

(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
2016年2月4日(04.02.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/017267 A1

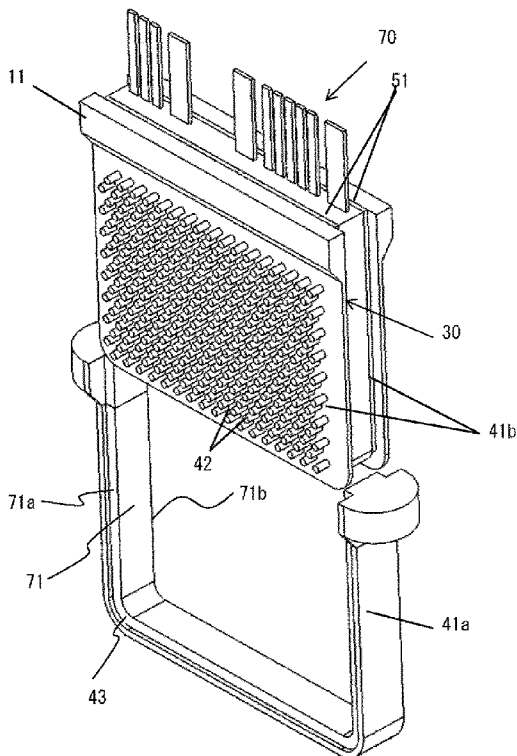
- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065963
- (22) 国際出願日: 2015年6月3日(03.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-157296 2014年8月1日(01.08.2014) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 島津 ひろみ (SHIMAZU Hiromi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 佐々木 康二 (SASAKI Kouji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 谷江 尚史 (TANIE Hisashi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 徳山 健 (TOKUYAMA Takeshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 松下 晃 (MATSUSHITA Akira); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 志村 隆弘 (SHIMURA Takahiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置

【図13】



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a power conversion device having high heat radiation performance. This power conversion device is provided with a power semiconductor module, and a flow path formation body for forming an opening and a flow path connected to the opening. The power semiconductor module is provided with a circuit body having a power semiconductor element, a first base section and second base section, and a frame connected to the first base section and the second base section. The first base section has a first fin and on a side near the opening a first sealing section for blocking a part of the opening. The second base section has a second fin and on a side near the opening a second sealing section for blocking a part of the opening. The frame is connected to a side of the first base section where the first sealing section is not formed, and is connected to a side of the second base section where the second sealing section is not formed. The opening is blocked by a part of the frame, the first sealing section, and the second sealing section.

(57) 要約: 本発明の課題は、放熱性能の高い電力変換装置を提供することにある。本発明に係る電力変換装置は、パワー半導体モジュールと、開口及び当該開口と繋がる流路を形成する流路形成体と、を備え、前記パワー半導体モジュールは、パワー半導体素子を有する回路体と、第1ベース部と第2ベース部と、前記第1ベース部と前記第2ベース部と接続される枠体と、を備え、前記第1ベース部は、第1フィンと、前記開口に近い側の辺に当該開口の一部を塞ぐ第1シール部と、を有し、前記第2ベース部は、第2フィンと、前記開口に近い側の辺に当該開口の一部を塞ぐ第2シール部と、を有し、前記枠体は、前記第1シール部が形成されていない前記第1ベース部の辺と接続され、かつ前記第2シール部が形成されていない前記第2ベース部の辺と接続され、前記開口は、前記枠体の一部と前記第1シール部と前記第2シール部により塞がれる。



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.

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).

(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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置に関し、特に車両用駆動用のモータを制御する電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] パワー半導体素子を有する回路体を金属製ケース内に收容するパワー半導体モジュールを備える電力変換装置が知られている。このような電力変換装置は、例えば、電気自動車やハイブリッド自動車等の電気車両に搭載される。

[0003] パワー半導体モジュールは、パワー半導体素子の表裏両面を導電板に半田付けし、電極端子を露出した状態で樹脂により封止される。

[0004] 金属製ケースは、両面に、導電板の各々に熱伝導性の絶縁接着剤により接着される放熱部を有する。各放熱部には、放熱用の複数のフィンが形成されている。また金属製ケースは、一側端部側が開口されたフランジ部を有する有底缶型形状を有し、パワー半導体モジュールは、パワー半導体素子の電極端子を、前記金属製ケースの開口に挿通した状態で金属製ケース内に收容される。

[0005] この金属製ケースは、フレームと複数のフィンが形成されたフィンプレート2枚が接合された構造となっている。フレームには、パワー半導体素子を樹脂封止された回路体の表裏面に対向して開口が形成され、この開口内に、複数のフィンを有する一対のフィンプレートが配置され、接合されている（例えば、特許文献1参照）。

[0006] 金属製ケース内にパワー半導体モジュールが収納された状態で、金属製ケースの放熱部を、パワー半導体モジュールを挟圧するように加圧して、金属製ケース内面とパワー半導体ユニットとを熱伝導性の絶縁接着剤により接着する。（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開 2 0 1 3 － 5 1 3 6 3 公報

特許文献2：特開 2 0 1 0 － 1 1 0 1 4 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] このような電力変換装置においては、パワー半導体モジュールの小型化のためには更なる放熱性の向上（冷却効率の向上）が求められている。

[0009] しかし、この金属製ケースが、フレームと複数のフィンが形成されたフィンプレート 2 枚が接合された構造の場合、フランジとフィンとの間に接合部が存在するため、フランジとフィン間の距離が長くなってしまう。その結果、パワー半導体モジュールを水路に取り付けた場合、フランジとフィンとの間に空間ができ、冷却水を流した時に、フィン部に流れて欲しい冷却水が抵抗の小さいフィンが無い空間部に多く流れてしまい（この流れをバイパス流と呼ぶ）、フィン部に流れる冷却水が減少し、フィンの熱伝達率が低下する可能性がある。

[0010] このバイパス流を防止するために、フランジとフィンとの空間をふさぐためのスペーサを設けることもできるが、部品点数、工程が増えるなどのデメリットがある。スペーサなどの部品を設けることなく、フランジとフィン間のバイパス流を防止することが望まれている。

[0011] そこで、本発明の目的は、両面冷却型パワー半導体装置を用いた電力変換装置において、放熱性能の高い電力変換装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するために、本発明に係る電力変換装置は、パワー半導体モジュールと、前記パワー半導体モジュールを挿入する開口及び当該開口と繋がる流路を形成する流路形成体と、を備え、前記パワー半導体モジュールは、パワー半導体素子を有する回路体と、前記回路体を挟むように互いに対

向して配置された第１ベース部と第２ベース部と、前記第１ベース部と前記第２ベース部と接続される枠体と、を備え、前記第１ベース部は、第１フィンと、前記開口に近い側の辺に当該開口の一部を塞ぐ第１シール部と、を有し、前記第２ベース部は、第２フィンと、前記開口に近い側の辺に当該開口の一部を塞ぐ第２シール部と、を有し、前記枠体は、前記第１シール部が形成されていない前記第１ベース部の辺と接続され、かつ前記第２シール部が形成されていない前記第２ベース部の辺と接続され、前記開口は、前記枠体の一部と前記第１シール部と前記第２シール部により塞がれる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、フランジとフィン間を接合する必要がなくなるためフランジとフィンとの間の距離を短くでき、フランジとフィンとの間にできる隙間に発生するバイパス流を抑制することができる。その結果、フィン部（放熱部）に冷却水が十分に流れるため、フィン部の熱伝達率を向上することができ、パワー半導体モジュールの放熱性能が向上し、信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の電力変換装置の一実施の形態の外観斜視図である。

[図2]図１に図示された電力変換装置の分解斜視図である。

[図3]図１に図示された電力変換装置において、パワー半導体モジュール１００が収納された冷却用室の断面図である。

[図4]図２に図示されたパワー半導体モジュール１００の外観斜視図である。

[図5]パワー半導体モジュール１００内に收容される回路体３０を表面側から見た外観斜視図である。

[図6]パワー半導体モジュール１００内に收容される回路体３０を裏面側から見た外観斜視図である。

[図7]図５に図示された回路体３０の封止樹脂を除去した状態の斜視図である。

[図8]図７に図示された回路体３０において、電極端子とパワー半導体素子と

をワイヤボンディングする前の斜視図である。

[図9]図8に図示された回路体30のI-X-I-X線断面図である。

[図10]本実施形態のパワー半導体モジュール100に内蔵された一実施の形態としての回路図である。

[図11]図4に図示されたパワー半導体モジュール100の製造工程を表す図である。

[図12]図4に図示されたパワー半導体モジュール100の製造工程の一部を表す図である。

[図13]図4に図示されたパワー半導体モジュール100の製造工程の一部を表す図である。

[図14]図4に図示されたパワー半導体モジュール100の断面図である。

[図15]図4におけるパワー半導体モジュール100の放熱部材間とケース枠体接続部の寸法関係を説明するための断面図及び正面図である。

[図16]本発明の実施形態2を示す電力変換装置のパワー半導体モジュールの断面図である。

[図17]本発明の実施形態3を示す電力変換装置のパワー半導体モジュールの断面図である。

[図18]本発明の実施形態4を示す電力変換装置のパワー半導体モジュールの断面図である。

[図19]本発明の実施形態5を示す電力変換装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] (実施形態1)

[電力変換装置]

以下、図を参照して、本発明に係る電力変換装置の一実施の形態を説明する。

[0016] 図1は、本発明の電力変換装置の一実施の形態としての外観斜視図であり、図2は、図1に図示された電力変換装置の分解斜視図である。

[0017] 電力変換装置200は、電気自動車やハイブリッド自動車の電源装置とし

て用いられる。図示はしないが、電力変換装置２００は、モータジェネレータに接続されたインバータ回路を内蔵し、また、外部のバッテリーに接続された昇圧回路および全体を制御する制御回路を備えている。

[0018] 電力変換装置２００は、アルミニウムやアルミニウム合金等のアルミニウム系金属により形成された筐体２０１および筐体２０１に締結部材（不図示）により締結される底蓋２０２を有する。筐体２０１と底蓋２０２とは、一体成型により形成することもできる。筐体２０１の上部には、不図示の上蓋が締結部材により締結され、密閉状の容器が形成される。

[0019] 筐体２０１の内部には、冷却流路を形成するための周壁２１１が形成され、周壁２１１と底蓋２０２とにより冷却用室２１０が形成されている。

[0020] 冷却用室２１０内には、複数（図２では４つ）の側壁２２１を有する支持部材２２０および各側壁２２１間に配置される複数（図２では３つ）のパワー半導体モジュール１００が収納される。パワー半導体モジュール１００の詳細は後述する。

[0021] 筐体２０１の一側部には、一对の貫通孔が設けられ、貫通孔の一方には、入口用配管２０３ａが設けられ、貫通孔の他方には、出口用配管２０３ｂが設けられている。冷却水などの冷却媒体は、入口用配管２０３ａから冷却用室２１０内に流入し、支持部材２２０の側壁２２１と各パワー半導体モジュール１００との間の冷却路を流通して出口用配管２０３ｂから流出する。出口用配管２０３ｂから流出した冷却媒体は、不図示のラジエータ等の冷却装置によって冷却されて、再び、入口用配管２０３ａから冷却用室２１０内に流入するように循環する。

[0022] 冷却用室２１０は、シール部材２３１を介在して、カバー部材２４０により密封される。カバー部材２４０は、各パワー半導体モジュール１００内に収納された、パワー半導体素子の直流正極端子３５ａ等が挿通される開口部２４１を有する。カバー部材２４０の周縁部は冷却用室２１０を形成する周壁２１１の上部に、不図示の締結部材により固定される。

[0023] 筐体 201 の冷却用室 210 の外側領域には、インバータ回路に供給される直流電力を平滑化するための複数のコンデンサ素子 251 を備えるコンデンサモジュール 250 が収納される。

[0024] コンデンサモジュール 250 とパワー半導体モジュール 100 の上部に、直流側バスバーアセンブリ 261 が配置される。直流側バスバーアセンブリ 261 は、コンデンサモジュール 250 とパワー半導体モジュール 100 の間に直流電力を伝達する。

[0025] 直流側バスバーアセンブリ 261 およびカバー部材 240 の上方には、インバータ回路を制御するドライバ回路部を含む、制御回路基板アセンブリ 262 が配置されている。

