

(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 I
<b>H O 1 F 37/00 (2006.01)</b>	H O 1 F 37/00 S
<b>H O 1 F 27/10 (2006.01)</b>	H O 1 F 37/00 M
<b>H O 2 M 7/48 (2007.01)</b>	H O 1 F 27/10
	H O 2 M 7/48 Z

請求項の数 15 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2017-156085 (P2017-156085)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成29年8月10日 (2017.8.10)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2019-36609 (P2019-36609A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成31年3月7日 (2019.3.7)	(73) 特許権者	000004695
審査請求日	令和1年9月27日 (2019.9.27)		株式会社 S O K E N
			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、  
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)において互いに接合され、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】

40

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。

【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

## 【 0 0 0 1 】

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 】

## 【 0 0 0 2 】

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 】

## 【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 6 - 1 9 7 9 8 7 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 4 】

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

## 【 0 0 0 5 】

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 】

## 【 0 0 0 6 】

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 ( 1 7 ) と上記コイルと一体化されたコア ( 1 8 ) 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 ( 1 1 ) と、  
上記複数のリアクトルを冷却する冷却部 ( 2 0 ) と、  
を備え、

30

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 ( 1 2 ) 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 ( 1 3 ) 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 ( 2 4 ) 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 ( 1 0 , 1 1 0 , 2 1 0 ) 、

40

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 7 】

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

## 【 0 0 0 8 】

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】

## 【 0 0 0 9 】

【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見た図。

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見た図。

【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】

## 【 0 0 1 0 】

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。

## 【 0 0 1 1 】

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。

## 【 0 0 1 2 】

## (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 1 a 内に半導体積層ユニット 2 と、複数のリアクトル 1 1、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

## 【 0 0 1 3 】

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 5 a 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 5 a 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 5 a によって第 2 方向 Y の両側面から挟持されている。

40

## 【 0 0 1 4 】

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 I G B T 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 に電氣的に接続された複数 (図 2 では 5 つ) の制御端子 4 a と、電力供給用のパワー端子 4 b と、が設けられている。制御回路基板 8 は、パワー端子 4 b 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。

## 【 0 0 1 5 】

冷却器 5 は、流入管 5 b を通じて流入した冷媒が複数の冷却管 5 a に分岐して流通した後、後に合流して流出管 5 c 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

ジュール3で生じた熱が冷却管5a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。

【0016】

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、HFC123、HFC134a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。

【0017】

図1に示されるように、複数（図1では4つ）のリアクトル11は、互いに第1方向X（以下、「リアクトル11の積層方向X」ともいう。）に積層されている。各リアクトル11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17）を有する。4つのリアクトル11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30）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。

10

【0018】

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11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11の積層方向Xと直交している。この場合、リアクトル11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

【0019】

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11の冷却のためのリアクトル冷却構造10が設けられている。

【0020】

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。

【0021】

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30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B1の直流電力が交流電力に変換される。

30

【0022】

本実施形態では、リアクトル11及び半導体モジュール3aによって、インバータ回路30の昇圧部30aが構成されている。この昇圧部30aは、電源B1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30aを1つのみ記載しているが、実際は、図1中のリアクトル11の数に応じて、4つの昇圧部30a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3bによって、インバータ回路30の変換部30bが構成されている。この変換部30bは、昇圧部30a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30b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30が2つの変換部30b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30b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。

【0023】

コンバータ7は、電源B1に接続されており、この電源B1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ーB2を充電するのに用いられる。補助バッテリー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、通电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、例えば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 にも流れるようになっている。

【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 1 2 の接合面 1 4 にシール部 1 9 を介して接合される。この接合によって、一端側外装部 1 2 の片方の開口部分が第 1 蓋部材 2 1 によって覆われるとともに、一端側外装部 1 2 の放熱面 1 3 と第 1 蓋部材 2 1 との間に、この放熱面 1 3 を冷媒で直接冷却するための冷却流路 2 4 が形成される。

【 0 0 4 4 】

この第 1 蓋部材 2 1 は、いずれもこの部材に貫通状に設けられた流入管 2 1 a 及び流出管 2 1 b を備えている。これら流入管 2 1 a 及び流出管 2 1 b 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 1 1 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 2 1 a を通じて冷却部 2 0 に冷媒が流入し、流入管 2 1 a を通じて冷却部 2 0 から冷媒が流入する。

