

(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
2021年8月5日(05.08.2021)



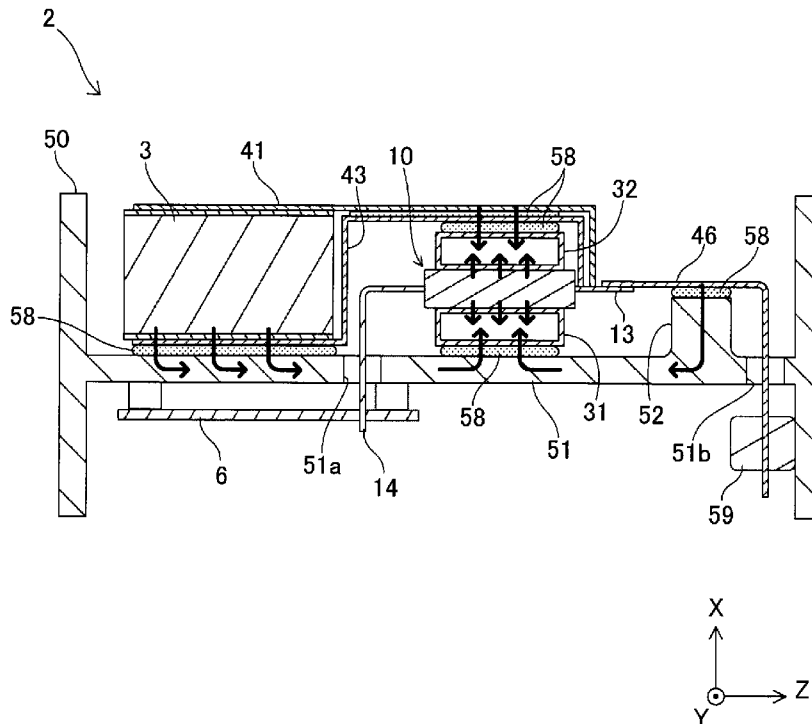
(10) 国際公開番号

WO 2021/152867 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/007374
- (22) 国際出願日: 2020年2月25日(25.02.2020)
- (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 2020-015555 2020年1月31日(31.01.2020) 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: 出口 昌孝 (DEGUCHI Masataka); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 快友国際特許事務所 (KAI-U PATENT LAW FIRM); 〒4516009 愛知県名古屋市西区牛島町6番1号 名古屋ルーセントタワー9階 Aichi (JP).
- (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,

(54) Title: ELECTRIC POWER CONVERTER

(54) 発明の名称: 電力変換器



(57) Abstract: The present description relates to an electric power converter in which a power module accommodating a switching element for electric power conversion is in contact with a cooler, and provides a structure enabling effective cooling of the power module. An electric power converter 2 is provided with coolers 31, 32 in contact with a power module 10. A stack of the power module 10 and the coolers 31, 32 is accommodated in a case 50. The surface of the first cooler 31 opposite the power module 10 is in contact with the case 50, and an output busbar 46 connected to a central-point



WO 2021/152867 A1

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

terminal 13 is in contact with the case 50. The first cooler 31 on one surface thereof directly cools the power module 10, and on the other surface thereof absorbs heat of the power module 10 that is transmitted via the central-point terminal 13 and the output busbar 46.

(57) 要約 : 本明細書は、電力変換用のスイッチング素子を収容するパワーモジュールが冷却器に接している電力変換器に関し、パワーモジュールを効果的に冷却できる構造を提供する。電力変換器 2 は、パワーモジュール 10 に接する冷却器 31、32 を備える。パワーモジュール 10 と冷却器 31、32 の積層体はケース 50 に収容される。第 1 冷却器 31 のパワーモジュール 10 とは反対側の面がケース 50 に接しているとともに、中点端子 13 に接続されている出力バスバ 46 がケース 50 に接している。第 1 冷却器 31 は、一方の面でパワーモジュール 10 を直接に冷却し、他方の面では中点端子 13 と出力バスバ 46 を介して伝わるパワーモジュール 10 の熱を吸収する。

明 細 書

発明の名称 : 電力変換器

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パワーモジュールとそのパワーモジュールを冷却する冷却器を備えている電力変換器に関する。

背景技術

[0002] 電力変換用のスイッチング素子を収容する複数のパワーモジュールと、それらのパワーモジュールを冷却する冷却器を備えた電力変換器が知られている。例えば、特開2018-042424号公報（文献1）、特開2009-100514号公報（文献2）、特開2019-165170号公報（文献3）に、そのような電力変換器が開示されている。文献1の電力変換器では複数の冷却器と複数のパワーモジュールが1個ずつ交互に積層されている。文献2の電力変換器では、1個の直方体の冷却器の各面のそれぞれにパワーモジュールが接している。文献3の電力変換器では、一对の冷却器の間に複数のパワーモジュールが挟まれている。文献3の電力変換器では、一方の冷却器のパワーモジュールとは反対側の面に金属ケースが接しており、その金属ケースの中にリアクトルが収容されている。すなわち、冷却器はパワーモジュールとリアクトルを冷却する。

発明の概要

[0003] 文献1、2に開示された電力変換器では、冷却器の一つの面で第1パワーモジュールを冷却し、別の面で第2パワーモジュールを冷却する。文献3に開示された電力変換器では、冷却器の一方の面でパワーモジュールを冷却し、反対側の面でリアクトルを冷却する。すなわち、文献1、2の電力変換器はいずれも冷却器の一つの面と別の面でそれぞれ異なるパワーモジュール（すなわちスイッチング素子）を冷却する。

[0004] パワーモジュールは発熱量が大きいので、1個の冷却器の複数の面を使っ

て同一のパワーモジュールを冷却できることが望ましい。本明細書は、同一のパワーモジュールを冷却器の複数の面で効果的に冷却することのできる構造を提供する。

[0005] パワーモジュールはそのパッケージの内部のスイッチング素子に接続されている端子がパッケージの外へと延びている。端子は銅など熱伝導率の高い材料で作られており、スイッチング素子の熱は端子を伝ってパッケージの外へ放出される。本明細書が開示する電力変換器では、1個の冷却器（第1冷却器）の一つの面（第1面）がパワーモジュールに接している。第1冷却器の別の面（第2面）がケースに接している。そして、パワーモジュールの第1端子（スイッチング素子に接続されている第1端子）、または第1端子に接続される第1バスバがケースに接している。

[0006] 本明細書が開示する電力変換器では、第1冷却器は第1面でパワーモジュールのパッケージを直接に冷却する。第1冷却器の第2面（第1面とは異なる面）がケースを介して第1端子または第1バスバを冷却する。パワーモジュールの熱の一部は第1面を通じて第1冷却器に吸収される。パワーモジュールの熱の別の一部は第1端子または第1バスバと第2面を通じて第1冷却器に吸収される。本明細書が開示する電力変換器は、同一のパワーモジュールを冷却器の複数の面で効果的に冷却することができる。

[0007] なお、1個の冷却器（第1冷却器）に複数のパワーモジュールが接していてもよいし、一对の冷却器の間に1個乃至複数のパワーモジュールが挟まれていてもよい。

[0008] また、本明細書では、パワーモジュールと冷却器が（あるいはバスバとケースが）熱伝導率の高い絶縁層を介して熱的に接する場合も単純に「接する」と表現する。パワーモジュールと冷却器が（あるいはバスバとケースが）の間に挟まれる絶縁層の熱伝導率は、ケースの熱伝導率も高いことが望ましい。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