[0026] 交流側バスバーアセンブリ 263 は、パワー半導体モジュール 100 と接続され、交流電力を伝達する。また、交流側バスバーアセンブリ 263 は、電流センサを有する。

[0027] [冷却用室の構造]

図 3 は、図 1 に図示された電力変換装置における、パワー半導体モジュール 100 が収納された冷却用室 210 の断面図である。但し、図 3 においては、冷却用室 210 の周壁 211 および底蓋 202 は、図示を省略されている。

[0028] 冷却用室 210 内には、4つの側壁 221 を有する支持部材 220 が設置される。支持部材 220 の底面 220a が、底蓋 202 の上面に載置され、不図示の締結部材により、底蓋 202 に固定される。

[0029] 両側の側壁 221a は、2つの中央側壁 221b より高く形成されるとともに、パワー半導体モジュール 100 とほぼ同じ高さに形成されている。また、支持部材 220 の冷却流路内の底面 222 にはパワー半導体モジュール 100 の一部を挿入するための凹部 222a が形成されており、これにより開口部 241 とは反対側の冷却流路に発生するバイパス流を容易に抑制することができる。この凹部 222a は必ずしも必要ではなく、支持部材 220 とは別部材で形成されていてもよい。

[0030] 上述した如く、側壁 2 2 1 a と中央側壁 2 2 1 b との間や、中央側壁 2 2 1 b 同士の上に形成された冷却流路に、計 3 つのパワー半導体モジュール 1 0 0 が配置され、また、各パワー半導体モジュール 1 0 0 に内蔵されたパワー半導体素子 3 1 の直流正極端子 3 5 a 等が挿通される開口部 2 4 1 が形成されているカバー部材 2 4 0 には、各パワー半導体モジュール 1 0 0 間に嵌入される凸部 2 4 2 が一体成型されている。凸部 2 4 2 の中間部には、凹部 2 4 3 が形成されている。凸部 2 4 2 の両側部側の凸部 2 4 2 は、両側の側壁 2 2 1 a の上部に載置されている。

[0031] 各パワー半導体モジュール 1 0 0 は、回路体 3 0 (図 5 参照) を収納する金属製ケース 4 0 を有する。金属製ケース 4 0 は、上部にフランジ部 1 1 を有する。カバー部材 2 4 0 に設けられた各凸部 2 4 2 は、各フランジ部 1 1 をカバー部材 2 4 0 の各開口部 2 4 1 側に向けて押し付けている。また、カバー部材 2 4 0 に設けられた各凸部 2 4 2 には例えば O リングなどのシール部材 7 8 を保持するための凹部 2 4 3 が設けられている。このシール部材 7 8 によりパワー半導体モジュール 1 0 0 とカバー部材 2 4 0 との間が密閉される。

[0032] [パワー半導体モジュール 1 0 0]

図 4 ないし図 9 を参照してパワー半導体モジュール 1 0 0 について説明する。

[0033] 図 4 は、本実施形態のパワー半導体モジュール 1 0 0 の一実施の形態としての外観斜視図である。図 5 はパワー半導体モジュール 1 0 0 内に收容される回路体 3 0 を表面側から見た外観斜視図である。図 6 は、パワー半導体ユニットを裏面側から見た外観斜視図である。また、図 7 は図 5 に図示された回路体 3 0 の封止樹脂を除去した状態の斜視図である。図 8 は図 7 に図示された回路体 3 0 において、電極端子とパワー半導体素子とをワイヤボンディングする前の斜視図である。さらに、図 9 は図 8 に図示された回路体ユニット 1 0 A の I X - I X 線断面図である。なお、図 9 においては、回路体ユニット 1 0 A に対応する回路体ユニット 1 0 B の部材の符号も付してある。

- [0034] また図 1 2 は、図 4 に図示されたパワーモジュール製造工程の一部を表す図である。図 1 3 は、図 4 に図示されたパワーモジュール製造工程の一部を表す図である。図 1 4 は、図 4 に図示されたパワーモジュールの断面図である。
- [0035] パワー半導体モジュール 1 0 0 は、スイッチング素子を含みトランスファーマールドされた回路体 3 0（図 5 及び図 6 を参照）を、CAN 型冷却器である金属製ケース 4 0 内に収納したものである。ここで、CAN 型冷却器とは、一面に挿通口 1 7 を、他面に底部を有する扁平状の筒型形状をした冷却器である。金属製ケース 4 0 は、電気伝導性を有する部材、例えば Cu、Cu 合金、Cu-C、Cu-CuO などの複合材、あるいは Al、Al 合金、AlSiC、Al-C などの複合材などから形成されている。
- [0036] 図 4 に示すように、金属製ケース 4 0 は、ケース枠体 4 1 a と、複数の放熱フィン 4 2 を有する一对の放熱部材 4 1 b とから構成されている。放熱部材 4 1 b は、回路体 3 0 を挟みこむベース部としても機能する。
- [0037] ここで、各放熱部材 4 1 b には放熱フィン 4 2 を有する。また各放熱部材 4 1 b は、金属製ケース 4 0 の挿通口 1 7 に近い側の辺にフランジ部 1 1 を形成する。このフランジ部 1 1 は、放熱部材 4 1 b と一体に形成される。
- [0038] ケース枠体 4 1 a は、各放熱部材 4 1 b を嵌合する開口により、コの字形状をしている（図 1 3 参照）。この開口部に各放熱部材 4 1 b を嵌合した状態で、接合部 4 3（図 1 3 参照）において各放熱部材 4 1 b のフランジ部 1 1 が形成されていない辺とケース枠体 4 1 a とが接合されている。接合としては、例えば、FSW（摩擦攪拌接合）、レーザ溶接、ろう付、液状シール等を適用することができる。
- [0039] このような形状の金属製のケースを用いることで、パワー半導体モジュール 1 0 0 を水や油、有機物などの冷媒が流れる流路内に挿入しても、冷媒に対するシールをフランジ部 1 1 にて確保できるため、冷却媒体がパワー半導体モジュール 1 0 0 の内部に侵入するのを簡易な構成で防ぐことができる。
- [0040] 金属製ケース 4 0 内に収納された回路体 3 0 と一对の放熱部材 4 1 b との

間には、図3に図示されるように、熱伝導性の絶縁層51が介装されている。絶縁層51は、回路体30から発生する熱を放熱部材41bに熱伝導するものであり、熱伝導率が高く、かつ、絶縁耐圧が大きい材料で形成されている。例えば、酸化アルミニウム（アルミナ）、窒化アルミニウム等の薄膜、あるいは、これらの微粉末を含有する絶縁シートまたは接着剤を用いることができる。後述するが、回路体30の表裏両面には、パワー半導体素子を半田付けする導体板33～36（図5、図6及び図7を参照）が表出しており、絶縁層51は、導体板33～36と放熱部材41bとを熱伝導可能に結合している。

[0041] [回路体30]

図7等に図示されるように、回路体30の表面側には、交流出力側の導体板33と直流負極側の導体板34とが同一平面上に配置されている。第1封止樹脂6は、回路体30の表面側において、図5に図示されるように、導体板33の上面33bと導体板34の上面34bを露出して、導体板33および34の周囲全体を被覆している。第1封止樹脂6の表面は、導体板33の上面33bおよび導体板34の上面34bと面一となっている。

[0042] 同様に、図6及び図9に図示されるように、回路体30の裏面側には、直流正極側の導体板35と交流出力側の導体板36とが同一平面上に配置されている。回路体30は、第1封止樹脂6および第1封止樹脂6の外周に設けられた第2封止樹脂15（図3参照）を有する。

[0043] 第1封止樹脂6は、図6に図示されるように、回路体30の裏面側において、導体板35の上面35bと導体板36の上面36bを露出して、導体板35および36の周囲全体を被覆している。第1封止樹脂6の表面は、導体板35の上面35bおよび導体板36の上面36bと面一となっている。導体板33～36は、例えば、銅、銅合金、あるいはアルミニウム、アルミニウム合金などにより形成されている。

[0044] 図7ないし図9に示されるパワー半導体素子31Uおよびダイオード32Uは、一面側に半田材61を介して、他面側に半田材62を介して導体板3

5 および導体板 33 の間に固着されている。同様に、パワー半導体素子 31 L およびダイオード 32 L は、一面側および他面側に半田材 61、62 を介して、導体板 36 および導体板 34 の間に固着されている。

[0045] 図 10 は、回路体 30 に内蔵された回路一実施の形態を示す回路図であり、以下の説明では、この回路図も合わせて参照する。

[0046] パワー半導体素子 31 U、ダイオード 32 U、パワー半導体素子 31 L、ダイオード 32 L は、上下アーム直列回路 121 を構成する。

[0047] 直流正極側の導体板 35 には直流正極端子 35 a が形成され、交流出力側の導体板 36 には交流出力端子 36 a が形成される（図 7 等参照）。また、直流正極側の導体板 35 にはパワー半導体素子 31 U およびダイオード 32 U がボンディングされ上アーム回路を構成しており、パワー半導体素子 31 U の入出力部は、複数の信号端子 24 U とワイヤ 26 U（図 7 参照）により接続されている。

[0048] また、交流出力側の導体板 36 には、パワー半導体素子 31 L およびダイオード 32 L（図 10 参照）がボンディングされ下アーム回路を構成しており、パワー半導体素子 31 L の入出力部は、複数の信号端子 24 L がワイヤ 26 L（図 7 参照）により接続されている。

[0049] 図 7 及び図 8 に図示されるように、導体板 35、導体板 33、直流正極端子 35 a、信号端子 24 U、パワー半導体素子 31 U およびダイオード 32 U は、回路体ユニット 10 A を構成する。また、導体板 36、導体板 34、交流出力端子 36 a、信号端子 24 L、パワー半導体素子 31 L およびダイオード 32 L は、回路体ユニット 10 B を構成する。

[0050] 図 7 に図示されるように、導体板 33 にはリード 38 が一体に形成されている。リード 38 の先端は導体板 36 に接続されており、これにより、回路体ユニット 10 A および 10 B が接続されている。

[0051] 回路体 30 は、回路体ユニット 10 A 及び 10 B を第 1 封止樹脂 6 で封止し、第 1 封止樹脂 6 の外周を直流正極端子 35 a、信号端子 24 U、交流出力端子 36 a、信号端子 24 L が露出されるように第 2 封止樹脂 15 により

封止した構造を有する。回路体ユニット１０Ｂは、導体板３６の温度、すなわち、パワー半導体素子３１Ｌの温度を検出するための温度センサ８（図７参照）を備えている。

[0052] 直流負極端子３４ａは、導体板３４と接続され、第１封止樹脂６から突出する。

[パワー半導体モジュール１００の作製方法]

パワー半導体モジュール１００を作製するには、図５及び図６に図示されるように、回路体ユニット１０Ａ、１０Ｂを第１封止樹脂６で封止し、回路体３０を形成する。回路体３０の表裏両面、すなわち、導体板３３の上面３３ｂおよび導体板３４の上面３４ｂが表出された一面と、導体板３５の上面３５ｂおよび導体板３６の上面３６ｂが表出された他面に、絶縁層５１を形成する。絶縁層５１の形成は、例えば、絶縁シートを貼り付ける方法、あるいは絶縁性接着剤を塗布する方法等を用いることができる。

[0053] さらに図１１に示されるように、両面の絶縁層５１の上面５１ｂに、複数の放熱フィン４２を有する放熱部材（放熱部）４１ｂをそれぞれ形成する。たとえば、一对の放熱部材４１ｂの外方から回路体３０を挟圧するように加圧する。この加圧により、回路体３０と表裏の放熱部材４１ｂとが絶縁層５１を介して接着される。加圧は１対の放熱部材４１ｂを一度に接着してもよいし、放熱部材４１ｂを１枚ずつ接着してもよい。

[0054] その後、一对の放熱部材４１ｂと、絶縁層５１を介して回路体３０と一体化した中間ユニット７０（図１２参照）は、コの字形状のケース枠体４１ａに嵌合され、接合部４３においてケース枠体４１ａと各放熱部材４１ｂのフランジ部１１が形成されていない辺とが接合される（図１３参照）。接合としては、例えば、ＦＳＷ（摩擦攪拌接合）、レーザ溶接、ろう付、液状シーラ等を適用することができる。