10

【 0 0 4 5 】

第 2 蓋部材 2 2 は、第 1 蓋部材 2 1 と同様に平板状の部材である一方で、流入管 2 1 a 及び流出管 2 1 b のような部材を備えていない。この第 2 蓋部材 2 2 は、4 つの外装部 1 2 のうちリアクトル 1 1 の積層方向 X の他端側に位置する他端側外装部 1 2 の接合面 1 4 にシール部 1 9 を介して接合される。この接合によって、他端側外装部 1 2 の片方の開口部分が第 2 蓋部材 2 2 によって覆われるとともに、他端側外装部 1 2 の放熱面 1 3 と第 2 蓋部材 2 2 との間に、この放熱面 1 3 を冷媒で直接冷却するための冷却流路 2 4 が形成される。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、各外装部 1 2 は、第 2 方向 Y の両側に冷却流路 2 4 に連通する連通穴 1 5 , 1 6 を有する。連通穴 1 5 , 1 6 は、各外装部 1 2 においてリアクトル 1 1 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 1 2 と 2 つの蓋部材 2 1 , 2 2 がそれぞれ接合されることによって、互いに第 1 方向 X に間隔をあけていずれも第 2 方向 Y に延在する 5 つの並列な冷却流路 2 4 が形成される。

【 0 0 4 8 】

また、各リアクトル 1 1 において、コア 1 8 が外装部 1 2 のうち積層方向 X について放熱面 1 3 と重なる位置にある内壁面 1 2 b に接するように構成されている。本構成によれば、外装部 1 2 の内壁面 1 2 b にコア 1 8 を密着させることによって、コア 1 8 の熱が外装部 1 2 の内壁面 1 2 b から放熱面 1 3 へと移動し易くなり、コア 1 8 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 1 2 のそれぞれの連通穴 1 5 は、互いに重なることによって、リアクトル 1 1 の積層方向 X に直線状に延びる冷媒導入流路 2 3 を構成している。この冷媒導入流路 2 3 は、流入管 2 1 a の延長線上に配置されている。このため、流入管 2 1 a を通じて冷却部 2 0 に流入した冷媒 W は、冷媒導入流路 2 3 を第 1 蓋部材 2 1 側から第 2 蓋部材 2 2 側へと流れる。

【 0 0 5 0 】

また、4 つの外装部 1 2 のそれぞれの連通穴 1 6 は、互いに重なることによって、リアクトル 1 1 の積層方向 X に直線状に延びる冷媒導出流路 2 5 を構成している。この冷媒導出流路 2 5 は、流出管 2 1 b の延長線上に配置されている。このため、冷媒導出流路 2 5 を第 2 蓋部材 2 2 側から第 1 蓋部材 2 1 側へと流れた冷媒 W は、流入管 2 1 a を通じて冷却部 2 0 から流出する。

40

【 0 0 5 1 】

更に、各外装部 1 2 の連通穴 1 5 及び連通穴 1 6 はともに、対応する冷却流路 2 4 に連通している。即ち、冷媒導入流路 2 3 と冷媒導出流路 2 5 が各冷却流路 2 4 を通じて連通している。この場合、冷媒導入流路 2 3 は、各冷却流路 2 4 へ冷媒 W を導入するための流路であり、冷媒導出流路 2 5 は、各冷却流路 2 4 から冷媒 W を導出するための流路である。

50



## 【 0 0 5 2 】

このため、冷媒導入流路 2 3 の冷媒 W は、この冷媒導入流路 2 3 から分岐して各冷却流路 2 4 へ流入する。各冷却流路 2 4 では、外装部 1 2 の放熱面 1 3 が冷媒 W に直に接することによって放熱面 1 3 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 2 4 を冷媒導出流路 2 5 に向けて並列的に流れる。

## 【 0 0 5 3 】

上述のように、外装部 1 2 に連通穴 1 5 , 1 6 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 2 3、並列な冷却流路 2 4、及び冷媒導出流路 2 5 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 1 0 を小型化することが可能になる。

