

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2019年3月7日(07.03.2019)



(10) 国際公開番号

**WO 2019/044948 A1**

(51) 国際特許分類:  
**H02M 7/48** (2007.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/032058

(22) 国際出願日: 2018年8月30日(30.08.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2017-167636 2017年8月31日(31.08.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

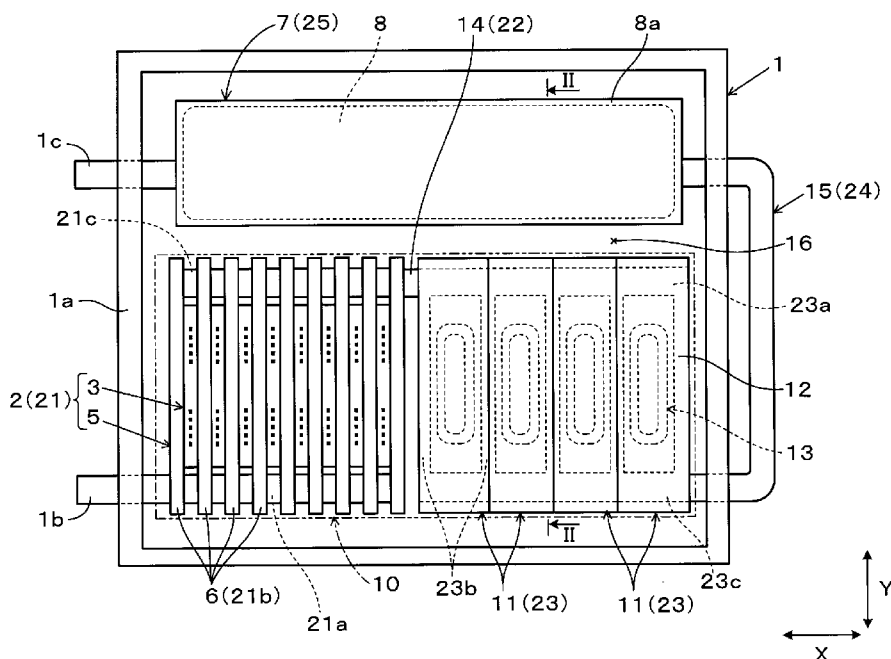
(72) 発明者: 一条 弘洋 (ICHIJO Hiromi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 竹内 和哉 (TAKEUCHI Kazuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 長谷川 健一 (HASEGAWA Kenichi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人あいち国際特許事務所 (AICHI, TAKAHASHI, IWAKURA & ASSOCIATES); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅3丁目26番19号 名駅永田ビル Aichi (JP).

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置

[図1]



(57) Abstract: A power conversion device (1) is provided with: a laminated semiconductor unit (2) formed by laminating, in a lamination direction X, a plurality of semiconductor modules (3) each having a built-in semiconductor element (4); reactors (11) each constituting a boosting circuit which boosts DC voltage; and a capacitor (7) electrically connected to the plurality of semiconductor modules (3). Respective refrigerant flow passages (21, 23, 25) are provided to the laminated semiconductor unit (2), the reactors (11), and the capacitor (7), and further, the reactors (11) and the capacitor (7) are

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

---

disposed adjacent to each other.

(57) 要約: 電力変換装置(1)は、いずれも半導体素子(4)を内蔵した複数の半導体モジュール(3)が互いに積層方向Xに積層されてなる半導体積層ユニット(2)と、直流電圧を昇圧する昇圧回路を構成するリアクトル(11)と、複数の半導体モジュール(3)に電氣的に接続されたコンデンサ(7)と、を備え、半導体積層ユニット(2)とリアクトル(11)とコンデンサ(7)のそれぞれに冷媒流通路(21, 23, 25)が設けられており、且つリアクトル(11)とコンデンサ(7)が互いに隣接して配置されている。

## 明 細 書

**発明の名称：電力変換装置**

**関連出願の相互参照**

[0001] 本出願は、2017年8月31日に提出された日本出願番号2017-167636号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

**技術分野**

[0002] 本開示は、直流電力と交流電力との間で電力変換を行う電力変換装置に関する。

**背景技術**

[0003] 従来、下記の特許文献1に、電気自動車、ハイブリッド自動車等の車両に搭載される電力変換装置が開示されている。この電力変換装置は、直流電力と交流電力との間で電力変換を行うものであり、半導体素子を内蔵した複数の半導体モジュールが互いに積層されてなる半導体積層ユニットと、平滑用のコンデンサと、昇圧用のリアクトルと、を備えている。

[0004] この電力変換装置において、発熱部品である半導体積層ユニットに対しては隣接する2つの半導体モジュールの間に冷媒が流れる第1冷媒流通路が設けられている。また、別の発熱部品であるコンデンサに対しては半導体積層ユニットとの間に第1冷媒流通路に連通する第2冷媒流通路が設けられている。これにより、第1冷媒流通路を流れる冷媒によって半導体積層ユニットの各半導体モジュールが冷却され、更に第1冷媒流通路から第2冷媒流通路へと流れる冷媒によってコンデンサが冷却されるようになっている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0005] 特許文献1：特開2015-53776号公報

**発明の概要**

[0006] この種の電力変換装置の設計に際しては、上記のような電力変換装置のような半導体積層ユニット及びコンデンサの冷却のみならず、リアクトルを含

めた発熱部品を効率良く冷却することによって冷却性能を向上させたいという要請がある。

[0007] 本開示は、発熱部品に対する冷却性能を向上させることができる電力変換装置を提供しようとするものである。

[0008] 本開示の一態様は、

いずれも半導体素子を内蔵した複数の半導体モジュールが互いに積層方向に積層されてなる半導体積層ユニットと、

直流電圧を昇圧する昇圧回路を構成するリアクトルと、

上記複数の半導体モジュールに電氣的に接続されたコンデンサと、

を備え、

上記半導体積層ユニットと上記リアクトルと上記コンデンサのそれぞれに冷媒流通路が設けられており、且つ上記リアクトルと上記コンデンサが互いに隣接して配置されている、電力変換装置、  
にある。

### 発明の効果

[0009] 上記の電力変換装置において、発熱部品の1つであるリアクトルの冷媒流通路を流れる冷媒は、リアクトル自体を冷却する機能に加えて、このリアクトルに隣接して配置されたコンデンサをも冷却する機能を果たす。同様に、別の発熱部品であるコンデンサの冷媒流通路を流れる冷媒は、コンデンサ自体を冷却する機能に加えて、このコンデンサに隣接して配置されたリアクトルをも冷却する機能を果たす。即ち、リアクトル及びコンデンサの一方の冷媒流通路を流れる冷媒が他方の冷却を兼務している。このため、リアクトル及びコンデンサのそれぞれを専用の冷媒流通路を流れる冷媒のみで冷却する場合に比べて効率良く冷却することができる。

[0010] 以上のごとく、上記態様によれば、発熱部品に対する冷却性能を向上させることができる電力変換装置を提供できる。

なお、特許請求の範囲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、本開示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

- [0011] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
- [図1]図1は、実施形態1の電力変換装置の概要を示す平面図であり、
- [図2]図2は、図1のII-II線矢視断面図であり、
- [図3]図3は、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であり、
- [図4]図4は、実施形態1の電力変換装置のインバータ回路図であり、
- [図5]図5は、実施形態1の電力変換装置の冷却構造を模式的に示す図であり、
- [図6]図6は、実施形態2の電力変換装置の冷却構造を模式的に示す図であり、
- [図7]図7は、実施形態3の電力変換装置の冷却構造を模式的に示す図であり、
- [図8]図8は、実施形態4の電力変換装置の冷却構造を模式的に示す図であり、
- [図9]図9は、実施形態5の電力変換装置の冷却構造を模式的に示す図であり、
- [図10]図10は、実施形態6の電力変換装置の冷却構造を模式的に示す図であり、
- [図11]図11は、実施形態7の電力変換装置の冷却構造を模式的に示す図である。

### 発明を実施するための形態

- [0012] 以下、電力変換装置に係る実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

- [0013] なお、本明細書の図面では、特に断わらない限り、半導体積層ユニットを構成する複数の半導体モジュールの積層方向を矢印Xで示し、その積層方向

と直交する直交方向を矢印Ｙで示し、積層方向Ｘ及び直交方向Ｙの両方に直交する上下方向（「高さ方向」ともいう。）を矢印Ｚで示すものとする。

[0014] （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と、コンデンサ７と、コンバータ９（図４参照）と、制御回路基板１０と、を収容している。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。

[0015] 半導体積層ユニット２は、いずれも半導体素子４（図３参照）を内蔵した複数の半導体モジュール３が互いに積層方向Ｘに積層されてなる。また、この半導体積層ユニット２は、複数の冷却管６を有する冷却器５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と冷却器５の複数の冷却管６とが積層方向Ｘ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６によって積層方向Ｘの両側面から挟持されている。

なお、この半導体積層ユニット２における半導体モジュール３の積層数は必要に応じて適宜に設定することができる。

[0016] 半導体積層ユニット２には、冷媒が流通する冷媒流通路２１が設けられている。この冷媒流通路２１は、入口ヘッダー部２１ａと、複数の冷却部２１ｂと、出口ヘッダー部２１ｃと、によって構成されている。