[0055] 図１３に示されるように、ケース枠体４１ａの放熱部材４１ｂと接続する側には凸部７１が形成されており、その凸部７１の側面７１ａと７１ｂに、放熱部材４１ｂが接するように配置し、ケース枠体４１ａと各放熱部材４１

bとが接続される。

[0056] 図14に示されるように、放熱部材41bには、回路体30が配置された側に凹部74が形成される。凹部74は、放熱フィン42が形成された領域を囲むように形成される。そして凹部74は、放熱フィン42が形成された領域よりも薄く形成されるか剛性が小さくなるように形成されるので、放熱フィン42が形成された領域よりも変形されやすい。つまり、凹部74は、変形部として機能する。

[0057] 例えば、図14のように凹部74の板厚がフィンベース部の板厚よりも薄い構造とすることができる。図11に示すように、放熱部材41bの回路体30側に凹部74を形成することにより、薄肉部を形成することができる。

[0058] 絶縁層51と回路体30との接着部の周囲に変形部があることにより、温度サイクルなどの温度変化に起因して、金属製ケース40の膨張により、放熱部材41bがケースの外向きの力を受けるような場合でも、放熱部材41bと絶縁層51との接続面に発生する引張応力を低減できるため、絶縁層51と放熱部材41bとの界面、あるいは、絶縁層51と導体板33、導体板34との界面ではなく離するのを抑制することが可能である。

[0059] 図4におけるパワー半導体モジュール100の放熱部材41b間とケース枠体41aとの接続部の寸法関係を説明するための断面図及び正面図である。

[0060] ケース枠体41aの凸部71の側面71aと71b間の距離X1は、回路体30を挟むように形成した1対の放熱部材41bの接続部72間の距離X2よりも小さく、すなわち $X1 < X2$ となるように形成されている。

[0061] ケース枠体41aと放熱部材41bとを接続する際には、放熱部材41bの接続部72をモジュールの外側から加圧しながら接続することにより、パワー半導体モジュール100内部には圧縮力が負荷され、絶縁層51には厚さ方向に圧縮応力が残留する。これにより、繰り返しの熱負荷がかかった場合でも、引き剥がし方向に引張応力が発生するのを抑制することができ、絶縁層51がはく離するのを抑制する効果も得られる。

- [0062] ここで、放熱部材 4 1 b のフィンが形成されている領域と接続部 7 2 の間に当該領域よりも剛性の低い凹部 7 4 を設けることにより、接続部 7 2 を押付けてケース枠体 4 1 a に接続する際、金属製ケース 4 0 外側から加圧したときに放熱部材 4 1 b の中央部が浮き上がるのを防止することができる効果もある。なお凹部 7 4 とは別に、放熱部材 4 1 b のフィンが形成されている領域よりも剛性の低い中間部を設けるようにしてもよい。
- [0063] 本実施形態においては、複数の放熱フィン 4 2 を有する放熱部材 4 1 b に金属ケース 4 0 の開口に近い側の辺に、フランジ部 1 1 が一体に形成されている。また図 3 に示されるように、流路を形成するカバー部材 2 4 0 の開口部 2 4 1 は、ケース枠体 4 1 a の一部とフランジ部 1 1 により塞がれる。つまり一方の放熱部材 4 1 のフランジ部 1 1 は第 1 シール部として機能し、他方の放熱部材 4 1 のフランジ部 1 1 は第 2 シール部として機能する。
- [0064] これにより、フランジ部 1 1 と放熱フィン 4 2 間を接合する必要がなくなるため、フランジ部 1 1 と放熱フィン 4 2 間の距離を短くでき、フランジ部 1 1 と放熱フィン 4 2 との間にできる隙間に発生するバイパス流を抑制することができる。その結果、放熱フィン 4 2 に冷却水が十分に流れるため、放熱フィン 4 2 の熱伝達率を向上することができ、パワー半導体モジュール 1 0 0 の放熱性能が向上し、信頼性の高い電力変換装置が実現できる。
- [0065] また、図 1 1 ないし図 1 5 に示された本実施形態におけるパワー半導体モジュール 1 0 0 の製造方法では、回路体 3 0 を形成後、回路体 3 0 の表裏両面に、絶縁層 5 1 を形成し、さらに両面の絶縁層 5 1 の上面 5 1 b に、複数の放熱部材 4 1 b を形成する。このように一対の放熱部材 4 1 b と、絶縁層 5 1 を介して回路体 3 0 と一体化した中間ユニット 7 0 を形成後、コの字形のケース枠体 4 1 a に嵌合され、接合部 4 3 においてケース枠体 4 1 a と各放熱部材 4 1 b のフランジ部 1 1 が形成されていない辺とが接合される。これにより、金属製ケース 4 0 に半導体モジュール 3 0 が収納されたパワー半導体モジュール 1 0 0 が形成される。
- [0066] このように、絶縁層 5 1 を介して放熱部材 4 1 b と回路体 3 0 を接合した

後で、ケース枠体 4 1 a を接合し、金属製ケース 4 0 にすることにより、放熱部材 4 1 b とケース枠体 4 1 a を接合し、金属製ケース 4 0 を形成後、両面に絶縁層 5 1 が形成された回路体 3 0 を、金属製ケース 4 0 内に挿入し、一对の放熱部材 4 1 b の外方から回路体 3 0 を挟圧するように加圧して、回路体 3 0 と表裏の放熱部材 4 1 b とが絶縁層 5 1 を介して接着させる場合に懸念される、加圧後のスプリングバックにより発生する、絶縁層 5 1 のはく離を抑制することができる。

[0067] 本実施形態においては、フランジ部 1 1 にリング用の溝などの加工が設けられていない場合について図示したが、必要に応じて、リング用の溝など、が設けられていてもよい。シール材としては、リング、液状ガスケットなどを用いることができる。

(実施形態 2)

図 1 6 は、図 1 4 に示す電力変換装置のパワーモジュールの変形例を示すもので、図 1 4 の符号と同符号は同一構成部品を示すので、再度の詳細な説明は省略する。

[0068] 図 1 6 に示す変形例において、金属製ケース 4 0 を形成する放熱部材 4 1 b において、表面 1 1 b と放熱部材 4 1 b のフィン形成面 4 2 a が同じ面上に形成されており、フランジ部 1 1 の板厚と放熱部 4 1 c の板厚が同じである。

[0069] これにより、放熱部材 4 1 b の構造を単純化できるため、加工のためのコストが低減できるというメリットがある。

(実施形態 3)

図 1 7 は、図 1 4 に示す電力変換装置のパワー半導体モジュールのさらに別の変形例を示すもので、図 1 4 の符号と同符号は同一構成部品を示すので、再度の詳細な説明は省略する。

図 1 7 に示す変形例において、金属製ケース 4 0 を形成する放熱部材 4 1 b において、ケース枠体 4 1 a と接続される接合部 7 3 が外側に突き出した凸形状となっている。つまり接合部 7 3 の厚さは、放熱フィン 4 2 が形成された

領域と当該接合部 7 3 を繋ぐ中間部の厚さよりも大きく形成される。

[0070] これにより、接合部 7 3 とケース枠体 4 1 a を F S W で接合する場合、接続部の剛性を確保し、接続しやすくするとともに、ツール先端で発生する熱が絶縁シート 5 1 とモジュールの接続界面に伝熱されるのを抑制する効果がある。

(実施形態 4)

図 1 8 は、図 1 4 に示す電力変換装置のパワーモジュールパワー半導体モジュールのさらに別の變形例を示すもので、図 1 4 の符号と同符号は同一構成部品を示すので、再度の詳細な説明は省略する。

[0071] 図 1 8 に示す變形例において、金属製ケース 4 0 を形成する放熱部材 4 1 b と、ケース枠体 4 1 a とが接続される接合部において、ケース枠体 4 1 a の接続部 7 5 よりも放熱部材 4 1 b の接続部 7 6 の方が内側になっている。

[0072] つまりケース枠体 4 1 a は、放熱部材 4 1 b の放熱フィン 4 2 の形成面の垂直方向から見た場合に接続部 7 6 と重なる接続部 7 5 を有する。さらに接続部 7 6 は、接続部 7 5 よりも回路体 3 0 に近い側に形成されかつ接続部 7 5 と接続される。この場合でも、図 1 4 に示したパワーモジュールと同様の効果が得られる。

(実施形態 5)

図 1 9 は、図 3 に示す電力変換装置の變形例を示すもので、図 3 の符号と同符号は同一構成部品を示すので、再度の詳細な説明は省略する。

[0073] 図 1 9 に示す變形例において、カバー部材 2 4 0 とパワー半導体モジュール 1 0 0 のシール部 1 1 c 間は液状シールなどの樹脂材料 8 1 で封止されている。液状シールなどの樹脂材料で封止することにより、パワー半導体モジュール 1 0 0 のシール部 1 1 c、あるいはカバー部材 2 4 0 に O リング用の溝を形成する必要がなく、低コスト化ができるというメリットがある。

[0074] カバー部材 2 4 0 に形成された、各パワー半導体モジュール 1 0 0 間に嵌入される凸部 2 4 2 の根本付近には、必ずしも必要ではないが、凹部 8 0 を形成することにより、液状シールがパワー半導体モジュール 1 0 0 の開口部

に回り込むのを防ぐ効果が得られる。上記実施形態では、回路体30と放熱部材41bとの間に絶縁層51を介装した構造として例示した。しかし、絶縁層51は必ずしも必要ではなく、放熱部材41bと回路体30とが熱伝導可能に密着する構造とされたパワー半導体モジュール100であればよい。

[0075] 上記実施形態に示した電力変換装置200の筐体201の構造および筐体201内に収納される電子部品のレイアウトは、一例として示すものであり、種々、変形して適用することが可能である。

[0076] 上述した実施の形態では、放熱フィン42の形状をピンフィンとしたが、他の形状、例えばストレートフィンやコルゲートフィンであっても良い。

[0077] また、上述した実施の形態では、電気自動車やハイブリッド自動車に搭載される車載用の電力変換装置を例に説明したが、パワーモジュールを冷却媒体中に浸す冷却構造の電力変換装置であれば、本発明を同様に適用することができる。

[0078] その他、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨の範囲内で、種々変形して適用することが可能である。

符号の説明

[0079] 6…第1封止樹脂、8…温度センサ、10A…回路体ユニット、10B…回路体ユニット、11…フランジ部、11b…表面、11c…シール部、15…第2封止樹脂、17…挿通口、24L…信号端子、24U…信号端子、26L…ワイヤ、26U…ワイヤ、30…回路体、31…パワー半導体素子、31U…パワー半導体素子、31L…パワー半導体素子、32U…ダイオード、32L…ダイオード、33…導体板、33b…上面、34…導体板、34a…直流負極端子、34b…上面、35…導体板、35a…直流正極端子、35b…上面、36…導体板、36a…交流出力端子、36b…上面、38…リード、40…金属製ケース、41a…ケース枠体、41b…放熱部材、42…放熱フィン、43…接合部、51…絶縁層、51b…上面、61…半田材、62…半田材、70…中間ユニット、71…凸部、71a…側面、71b…側面、72…接続部、73…接合部、74…凹部、75…接続部、

76…接続部、78…シール部材、80…凹部、81…樹脂材料、100…
パワー半導体モジュール、121…上下アーム直列回路、200…電力変換
装置、201…筐体、202…底蓋、203a…入口用配管、203b…出
口用配管、210…冷却用室、211…周壁、220…支持部材、220a
…底面、221…側壁、221a…両側の側壁、221b…中央側壁、22
2…冷却流路内の底面、222a…凹部、231…シール部材、240…カ
バー部材、241…開口部、242…凸部、243…凹部、250…コンデ
ンサモジュール、251…コンデンサ素子、261…直流側バスバーアセン
ブリ、262…制御回路基板アセンブリ、263…交流側バスバーアセンブ
リ、X1…距離、X2…距離