- [0009] [図1] (第1実施例) 実施例の電力変換器の回路図である。
- [図2] パワーモジュールの斜視図である。
- [図3] 図2のIII-III線に沿ったパワーモジュールの断面図である。
- [図4] 図2のIV-IV線に沿った断面図である。
- [図5] パワーモジュールアセンブリの斜視図である。
- [図6] パワーモジュールアセンブリの分解図である。
- [図7] 第1実施例の電力変換器の平面図である。
- [図8] 図7のVIII-VIII線に沿ってカットした電力変換器の断面図である。
- [図9] 第2実施例の電力変換器の断面図である。

発明を実施するための形態

- [0010] (第1実施例) 図面を参照して第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の回路図を示す。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。
- [0011] 電力変換器2は、直流端9の正極9pと負極9n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9p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9n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。
- [0012] 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9の正極9pと負極9n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。

- [0013] 直流端 9 の正極 9 p と負極 9 n にはコンデンサ 3 が接続されている。コンデンサ 3 は、3 セットの直列接続回路と並列に接続される。コンデンサ 3 は、3 セットの直列接続回路に流れる電流の脈動を抑える。そのようなコンデンサ 3 は、平滑コンデンサと呼ばれることがある。
- [0014] 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つながっている。
- [0015] モータコントローラ 6 は、上位のコントローラ 9 4 からモータ 9 2 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 4 a と負極側のスイッチング素子 4 b 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。
- [0016] 直列に接続される 2 個のスイッチング素子 4 a、4 b はパワーモジュール 1 0 に收容されている。符号 1 0 が示す破線矩形がパワーモジュールを示している。それぞれのスイッチング素子 4 a、4 b に並列に接続されるダイオード 5 a、5 b もパワーモジュール 1 0 に收容される。電力変換器 2 は、3 個のパワーモジュール 1 0 を備えている。パワーモジュール 1 0 のハードウェアの構造は後で説明する。
- [0017] パワーモジュール 1 0 は 3 個のパワー端子（正極端子 1 1、負極端子 1 2、midpoint 端子 1 3）を備えている。正極端子 1 1、負極端子 1 2、midpoint 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、midpoint と接続される。
- [0018] 図 2 に、パワーモジュール 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し、図 4 に、図 2 の IV-IV 線に沿った断面を示す。パワーモジュール 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。なお、図 4 では、理解を助けるため、樹脂製のパッケージ 2 0 の断面を示すハッチングは省略した。
- [0019] 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21bには図1のスイッチング素子4bとダイオード5bの並列回路が実装されている。

[0020] 図3、図4を参照してパッケージ20の内部の構造を説明する。半導体チップ21a、21b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21aの正極21ap（スイッチング素子4aの正極）にはスペーサ24aが接合されており、スペーサ24aの反対側に金属板23aが接合されている。半導体チップ21aの負極21an（スイッチング素子4aの負極）は金属板22に接合されており、その金属板22には半導体チップ21bの正極21bp（スイッチング素子4bの正極）が接合されている。すなわち、金属板22が2個のスイッチング素子4a、4bを直列に接続する。

[0021] 半導体チップ21bの負極21bn（スイッチング素子4bの負極）はスペーサ24bに接合されており、スペーサ24bの反対側に金属板23bが接合されている。金属板22、23a、23bの一方の面はパッケージ20から露出しており、半導体チップ21a、21bの熱を放出する。

[0022] また、金属板23aが2個のスイッチング素子4a、4bの直列接続回路の高電位側に対応し、金属板23bが直列接続回路の低電位側に対応する。金属板22は直列接続回路の midpoint に対応する。図4に示されているように、金属板23aの縁に正極端子11が接続されている。2個のスイッチング素子4a、4bの直列接続の高電位側は、スペーサ24aと金属板23aを介して正極端子11と電氣的に接続される。また、図示は省略するが、直列接続回路の低電位側に対応する金属板23bには負極端子12が接続されており、直列接続回路の midpoint に対応する金属板22には midpoint 端子13が接続されている。パッケージ20の内部のスイッチング素子4a、4bの直列接続回路は、金属板23a、23b、22を介して正極端子11、負極端子12、 midpoint 端子13と接続されており、それらの端子はパッケージ20の内部から外部へと延びている。

[0023] 半導体チップ21aの一方の面には制御電極21acも露出している。制

御電極 2 1 a c は、複数個が存在し、それらの電極はスイッチング素子 4 a のゲート電極やセンスエミッタなどに接続されている。パッケージ 2 0 から複数の制御端子 1 4 が延びている。複数の制御端子 1 4 のそれぞれは、パッケージ 2 0 の内部で、ボンディングワイヤ 1 5 により複数の制御電極 2 1 a c のそれぞれに接続される。半導体チップ 2 1 b も同様であり、その制御電極には制御端子 1 4 が接続されている。

[0024] 図 2 に戻り、パワーモジュール 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 + X 方向を向く幅広面に金属板 2 3 a、2 3 b が露出している。反対が枠の幅広面には金属板 2 2 が露出している。また、図中の座標系の + Z 方向を向く幅狭の面 2 0 a に 3 個のパワー端子（正極端子 1 1 と負極端子 1 2 と中点端子 1 3）が設けられている。反対側の - Z 方向を向く幅狭の面 2 0 b に制御端子 1 4 が設けられている。後述するが、制御端子 1 4 はモータコントローラ 6 に接続される。制御端子 1 4 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。

[0025] 図 1 に示されているように、3 個のパワーモジュール 1 0 と並列にコンデンサ 3 が接続されている。3 個のパワーモジュール 1 0 の正極端子 1 1 がコンデンサ 3 の一方の電極に接続され、負極端子 1 2 がコンデンサ 3 の他方の電極に接続される。3 個のパワーモジュール 1 0 とコンデンサ 3 は、後述する正極バスバ 4 1 と負極バスバ 4 3 で接続される。

[0026] 一方、パワーモジュール 1 0（スイッチング素子 4 a、4 b）は発熱量が大きく、それゆえ、電力変換器 2 はパワーモジュール 1 0 を冷却する一対の冷却器 3 1、3 2 を備える。図 5 に、パワーモジュール 1 0 と冷却器 3 1、3 2 とコンデンサ 3 のアセンブリ 3 0 の斜視図を示す。図 6 に、アセンブリ 3 0 の分解図を示す。なお、以下では冷却器 3 1 を第 1 冷却器 3 1 と称し、冷却器 3 2 を第 2 冷却器 3 2 と称する場合がある。図 5 と図 6 では、手前のパワーモジュール 1 0 にのみ、パワー端子に符号 1 1、1 2、1 3 を付し、残りのパワーモジュール 1 0 には端子の符号を省略した。