[0017] 入口ヘッダー部２１ａは、積層方向Ｘに延在する流路であり、その上流側が流入管１ｂに連通し、且つその下流側が複数の冷却管６のそれぞれの入口部分に連通するように構成されている。冷却部２１ｂは、入口ヘッダー部２１ａと出口ヘッダー部２１ｃとの間で直交方向Ｙに延在する流路として構成されている。出口ヘッダー部２１ｃは、入口ヘッダー部２１ａと平行に積層方向Ｘに延在する流路であり、複数の冷却管６のそれぞれの出口部分に連通し且つ接続管１４に連通するように構成されている。

[0018] 流入管 1 b から流入する冷媒として、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のが好ましい。

[0019] 複数のリアクトル 1 1 は、互いに積層方向 X に積層されている。即ち、リアクトル 1 1 が半導体モジュール 3 の積層方向 X と同方向に積層されている。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 1 3 をケース 1 2 内に収容している。複数のリアクトル 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）を構成し、より具体的には半導体モジュール 3 への入力電圧である直流電圧を昇圧する昇圧回路（後述の昇圧部 3 1）を構成している。

なお、このリアクトル 1 1 の数は必要に応じて適宜に設定することができる。

[0020] 複数のリアクトル 1 1 には、冷媒が流通する冷媒流通路 2 3 が設けられている。この冷媒流通路 2 3 は、入口ヘッダー部 2 3 a と、複数の冷却部 2 3 b と、出口ヘッダー部 2 3 c と、によって構成されている。

[0021] 入口ヘッダー部 2 3 a は、積層方向 X に延在する流路であり、接続管 1 4 の冷媒流通路 2 2 を通じて冷媒流通路 2 1 の出口ヘッダー部 2 1 c に連通するように構成されている。冷却部 2 3 b は、入口ヘッダー部 2 3 a と出口ヘッダー部 2 3 c との間で直交方向 Y に延在する流路として構成されている。出口ヘッダー部 2 3 c は、コイル 1 3 を挟んで入口ヘッダー部 2 3 a と平行に積層方向 X に延在する流路であり、接続管 1 5 の入口部に連通するように構成されている。

[0022] コンデンサ 7 は、複数の半導体モジュール 3 に電氣的に接続されている。このコンデンサ 7 には、後述の昇圧部 3 1 において直流電源から供給される電流に含まれるノイズ電流を除去するためのコンデンサ 7 a と、この昇圧部

31で昇圧された直流電圧を平滑化するためのコンデンサ7bと、が含まれている(図4参照)。コンデンサ7aは、フィルタコンデンサとも称呼され、コンデンサ7bは、平滑コンデンサとも称呼される。これらのコンデンサ7a、7bのコンデンサ素子8がケース8a内に收容されている。コンデンサ7を、コンデンサ7a及びコンデンサ7bを備えたコンデンサモジュールということもできる。

[0023] このコンデンサ7には、冷媒が流通する冷媒流通路25が設けられている。この冷媒流通路25は、上下方向Zについてコンデンサ素子8の下方に配置されている(図2参照)。このため、コンデンサ7を冷却するための構造を簡素化することができる。

[0024] また、このコンデンサ7の冷媒流通路25は、その上流側が接続管15の出口部に連通し、且つその下流側が流出管1cに連通するように構成されている。本構成によれば、接続管15の冷媒流通路24を通じて冷媒流通路25に流入した冷媒は、この冷媒流通路25を流出管1cに向けて流れた後に、この流出管1cから流出する。このとき、コンデンサ7で生じた熱が冷媒流通路25を流れる冷媒側へと移動することによって、このコンデンサ7が冷却される。

[0025] 上記の電力変換装置1において、複数のリアクトル11は、半導体積層ユニット2に対して積層方向Xに隣接して配置されている。また、コンデンサ7は、積層方向Xに延在しており、積層方向Xと直交する直交方向Yについて複数のリアクトル11と半導体積層ユニット2の双方に空間部16を隔てて対向して配置されている。このため、複数のリアクトル11とコンデンサ7が直交方向Yについて互いに隣接して配置されている。

[0026] 図2に示されるように、リアクトル11のための冷媒流通路23を構成する入口ヘッダ一部23aは、直交方向Yについて空間部16を隔ててコンデンサ7のコンデンサ素子8の側方に対向して配置された対向流通路となる。このような配置によれば、コンデンサ素子8は、リアクトル11側の入口ヘッダ一部23aを流れる冷媒との間の熱交換によって冷却される。即ち、リ

リアクトル 11 のコイル 13 の冷却に使用する入口ヘッダ一部 23 a の冷媒を、コンデンサ 7 のコンデンサ素子 8 の冷却にも使用できる。

[0027] また、コンデンサ 7 の冷媒流通路 25 は、直交方向 Y について空間部 16 を隔てて複数のリアクトル 11 に対向して配置されている。このような配置によれば、リアクトル 11 は、コンデンサ 7 側の冷媒流通路 25 を流れる冷媒との間の熱交換によって冷却される。即ち、コンデンサ 7 のコンデンサ素子 8 の冷却に使用する冷媒流通路 25 の冷媒を、リアクトル 11 のコイル 13 の冷却にも使用できる。

[0028] 図 3 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 10 に電氣的に接続された複数の制御端子 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 10 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。

[0029] 図 4 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、複数の半導体モジュール 3 のそれぞれ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 10 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。複数の半導体モジュール 3 は、半導体モジュール 3 a と、半導体モジュール 3 b に分類される。

[0030] 本実施形態では、コンデンサ 7 a、リアクトル 11 及び半導体モジュール 3 a によって、インバータ回路 30 の昇圧回路としての昇圧部 31 が構成されている。この昇圧部 31 は、電源 B 1 の電圧を昇圧する機能を有する。

[0031] 一方で、コンデンサ 7 b 及び半導体モジュール 3 b によって、インバータ回路 30 の変換部 32 が構成されている。この変換部 32 は、昇圧部 31 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 32 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。

- [0032] 図4では、説明の便宜上、この昇圧部31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の数に応じて複数の昇圧部31が並列接続されている。また、図4では、インバータ回路30が2つの変換部32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32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。
- [0033] コンバータ9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B1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。
- [0034] 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4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。
- [0035] ここで、上記電力変換装置1における冷媒の流れについて図5を参照しながら説明する。この説明では、積層方向Xのうちの一方向を第1方向D1とし他方向を第2方向D2とする。また、直交方向Yのうちの一方向を第3方向D3とし他方向を第4方向D4とする。
- [0036] なお、図5では、説明の便宜上、半導体積層ユニット2を簡略化して示し、複数のリアクトル11を1つのリアクトル11として簡略化して示している。このため、半導体積層ユニット2及びリアクトル11のそれぞれにおける冷媒流通路の構造が図1中の冷媒流通路の構造と異なっている。
- [0037] 図5に示されるように、冷媒は流入管1bから流出管1cに至るまでの冷媒の経路を連続的に流れる。この冷媒の経路において、半導体積層ユニット2の冷媒流通路21と、リアクトル11の冷媒流通路23と、コンデンサ7の冷媒流通路25が連通するように構成されている。本構成によれば、3つの発熱部品の冷却のための冷媒を兼用することができ、そのための冷媒流通路の構造を簡素化することができる。
- [0038] 流入管1bから流入した冷媒は、先ず半導体積層ユニット2の冷媒流通路21を流れる。

- [0039] この冷媒流通路 2 1 では、流入管 1 b から流入した冷媒が入口ヘッダ一部 2 1 a を複数の冷却部 2 1 b に分岐しながら第 1 方向 D 1 へと流れる。そして、冷却部 2 1 b の冷媒は、出口ヘッダ一部 2 1 c に向けて第 3 方向 D 3 へと流れる。このとき、半導体モジュール 3 で生じた熱が冷却部 2 1 b を流れる冷媒側へと移動することによって、この半導体モジュール 3 が冷却される。冷却部 2 1 b を流れた冷媒は合流しながら出口ヘッダ一部 2 1 c を接続管 1 4 に向けて第 1 方向 D 1 へと流れる。
- [0040] 冷媒流通路 2 1 の出口ヘッダ一部 2 1 c で合流した冷媒は、接続管 1 4 の冷媒流通路 2 2 を流れた後にリアクトル 1 1 の冷媒流通路 2 3 に流入する。
- [0041] この冷媒流通路 2 3 では、接続管 1 4 の冷媒流通路 2 2 から流入した冷媒は、入口ヘッダ一部 2 3 a を複数の冷却部 2 3 b に分岐しながら第 1 方向 D 1 へと流れる。このため、冷媒流通路 2 1 の出口ヘッダ一部 2 1 c から接続管 1 4 を通じて冷媒流通路 2 3 の入口ヘッダ一部 2 3 a まで第 1 方向 D 1 の直線的な冷媒流れが形成される。
- [0042] そして、冷却部 2 3 b の冷媒は、出口ヘッダ一部 2 3 c に向けて第 4 方向 D 4 へと流れる。このとき、リアクトル 1 1 のコイル 1 3 で生じた熱が冷却部 2 3 b を流れる冷媒側へと移動することによって、このリアクトル 1 1 が冷却される。冷却部 2 3 b を流れた冷媒は合流しながら出口ヘッダ一部 2 3 c を接続管 1 5 に向けて第 1 方向 D 1 へと流れる。
- [0043] 冷媒流通路 2 3 の出口ヘッダ一部 2 3 c で合流した冷媒は、接続管 1 5 の冷媒流通路 2 4 を流れて第 1 方向 D 1 から第 2 方向 D 2 へ方向を変えた後にコンデンサ 7 の冷媒流通路 2 5 に流入する。
- [0044] この冷媒流通路 2 5 では、接続管 1 5 の冷媒流通路 2 4 から流入した冷媒が流出管 1 c に向けて第 2 方向 D 2 へと流れた後、流出管 1 c から流出する。このとき、コンデンサ 7 のコンデンサ素子 8 で生じた熱が冷媒流通路 2 5 を流れる冷媒側へと移動することによって、このコンデンサ素子 8 が冷却される。
- [0045] 次に、実施形態 1 の作用効果について説明する。