請求の範囲

- [請求項1] パワー半導体モジュールと、
 前記パワー半導体モジュールを挿入する開口及び当該開口と繋がる
 流路を形成する流路形成体と、を備え、
 前記パワー半導体モジュールは、
 パワー半導体素子を有する回路体と、
 前記回路体を挟むように互いに対向して配置された第1ベース部と
 第2ベース部と、
 前記第1ベース部と前記第2ベース部と接続される枠体と、を備え
 、
 前記第1ベース部は、第1フィンと、前記開口に近い側の辺に当該
 開口の一部を塞ぐ第1シール部と、を有し、
 前記第2ベース部は、第2フィンと、前記開口に近い側の辺に当該
 開口の一部を塞ぐ第2シール部と、を有し、
 前記枠体は、前記第1シール部が形成されていない前記第1ベース
 部の辺と接続され、かつ前記第2シール部が形成されていない前記第
 2ベース部の辺と接続され、
 前記開口は、前記枠体の一部と前記第1シール部と前記第2シール
 部により塞がれる電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電力変換装置であって、
 前記第1シール部の厚みは、前記第1ベース部の厚みより大きい電
 力変換装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の電力変換装置であって、
 前記第1シール部の厚みと前記第1ベース部の厚みが同一である電
 力変換装置。
- [請求項4] 請求項1ないし3に記載のいずれかの電力変換装置であって、
 前記第1ベース部の前記第1フィンが形成されている領域と前記第
 1シール部との間に、当該第1ベース部及び当該第1シール部よりも

剛性が小さい中間部が設けられている電力変換装置。

[請求項5] 請求項 1 ないし 3 に記載のいずれかの電力変換装置であって、
前記第 1 ベース部の前記第 1 フィンが形成されている領域と前記第 1 シール部との間に、当該第 1 ベース部及び当該第 1 シール部よりも厚みが小さい中間部が設けられている電力変換装置。

[請求項6] 請求項 1 ないし 5 に記載のいずれかの電力変換装置であって、
前記枠体は、前記第 1 ベース部と前記第 2 ベース部の間の空間に向かって突出する前記突出部を形成し、

前記回路体は、前記第 1 ベース部と前記第 2 ベース部の間の距離が前記突出部の厚みよりも大きくなるように形成される電力変換装置。

[請求項7] 請求項 1 ないし 6 に記載のいずれかの電力変換装置であって、
前記第 1 ベース部は、前記枠体との接続部と、前記第 1 フィンが形成された領域と当該接続部を繋ぐ中間部と、を有し、

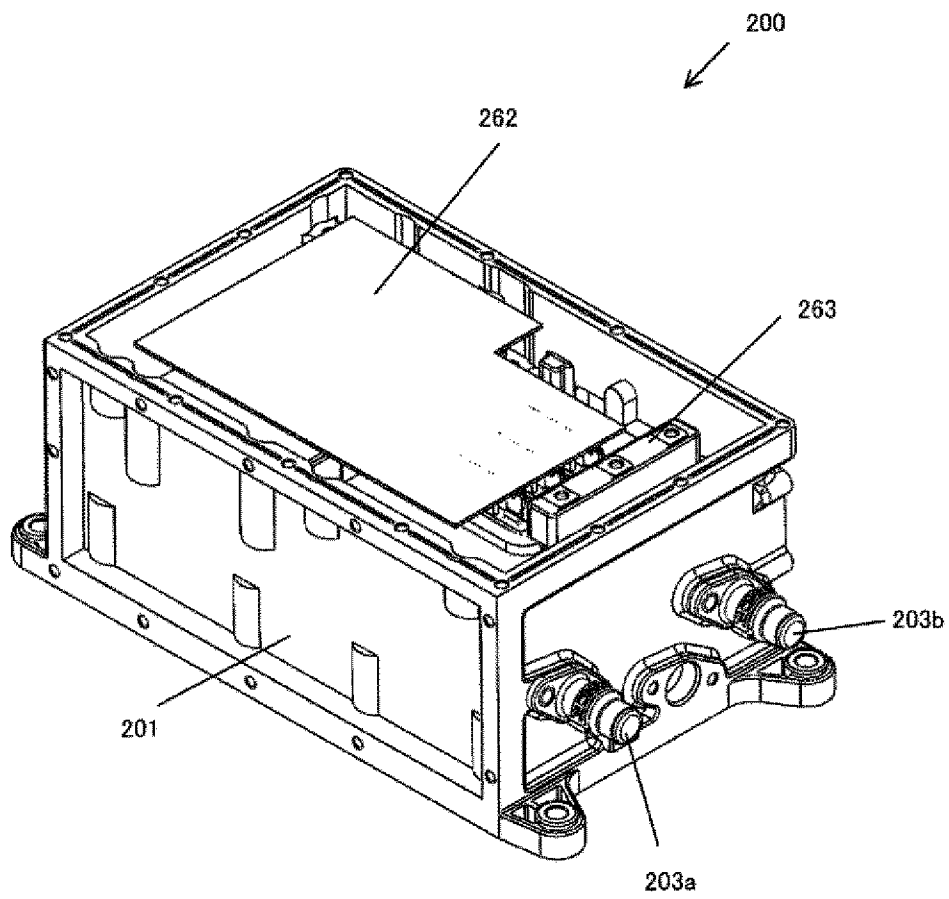
前記接続部の厚さは、前記中間部の厚さよりも大きく形成される電力変換装置。

[請求項8] 請求項 1 ないし 5 に記載のいずれかの電力変換装置であって、
前記第 1 ベース部は、前記枠体との第 1 接続部を有し、
前記枠体は、前記第 1 ベース部の前記第 1 フィンの形成面の垂直方向から見た場合に前記第 1 接続部と重なる第 2 接続部と有し、

前記第 1 接続部は、前記第 2 接続部よりも前記回路体に近い側に形成されかつ前記第 2 接続部と接続される電力変換装置。

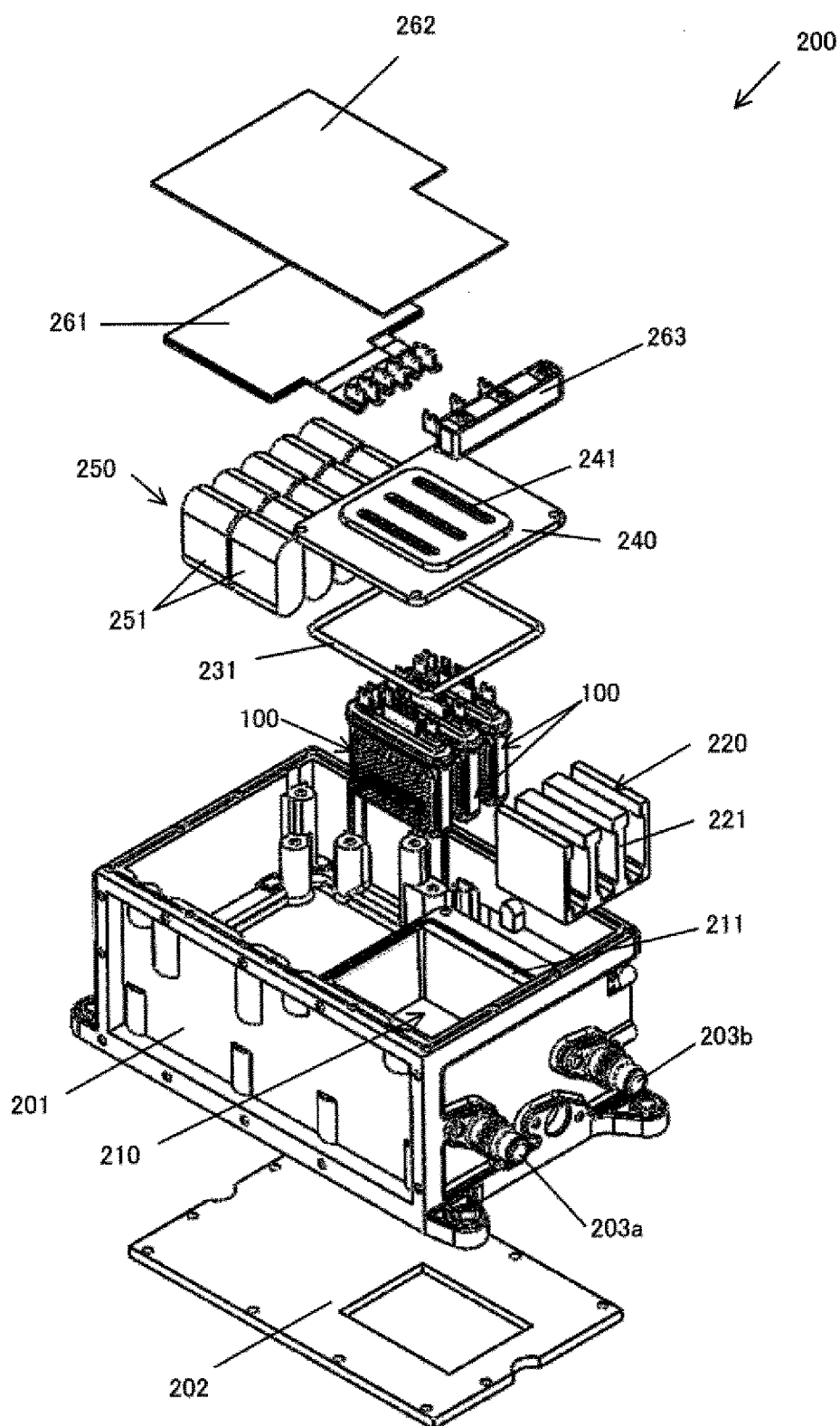
[図1]

【図1】



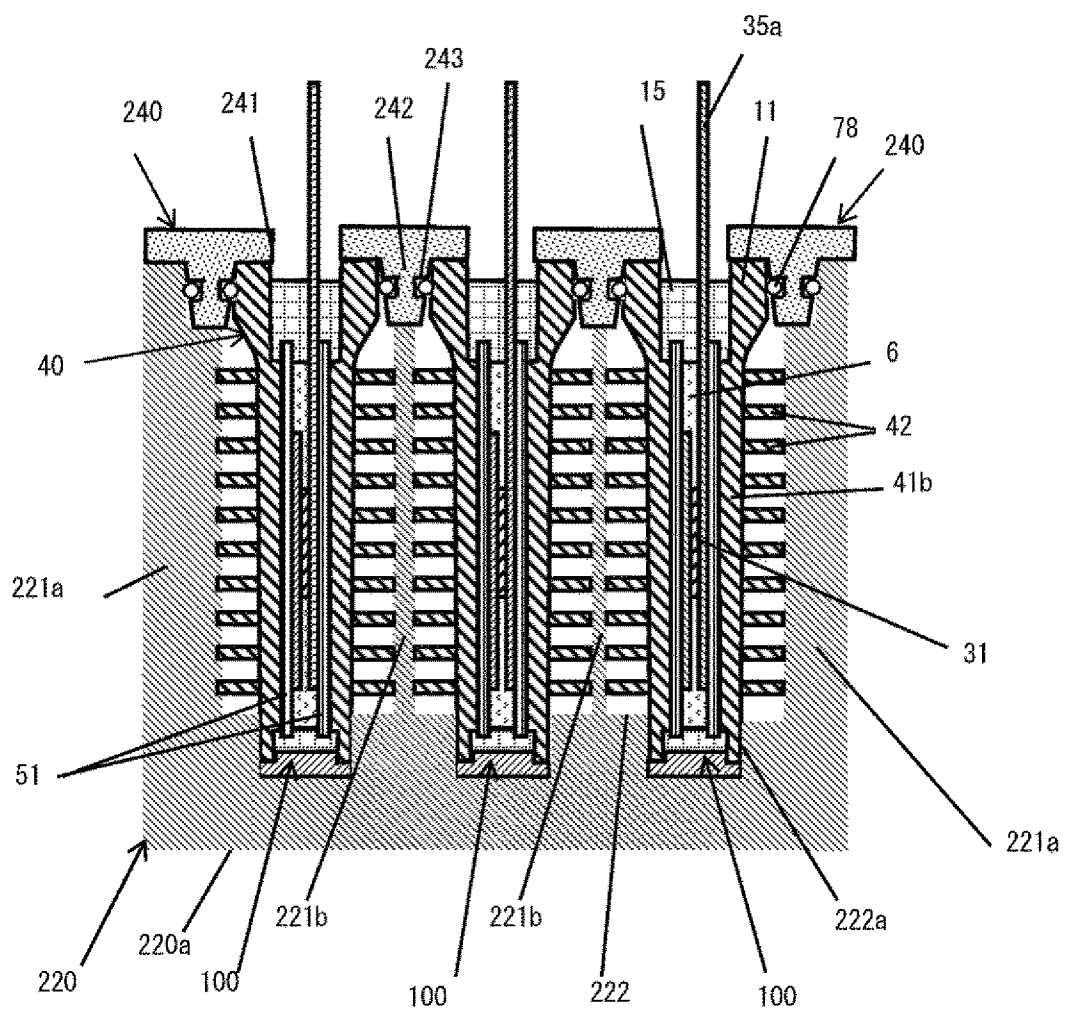
[図2]