- [0027] 3個のパワーモジュール10は、一对の冷却器31、32に挟まれる。3個のパワーモジュール10は、一列に並んでおり、それぞれが第1冷却器31と第2冷却器32に触れるように、一对の冷却器31、32に挟まれる。パワーモジュール10の両方の幅広面には金属板22、23a、23bが露出しており、金属板22、23a、23bがそれぞれ冷却器に触れる。3個のパワーモジュール10のそれぞれは、両方の幅広面を通じて冷却器31、32に冷却される。
- [0028] 一对の冷却器31、32は、連結管33a、33bで連結される。連結管33a、33bは、パワーモジュール10の並び方向（図中の座標系のY方向）の両端のそれぞれで冷却器31、32を連結する。冷却器31、32の内部は空洞であり連結管33a、33bは、冷却器31、32の空洞を連通する。また、第2冷却器32の両端には冷媒給排管34a、34bが設けられている。冷媒給排管34a、34bは、不図示の冷媒循環装置に接続される。冷媒循環装置から供給される液体の冷媒は、冷媒給排管34aと連結管33aを通じて冷却器31、32に分配される。冷媒は冷却器31、32の内部を通過する間にパワーモジュール10の熱を吸収する。熱を吸収して温度が上昇した冷媒は連結管33b、冷媒給排管34bを通じて冷媒循環装置に戻る。
- [0029] コンデンサ3は、冷却器31、32とパワーモジュール10の積層体の隣に配置される。3個のパワーモジュール10の正極端子11（負極端子12）が正極バスバ41（負極バスバ43）でコンデンサ3の正極3a（負極3b）に接続される。正極バスバ41の縁には3個のタブ42が設けられており、3個のタブ42のそれぞれが3個のパワーモジュール10のそれぞれの正極端子11に接合される。負極バスバ43にも3個のタブ44が設けられており、それぞれのタブ44がそれぞれの負極端子12に接合される。
- [0030] 3個のパワーモジュール10のそれぞれの中点端子13には3個の出力バスバ46のそれぞれが接合される。先に述べたように、3個のパワーモジュール10はインバータを構成する。3個のパワーモジュール10のそれぞれ

の midpoint 端子 1 3 から交流が出力される。出力バスバ 4 6 は、電力変換器 2 の交流出力端に相当する。

[0031] 図 7 に、電力変換器 2 の平面図を示す。図 7 では、コンデンサ 3 やアセンブリ 3 0 の部品のうち、正極バスバ 4 1 と負極バスバ 4 3 で隠れて見えない部品は破線で示した。先に述べたアセンブリ 3 0 は、ケース 5 0 に収容される。アセンブリ 3 0 は、ケース 5 0 の底板 5 1 に固定される。詳しくは後述するが、底板 5 1 には突起 5 2 が設けられており、3 個の出力バスバ 4 6 は突起 5 2 に熱的に接している。

[0032] 図 8 に、図 7 の VIII-VIII 線に沿った断面を示す。図 8 は、パワーモジュール 1 0 を横断する断面を示しているが、パワーモジュール 1 0 の内部の構造の図示は省略した。パワーモジュール 1 0 の内部構造については、図 3、図 4 で説明した通りである。

[0033] 説明の都合上、図中の座標系の +X 方向を「上」と定義する。すなわち、第 1 冷却器 3 1 の上面と、第 2 冷却器 3 2 の下面がパワーモジュール 1 0 に接している。なお、冷却器 3 1、3 2 とパワーモジュール 1 0 の間には熱伝導率の高い絶縁シートが挟まれているが、その絶縁シートの図示は省略した。

[0034] 冷却器 3 1、3 2 とパワーモジュール 1 0 は、図中の座標系の X 方向で積層されている。第 1 冷却器 3 1 の上面がパワーモジュール 1 0 に接しており、下面が絶縁シート 5 8 を挟んでケース 5 0 の底板 5 1 に接している。なお、本明細書では、熱伝導率の高い絶縁シート 5 8 を挟んで 2 個の部品が熱的に接することを単純に「接する」と表記する。絶縁シート 5 8 の熱伝導率は、ケース 5 0 の熱伝導率よりも高い。

[0035] 底板 5 1 には突起 5 2 が設けられており、突起 5 2 の頭頂面が絶縁シート 5 8 を挟んで出力バスバ 4 6 と（熱的に）接している。突起 5 2 は、第 1 冷却器 3 1 の隣に位置している。出力バスバ 4 6 は下方へ直角に折れ曲がっており、先端は、底板 5 1 の貫通孔 5 1 b を通り、さらに、電流センサ 5 9 を通過する。

- [0036] パワーモジュール10の制御端子14は、底板51の貫通孔51aを通過し、底板51の下側に取り付けられているモータコントローラ6に接続される。モータコントローラ6は、基板に実装された論理回路で実現される。
- [0037] パワーモジュール10の負極端子12に接続される負極バスバ43は、絶縁シート58を挟んで第2冷却器32の上面に接しており、負極バスバ43は、さらに、絶縁シート58を挟んでケース50の底板51にも接する。負極バスバ43は、コンデンサ3と底板51に挟まれる。
- [0038] パワーモジュール10の正極端子11に接続される正極バスバ41は、第2冷却器32に対向する位置にて絶縁シート58を挟んで負極バスバ43と対向する。
- [0039] ケース50は熱伝導率の高い金属で作られている。ケース50は、典型的にはアルミニウムで作られている。
- [0040] パワーモジュール10（スイッチング素子4a、4b）は発熱量が大きい。図8の構造は、スイッチング素子4a、4bを効果的に冷却する。その特徴を以下に列挙する。
- [0041] 図8の太矢印線が熱の流れを模式的に表している。パワーモジュール10の熱の一部はその両側の冷却器31、32に吸収される。熱の一部は第1冷却器31の上面を通じて吸収される。熱の別の一部は中点端子13と出力バスバ46へと流れる。出力バスバ46は、第1冷却器31の隣で底板51の突起52に接している。第1冷却器31の下面は絶縁シート58を挟んで底板51に接している。出力バスバ46へと流れたパワーモジュール10の熱は、突起52を含む底板51を通じて第1冷却器31の下面に吸収される。すなわち、第1冷却器31は、その両面でパワーモジュール10を冷却する。
- [0042] パワーモジュール10の熱は第2冷却器32の下面を通じても吸収される。パワーモジュール10の熱の別の一部は、負極端子12と負極バスバ43へと流れる。負極バスバ43は絶縁シート58を挟んで第2冷却器32の上面に接している。パワーモジュール10の熱の一部は負極端子12と負極バ

スバ43を通じて第2冷却器32の上面に吸収される。すなわち、第2冷却器32もその両面でパワーモジュール10を冷却する。

[0043] 負極バスバ43は、第2冷却器32の上面に接しているとともに絶縁シート58を挟んでケース50の底板51にも接している。さらに、負極バスバ43はコンデンサ3と底板51に挟まれている。負極バスバ43の熱は、底板51を通じて第1冷却器31の下面に吸収される。負極バスバ43にはコンデンサ3の熱も伝わるため、コンデンサ3の熱の一部は、負極バスバ43と底板51を介して第1冷却器31の下面に吸収される。

[0044] 上記したように、電力変換器2は、一对の冷却器31、32が複数のパワーモジュール10を挟んでおり、冷却器31、32のそれぞれが、その両面を有効に使ってパワーモジュール10（スイッチング素子4a、4b）を冷却することができる。

[0045] 電力変換器2の特徴を別言すると次の通りである、電力変換器2は、パワーモジュール10を挟む一对の冷却器31、32を備える。パワーモジュール10と冷却器31、32の積層体はケース50に収容される。第1冷却器31のパワーモジュール10とは反対側の面（下面）がケース50に接しているとともに、中点端子13に接続されている出力バスバ46が第1冷却器31の隣でケース50に接している。出力バスバ46が第1冷却器31の隣でケース50に接していることで、出力バスバ46を通じてケース50に伝わったパワーモジュール10の熱は第1冷却器31によく吸収される。第1冷却器31は、一方の面（上面）でパワーモジュール10を直接に冷却し、他方の面（下面）では中点端子13と出力バスバ46を介して伝わってくるパワーモジュール10の熱を吸収する。

