

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6758264号
(P6758264)

(45) 発行日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月3日(2020.9.3)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 F 37/00	(2006.01)
HO 1 F 27/10	(2006.01)
HO 2 M 7/48	(2007.01)
	HO 1 F 37/00
	HO 1 F 27/10
	HO 2 M 7/48

請求項の数 15 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-156085 (P2017-156085)
 (22) 出願日 平成29年8月10日 (2017.8.10)
 (65) 公開番号 特開2019-36609 (P2019-36609A)
 (43) 公開日 平成31年3月7日 (2019.3.7)
 審査請求日 令和1年9月27日 (2019.9.27)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (73) 特許権者 000004695
 株式会社SOKEN
 愛知県日進市米野木町南山500番地20
 (74) 代理人 110000648
 特許業務法人あいち国際特許事務所
 (72) 発明者 田辺 龍太
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 村上 達也
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアクトル冷却構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

いずれも通電により磁束を発生するコイル(17)と上記コイルと一体化されたコア(18)とを有し、積層方向(X)に亘り積層された複数のリアクトル(11)と、上記複数のリアクトルを冷却する冷却部(20)と、を備え、

上記複数のリアクトルのそれぞれは、上記コイル及び上記コアを収容する外装部(12)を有し、上記外装部は、上記積層方向の両側及び上記積層方向と直交する方向(Y)の両側に設けられた、上記コイルの放熱のための放熱面(13)を有し、

上記冷却部は、上記外装部の上記放熱面を冷媒(W)で直接冷却するための冷却流路(24)を有し、

上記冷却流路に対向するように設けられた全ての上記放熱面が同一材料で構成されている、リアクトル冷却構造(10, 110, 210)。

【請求項 2】

上記積層方向について隣接する2つのリアクトル(11)は、それぞれの上記外装部が接合面(14)において亘り接合され、対向する2つの上記放熱面によって上記冷却部の上記冷却流路が区画されるように構成されている、請求項1に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 3】

上記隣接する2つのリアクトルは、一方の上記外装部と他方の上記外装部とが上記接合

10

20

面同士の嵌合によって接合されるように構成されている、請求項 2 に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 4】

上記隣接する 2 つのリアクトルは、一方の上記外装部の上記接合面と他方の上記外装部の上記接合面とがシール部 (19) を介してシールされるように構成されている、請求項 2 または 3 に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 5】

上記コイルは、電源 (B1) との接続のための外部接続端子 (17b) を有し、上記外部接続端子 (17b) が上記積層方向について上記シール部から離間した位置から突出するように構成されている、請求項 4 に記載のリアクトル冷却構造。

10

【請求項 6】

上記コイルは、電源 (B1) との接続のための外部接続端子 (17b) を有し、上記外部接続端子が上記積層方向について別の上記コイルの上記外部接続端子と重なる位置から突出するように構成されている、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 7】

上記外装部は、上記冷却流路に連通する連通穴 (15, 16) を有し、上記連通穴は、上記冷却流路へ冷媒 (W) を導入するための冷媒導入流路 (23) と、上記冷却流路から冷媒 (W) を導出するための冷媒導出流路 (25) と、の少なくとも一方を構成している、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のリアクトル冷却構造。

20

【請求項 8】

上記外装部は、樹脂材料からなる、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 9】

上記樹脂材料は、熱伝導性を有する、請求項 8 に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 10】

上記外装部は、金属材料からなる、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 11】

上記外装部は、略直方体形状をなし、その短辺に沿った短辺方向が上記放熱面に直交する方向であり、上記複数のリアクトルは、上記外装部の上記短辺方向を上記積層方向として互いに積層されている、請求項 1 ~ 10 のうちのいずれか一項に記載のリアクトル冷却構造。

30

【請求項 12】

上記複数のリアクトルはいずれも、上記外装部の上記短辺方向と上記コイルの巻軸方向 (D) とが直交するように構成されている、請求項 11 に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 13】

上記複数のリアクトルはいずれも、上記外装部の上記短辺方向と上記コイルの巻軸方向 (D) とが一致するように構成されている、請求項 11 に記載のリアクトル冷却構造。

【請求項 14】

上記外装部において上記コイルの内側及び外周に磁性粉末混合樹脂からなる上記コアが充填されており、上記コアが上記外装部のうち上記積層方向について上記放熱面と重なる位置にある内壁面 (12b) に接するように構成されている、請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載のリアクトル冷却構造。

40

【請求項 15】

上記リアクトルは、上記積層方向と直交する平面に沿って配置される半導体素子 (4) を内蔵した半導体モジュール (3) とともに、電力変換装置 (1) のインバータ回路 (30) を構成している、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載のリアクトル冷却構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、リアクトルを冷却するための構造に関する。

【背景技術】**【0002】**

下記の特許文献1には、複数のリアクトルを備えた電力変換器が開示されている。この電力変換器では、複数のリアクトルが互いに積層されており、その積層方向の両側にそれぞれ、熱伝導率の高い材料からなる放熱器が配置されている。これにより、複数のリアクトルのそれぞれで発生した熱が各リアクトルの両側から放熱器を介して外部に放熱される。また、リアクトルを冷却する性能を高めるために、この放熱器に冷媒が流れる冷媒流路が設けられる。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2016-197987号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、上記のような電力変換器の場合、複数のリアクトルの積層方向の両側に放熱器自体やそれに付随する部材を配置するための配置スペースを確保する必要があり、電力変換器を小型化するのが難しい。また、この種の電力変換器の設計に際しては、近年の電力変換器の高出力化に伴って、リアクトルを冷却する性能を更に高めたいという要請がある。