[0046] 上記の電力変換装置 1 において、リアクトル 11 とコンデンサ 7 が直交方向 Y について互いに隣接して配置されているため、リアクトル 11 の冷媒流通路 23 を流れる冷媒は、リアクトル 11 自体を冷却する機能に加えて、このリアクトル 11 に隣接して配置されたコンデンサ 7 をも冷却する機能を果たす。また、コンデンサ 7 の冷媒流通路 25 を流れる冷媒は、コンデンサ 7 自体を冷却する機能に加えて、このコンデンサ 7 に隣接して配置されたリアクトル 11 をも冷却する機能を果たす。即ち、リアクトル 11 及びコンデンサ 7 の一方の冷媒流通路を流れる冷媒が他方の冷却を兼務している。

[0047] 更に、リアクトル 11 が半導体積層ユニット 2 に対して積層方向 X に隣接して配置され、コンデンサ 7 が直交方向 Y についてリアクトル 11 と半導体積層ユニット 2 の双方に対向して配置されているため、半導体積層ユニット 2、リアクトル 11 及びコンデンサ 7 のそれぞれを専用の冷媒流通路を流れる冷媒のみで冷却する場合に比べて効率良く冷却することができる。

従って、発熱部品に対する冷却性能を向上させることができる電力変換装置 1 を提供できる。なお、冷却性能の向上に際しては、空間部 16 の直交方向 Y の寸法を小さく抑えるのが好ましい。

[0048] また、上記の電力変換装置 1 において、コンデンサ 7 の冷媒流通路 25 がコンデンサ素子 8 の下方に配置され、且つリアクトル 11 の冷媒流通路 23 を構成する入口ヘッダー部 23a がコンデンサ素子 8 の側方に対向して配置されている。このため、コンデンサ素子 8 をその下方及び側方の双方向から冷却することで、このコンデンサ素子 8 に対する冷却性能を高めることができる。

[0049] 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。

[0050] (実施形態 2)

実施形態 2 の電力変換装置 101 は、リアクトル 11 の冷媒流通路 23 の構造が、実施形態 1 の電力変換装置 1 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。

[0051] 図６に示されるように、実施形態２では、冷媒流通路２３を構成する入口ヘッダー部２３ａと出口ヘッダー部２３ｃのそれぞれの位置が実施形態１の場合と逆になっている。即ち、入口ヘッダー部２３ａは、出口ヘッダー部２３ｃを挟んでコンデンサ７とは反対側に設けられている。

[0052] これにより、冷媒流通路２１の出口ヘッダー部２１ｃから接続管１４を通じて冷媒流通路２３の入口ヘッダー部２３ａまで第１方向Ｄ１の直線的な冷媒流れが形成される。

[0053] 実施形態２の電力変換装置１０１によれば、冷媒流通路２３における冷媒の経路を変更してリアクトル１１を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。

[0054] (実施形態３)

実施形態３の電力変換装置２０１は、半導体積層ユニット２の冷媒流通路２１、リアクトル１１の冷媒流通路２３、接続管１４のそれぞれの構造が、実施形態１の電力変換装置１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。

[0055] 図７に示されるように、実施形態３では、冷媒流通路２１を構成する入口ヘッダー部２１ａと出口ヘッダー部２１ｃのそれぞれの位置が実施形態１の場合と逆になっている。即ち、出口ヘッダー部２１ｃは、入口ヘッダー部２１ａを挟んでコンデンサ７とは反対側に設けられている。

[0056] また、冷媒流通路２３を構成する入口ヘッダー部２３ａと出口ヘッダー部２３ｃのそれぞれの位置が実施形態１の場合と逆になっている。即ち、入口ヘッダー部２３ａは、出口ヘッダー部２３ｃを挟んでコンデンサ７とは反対側に設けられている。

[0057] 更に、接続管１４は、その入口部が出口ヘッダー部２１ｃの積層方向Ｘの両端部のうち図７中の左側の端部に接続され、且つその出口部が入口ヘッダー部２３ａの図７中の右側の端部に接続されている。

[0058] これにより、冷媒流通路２１においては、冷却部２１ｂの冷媒が出口ヘッ

ダー部 2 1 c に向けて第 4 方向 D 4 へと流れ、出口ヘッダー部 2 1 c の冷媒が接続管 1 4 の入口部に向けて第 2 方向 D 2 へと流れる。また、冷媒流通路 2 3 においては、入口ヘッダー部 2 3 a の冷媒が接続管 1 4 の出口部から第 2 方向 D 2 へと流れ、冷却部 2 3 b の冷媒が出口ヘッダー部 2 3 c に向けて第 3 方向 D 3 へと流れる。

[0059] 実施形態 3 の電力変換装置 2 0 1 によれば、冷媒流通路 2 1 における冷媒の経路を変更して半導体積層ユニット 2 を冷却することができ、また冷媒流通路 2 3 における冷媒の経路を変更してリアクトル 1 1 を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。

[0060] (実施形態 4)

実施形態 4 の電力変換装置 3 0 1 は、半導体積層ユニット 2 の冷媒流通路 2 1、リアクトル 1 1 とその冷媒流通路 2 3、接続管 1 4、接続管 1 5 のそれぞれの構造が、実施形態 1 の電力変換装置 1 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。

[0061] 図 8 に示されるように、実施形態 4 では、冷媒流通路 2 1 を構成する入口ヘッダー部 2 1 a と出口ヘッダー部 2 1 c のそれぞれの位置が実施形態 1 の場合と逆になっている。即ち、出口ヘッダー部 2 1 c は、入口ヘッダー部 2 1 a を挟んでコンデンサ 7 とは反対側に設けられている。

[0062] また、リアクトル 1 1 は直交方向 Y に積層されている。このため、リアクトル 1 1 のための冷媒流通路 2 3 において、入口ヘッダー部 2 3 a 及び出口ヘッダー部 2 3 c は、直交方向 Y に互いに平行に延在し且つ入口ヘッダー部 2 3 a が半導体積層ユニット 2 側に配置されており、且つ冷却部 2 3 b は、入口ヘッダー部 2 3 a と出口ヘッダー部 2 3 c との間で積層方向 X に延在している。

[0063] また、接続管 1 4 は、その入口部が出口ヘッダー部 2 1 c の積層方向 X の両端部のうち図 8 中の左側の端部に接続され、且つその出口部が出口ヘッダー部 2 3 c の直交方向 Y の両端部のうち図 8 中の下側の端部に接続されてい

る。

[0064] 更に、接続管 15 は、その入口部が出口ヘッダ一部 23 c の直交方向 Y の両端部のうち図 8 中の下側の端部に接続されている。

[0065] これにより、冷媒流通路 21 においては、冷却部 21 b の冷媒が出口ヘッダ一部 21 c に向けて第 4 方向 D4 へと流れ、出口ヘッダ一部 21 c の冷媒が接続管 14 の入口部に向けて第 2 方向 D2 へと流れる。また、冷媒流通路 23 においては、入口ヘッダ一部 23 a の冷媒が接続管 14 の出口部から第 3 方向 D3 へと流れ、冷却部 23 b の冷媒が出口ヘッダ一部 23 c に向けて第 1 方向 D1 へと流れ、出口ヘッダ一部 23 c の冷媒が接続管 15 の入口部に向けて第 4 方向 D4 へと流れる。

[0066] 実施形態 4 の電力変換装置 301 によれば、冷媒流通路 21 における冷媒の経路を変更して半導体積層ユニット 2 を冷却することができ、また直交方向 Y に積層されたリアクトル 11 を冷媒流通路 23 の冷媒で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。

[0067] (実施形態 5)

実施形態 5 の電力変換装置 401 は、流入管 1 b から流出管 1 c に至るまでの冷媒の経路が実施形態 1 の電力変換装置 1 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。