【図2】



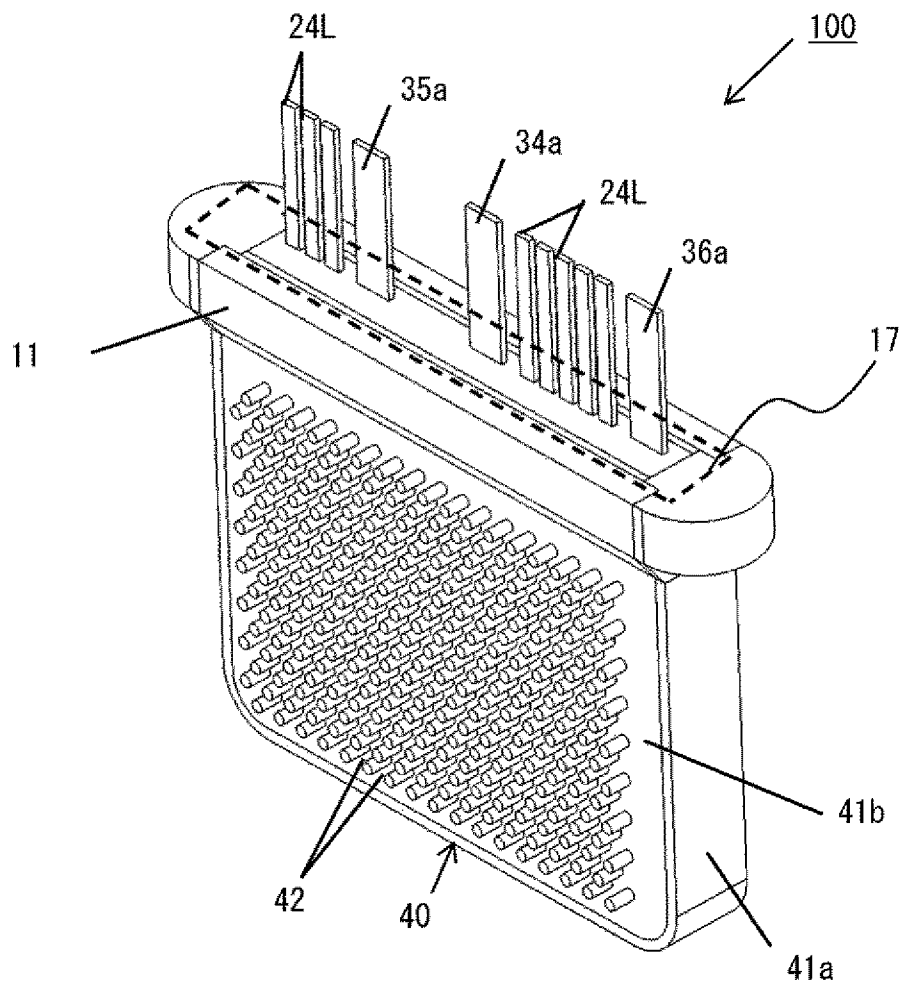
[図3]

【図3】



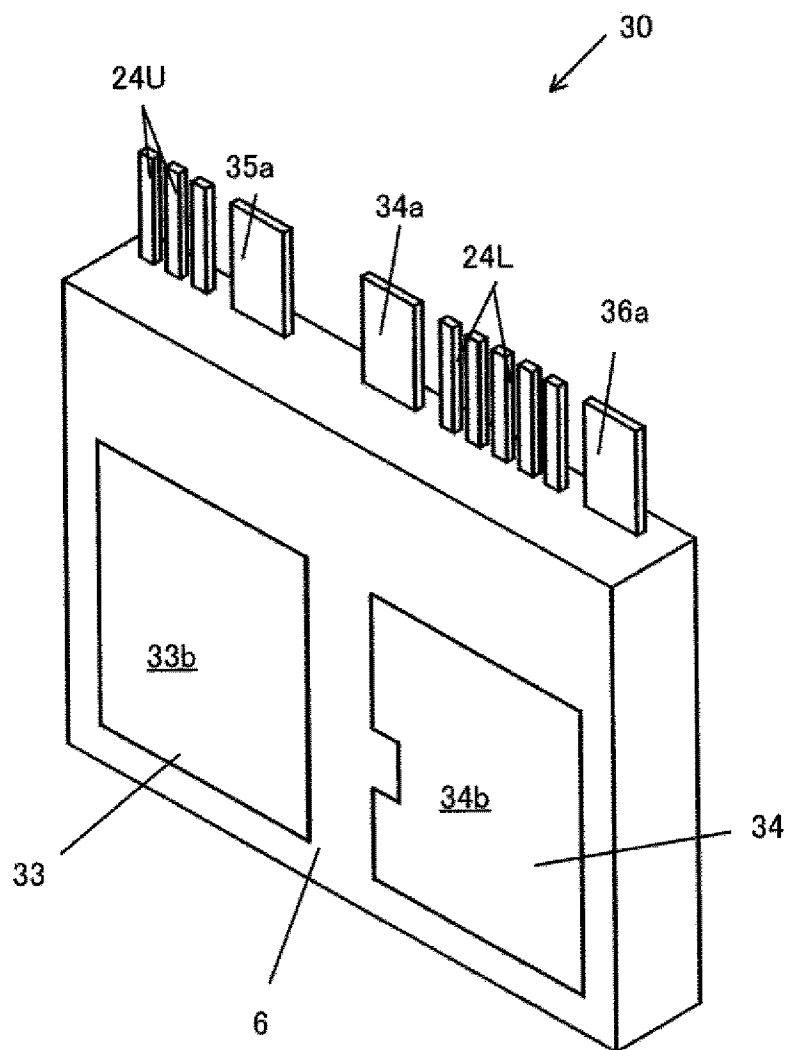
[図4]

【図4】



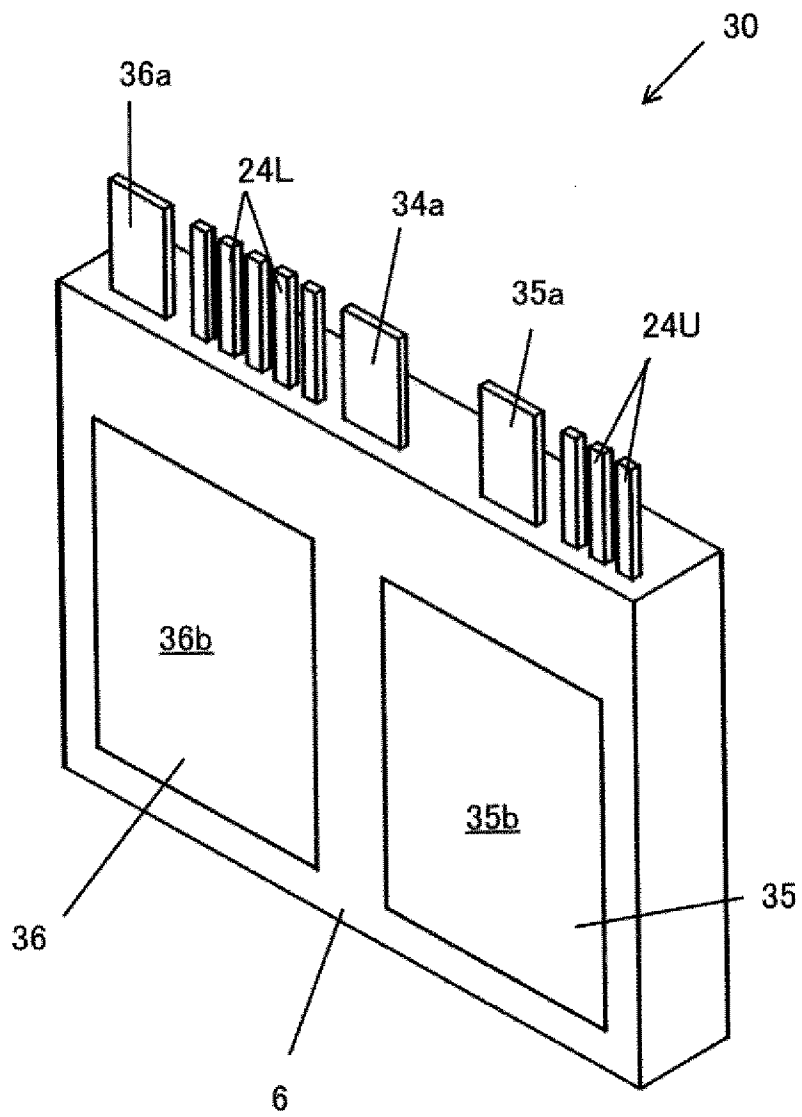
[図5]

【図5】



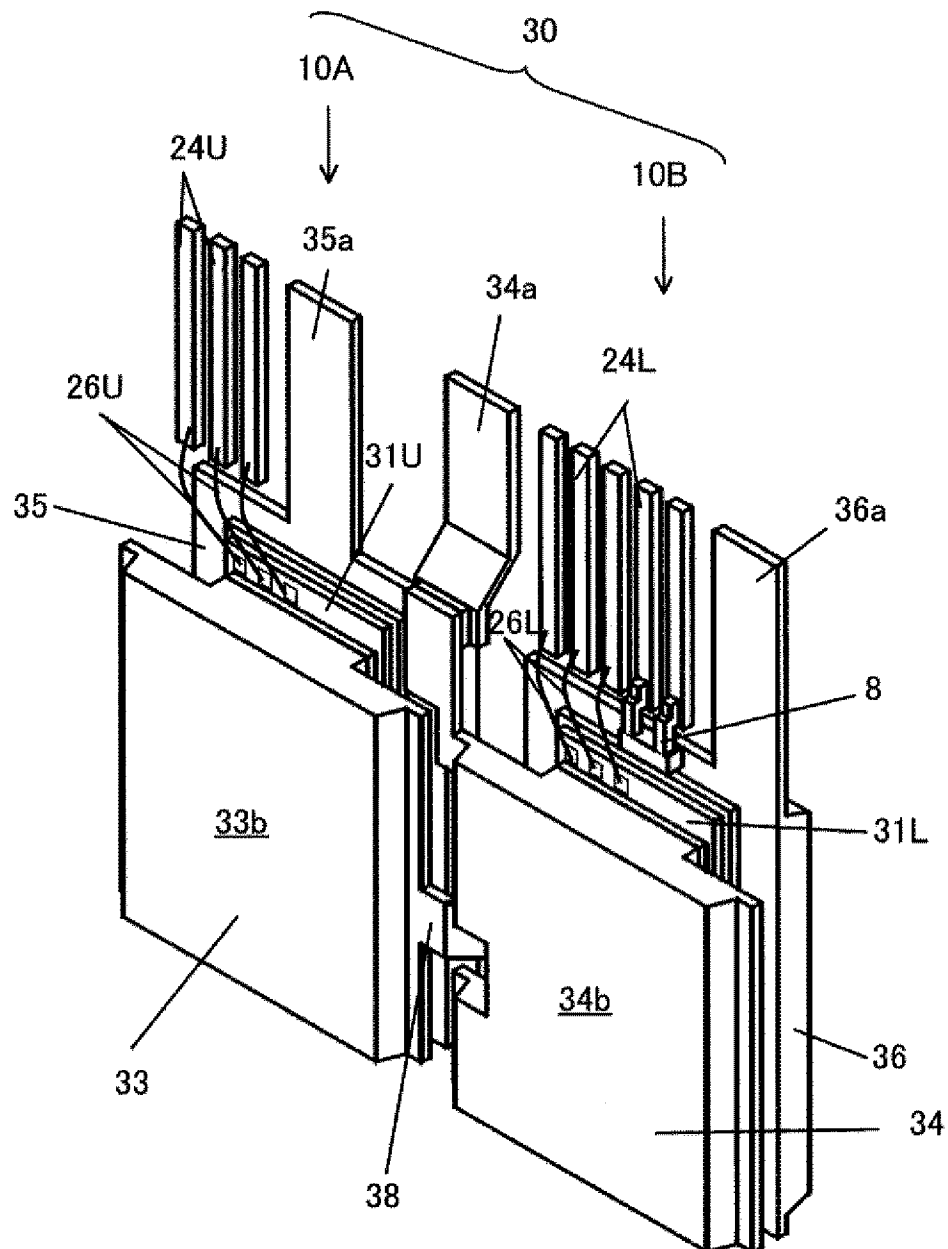
[図6]