20

【0005】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、リアクトルを冷却する性能が高く且つ小型化を図るのに有効なリアクトル冷却構造を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明の一態様は、

いずれも通電により磁束を発生するコイル(17)と上記コイルと一体化されたコア(18)とを有し、積層方向(X)に互いに積層された複数のリアクトル(11)と、
上記複数のリアクトルを冷却する冷却部(20)と、

30

を備え、

上記複数のリアクトルのそれぞれは、上記コイル及び上記コアを収容する外装部(12)を有し、上記外装部は、上記積層方向の両側及び上記積層方向と直交する方向(Y)の両側に設けられた、上記コイルの放熱のための放熱面(13)を有し、

上記冷却部は、上記外装部の上記放熱面を冷媒(W)で直接冷却するための冷却流路(24)を有し、

上記冷却流路に対向するように設けられた全ての上記放熱面が同一材料で構成されている、リアクトル冷却構造(10, 110, 210)、
にある。

40

【発明の効果】**【0007】**

上記のリアクトル冷却構造において、各リアクトルの外装部の放熱面が冷媒で直接冷却される。この場合、冷却部の冷却流路を流れる冷媒が外装部の放熱面に直に接する。即ち、外装部の放熱面と冷却流路を流れる冷媒との間に別部材が介在しない。このため、外装部の放熱面と冷媒との間に別部材が介在するような構造に比べて、リアクトルを冷却する性能を高めることができる。この性能を高めるためにリアクトルの外装部を加圧して冷却部に押し付けることも不要になる。

また、外装部の放熱面と冷媒との間に別部材が介在しない分だけ積層方向の寸法を小さく抑えることができる。

50

【0008】

以上のごとく、上記態様によれば、リアクトルを冷却する性能が高く且つ小型化を図るのに有効なリアクトル冷却構造を提供することができる。

なお、特許請求の範囲及び課題を解決する手段に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態1にかかる電力変換装置を模式的に示す平面図。

【図2】図1中の半導体積層ユニットを半導体モジュールの積層方向から視た図。

10

【図3】図1の電力変換装置のインバータ回路図。

【図4】実施形態1のリアクトル冷却構造の斜視図。

【図5】図4中のリアクトルをその積層方向から視た図。

【図6】図4のリアクトル冷却構造の部分的な分解斜視図。

【図7】図4のVII-VII線矢視断面図。

【図8】図7のVIII-VIII線矢視断面図。

【図9】実施形態2のリアクトル冷却構造の部分断面図。

【図10】実施形態3のリアクトル冷却構造のリアクトルの斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

20

以下、リアクトルを冷却するための冷却構造の実施形態について図面を参照しつつ説明する。

【0011】

なお、本明細書の図面では、特に断わらない限り、複数のリアクトルの積層方向である第1方向を矢印Xで示し、且つ複数のリアクトルとともに電力変換装置を構成する複数の半導体モジュールの積層方向であり且つ第1方向Xと直交する第2方向を矢印Yで示し、第1方向X及び第2方向Yの両方に直交する第3方向を矢印Zで示すものとする。

【0012】

(実施形態1)

図1に示されるように、実施形態1にかかる電力変換装置1は、ケース1a内に半導体積層ユニット2と、複数のリアクトル11、コンデンサ6及びコンバータ7(図3参照)を含む電子部品と、制御回路基板8と、を備えている。この電力変換装置1は、例えば、電気自動車やハイブリッド自動車等に搭載され、直流の電源電力を駆動用モータの駆動に必要な交流電力に変換するインバータとして用いられる。

30

【0013】

半導体積層ユニット2は、複数の半導体モジュール3と、いずれも冷媒が流れる複数の冷却管5aを有する冷却器5と、を備えている。この半導体積層ユニット2において、複数の半導体モジュール3と複数(図1では9つ)の冷却管5aとが第2方向Yに交互に積層配置されている。即ち、各半導体モジュール3は、2つの冷却管5aによって第2方向Yの両側面から挟持されている。

40

【0014】

図2に示されるように、半導体モジュール3は、直流電力を交流電力に変換するIGBT等の半導体素子4を内蔵している。この半導体モジュール3には、制御回路基板8に電気的に接続された複数(図2では5つ)の制御端子4aと、電力供給用のパワー端子4bと、が設けられている。制御回路基板8は、パワー端子4bから半導体モジュール3に供給された直流電力を交流電力に変換するために、半導体素子4のスイッチング動作を制御するように構成されている。