[0068] 図 9 に示されるように、実施形態 5 では、流入管 1 b から流入した冷媒は、先ずリアクトル 11 の冷媒流通路 23 に流れ、その後に半導体積層ユニット 2 の冷媒流通路 21 に流れる。

[0069] 冷媒流通路 23 では、流入管 1 b から流入した冷媒が入口ヘッダ一部 23 a を複数の冷却部 23 b に分岐しながら第 2 方向 D2 へと流れる。また、冷却部 23 b の冷媒は、出口ヘッダ一部 23 c に向けて第 3 方向 D3 へと流れる。そして、冷却部 21 b を流れた冷媒は合流しながら出口ヘッダ一部 23 c を接続管 14 に向けて第 2 方向 D2 へと流れる。

[0070] 冷媒流通路 21 では、接続管 14 の冷媒流通路 22 から流入した冷媒は、

入口ヘッダー部 2 1 a を複数の冷却部 2 1 b に分岐しながら第 2 方向 D 2 へと流れる。また、冷却部 2 1 b の冷媒は、出口ヘッダー部 2 1 c に向けて第 4 方向 D 4 へと流れる。そして、冷却部 2 1 b を流れた冷媒は合流しながら出口ヘッダー部 2 1 c を接続管 1 5 に向けて第 2 方向 D 2 へと流れる。

[0071] 実施形態 5 の電力変換装置 4 0 1 によれば、流入管 1 b から流出管 1 c に至るまでの冷媒の経路において、リアクトル 1 1、半導体積層ユニット 2、コンデンサ 7 の順番での冷却が可能になる。

その他、実施形態 1 と同様の作用効果を奏する。

[0072] (実施形態 6)

実施形態 6 の電力変換装置 5 0 1 は、コンデンサ 7 の配置が実施形態 1 の電力変換装置 1 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。

[0073] 図 1 0 に示されるように、実施形態 6 では、コンデンサ 7 は、積層方向 X の寸法が、即ちケース 8 a (図 1 参照) の積層方向 X の寸法が実施形態 1 の場合よりも短い。そして、このコンデンサ 7 は、直交方向 Y についてリアクトル 1 1 に空間部 1 6 を隔てて対向して配置されている一方で、半導体積層ユニット 2 には対向していない。

[0074] 実施形態 6 の電力変換装置 5 0 1 によれば、リアクトル 1 1 に対するコンデンサ 7 の配置を変更することができる。

その他、実施形態 1 と同様の作用効果を奏する。

[0075] (実施形態 7)

実施形態 7 の電力変換装置 6 0 1 は、半導体積層ユニット 2、リアクトル 1 1 及びコンデンサ 7 のそれぞれの配置が実施形態 1 の電力変換装置 1 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。

[0076] 図 1 1 に示されるように、実施形態 7 では、半導体積層ユニット 2 は、積層方向 X の寸法が実施形態 1 の場合よりも長く、コンデンサ 7 は、積層方向 X の寸法が実施形態 1 の場合よりも短い。そして、リアクトル 1 1 とコンデ

ンサ 7 が積層方向 X について互いに隣接して配置されている。

[0077] 実施形態 7 の電力変換装置 601 によれば、半導体積層ユニット 2、リアクトル 11 及びコンデンサ 7 のそれぞれの配置を変更することができる。

その他、実施形態 1 と同様の作用効果を奏する。

[0078] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

[0079] 上記の実施形態では、リアクトル 11 とコンデンサ 7 が積層方向 X や直交方向 Y について互いに隣接して配置される場合について例示したが、これに代えて、リアクトル 11 とコンデンサ 7 が上下方向 Z について互いに隣接して配置される構造を採用することもできる。

[0080] 上記の実施形態では、コンデンサ 7 の冷媒流通路 25 が上下方向 Z についてコンデンサ素子 8 の下方に配置される場合について例示したが、これに代えて或いは加えて、冷媒流通路 25 に相当する冷媒流通路をコンデンサ素子 8 の上方や側方に配置することもできる。

[0081] 上記の実施形態では、半導体積層ユニット 2 とリアクトル 11 とコンデンサ 7 のそれぞれの冷媒流通路が連通している場合について例示したが、これに代えて、これら 3 つの発熱部品の全ての冷媒流通路が連通していない構造や、いずれか 2 つの発熱部品の冷媒流通路のみが連通している構造を採用することもできる。

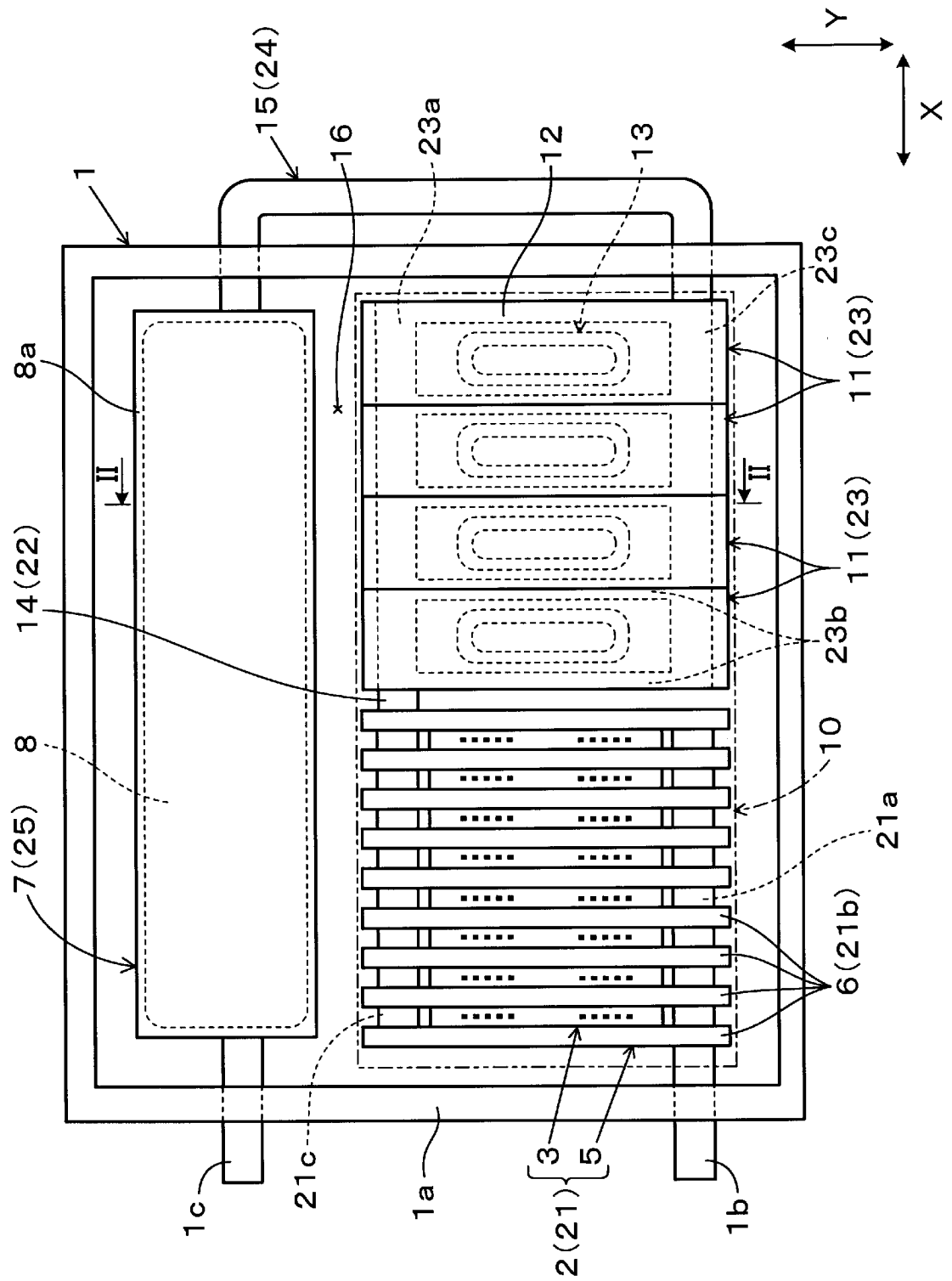
[0082] 上記の実施形態において、半導体積層ユニット 2 における冷媒流通路 21 の構造や配置、リアクトル 11 における冷媒流通路 23 の構造や配置を、必要に応じて変更することもできる。