[0046] 図7、図8で示した電力変換器2の構造のその他の特徴を以下に述べる。冷却器31、32は図中の座標系のX方向で複数のパワーモジュール10を挟んでいる。複数のパワーモジュール10は、それぞれが冷却器31、32に触れるように、Y方向に並べられている。パワーモジュール10は、扁平であり、幅広面が冷却器31、32に接する。冷却器31、32も扁平であ

り、その幅広面がパワーモジュールに接する。

[0047] それぞれのパワーモジュール10のパワー端子（正極端子11、負極端子12、中点端子13）は、パワーモジュール10のZ方向を向く幅狭面からZ方向に延びている。コンデンサ3は、Z方向で冷却器31、32、パワーモジュール10と並んでいる。コンデンサ3は、パワー端子が設けられている側とは反対側でパワーモジュール10と並んでいる。

[0048] パワー端子（正極端子11、負極端子12、中点端子13）は、それぞれ、X方向を向く面がY方向を向く面とZ方向を向く面よりも広い金属板である。すなわち、電力変換器2では、冷却器31、32、パワーモジュール10、パワー端子が全て扁平であり、いずれも幅広面が同一方向（X方向）を向くように配置されている。また、電力変換器2は、一对の冷却器31、32にはさまれた3個のパワーモジュール10のみでインバータを構成する。また、体格の大きいコンデンサ3は、Z方向で一对の冷却器31、32とパワーモジュール10の積層体の隣に配置される。上記の配置により、電力変換器2のX方向の長さを短くすることができる。

[0049] 第1実施例の電力変換器2は、扁平な一对の冷却器31、32で挟まれた扁平な3個のパワーモジュール10でインバータを構成する。図7、図8によく表れているように、実施例の電力変換器2は、全体が扁平でシンプルな構造である。

[0050] （第2実施例）図9に第2実施例の電力変換器102の断面図を示す。図9でも、説明の便宜上、+X方向を「上」と定義し、-X方向を「下」と定義する。電力変換器102は、パワーモジュール110と冷却器131を備えており、それらはケース150に収容されている。パワーモジュール110は、樹脂製のパッケージ120に半導体チップ121を埋設したデバイスである。半導体チップ121には、電力変換用のスイッチング素子が実装されている。

[0051] 半導体チップ121の上面と下面のそれぞれに電極が露出している。半導体チップ121の下面に正極が露出しており、その正極は金属板122に接

合されている。半導体チップ121の上面に負極が露出しており、その負極は銅ブロック124に接合されている。銅ブロック124の半導体チップ121とは反対側に金属板123が接合されている。金属板122、123の一方の面はパッケージ120から露出しており、半導体チップ121（スイッチング素子）の放熱に寄与する。

[0052] 金属板122の縁に正極端子111が連結されている。正極端子111は、パッケージ120の外へと延びている。正極端子111は、ケース150に設けられた貫通孔151を通じてケース150の外へ延びている。正極端子111とケース150は、伝熱性の高い絶縁シート158を挟んで対向している。絶縁シート158の熱伝導率は、ケース150の熱伝導率よりも高い。正極端子111とケース150は、絶縁シート158を介して熱的に接続している。

[0053] パワーモジュール110のパッケージ120の下面が絶縁シート58を挟んで冷却器131の上面に対向している。パッケージ120は熱伝導性の高い絶縁シート58を介して冷却器131に熱的に接続している。絶縁シート58の熱伝導率はケース150の熱伝導率よりも高い。冷却器131の下面はケース150に接している。冷却器131の中には液体冷媒が通る流路FPが形成されている。

[0054] 半導体チップ121（スイッチング素子）の熱の一部は絶縁シート58を介して冷却器131の上面に吸収される。半導体チップ121（スイッチング素子）の熱の別の一部は、正極端子111と絶縁シート158とケース150を介して冷却器131の下面に吸収される。このように、冷却器131は、その両面を通じて半導体チップ121（スイッチング素子）の熱を吸収する。

[0055] 実施例の midpoint 端子13、正極端子111が第1端子の一例に相当する。出力バスバ46が第1バスバの一例に相当する。負極端子12と負極バスバ43がそれぞれ第2端子と第2バスバの一例に相当し、正極端子11と正極バスバ41がそれぞれ第3端子と第3バスバの一例に相当する。第1冷却器3

1の上面が第1面に相当し、下面が第2面に相当する。第2冷却器32の下面が第1面に相当し、上面が第2面に相当する。冷却器131の上面が第1面に相当し下面が第2面に相当する。

[0056] 先に述べたように、本明細書においては、「パワーモジュールと冷却器が接している」という表現には、パワーモジュールと冷却器が伝熱性の高い絶縁シートを挟んでおり、両者が熱的に接続していることを含む。

[0057] 実施例の電力変換器では、冷却器の第1面にパワーモジュールが接しており、冷却器の第1面とは反対側の別の面にケースが接している。ケースは、冷却器の第1面とは異なる面に接していればよい。例えば、パワーモジュールが冷却器の上面に接しており、ケースは冷却器の側面に接していてもよい。冷却器の第1面にパワーモジュールが接しており、冷却器の第1面とは反対側の面に別のパワーモジュールが接していてもよい。

[0058] 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。

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パッケージを有しているパワーモジュールと、
前記パワーモジュールに接している第1冷却器と、
前記パワーモジュールと前記第1冷却器を収容しているケースと、
を備えており、
前記第1冷却器の第1面が前記パワーモジュールに接しており、前記第1冷却器の前記第1面とは異なる第2面が前記ケースに接しており、
前記パッケージに備えられている第1端子または前記第1端子に接続されている第1バスバが前記ケースに接している、電力変換器。
- [請求項2] 前記ケースに収容されている第2冷却器とコンデンサをさらに備えており、
前記パッケージは第2端子と第3端子を備えており、
前記第2端子と接続されている第2バスバと、前記第3端子と接続されている第3バスバがそれぞれ前記コンデンサに接続されており、
前記パワーモジュールは前記第1冷却器と前記第2冷却器に挟まれており、
前記第2冷却器の第1面が前記パワーモジュールに接しており、
前記第2端子または前記第2バスバが前記第2冷却器の前記第1面とは異なる第2面に接している、請求項1に記載の電力変換器。
- [請求項3] 前記第2端子または前記第2バスバが前記ケースに接している、請求項2に記載の電力変換器。
- [請求項4] 前記第2バスバが前記ケースと前記コンデンサに挟まれている、請求項3に記載の電力変換器
- [請求項5] 前記第1冷却器と前記第2冷却器が第1方向で複数の前記パワーモジュールを挟んでおり、
複数の前記パワーモジュールは前記第1方向と交差する第2方向で

並んでおり、

それぞれの前記パワーモジュールの前記第1端子は、前記第1方向と前記第2方向の双方と交差する第3方向に沿って延びているとともに、前記第1方向を向く面が前記第2方向を向く面と前記第3方向を向く面よりも幅広の金属板である、請求項2から4のいずれか1項に記載の電力変換器。