【0015】

冷却器5は、流入管5bを通じて流入した冷媒が複数の冷却管5aに分岐して流通した後に合流して流出管5cを通じて流出するように構成されている。このため、半導体モジ

50

ユール 3 で生じた熱が冷却管 5 a を流れる冷媒側へと移動することによって、半導体モジュール 3 が冷却される。

【 0 0 1 6 】

この冷却器 5 で使用する冷媒として、例えば、水やアンモニア等の自然冷媒、エチレングリコール系の不凍液を混入した水、フロリナート（登録商標）等のフッ化炭素系冷媒、H C F C 1 2 3 、H F C 1 3 4 a 等のフロン系冷媒、メタノール、アルコール等のアルコール系冷媒、アセトン等のケトン系冷媒等を用いることができる。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示されるように、複数（図 1 では 4 つ）のリアクトル 1 1 は、互いに第 1 方向 X 10 (以下、「リアクトル 1 1 の積層方向 X 」ともいう。) に積層されている。各リアクトル 1 1 は、インダクタを利用して電気エネルギーを磁気エネルギーに変換する機能を有する電子部品であり、通電により磁束を発生するコイル（後述のコイル 1 7 ）を有する。4 つのリアクトル 1 1 は、半導体モジュール 3 とともに電力変換装置 1 のインバータ回路（後述のインバータ回路 3 0 ）を、より具体的には半導体モジュール 3 への入力電圧を昇圧するための昇圧回路の一部を構成している。

【 0 0 1 8 】

本実施形態では、半導体モジュール 3 に内蔵されている半導体素子 4 が、リアクトル 1 1 の積層方向 X と直交する平面、即ち第 2 方向 Y と第 3 方向 Z とによって規定される平面に沿って配置されている。即ち、半導体素子 4 の素子平面がリアクトル 1 1 の積層方向 X と直交している。この場合、リアクトル 1 1 のコイルで発生する磁束のうち、半導体素子 4 の素子平面と直交する磁束を低減させることができ、これによりこの磁束の影響によって半導体モジュール 3 が誤動作するのを防ぐことができる。 20

【 0 0 1 9 】

また、詳細な構造については後述するが、本実施形態の電力変換装置 1 には、これら 4 つのリアクトル 1 1 の冷却のためのリアクトル冷却構造 1 0 が設けられている。

【 0 0 2 0 】

コンデンサ 6 は、入力電圧又は昇圧した電圧を平滑化する機能を有する電子部品である。このコンデンサ 6 は、直流電力を交流電力に変換する変換回路の一部を構成している。コンバータ 7 は、直流電源の電圧を降圧する機能を有する電子部品である。 30

【 0 0 2 1 】

図 3 に示されるように、電力変換装置 1 のインバータ回路 3 0 において、各半導体モジュール 3 に内蔵されている半導体素子 4 のスイッチング動作（オンオフ動作）が制御回路基板 8 によって制御されて、直流電源である電源 B 1 の直流電力が交流電力に変換される。 40

【 0 0 2 2 】

本実施形態では、リアクトル 1 1 及び半導体モジュール 3 a によって、インバータ回路 3 0 の昇圧部 3 0 a が構成されている。この昇圧部 3 0 a は、電源 B 1 の電圧を昇圧する機能を有する。なお、図 3 では、説明の便宜上、この昇圧部 3 0 a を 1 つのみ記載しているが、実際は、図 1 中のリアクトル 1 1 の数に応じて、4 つの昇圧部 3 0 a が並列接続されている。 40

一方で、コンデンサ 6 及び半導体モジュール 3 b によって、インバータ回路 3 0 の変換部 3 0 b が構成されている。この変換部 3 0 b は、昇圧部 3 0 a で昇圧された後の直流電力を交流電力に変換する機能を有する。変換部 3 0 b で得られた交流電力によって、車両走行用の三相交流モータ M が駆動される。

なお、図 3 では、インバータ回路 3 0 が 2 つの変換部 3 0 b を備え、これに応じて 2 つの三相交流モータ M が駆動される場合について記載しているが、これに代えて変換部 3 0 b の数を 1 つにし、これに応じて 1 つの三相交流モータ M が駆動される構造を採用することもできる。

【 0 0 2 3 】

コンバータ 7 は、電源 B 1 に接続されており、この電源 B 1 の電圧を降圧して、電源 B 50

1よりも低圧の補助バッテリB2を充電するのに用いられる。補助バッテリB2は、車両に搭載される各種機器の電源として使用される。

【0024】

なお、上記のインバータ回路30を構成する各要素の数や配置については、図3に示されるものに限定されるものではなく、必要に応じて適宜に変更が可能である。

【0025】

次に、図4～図8を参照しながら、リアクトル冷却構造10について説明する。

【0026】

図4に示されるように、リアクトル冷却構造10は、4つのリアクトル11と、これら4つのリアクトル11を冷却する冷却部20と、を備えている。

10

なお、リアクトル11の積層数は4つに限定されるものではなく、その積層数は必要に応じて適宜に設定することができる。

【0027】

図4及び図5に示されるように、各リアクトル11は、その積層方向Xである前後について、また第2方向Yである左右についていずれも略対称形状をなすように構成されている。

【0028】

図5に示されるように、各リアクトル11は、通電により磁束を発生するコイル17を有する。コイル17は、導線が巻軸方向Dに延在する巻軸Oのまわりに巻き回された巻線部17aと、この巻線部17aの両端部である一対の外部接続端子17b, 17bと、を有する筒状の空芯コイルである。この場合、コイル17の巻軸方向Dは、リアクトル11の積層方向Xと一致している。このコイル17は、一対の外部接続端子17b, 17bを介して電源B1(図3参照)に接続されるように構成されている。

