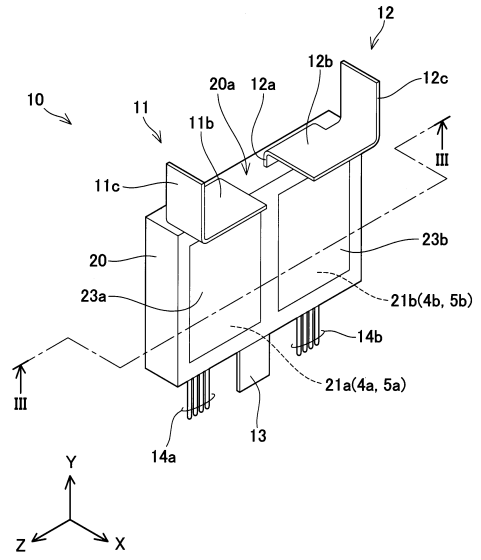
50

【図面】

【図 1】



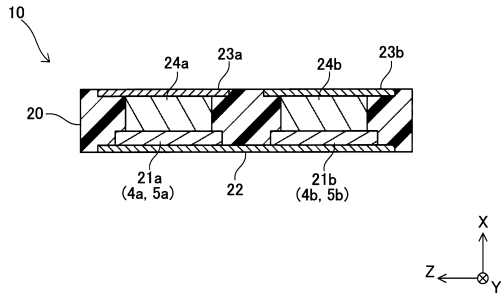
【図 2】



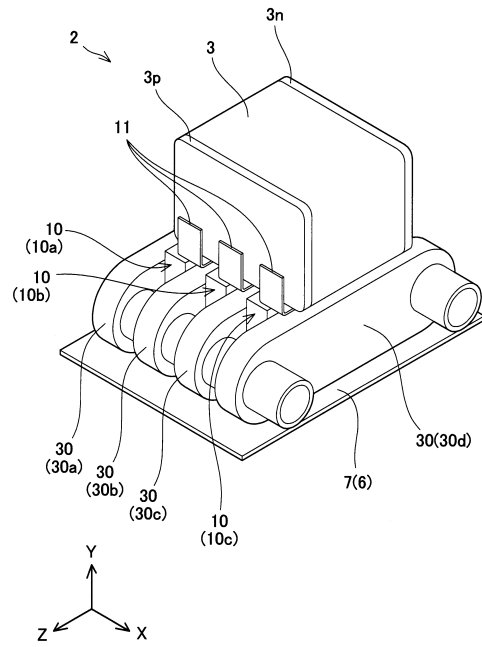
10

20

【図 3】



【図 4】

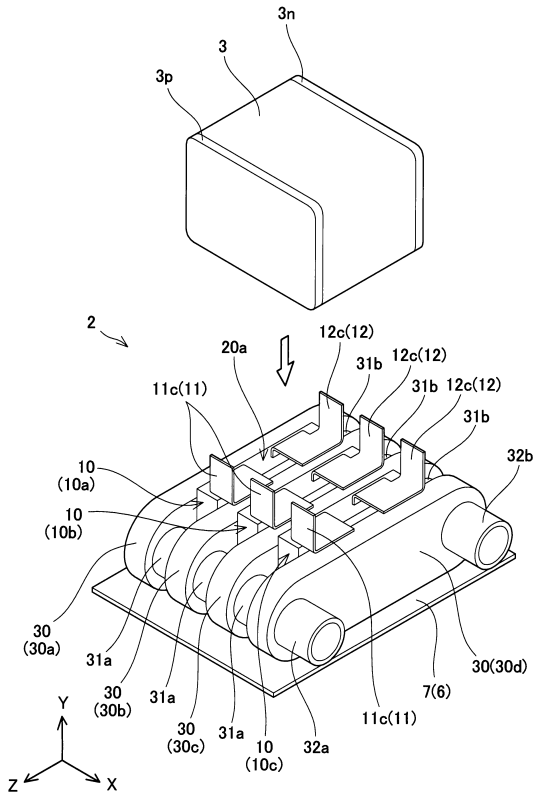


30

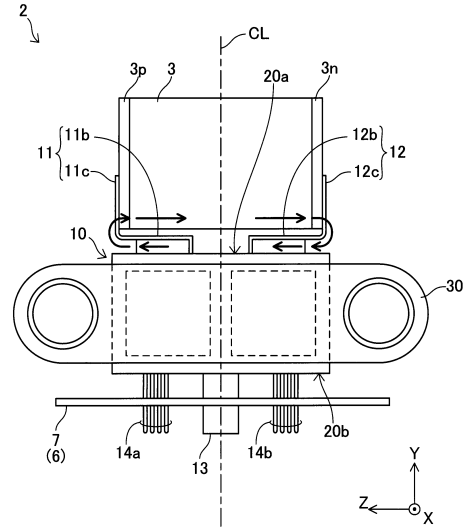
40

50

【図5】



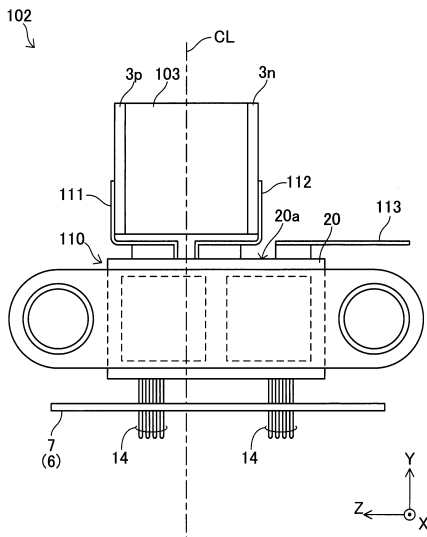
【図6】



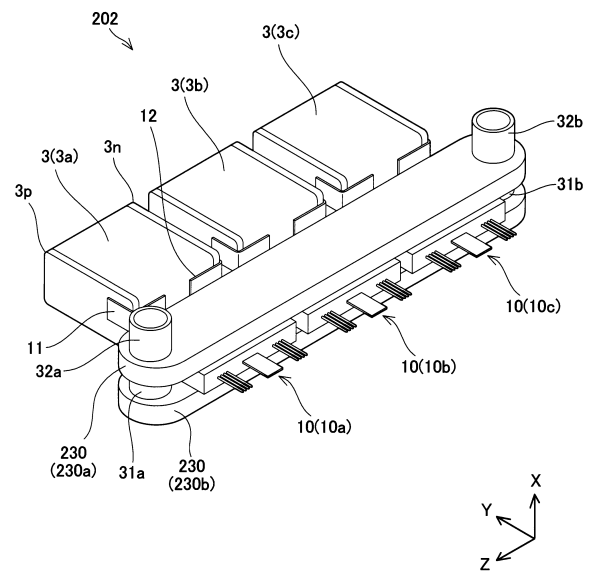
10

20