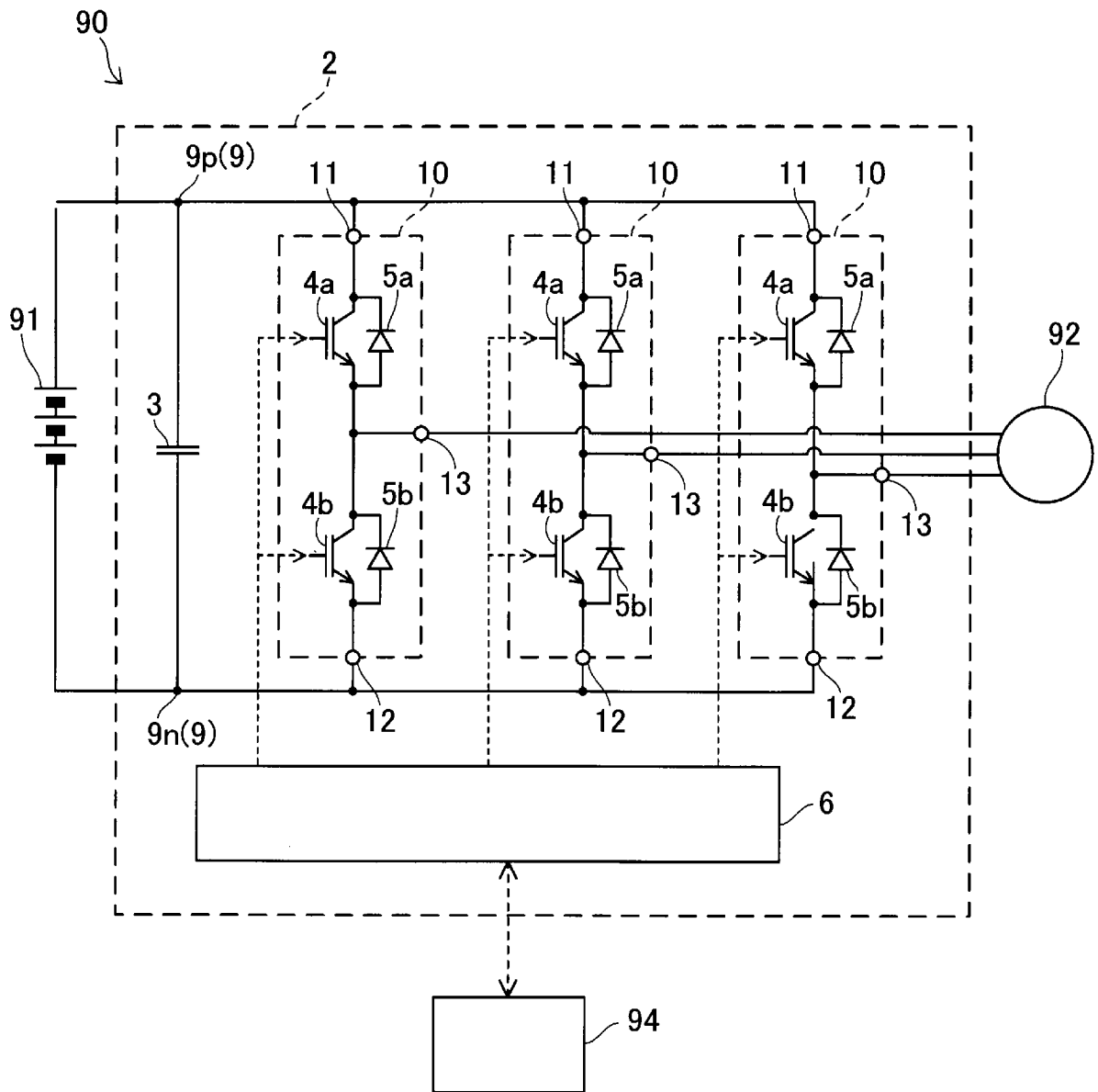
[請求項6] 前記コンデンサは、前記第1端子が延びている方向に平行な方向で前記第1冷却器と並んでいる、請求項2から請求項5のいずれか1項に記載の電力変換器。

[請求項7] 前記第2冷却器の前記第1面と前記第2面が平行である、請求項2から請求項6のいずれか1項に記載の電力変換器。

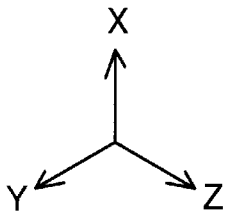
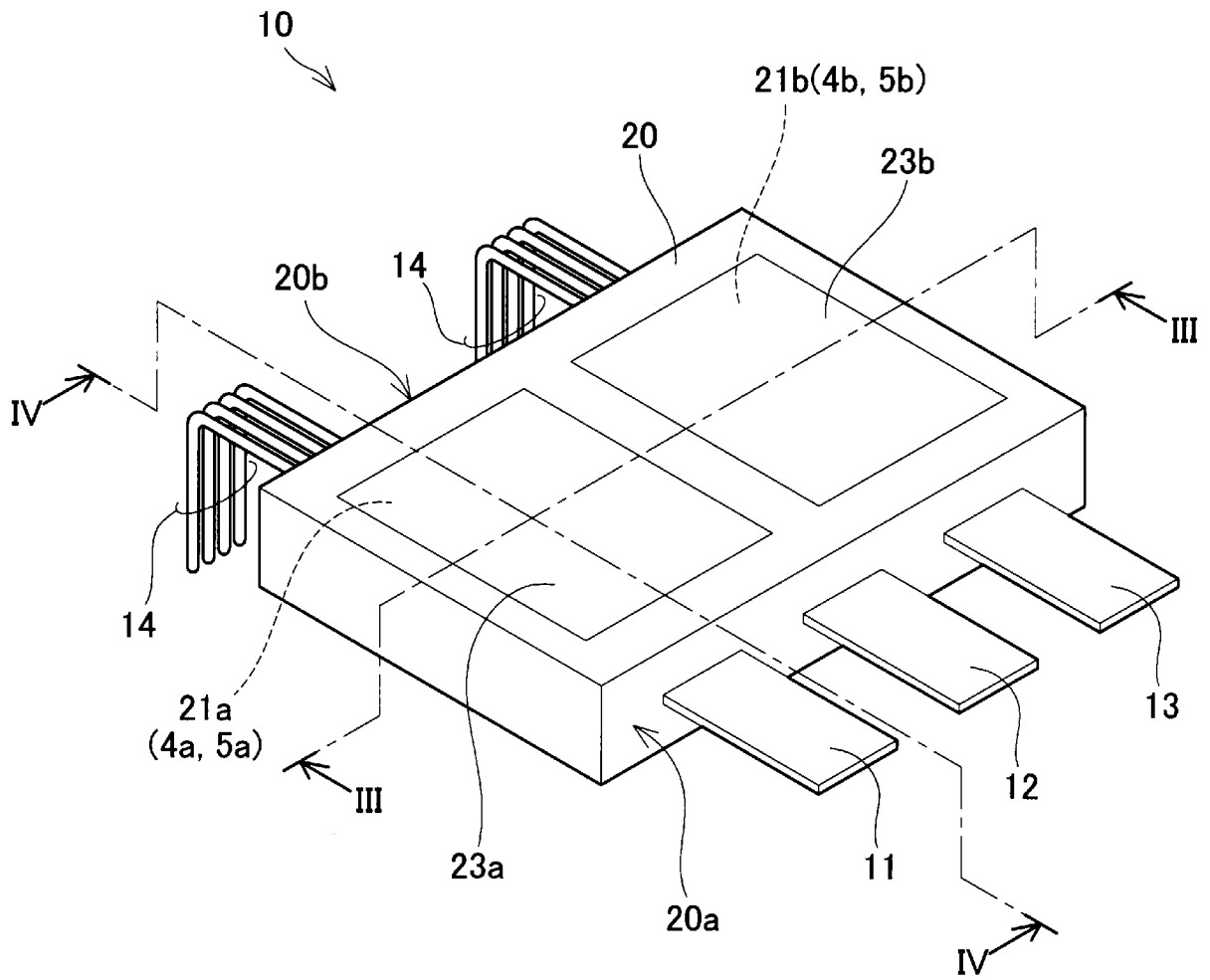
[請求項8] 前記第1冷却器の前記第1面と前記第2面が平行である、請求項1から7のいずれか1項に記載の電力変換器。