【図6】



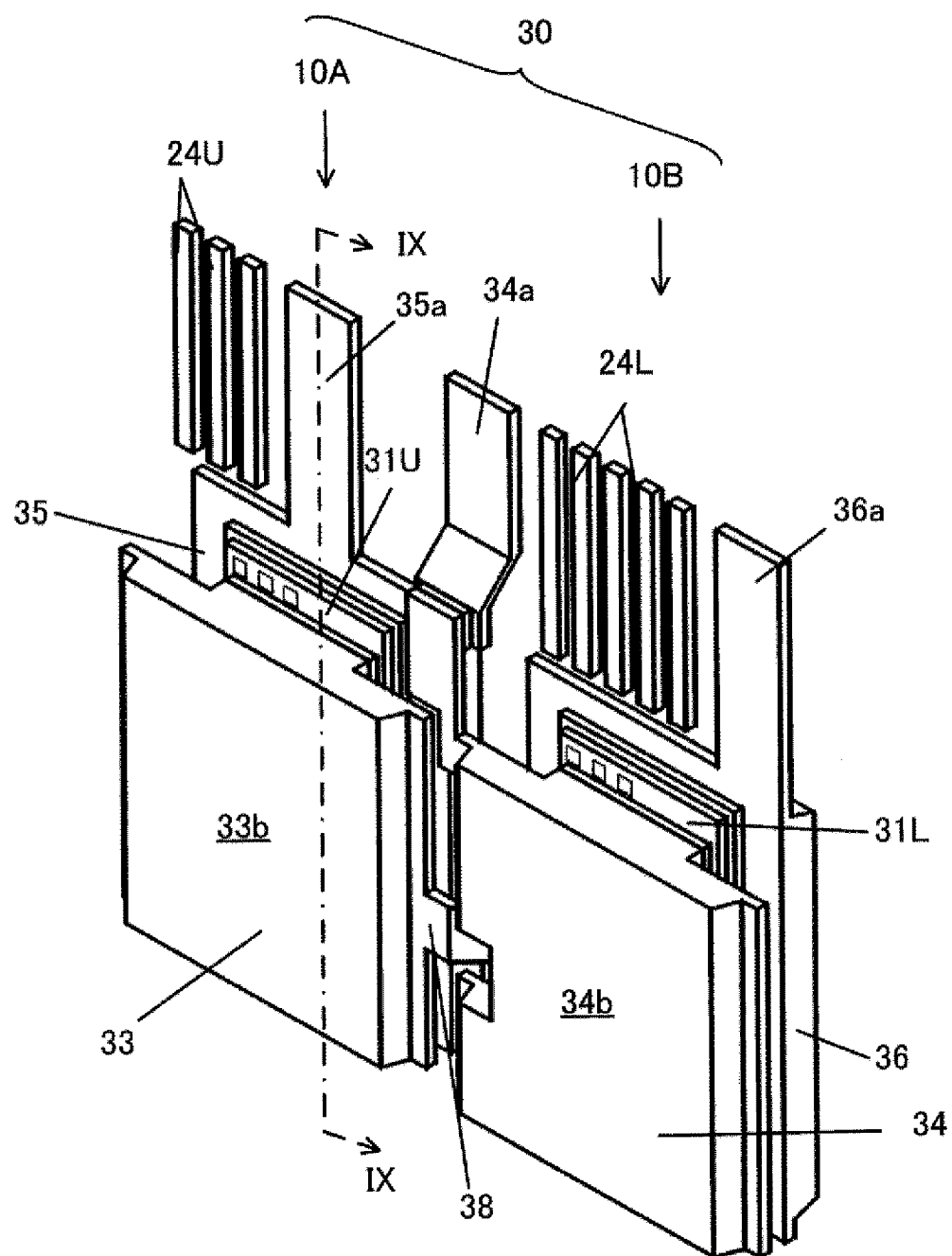
[図7]

【図7】



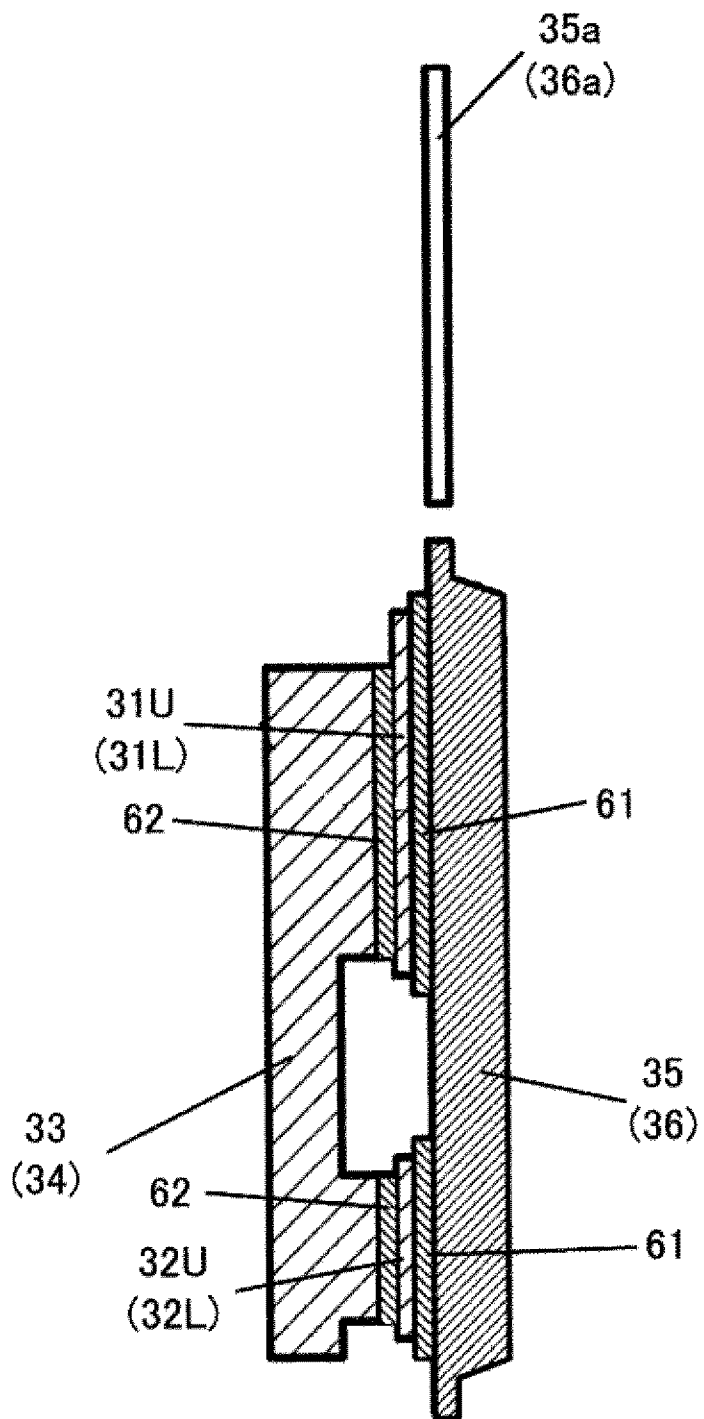
[図8]

【図8】



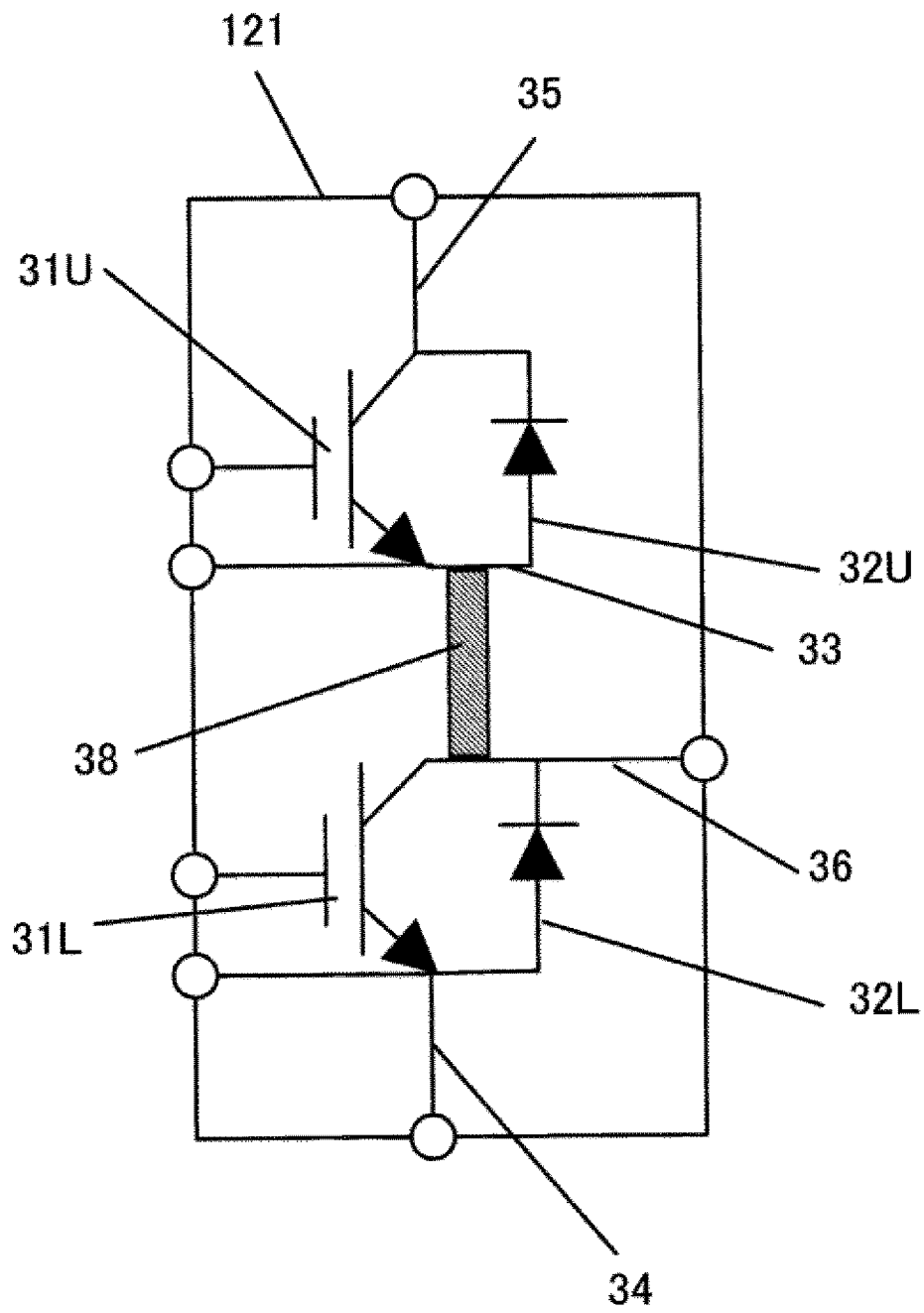
[図9]