20

【0029】

コイル17の外部接続端子17bは、リアクトル11の上面側から上方へ突出している。ここで、図6に示されるように、一方の外部接続端子17bの突出位置をPとしたとき、各コイル17におけるこの外部接続端子17bの突出位置Pは、いずれも積層方向Xに沿って延びる仮想直線Lを通る。即ち、1つのコイル17は、この外部接続端子17bがリアクトル11の積層方向Xについて別のコイル17の外部接続端子17bと重なる位置から突出するように構成されている。本構成によれば、複数のリアクトル11を積層した構造において、各リアクトル11のコイル17の外部接続端子17bを容易に接続することが可能になる。

30

【0030】

なお、本構成に関連して、例えば外部接続端子17bの接続のし易さを考慮する必要性が低い場合には、各コイル17の外部接続端子17bの突出位置Pが仮想直線Lから外れていてもよい。

【0031】

また、上記の外部接続端子17bの突出位置Pは、リアクトル11の積層方向Xについて後述のシール部19から距離dを隔てて離間している。即ち、コイル17は、この外部接続端子17bがリアクトル11の積層方向Xについてシール部19から離間した位置から突出するように構成されている。本構成によれば、隣接する2つのリアクトル11を積層方向Xに密着させて接合するときにシール部19に生じる応力が、コイル17の外部接続端子17bに伝わりにくい。

40

【0032】

なお、本構成に関連して、例えばシール部19に生じる応力を考慮する必要性が低い場合には、シール部19から外部接続端子17bの突出位置Pまでの距離を短くすることもできる。

【0033】

4つのリアクトル11はそれぞれ、その外郭を形成する外装ケースとしての外装部12を有する。この外装部12は、リアクトル11の積層方向Xの両側にコイル17の放熱の

50

ための放熱面13を有する。この放熱面13は、平坦面であってもよいし、或いは冷媒との接触面積を増やすための放熱フィンが設けられてなる凹凸面であってもよい。

【0034】

外装部12は、略直方体形状をなし、その短辺12aに沿った短辺方向が放熱面13に直交する方向であり、4つのリアクトルは、外装部12の短辺方向を積層方向Xとして互いに積層されている。この場合、外装部12の放熱面13が、短辺12a以外の辺で構成される相対的に広い面に設けられる。従って、別の面に放熱面13を設ける場合と比べるとこの放熱面13の面積を増やすことができ、冷媒との間での熱交換に有利である。

【0035】

各リアクトル11の外装部12においてコイル17の内側及び外周に磁性粉末混合樹脂からなるコア18が充填されている。即ち、コイル17及びコア18は、互いに一体化された状態で外装部12に収容されている。この場合、コイル17及びコア18は、互いに一体化された後で外装部12に収容されてもよいし、或いはインサート成形によって外装部12内に配置されてもよい。

【0036】

4つのリアクトル11はいずれも、外装部12の短辺方向(リアクトル11の積層方向X)とコイル17の巻軸方向Dとが直交するように構成されている。本構成によれば、外装部12の放熱面13がコイル17の巻線部17aの側面に対向するように配置されるため、コイル17を巻線部17aの径方向外方から効率的に冷却することができる。

【0037】

外装部12は、熱伝導性を有する樹脂材料、即ち熱伝導率が相対的に高い樹脂材料からなる。樹脂材料からなる外装部12を使用することによって、リアクトル11のコストを、例えは金属材料を用いる場合に比べて低く抑えることができる。また、外装部12に熱伝導率が相対的に高い樹脂材料を使用することによって、コイル17の冷却のための放熱性能を高めることができる。

【0038】

なお、熱伝導性を有する樹脂材料として、典型的には、熱伝導性フィラーを含有するポリフェニレンサルファイド(PPS)樹脂やナイロン樹脂などを用いることができる。

【0039】

図6に示されるように、冷却部20は、リアクトル11の外装部12と、第1蓋部材21と、第2蓋部材22と、によって構成されている。

【0040】

4つの外装部12のうち隣接する2つの外装部12は、一方の外装部12の接合面14と他方の外装部12の接合面14とがシール部19を介して互いに接合されるように構成されている。シール部19は、冷媒に対する液シール性に優れた部品や素材などからなる。本構成によれば、隣接する2つの外装部12は、接合面14同士の面接触を用いて固定されるため固定時の剛性が向上する。

【0041】

また、接合面14同士の接合によって、外装部12の放熱面13に対向する位置に、この放熱面13を冷媒で直接冷却するための冷却流路24が形成される。この冷却流路24は、対向する2つの放熱面13によって区画されるように構成されている。この冷却流路24は、隣接する2つの外装部12によって形成された閉流路である。本構成によれば、両方の放熱面13の間に別部材を追加することなく冷却流路24を形成することができる。

【0042】

この冷却流路24では、冷媒が外装部12の放熱面13に直に接する。本実施形態では、前述の冷却器5で使用している冷媒と同じ冷媒がこの冷却流路24にも流れようになつてている。

【0043】

第1蓋部材21は、平板状の部材であり、4つの外装部12のうちリアクトル11の積

10

20

30

40

50

層方向 X の一端側に位置する一端側外装部 12 の接合面 14 にシール部 19 を介して接合される。この接合によって、一端側外装部 12 の片方の開口部分が第 1 蓋部材 21 によって覆われるとともに、一端側外装部 12 の放熱面 13 と第 1 蓋部材 21 との間に、この放熱面 13 を冷媒で直接冷却するための冷却流路 24 が形成される。