10

## 【 0 0 5 4 】

次に、実施形態 1 の作用効果について説明する。

## 【 0 0 5 5 】

上記のリアクトル冷却構造 1 0 において、各リアクトル 1 1 の外装部 1 2 の放熱面 1 3 が冷媒 W で直接冷却される。この場合、冷却部 2 0 の冷却流路 2 4 を流れる冷媒 W が外装部 1 2 の放熱面 1 3 に直に接する。即ち、外装部 1 2 の放熱面 1 3 と冷却流路 2 4 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 1 2 の放熱面 1 3 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 1 1 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 1 1 の外装部 1 2 を加圧して冷却部 2 0 に押し付けることも不要になる。

20

## 【 0 0 5 6 】

また、外装部 1 2 の放熱面 1 3 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 1 1 の積層方向 X の寸法を小さく抑えることができる。

## 【 0 0 5 7 】

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 1 0 を提供することができる。

## 【 0 0 5 8 】

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

## 【 0 0 5 9 】

## ( 実施形態 2 )

実施形態 2 のリアクトル冷却構造 1 1 0 は、各リアクトル 1 1 の外装部 1 2 の接合面 1 4 の構造が、実施形態 1 のリアクトル冷却構造 1 0 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。

## 【 0 0 6 0 】

図 9 には、リアクトル冷却構造 1 1 0 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 1 1 0 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 1 1 は、一方の外装部 1 2 と他方の外装部 1 2 とが接合面 1 4 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 1 2 の接合面 1 4 に設けられた段差部 1 2 c と、他方の外装部 1 2 の接合面 1 4 に設けられた段差部 1 2 d と、が嵌まり合うように係合する。

40

## 【 0 0 6 1 】

実施形態 2 のリアクトル冷却構造 1 1 0 によれば、隣接する 2 つの外装部 1 2 が接合面 1 4 同士で嵌合するため、リアクトル 1 1 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。

## 【 0 0 6 2 】

## ( 実施形態 3 )

実施形態 3 のリアクトル冷却構造 2 1 0 は、各リアクトル 1 1 におけるコイル 1 7 の配置が、実施形態 1 のリアクトル冷却構造 1 0 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。

10

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。

20

【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。

30

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 に電氣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。熱伝達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。

40

【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。

50

## 【 0 0 7 1 】

上記の実施形態では、リアクトル 1 1 のコア 1 8 が外装部 1 2 の内壁面 1 2 b に接する場合について例示したが、これに代えて、コア 1 8 と外装部 1 2 の内壁面 1 2 b 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。

## 【 0 0 7 2 】

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 1 1 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 1 1 のコイル 1 7 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 1 1 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 】

## 【 0 0 7 3 】

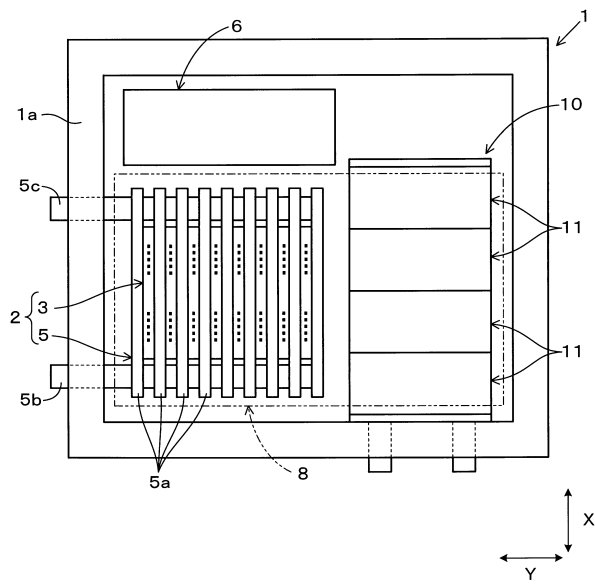
- 1 電力変換装置
- 3 半導体モジュール
- 4 半導体素子
- 1 0 , 1 1 0 , 2 1 0 リアクトル冷却構造
- 1 1 リアクトル
- 1 2 外装部
- 1 2 b 内壁面
- 1 3 放熱面
- 1 4 接合面
- 1 5 , 1 6 連通穴
- 1 7 コイル
- 1 7 b 外部接続端子
- 1 8 コア
- 1 9 シール部
- 2 0 冷却部
- 2 3 冷媒導入流路
- 2 4 冷却流路
- 2 5 冷媒導出流路
- 3 0 インバータ回路
- B 1 電源
- D 巻軸方向
- W 冷媒
- X 積層方向