【図9】



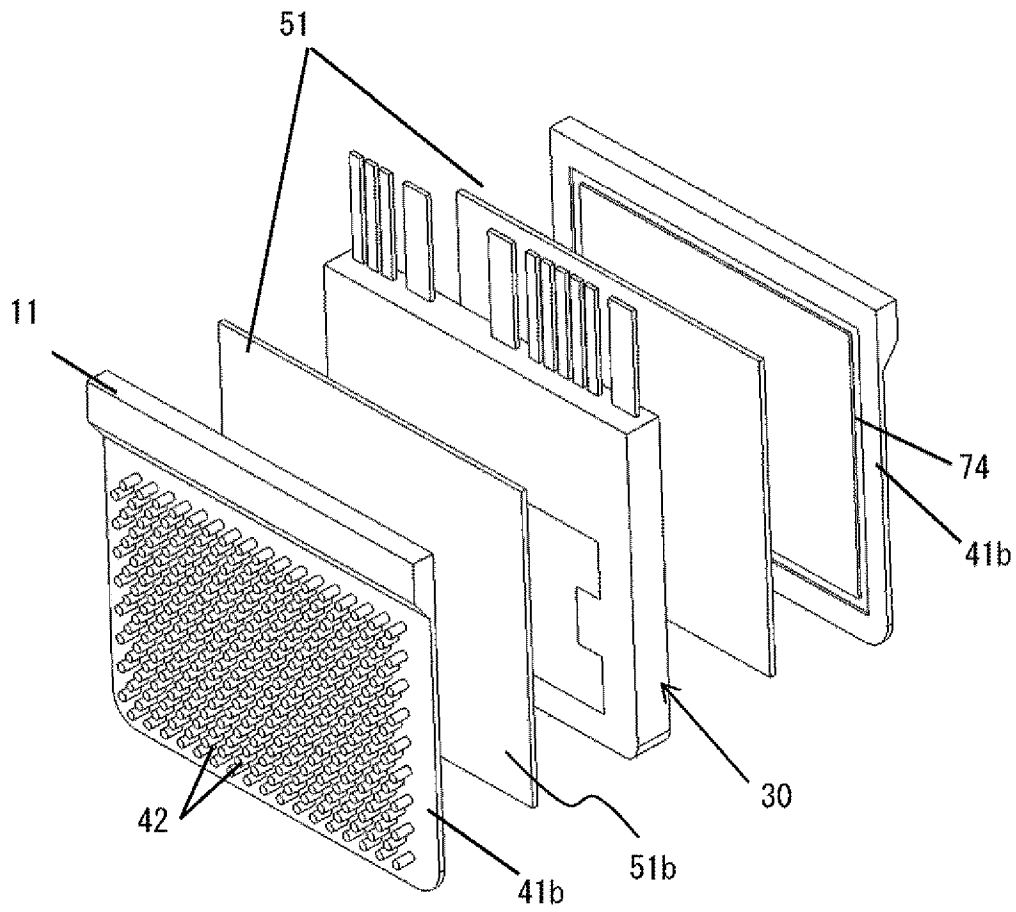
[図10]

【図10】



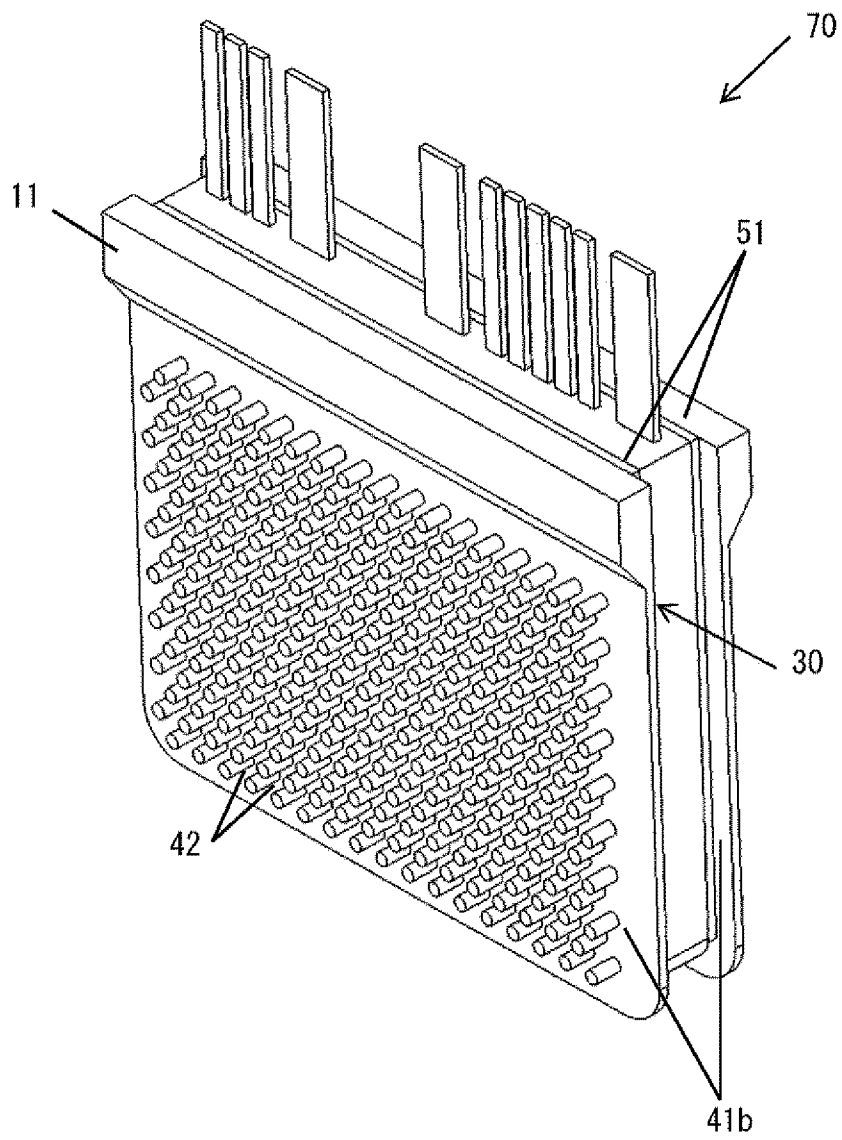
[図11]

【図11】



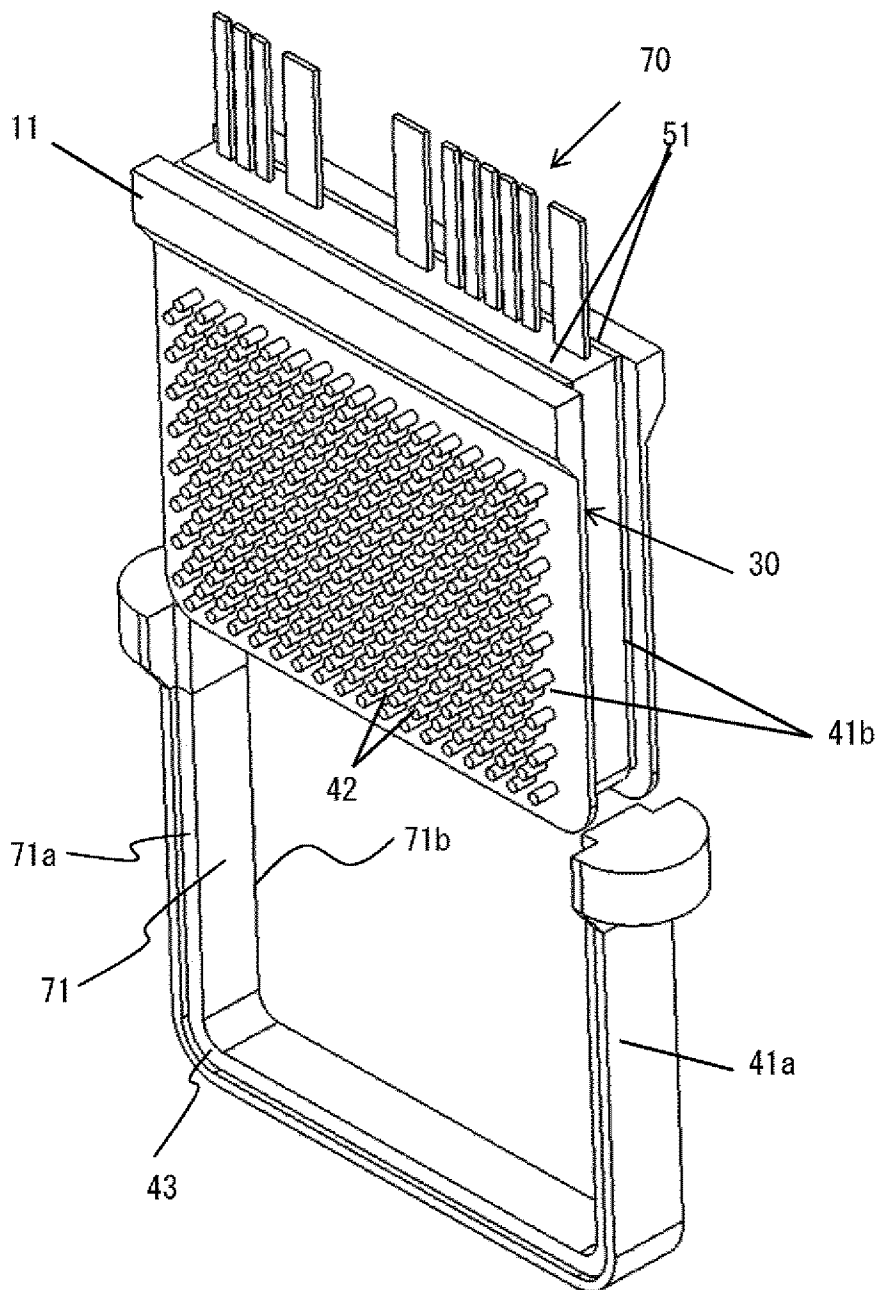
[図12]

【図12】



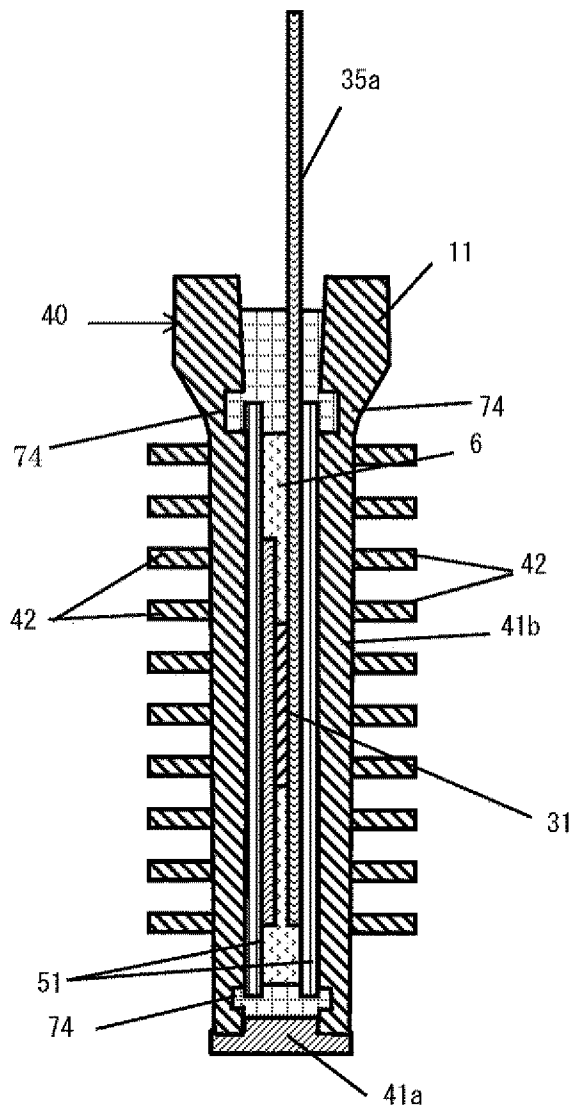
[図13]