【 0 0 4 4 】

この第 1 蓋部材 21 は、いずれもこの部材に貫通状に設けられた流入管 21a 及び流出管 21b を備えている。これら流入管 21a 及び流出管 21b は、第 2 方向 Y について所定距離を隔てて互いに離間し、且ついずれもリアクトル 11 の積層方向 X に延在するパイプ状の部材として構成されている。このため、流入管 21a を通じて冷却部 20 に冷媒が流入し、流入管 21a を通じて冷却部 20 から冷媒が流入する。

10

【 0 0 4 5 】

第 2 蓋部材 22 は、第 1 蓋部材 21 と同様に平板状の部材である一方で、流入管 21a 及び流出管 21b のような部材を備えていない。この第 2 蓋部材 22 は、4 つの外装部 12 のうちリアクトル 11 の積層方向 X の他端側に位置する他端側外装部 12 の接合面 14 にシール部 19 を介して接合される。この接合によって、他端側外装部 12 の片方の開口部分が第 2 蓋部材 22 によって覆われるとともに、他端側外装部 12 の放熱面 13 と第 2 蓋部材 22 との間に、この放熱面 13 を冷媒で直接冷却するための冷却流路 24 が形成される。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、各外装部 12 は、第 2 方向 Y の両側に冷却流路 24 に連通する連通穴 15, 16 を有する。連通穴 15, 16 は、各外装部 12 においてリアクトル 11 の積層方向 X に貫通形成されている。

20

【 0 0 4 7 】

図 7 に示されるように、4 つの外装部 12 と 2 つの蓋部材 21, 22 がそれぞれ接合されることによって、互いに第 1 方向 X に間隔をあけていざれも第 2 方向 Y に延在する 5 つの並列な冷却流路 24 が形成される。

【 0 0 4 8 】

また、各リアクトル 11 において、コア 18 が外装部 12 のうち積層方向 X について放熱面 13 と重なる位置にある内壁面 12b に接するように構成されている。本構成によれば、外装部 12 の内壁面 12b にコア 18 を密着させることによって、コア 18 の熱が外装部 12 の内壁面 12b から放熱面 13 へと移動し易くなり、コア 18 を効果的に冷却することができる。

30

【 0 0 4 9 】

図 8 に示されるように、4 つの外装部 12 のそれぞれの連通穴 15 は、互いに重なることによって、リアクトル 11 の積層方向 X に直線状に延びる冷媒導入流路 23 を構成している。この冷媒導入流路 23 は、流入管 21a の延長線上に配置されている。このため、流入管 21a を通じて冷却部 20 に流入した冷媒 W は、冷媒導入流路 23 を第 1 蓋部材 21 側から第 2 蓋部材 22 側へと流れる。

【 0 0 5 0 】

また、4 つの外装部 12 のそれぞれの連通穴 16 は、互いに重なることによって、リアクトル 11 の積層方向 X に直線状に延びる冷媒導出流路 25 を構成している。この冷媒導出流路 25 は、流出管 21b の延長線上に配置されている。このため、冷媒導出流路 25 を第 2 蓋部材 22 側から第 1 蓋部材 21 側へと流れた冷媒 W は、流入管 21a を通じて冷却部 20 から流出する。

40

【 0 0 5 1 】

更に、各外装部 12 の連通穴 15 及び連通穴 16 はともに、対応する冷却流路 24 に連通している。即ち、冷媒導入流路 23 と冷媒導出流路 25 が各冷却流路 24 を通じて連通している。この場合、冷媒導入流路 23 は、各冷却流路 24 へ冷媒 W を導入するための流路であり、冷媒導出流路 25 は、各冷却流路 24 から冷媒 W を導出するための流路である。

50

【0052】

このため、冷媒導入流路23の冷媒Wは、この冷媒導入流路23から分岐して各冷却流路24へ流入する。各冷却流路24では、外装部12の放熱面13が冷媒Wに直に接することによって放熱面13の熱が冷媒Wへと移動する。そして、この冷媒Wは各冷却流路24を冷媒導出流路25に向けて並列的に流れる。

【0053】

上述のように、外装部12に連通穴15, 16を設けることによって、別部材を追加することなく冷媒導入流路23、並列な冷却流路24、及び冷媒導出流路25を形成することができる。このため、部品点数を少なく抑えてコストダウンを図るとともに、リアクトル冷却構造10を小型化することが可能になる。

10

【0054】

次に、実施形態1の作用効果について説明する。

【0055】

上記のリアクトル冷却構造10において、各リアクトル11の外装部12の放熱面13が冷媒Wで直接冷却される。この場合、冷却部20の冷却流路24を流れる冷媒Wが外装部12の放熱面13に直に接する。即ち、外装部12の放熱面13と冷却流路24を流れる冷媒Wとの間に別部材が介在しない。このため、外装部12の放熱面13と冷媒Wとの間に別部材が介在するような構造に比べて、リアクトル11を冷却する性能を高めることができる。この性能を高めるためにリアクトル11の外装部12を加圧して冷却部20に押し付けることも不要になる。

20

【0056】

また、外装部12の放熱面13と冷媒Wとの間に別部材が介在しない分だけリアクトル11の積層方向Xの寸法を小さく抑えることができる。

【0057】

その結果、冷却性能が高く且つ小型化を図るのに有効なリアクトル冷却構造10を提供することができる。

【0058】

以下、上記の実施形態1に関連する他の実施形態について図面を参照しつつ説明する。他の実施形態において、実施形態1の要素と同一の要素には同一の符号を付しており、当該同一の要素についての説明を省略する。