## 請求の範囲

- [請求項1]            いずれも半導体素子（４）を内蔵した複数の半導体モジュール（３）が互いに積層方向（Ｘ）に積層されてなる半導体積層ユニット（２）と、
- 直流電圧を昇圧する昇圧回路（３１）を構成するリアクトル（１１）と、
- 上記複数の半導体モジュールに電氣的に接続されたコンデンサ（７）と、
- を備え、
- 上記半導体積層ユニットと上記リアクトルと上記コンデンサのそれぞれに冷媒流通路（２１，２３，２５）が設けられており、且つ上記リアクトルと上記コンデンサが互いに隣接して配置されている、電力変換装置（１，１０１，２０１，３０１，４０１，５０１，６０１）。
- [請求項2]            上記リアクトルは、上記半導体積層ユニットに対して上記積層方向に隣接して配置され、上記コンデンサは、上記積層方向と直交する直交方向（Ｙ）について上記リアクトルと上記半導体積層ユニットの双方に対向して配置されている、請求項１に記載の電力変換装置（１，１０１，２０１，３０１，４０１）。
- [請求項3]            上記コンデンサの上記冷媒流通路がコンデンサ素子（８）の下方に配置され、且つ上記リアクトルの上記冷媒流通路は上記コンデンサ素子に対向して配置された対向流通路（２３a）を有する、請求項１または２に記載の電力変換装置（１，１０１，２０１，３０１，４０１）。
- [請求項4]            上記半導体積層ユニットと上記リアクトルと上記コンデンサのそれぞれの上記冷媒流通路が連通している、請求項１～３のいずれか一項に記載の電力変換装置（１，１０１，２０１，３０１，４０１，５０１，６０１）。

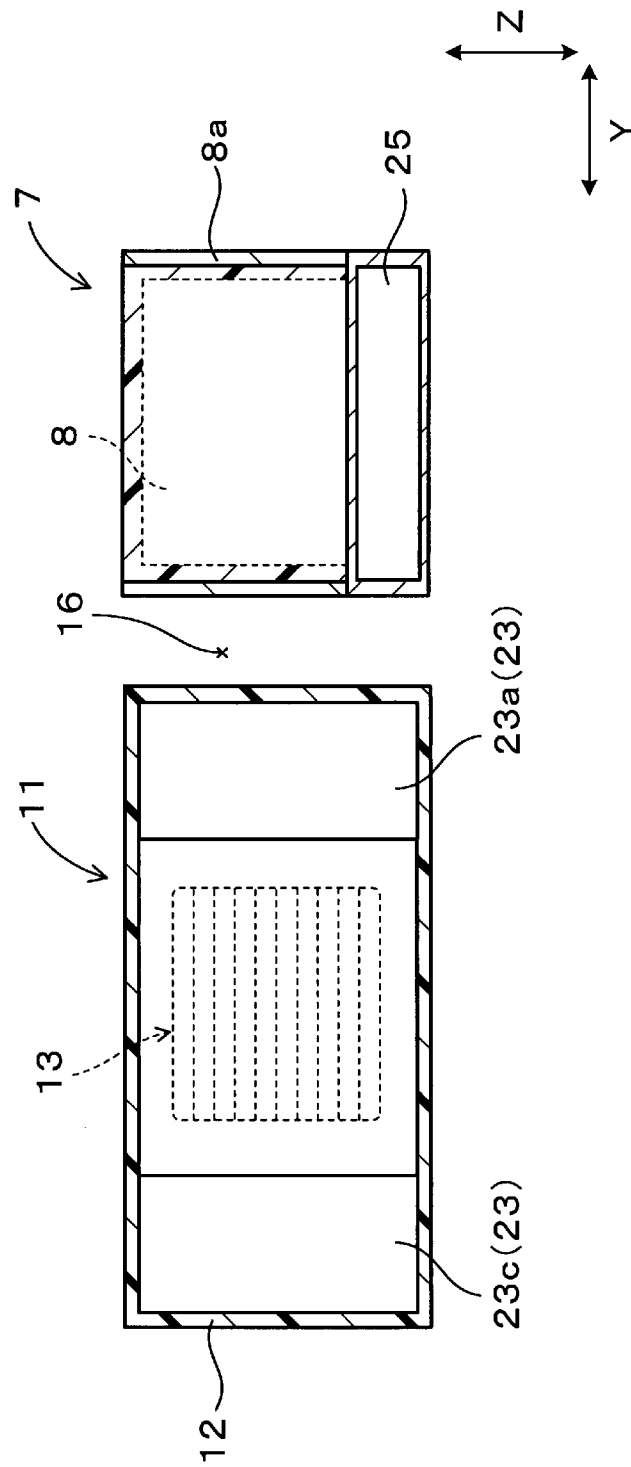
[図1]

(図1)



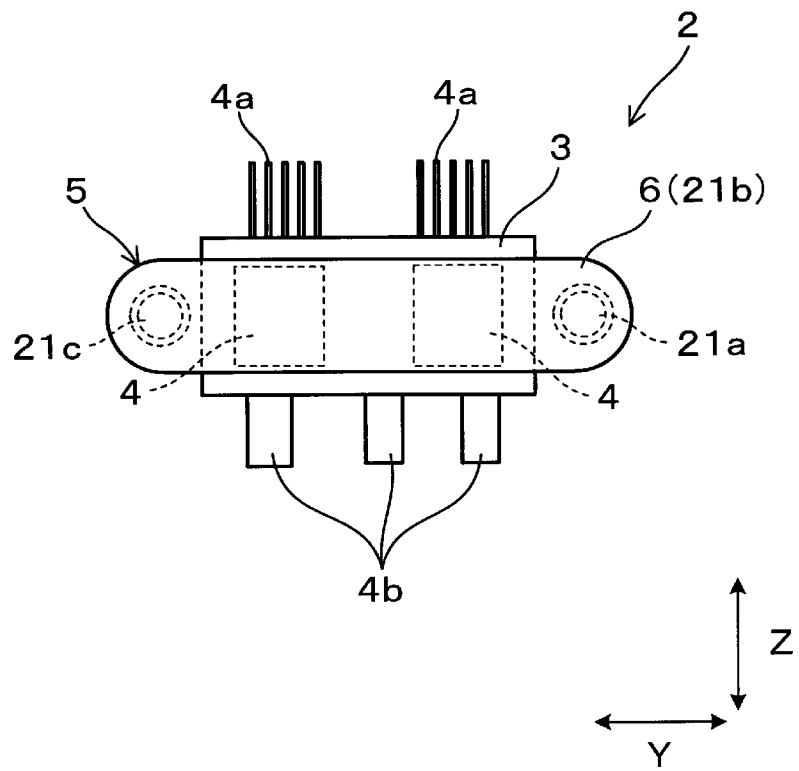
[図2]

(図2)



[図3]

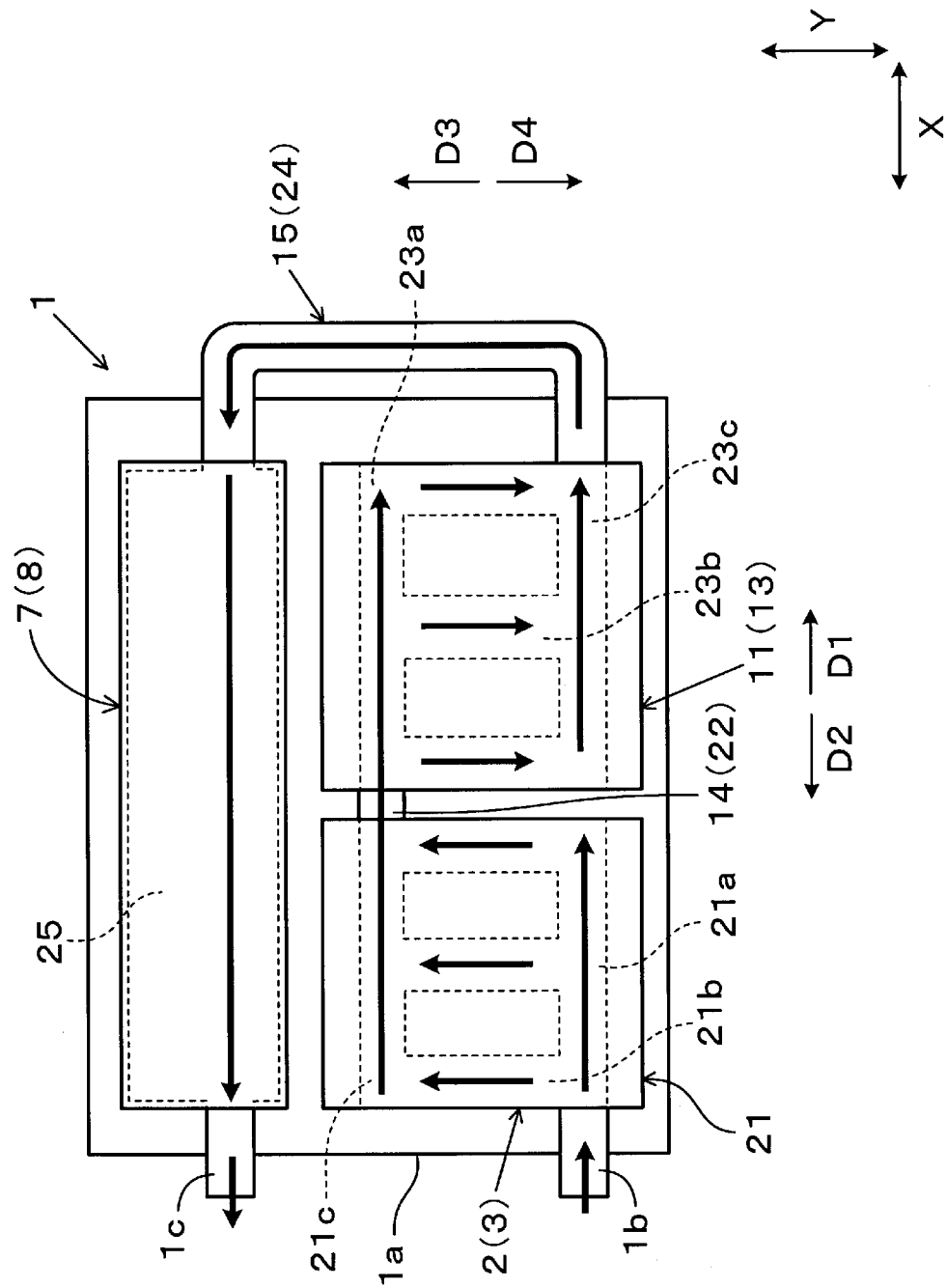
(図 3)