[請求項9] 前記第1端子または前記第1バスバは、前記第1冷却器の隣で前記ケースに接している、請求項1から8のいずれか1項に記載の電力変換器。

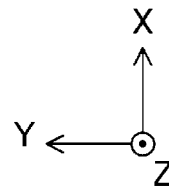
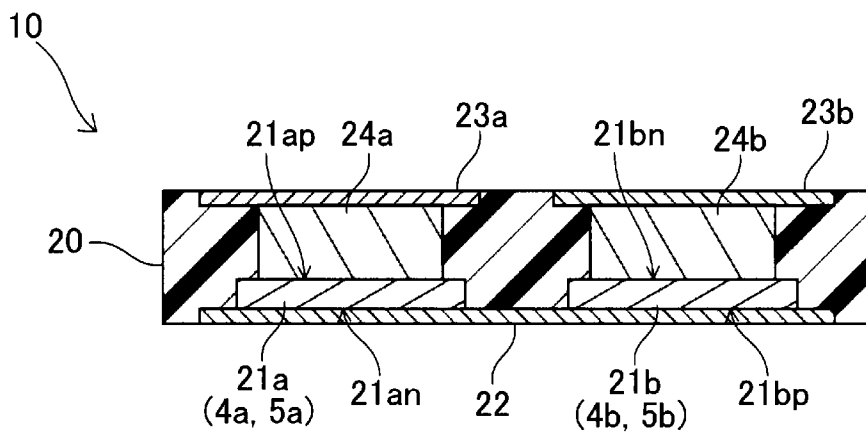
[図1]



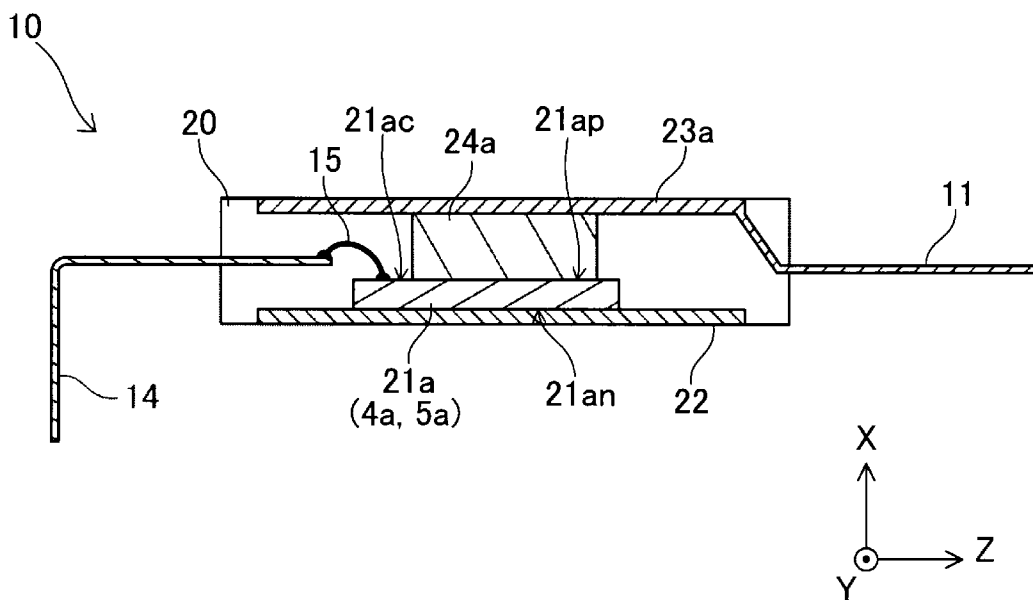
[図2]



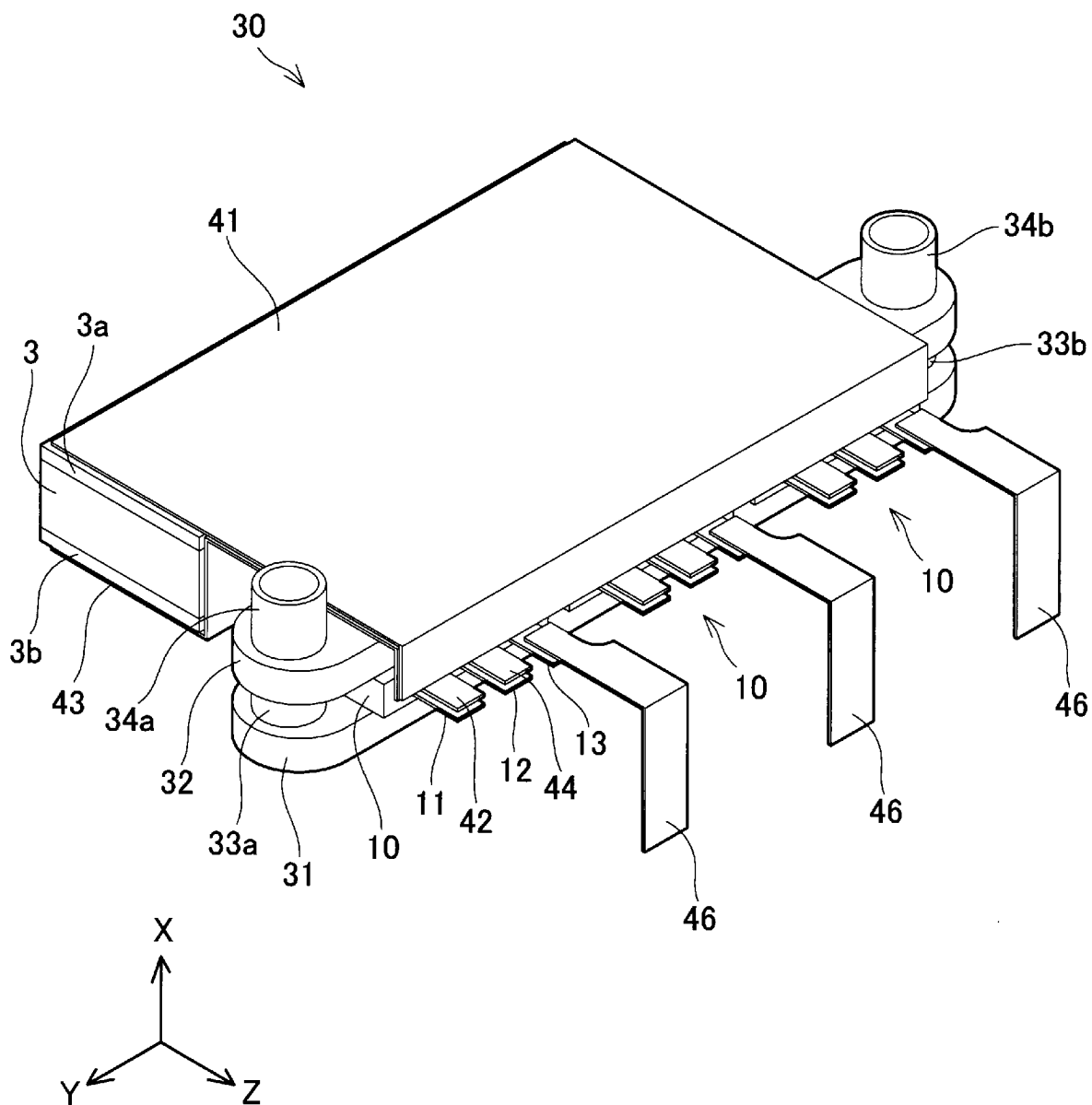
[図3]