30

【0059】

(実施形態2)

実施形態2のリアクトル冷却構造110は、各リアクトル11の外装部12の接合面14の構造が、実施形態1のリアクトル冷却構造10のものと相違している。

その他の構成は、実施形態1と同様である。

【0060】

図9には、リアクトル冷却構造110について、実施形態1の図7に相当する断面の一部が示されている。図9に示されるように、このリアクトル冷却構造110において、積層方向Xについて隣接する2つのリアクトル11は、一方の外装部12と他方の外装部12とが接合面14同士の嵌合によって接合されるように構成されている。即ち、一方の外装部12の接合面14に設けられた段差部12cと、他方の外装部12の接合面14に設けられた段差部12dと、が嵌まり合うように係合する。

40

【0061】

実施形態2のリアクトル冷却構造110によれば、隣接する2つの外装部12が接合面14同士で嵌合するため、リアクトル11を強固に保持することができる。

その他、実施形態1と同様の作用効果を奏する。

【0062】

(実施形態3)

実施形態3のリアクトル冷却構造210は、各リアクトル11におけるコイル17の配置が、実施形態1のリアクトル冷却構造10のものと相違している。

50

その他の構成は、実施形態1と同様である。

【0063】

図10に示されるように、このリアクトル冷却構造210において、コイル17の巻線部17aの巻軸Oは外装部12の短辺方向(リアクトル11の積層方向X)に延在している。この場合、リアクトル11は、外装部12の短辺方向とコイル17の巻軸方向Dとが一致するように構成されている。本構成に代えて、巻軸方向Dが第2方向Yに延在するようにコイル17を配置することもできる。

【0064】

実施形態3のリアクトル冷却構造210によれば、外装部12の放熱面13が、コア18のうちコイル17の巻線部17aの内側に位置する内側コア部18aに対向するように配置されるため、この内側コア部18aを効率的に冷却することができる。

その他、実施形態1と同様の作用効果を奏する。

【0065】

本発明は、上記の典型的な実施形態のみに限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて種々の応用や変形が考えられる。例えば、上記の実施形態を応用した次の各形態を実施することもできる。

【0066】

上記の実施形態では、外装部12に連通穴15, 16を設ける場合について例示したが、これに代えて、外装部12に連通穴15, 16のいずれか一方のみを設けることもできる。或いは、外装部12の連通穴15, 16の両方を省略し、この外装部12に別部材を取付けることによって連通穴15, 16に相当する連通穴が形成されるようにすることもできる。

【0067】

上記の実施形態では、対向する2つの放熱面13によって冷却流路24が区画される場合について例示したが、これに代えて、対向する2つの放熱面13に別の要素を加えて冷却流路24が区画されるような構造を採用することもできる。

【0068】

上記の実施形態では、リアクトル11の外装部12が熱伝導性を有する樹脂材料からなる場合について例示したが、これに代えて、熱伝導率が相対的に低い樹脂材料のように熱伝導性を殆ど有していない樹脂材料を用いることもできる。この樹脂材料として、典型的には、熱伝導性フィラーを含有しないポリフェニレンサルファイド(PPS)樹脂やナイロン樹脂などを用いることができる。

また、樹脂材料が熱伝導性を有する場合と殆ど有していない場合のそれぞれにおいて、当該樹脂材料は、更に電気絶縁性を有するフィラーを含有するのが好ましい。これにより、外装部12に電気的な絶縁機能を付与することができる。

また、樹脂材料が熱伝導性を有する場合と殆ど有していない場合のそれぞれにおいて、別の手段などによって電気絶縁性を担保できる場合や電気絶縁性を要しない場合には、これに代えて、導電性を有するフィラーを含有する樹脂材料を使用することもできる。

【0069】

また、金属材料からなる外装部12を使用することもできる。この場合、金属材料として、典型的には、アルミニウム系材料を用いることができる。熱伝導率の高い金属材料を使用することによって、リアクトル11と冷却部20の冷媒との間での熱移動量を増やすことができ、リアクトル11の冷却効率を高めることができる。

【0070】

上記の実施形態では、リアクトル11の外装部12が略直方体形状をなす場合について例示したが、外装部12の形状はこれに限定されるものではなく、必要に応じて別の形状を採用することもできる。また、リアクトル11の外装部12が略直方体形状をなす場合には、外装部12の短辺方向をリアクトル11の積層方向Xとする形態に代えて、外装部12の短辺方向をリアクトル11の積層方向Xと直交する方向とする形態を採用することもできる。

【0071】

上記の実施形態では、リアクトル11のコア18が外装部12の内壁面12bに接する場合について例示したが、これに代えて、コア18と外装部12の内壁面12bとの間に空間が形成された構造を採用することもできる。

【0072】

上記の実施形態では、半導体モジュール3の半導体素子4がリアクトル11の積層方向Xと直交する平面に沿って配置される場合について例示したが、例えばリアクトル11のコイル17で発生する磁束の影響を考慮する必要性が低い場合には、リアクトル11の積層方向Xと直交する平面以外の平面に沿って半導体モジュール3の半導体素子4が配置される構造を採用することもできる。