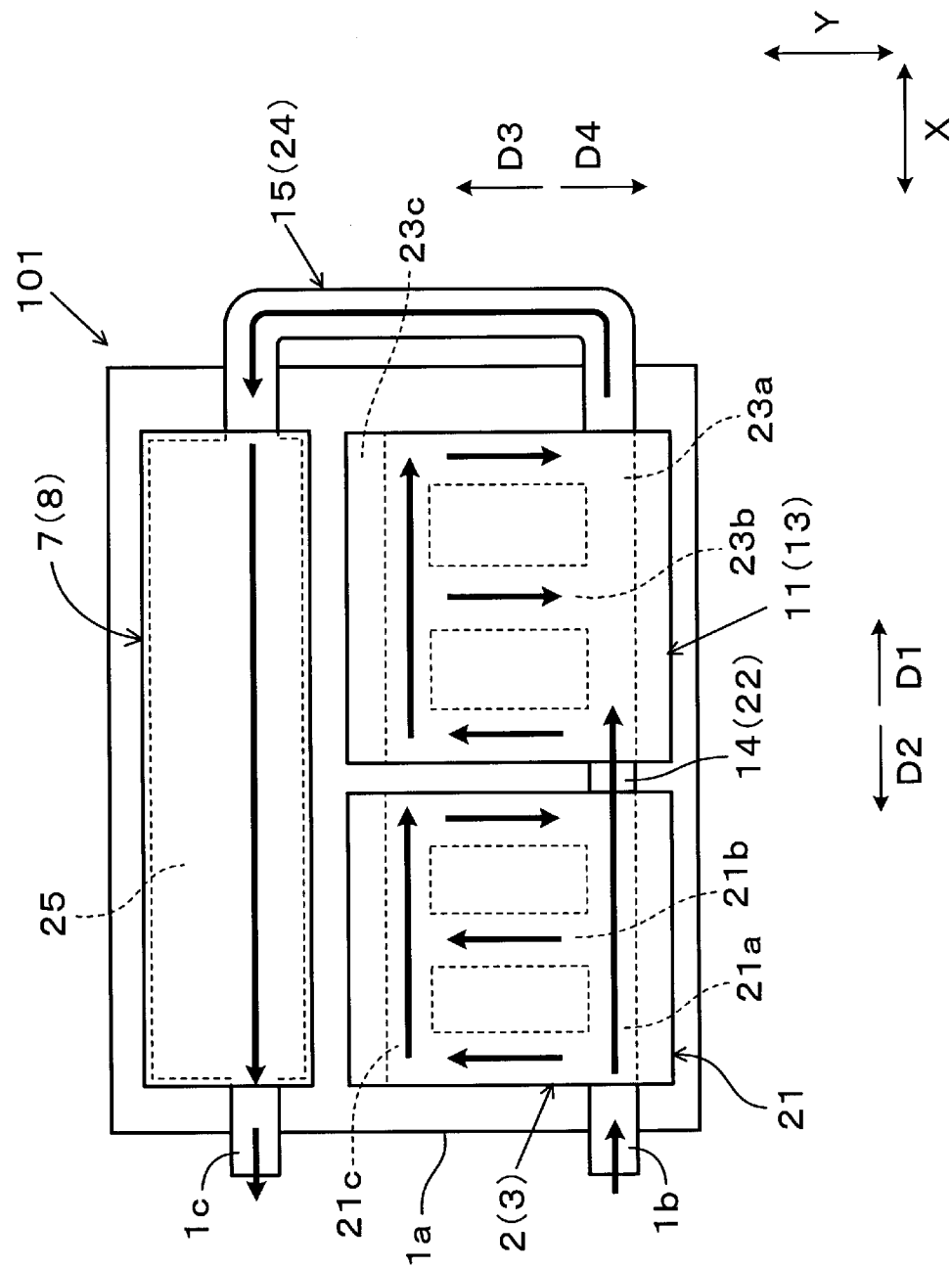
[図5]

(図 5)



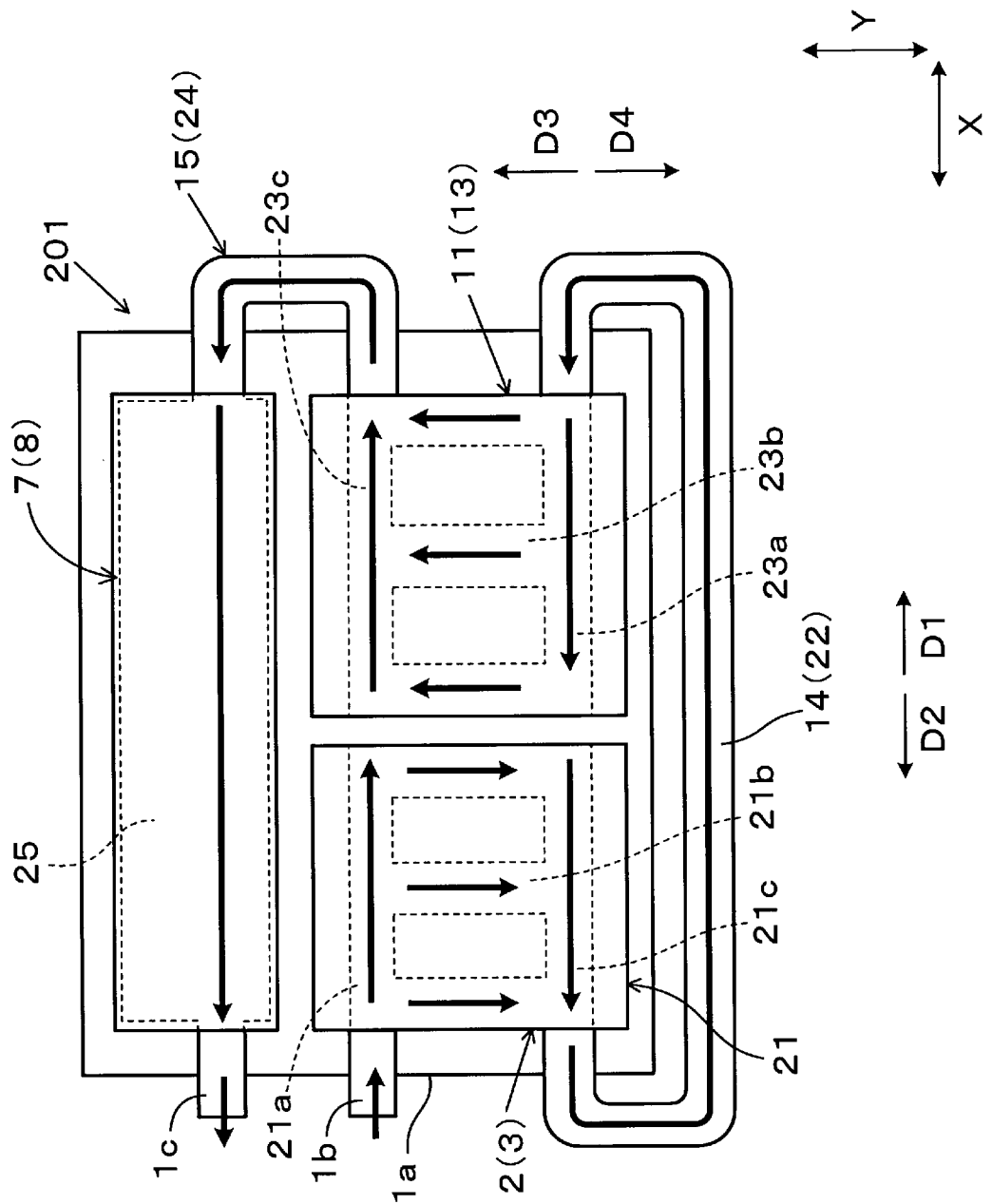
[図6]

(図 6)