20

30

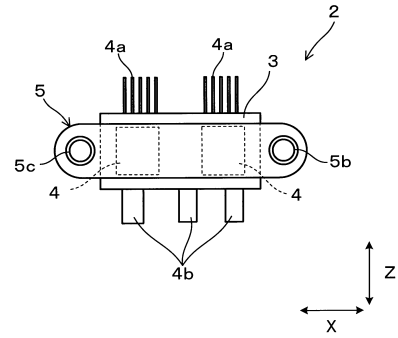
【図 1】

(図 1)



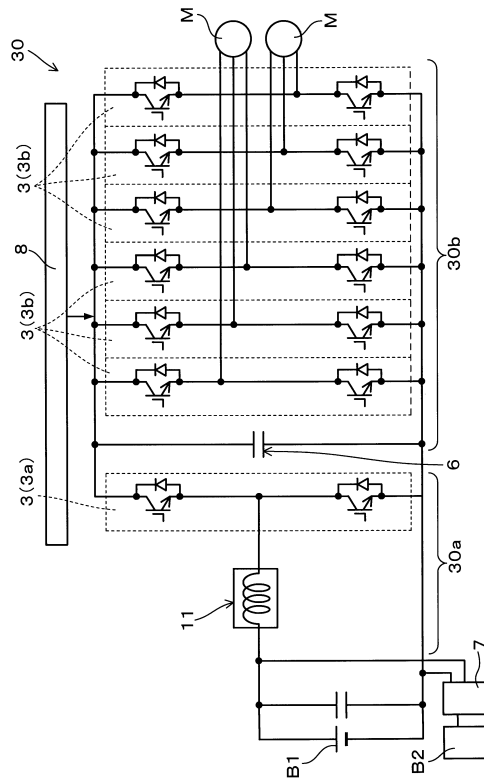
【図 2】

(図 2)



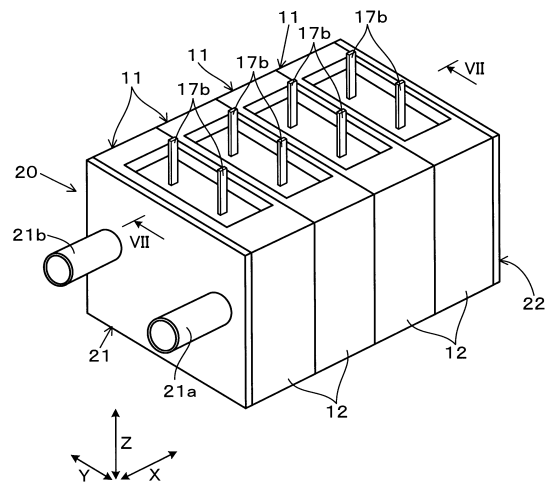
【図 3】

(図 3)



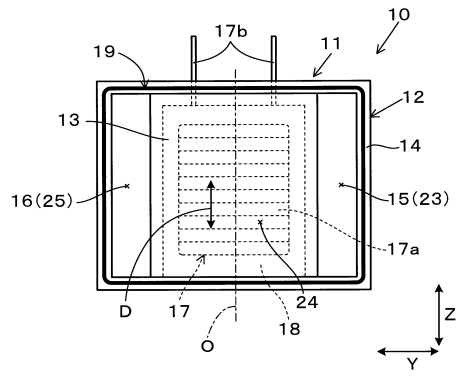
【図 4】

(図 4)



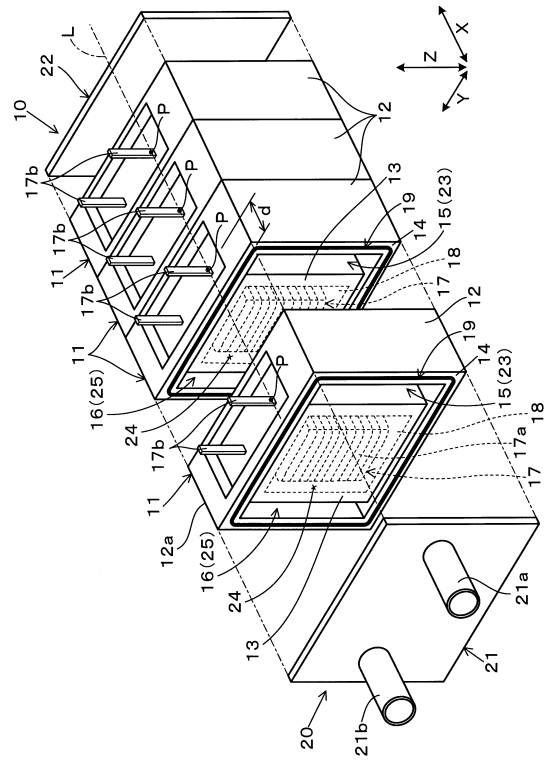
【図 5】

(図 5)