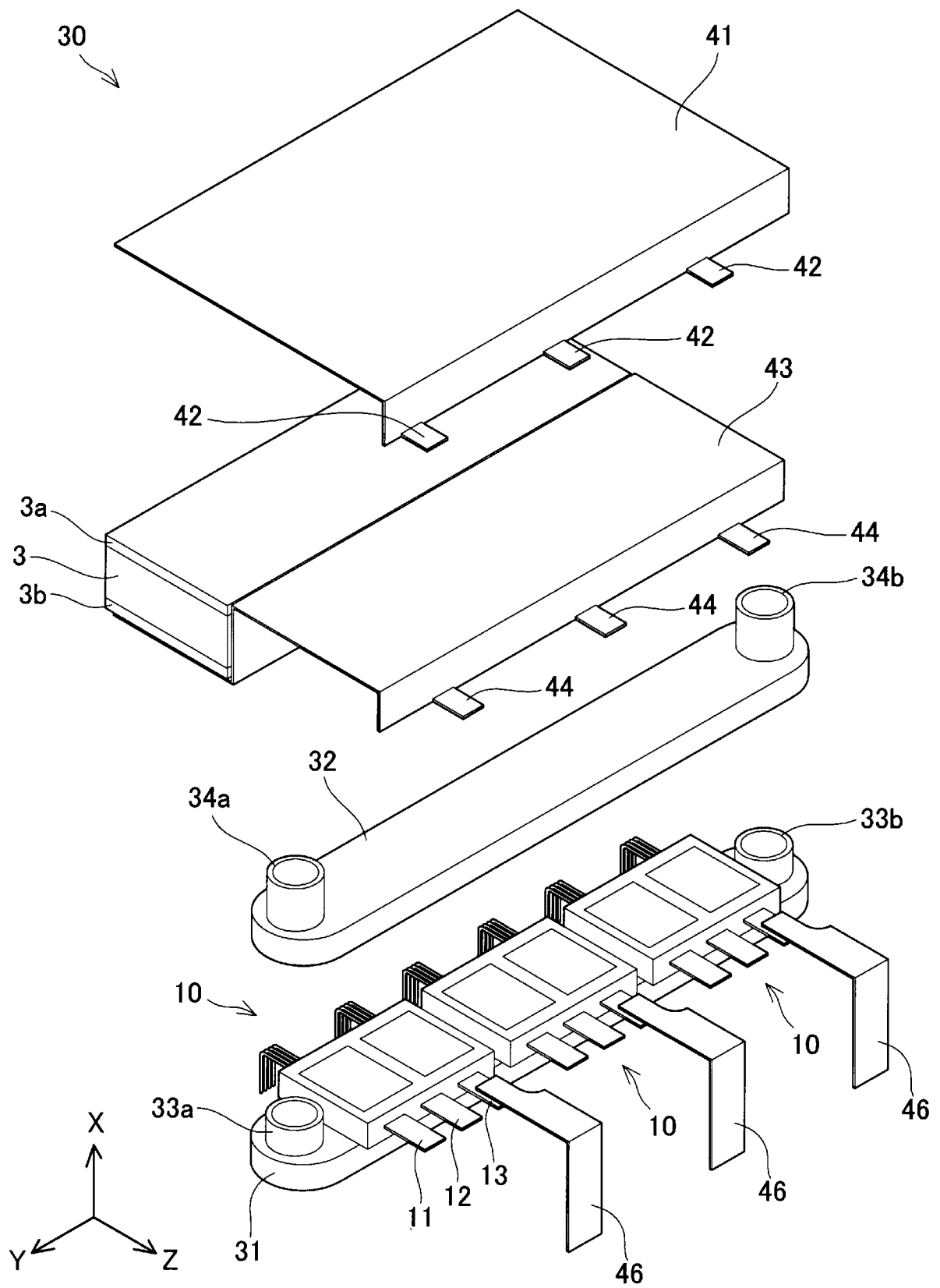
[図4]



[図5]

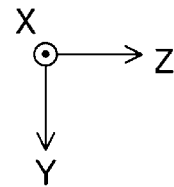
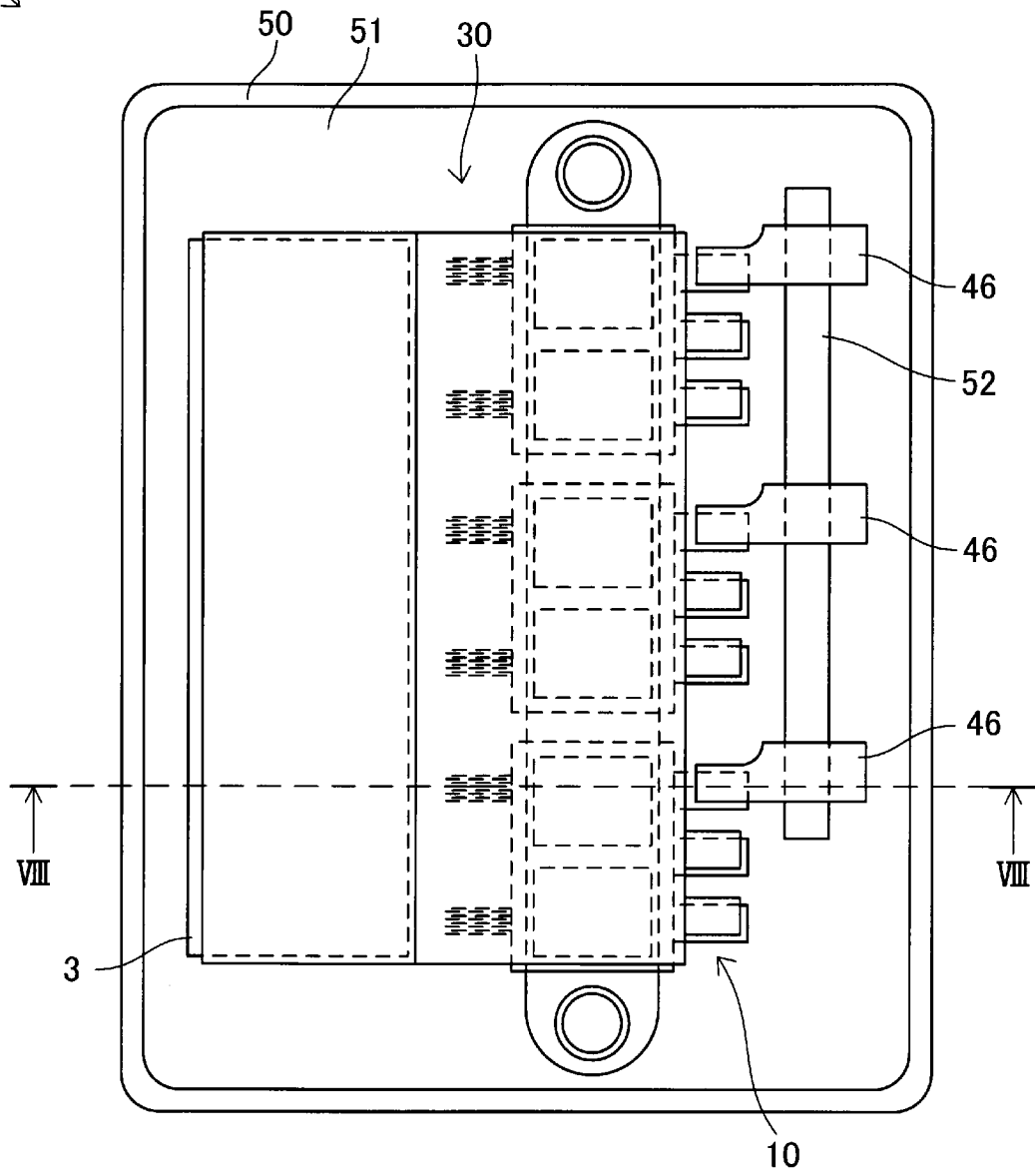