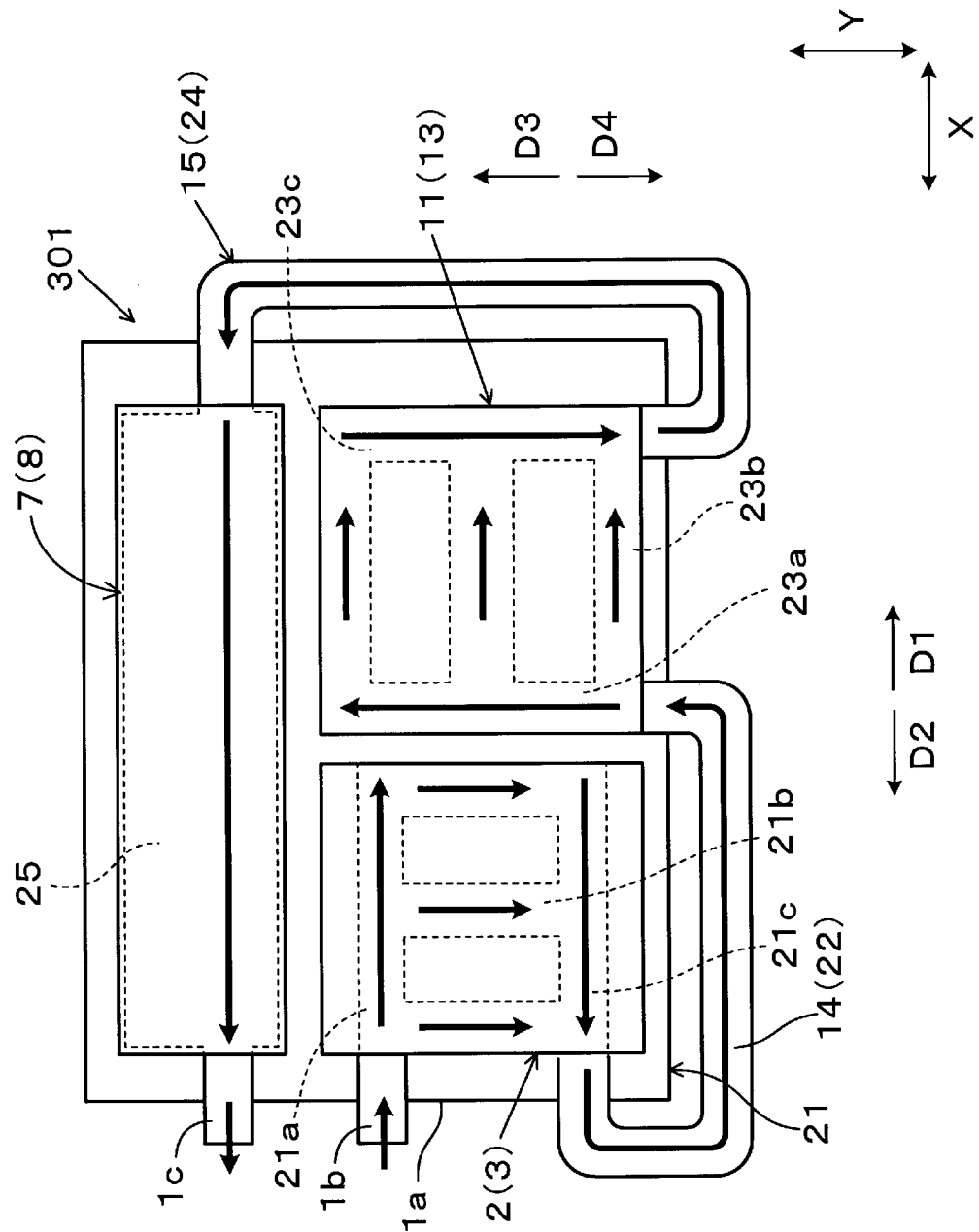
[図7]

(図 7)



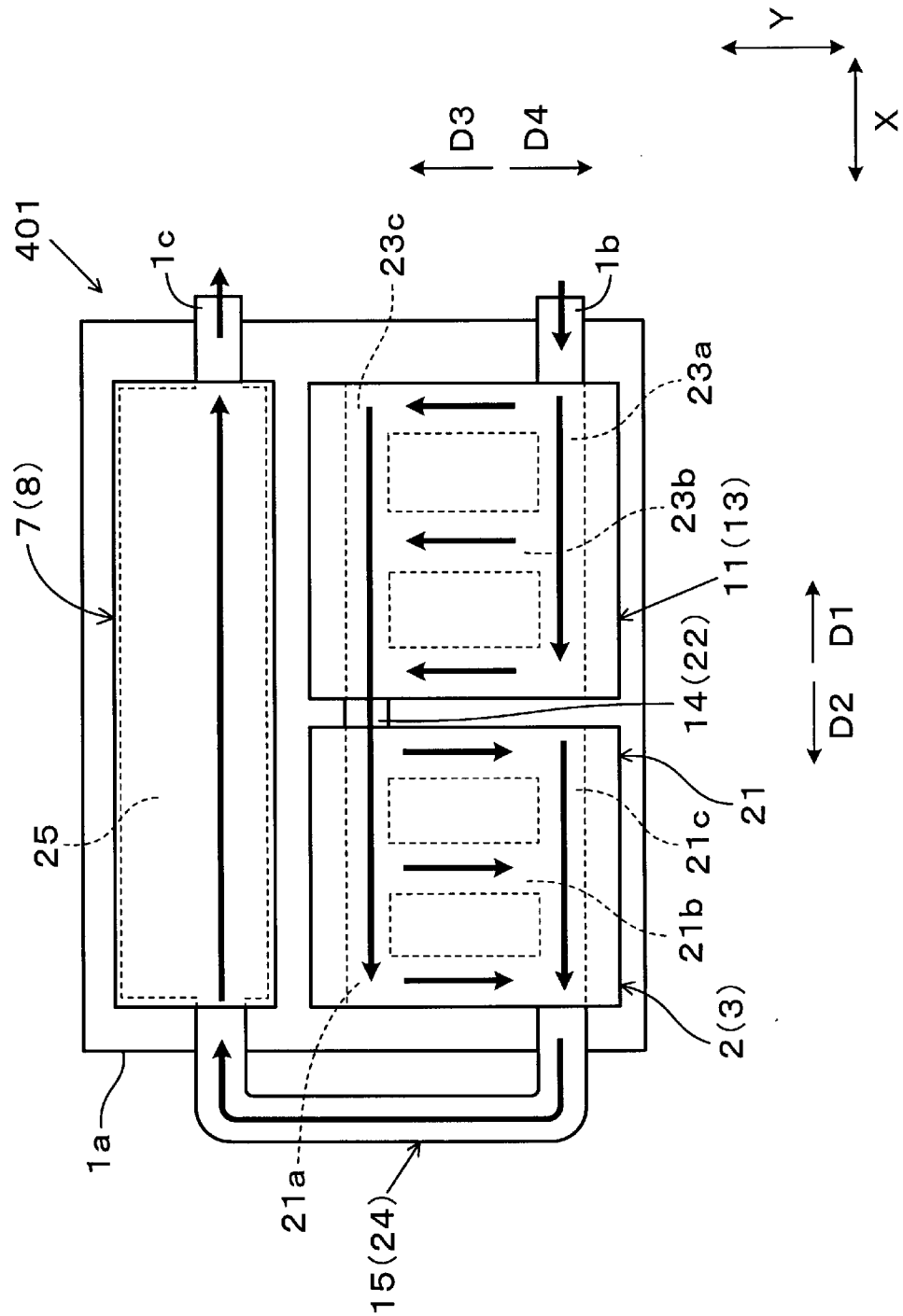
[図8]

(図 8)