【図7】



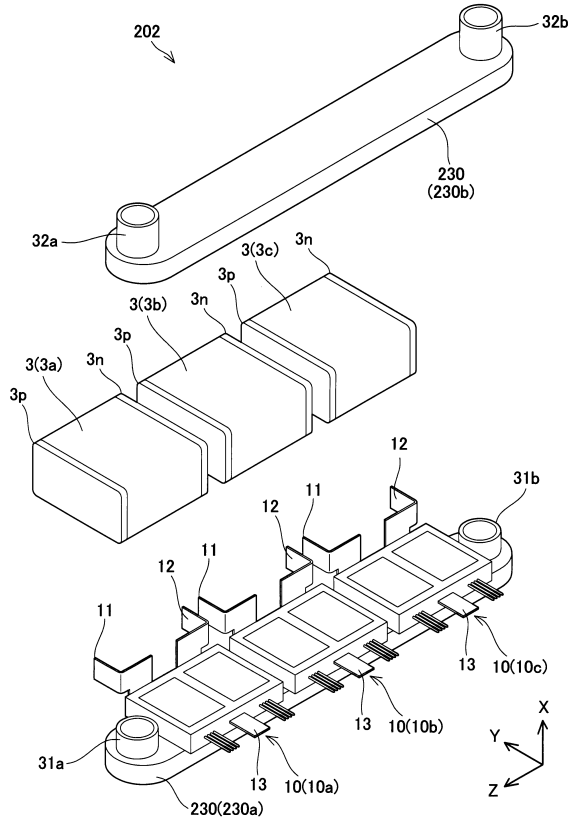
【図8】



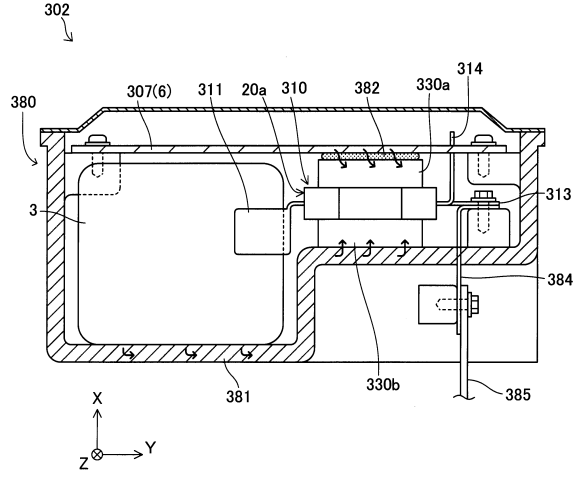
30

40

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2011 - 114966 (JP, A)
特開 2019 - 097237 (JP, A)
米国特許出願公開第 2011 / 0242725 (US, A1)
特開 2017 - 163756 (JP, A)
国際公開第 2019 / 244502 (WO, A1)
特開 2011 - 259544 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02M 7 / 48