10

【符号の説明】

【0073】

1 電力変換装置

3 半導体モジュール

4 半導体素子

10, 110, 210 リアクトル冷却構造

11 リアクトル

12 外装部

12b 内壁面

13 放熱面

14 接合面

15, 16 連通穴

20

17 コイル

17b 外部接続端子

18 コア

19 シール部

20 冷却部

23 冷媒導入流路

24 冷却流路

25 冷媒導出流路

30

30 インバータ回路

B1 電源

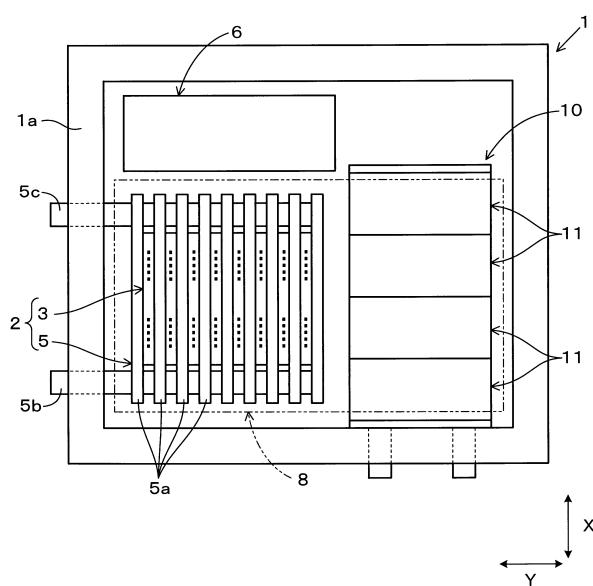
D 卷軸方向

W 冷媒

X 積層方向

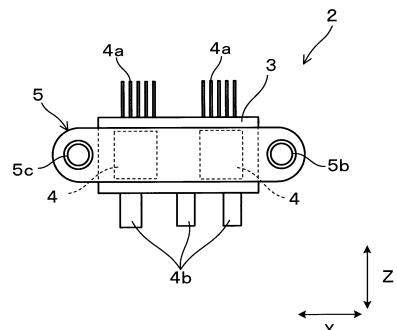
【 四 1 】

(図 1)



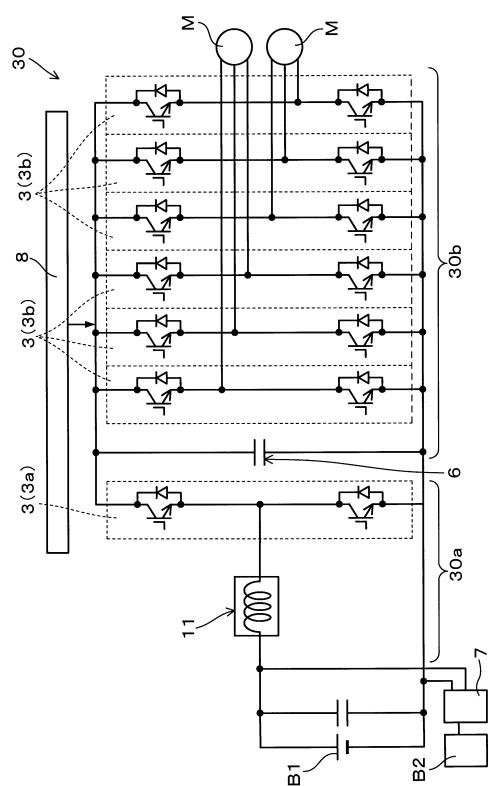
【 図 2 】

(図2)



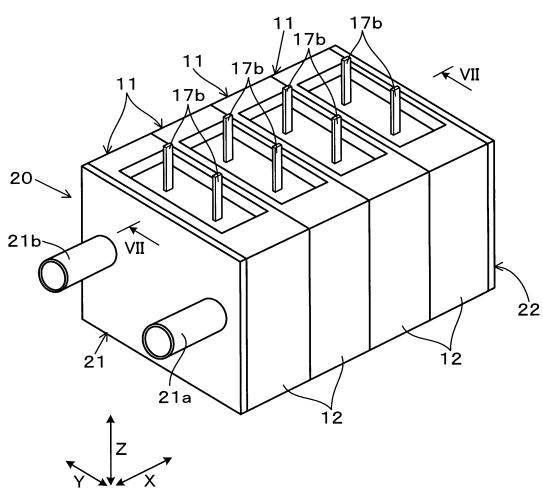
【図3】

(図3)



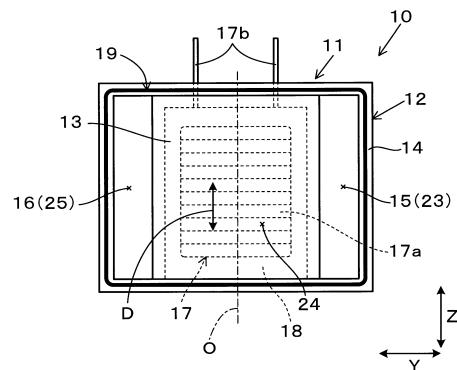
【図4】

(図4)