【図13】



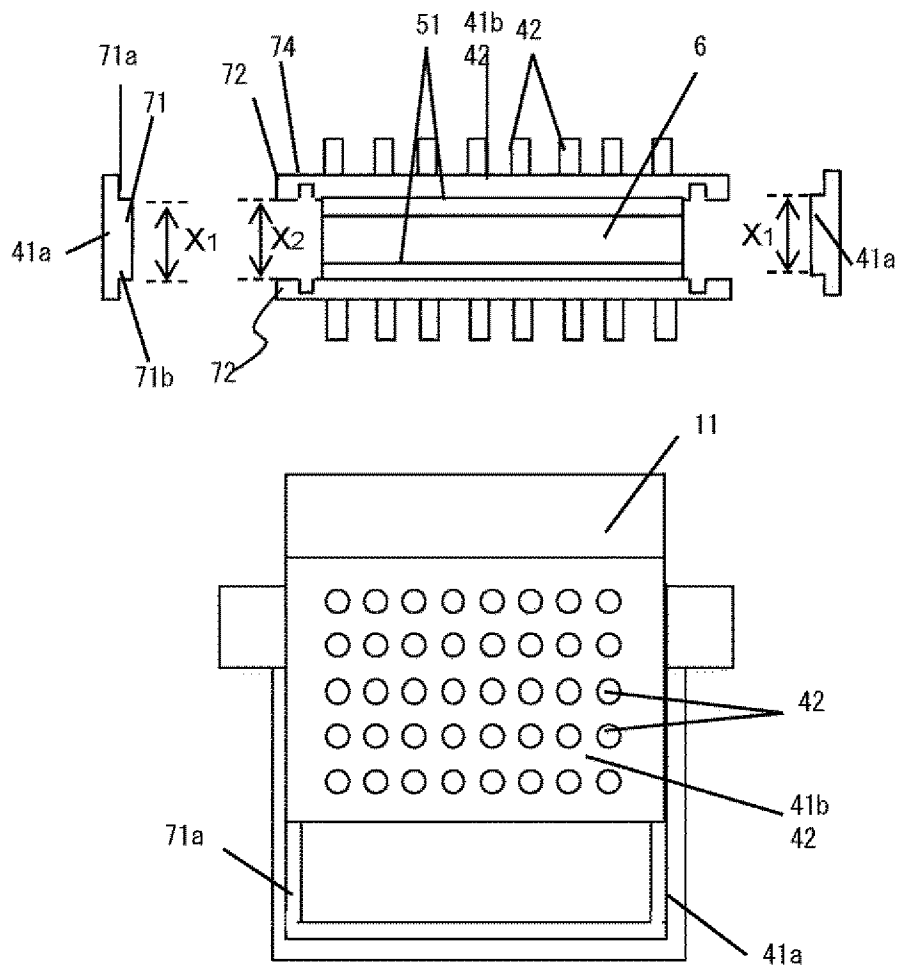
[図14]

【図14】



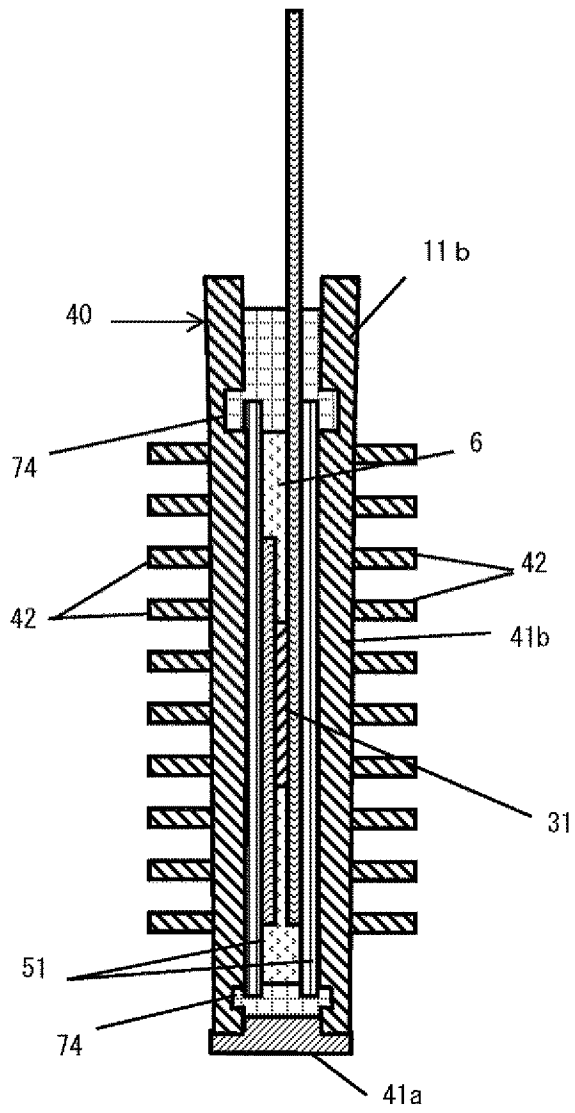
[図15]

【図15】



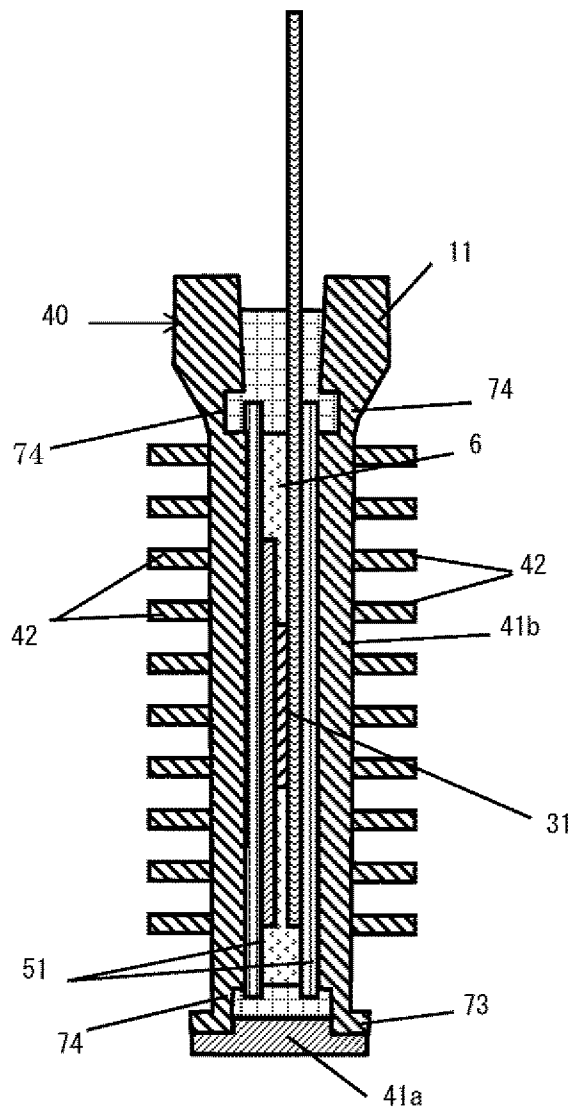
[図16]

【図16】



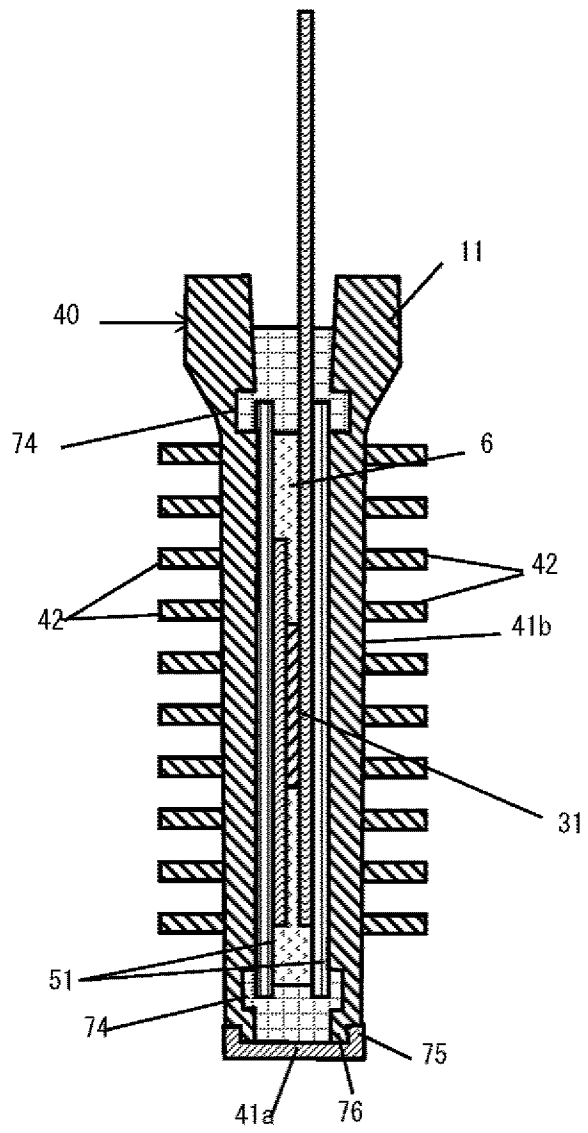
[図17]

【図17】



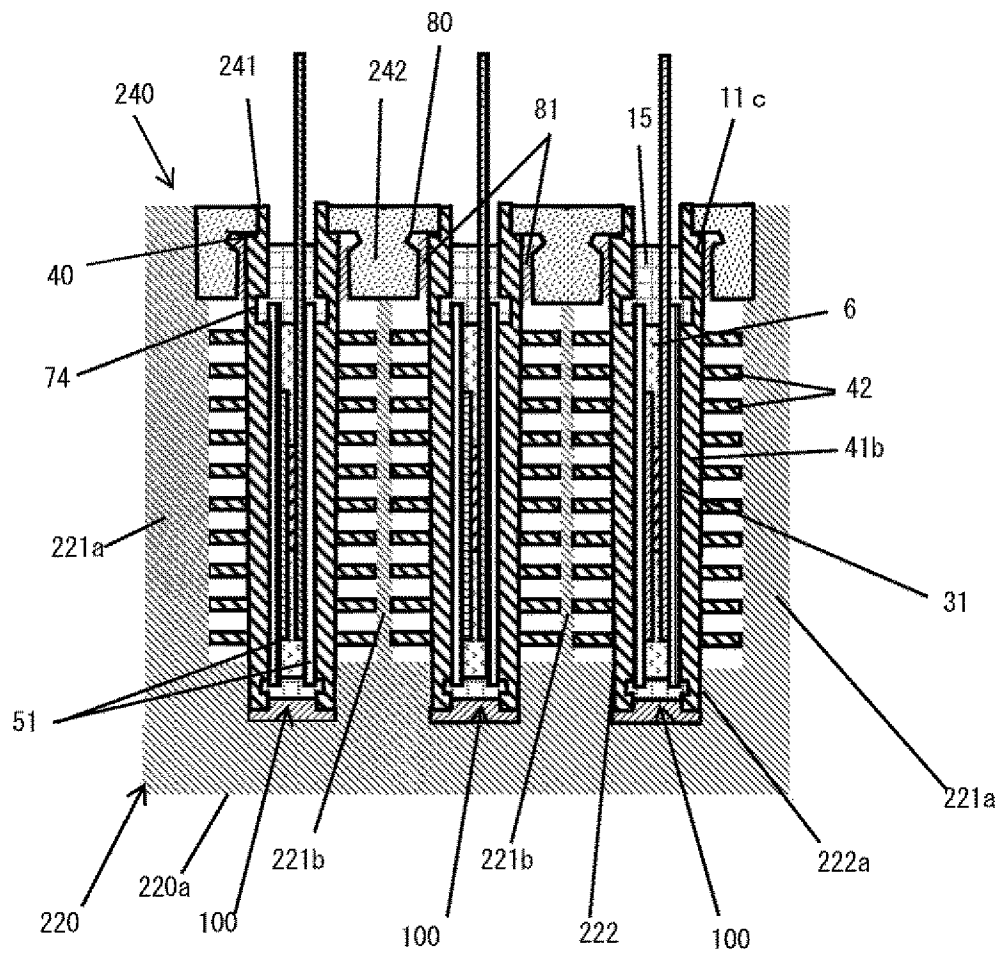
[図18]

【図18】



[図19]

【図19】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065963

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

H02M7/48

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2011-77464 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 14 April 2011 (14.04.2011), entire text & US 2012/0300522 A1 & WO 2011/040153 A1 & EP 2487711 A1 & CN 102549744 A	1-8
A	JP 2010-119300 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 27 May 2010 (27.05.2010), entire text (Family: none)	1-8

☒ 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
06 August 2015 (06.08.15)

Date of mailing of the international search report
18 August 2015 (18.08.15)

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/JP2015/065963

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 2010-110143 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraph [0071]; fig. 6 & US 2011/0299265 A1 & WO 2010/050594 A1 & EP 2346153 A1 & CN 101946395 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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（I P C））

Int.Cl. 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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 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
A	JP 2011-77464 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2011.04.14, 全文 & US 2012/0300522 A1 & WO 2011/040153 A1 & EP 2487711 A1 & CN 102549744 A	1-8
A	JP 2010-119300 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2010.05.27, 全文（ファミリーなし）	1-8

☒ 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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.08.2015

国際調査報告の発送日

18.08.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

田村 耕作

3 V

5781

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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
A	JP 2010-110143 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2010.05.13, 段落 0071, 図 6 & US 2011/0299265 A1 & WO 2010/050594 A1 & EP 2346153 A1 & CN 101946395 A	1-8