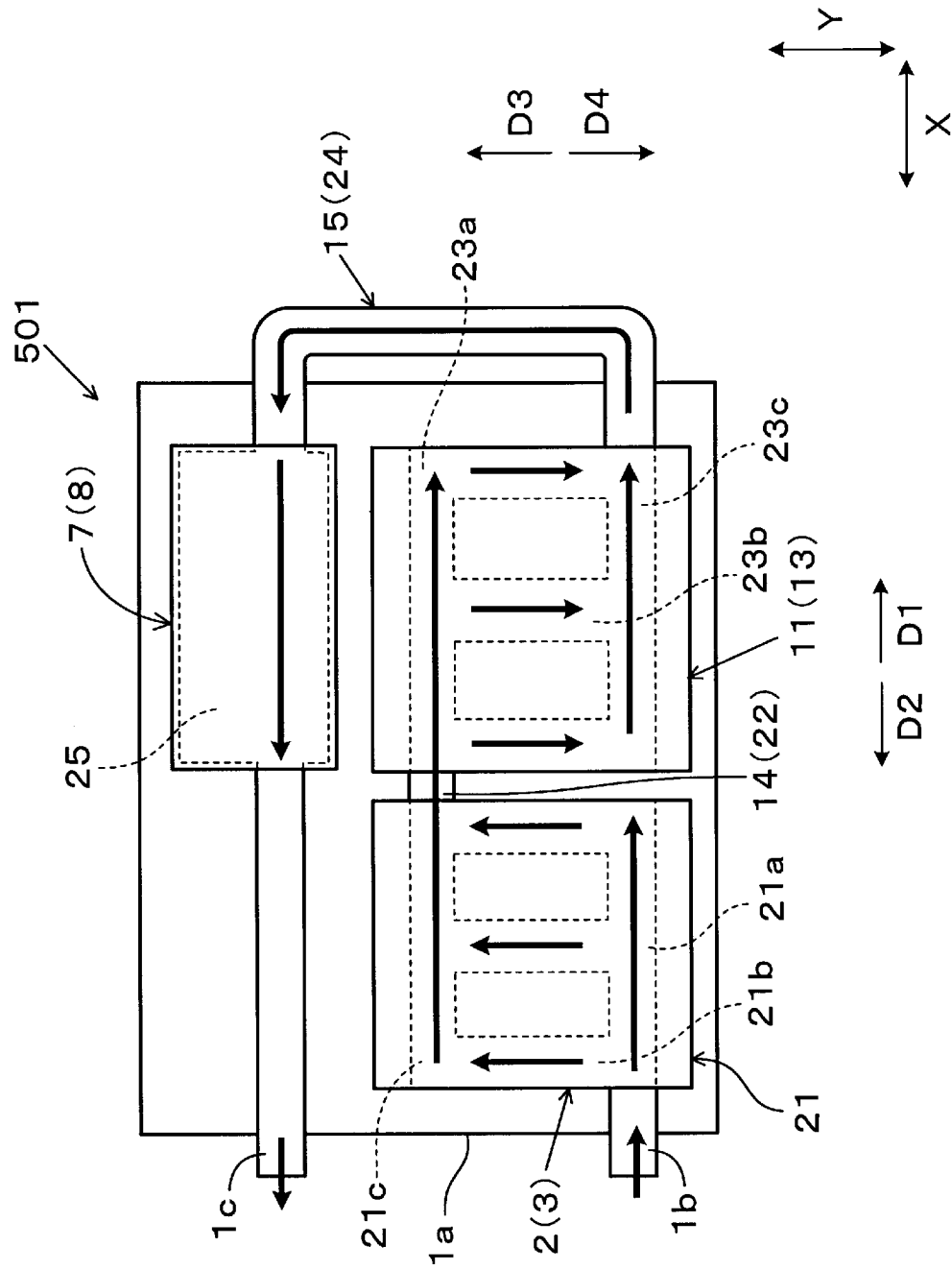
[図9]

(図9)



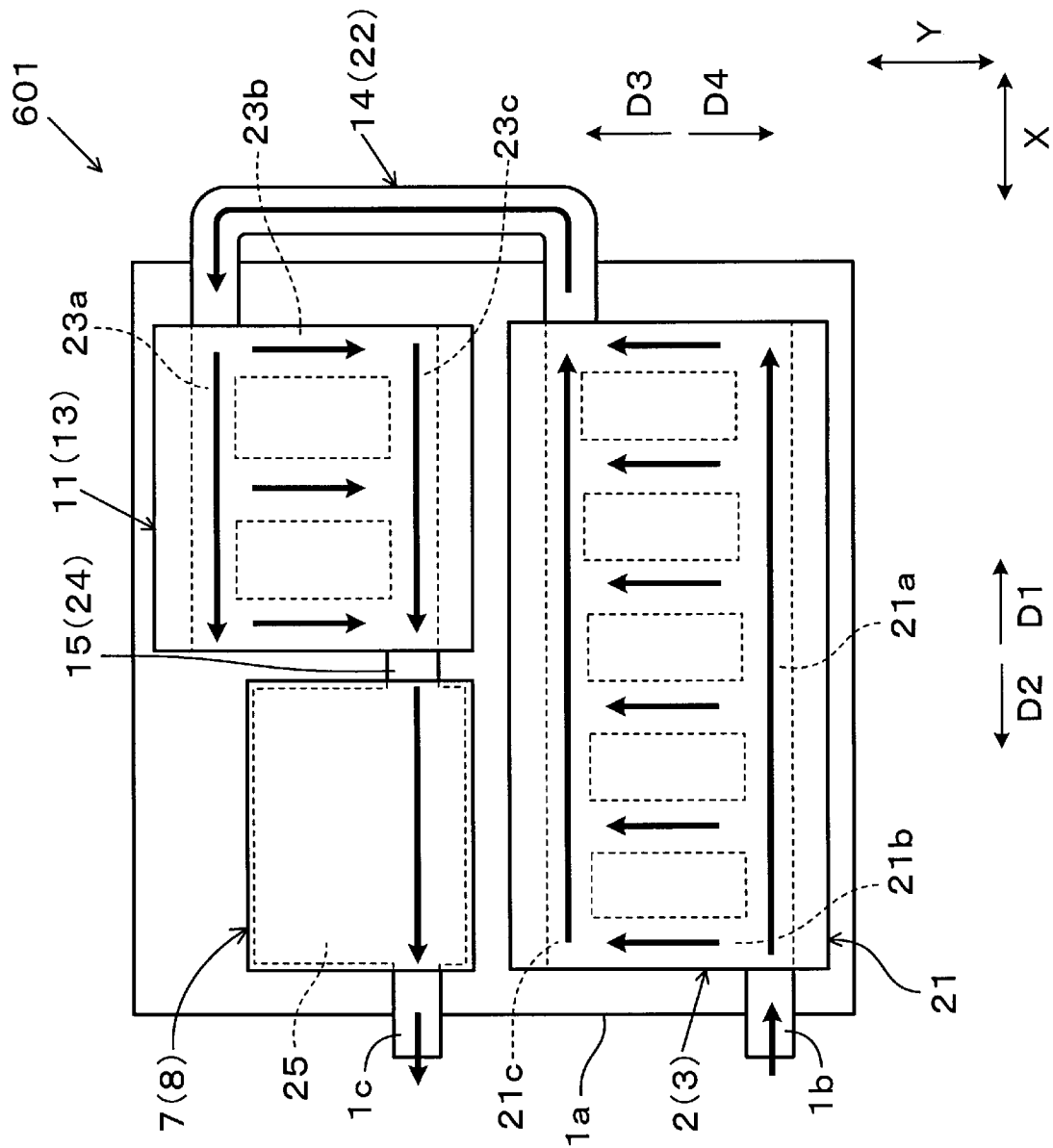
[図10]

(図 10)



[図11]

(図 11)



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/032058

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02M7/48 (2007.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H02M7/48, H01L23/46, H05K7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 2015-42131 A (DENSO CORP.) 02 March 2015, paragraphs [0016]-[0035], [0038]-[0046], fig. 1, 6, 7, 14, 15 (Family: none)                                                                      | 1, 2<br>3, 4          |
| X<br>Y    | JP 2012-217316 A (DENSO CORP.) 08 November 2012, paragraphs [0022]-[0044], [0047]-[0050], fig. 1, 2, 3, 6, 7 & US 2012/0250252 A1, paragraphs [0049]-[0094], [0102]-[0107], fig. 1, 2, 3, 6, 7 | 1-3<br>3, 4           |
| A         | JP 2014-138445 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 28 July 2014, fig. 2 & US 2014/0198450 A1, fig. 2 & CN 103929070 A                                                                                       | 3, 4                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 September 2018 (14.09.2018)

Date of mailing of the international search report  
16 October 2018 (16.10.2018)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/032058

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2012-222943 A (DENSO CORP.) 12 November 2012, fig. 6, 7<br>(Family: none)                      | 3, 4                  |
| Y         | JP 2016-39699 A (DENSO CORP.) 22 March 2016, fig. 3, 8, 16 &<br>US 2016/0073556 A1, fig. 3, 8, 16 | 4                     |
| A         | JP 2017-108593 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 15 June 2017, fig. 1-3<br>(Family: none)                    | 1-4                   |
| A         | JP 2015-136223 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 27 July 2015, fig. 2A<br>(Family: none)                     | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M7/48, H01L23/46, H05K7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                           | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X<br>Y          | JP 2015-42131 A（株式会社デンソー）2015.03.02, 段落16-35,<br>38-46, 図1, 6, 7, 14, 15（ファミリーなし）                                                           | 1, 2<br>3, 4   |
| X<br>Y          | JP 2012-217316 A（株式会社デンソー）2012.11.08, 段落22-4<br>4, 47-50, 図1, 2, 3, 6, 7 & US 2012/0250252 A1, Pars.<br>49-94, 102-107, Figs. 1, 2, 3, 6, 7 | 1-3<br>3, 4    |
| A               | JP 2014-138445 A（トヨタ自動車株式会社）2014.07.28, 図2 & US<br>2014/0198450 A1, Fig.2 & CN 103929070 A                                                  | 3, 4           |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.09.2018

国際調査報告の発送日

16.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 匡

5G

9650

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                           |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                         | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2012-222943 A (株式会社デンソー) 2012.11.12, 図 6, 7 (ファミリーなし)                                  | 3, 4           |
| Y                     | JP 2016-39699 A (株式会社デンソー) 2016.03.22, 図 3, 8, 16<br>& US 2016/0073556 A1, Figs. 3, 8, 16 | 4              |
| A                     | JP 2017-108593 A (トヨタ自動車株式会社) 2017.06.15, 図 1 - 3<br>(ファミリーなし)                            | 1-4            |
| A                     | JP 2015-136223 A (トヨタ自動車株式会社) 2015.07.27, 図 2 A (ファミリーなし)                                 | 1-4            |