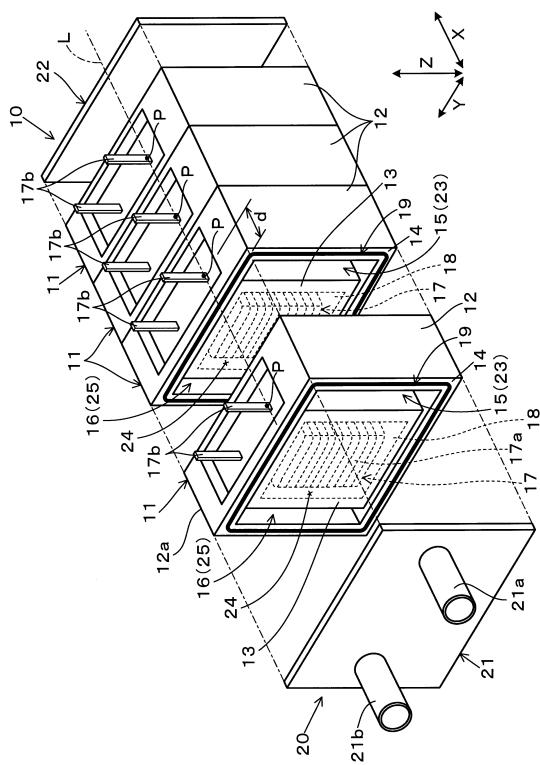
【図5】

(図5)



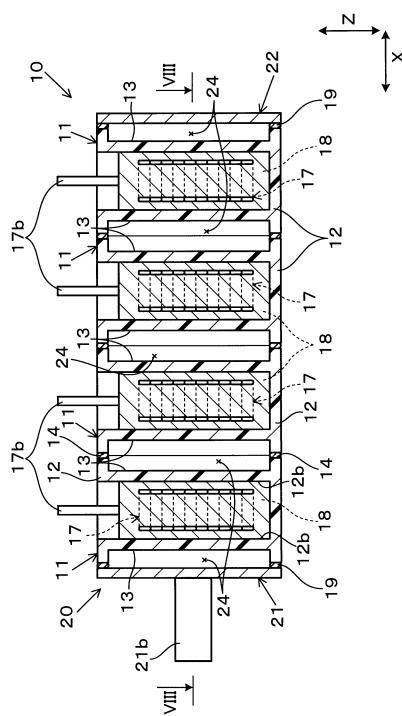
【図6】

(図6)



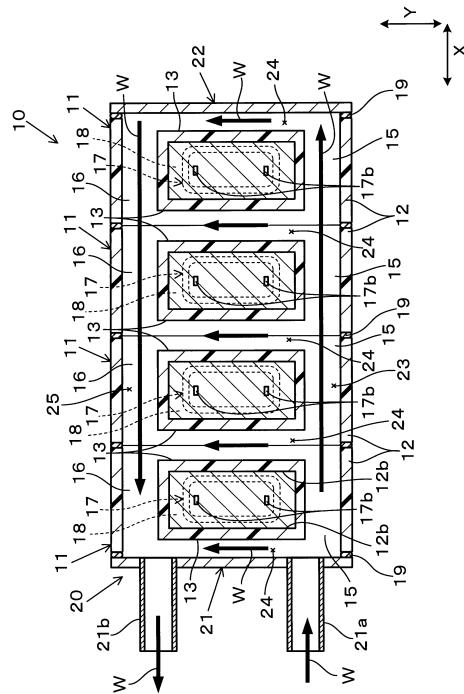
【図7】

(図7)



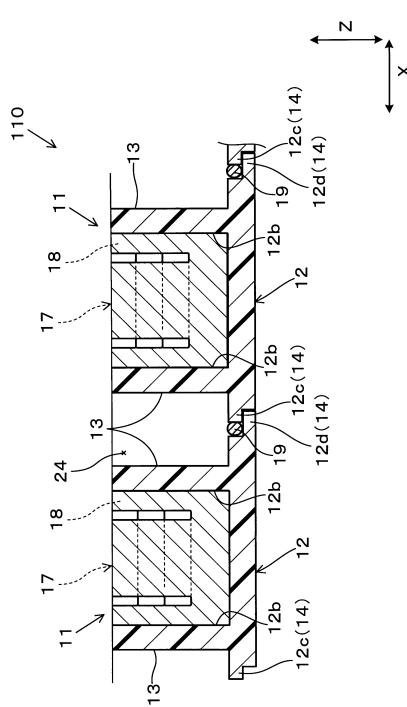
【図8】

(図8)



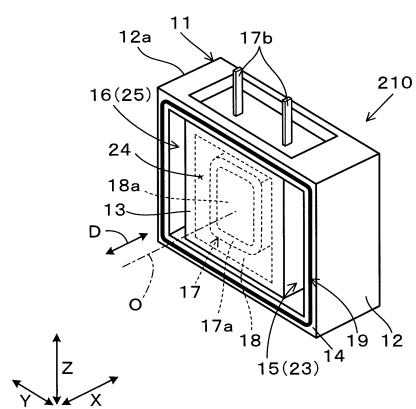
【図9】

(図9)



【図10】

(図10)



フロントページの続き

(72)発明者 清水 浩史
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 平澤 直樹
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社SOKEN内

審査官 秋山 直人

(56)参考文献 特開2006-165534(JP,A)
特開2016-157733(JP,A)
特開2014-138012(JP,A)
特開2015-095563(JP,A)
特開2012-15151(JP,A)
特開2015-116040(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 37/00
H01F 27/10
H02M 7/48