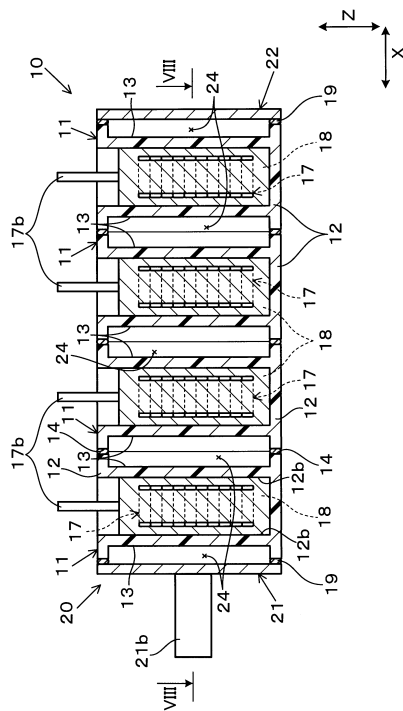
【図 6】

(図 6)



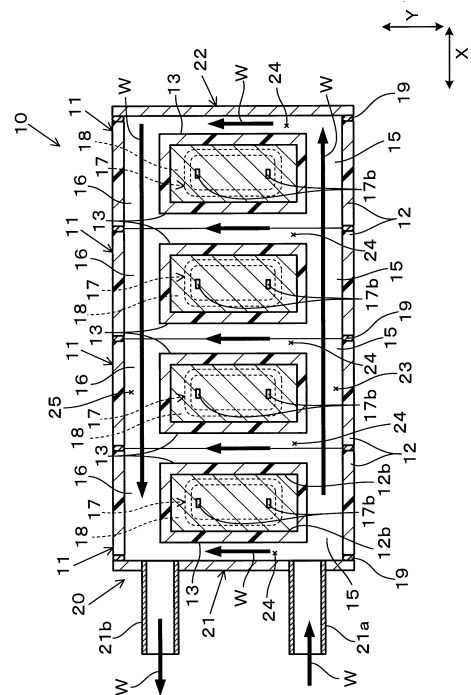
【図 7】

(図 7)



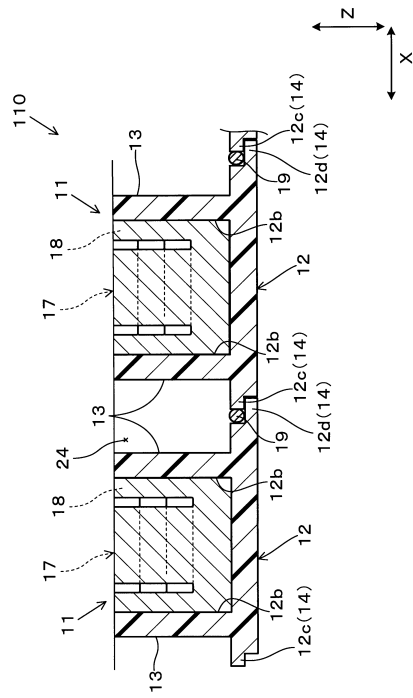
【図 8】

(図 8)



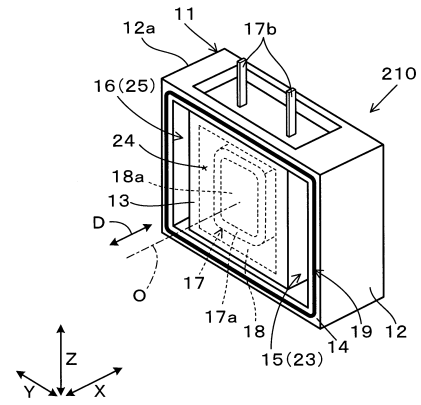
【図 9】

(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