[図6]

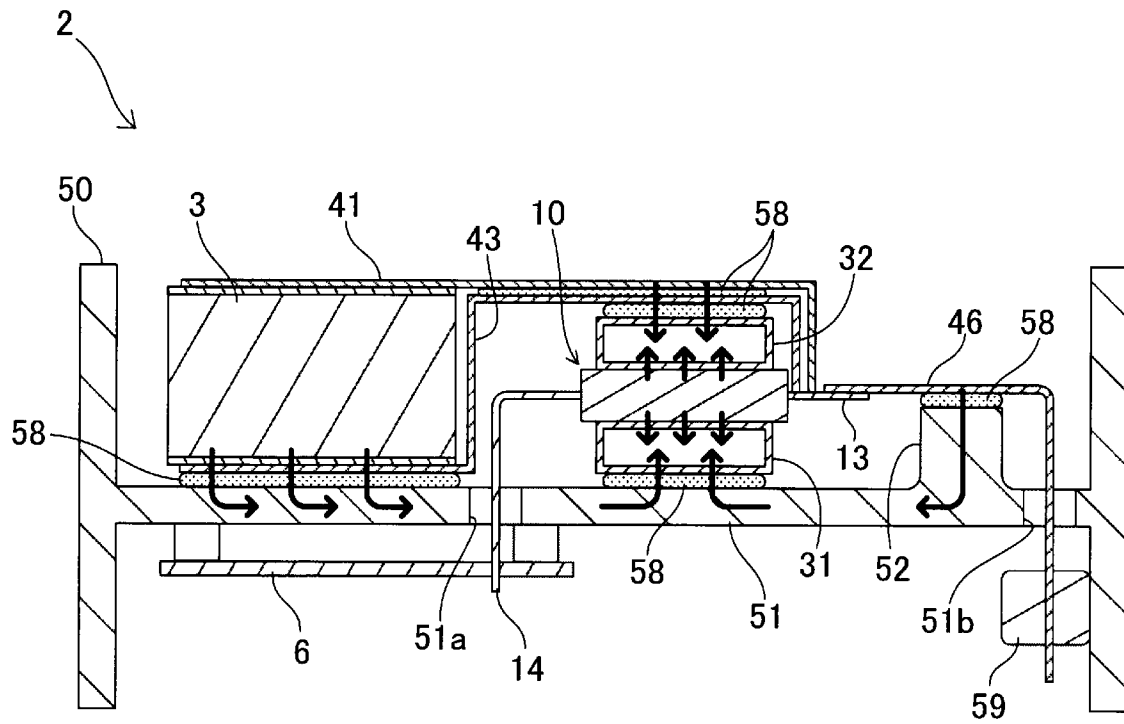


[図7]

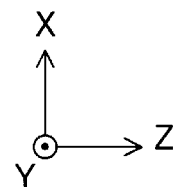
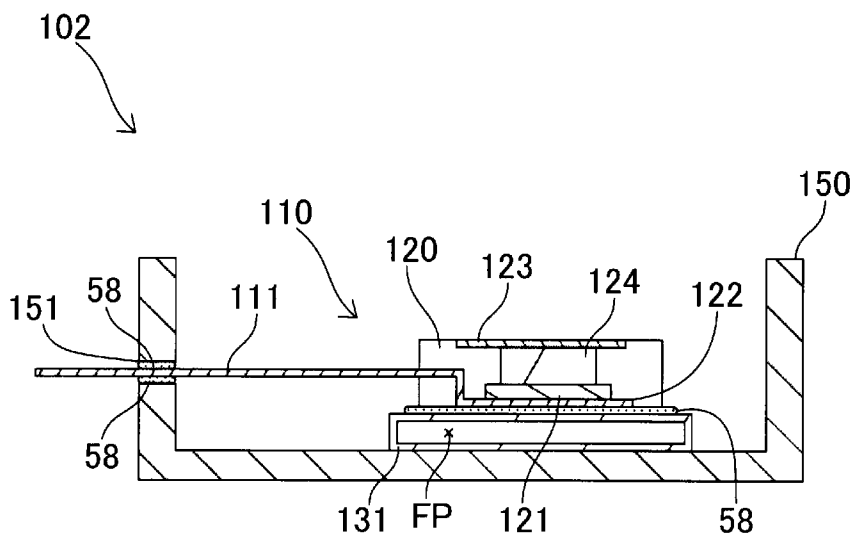
2



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/007374

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int.Cl. H02M7/48 (2007.01) i
 FI: H02M7/48Z

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

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 A	JP 2018-110469 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 12.07.2018 (2018-07-12), paragraphs [0010]-[0042], fig. 1-4	1, 8-9 2-7
A	JP 2019-33587 A (HITACHI, LTD.) 28.02.2019 (2019-02-28), entire text, all drawings	1-9
A	WO 2018/198522 A1 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 01.11.2018 (2018-11-01), entire text, all drawings	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 03.06.2020	Date of mailing of the international search report 16.06.2020
---	--

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/007374

JP 2018-110469 A	12.07.2018	(Family: none)
JP 2019-33587 A	28.02.2019	(Family: none)
WO 2018/198522 A1	01.11.2018	US 2019/0230812 A1 entire text, all drawings CN 109874386 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M7/48 Z		
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）） H02M7/48 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査でを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 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 請求項の番号
X A	JP 2018-110469 A (日産自動車株式会社) 12.07.2018 (2018-07-12) [0010]-[0042], 図1-4	1,8-9 2-7
A	JP 2019-33587 A (株式会社日立製作所) 28.02.2019 (2019-02-28) 全文, 全図	1-9
A	WO 2018/198522 A1 (富士電機株式会社) 01.11.2018 (2018-11-01) 全文, 全図	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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 “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 03.06.2020	国際調査報告の発送日 16.06.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 遠藤 尊志 5G 3052 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2020/007374

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-110469 A	12.07.2018	(ファミリーなし)	
JP 2019-33587 A	28.02.2019	(ファミリーなし)	
WO 2018/198522 A1	01.11.2018	US 2019/0230812 A1 全文, 全図	
		CN 109874386 A	