

(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
2014年2月13日(13.02.2014)



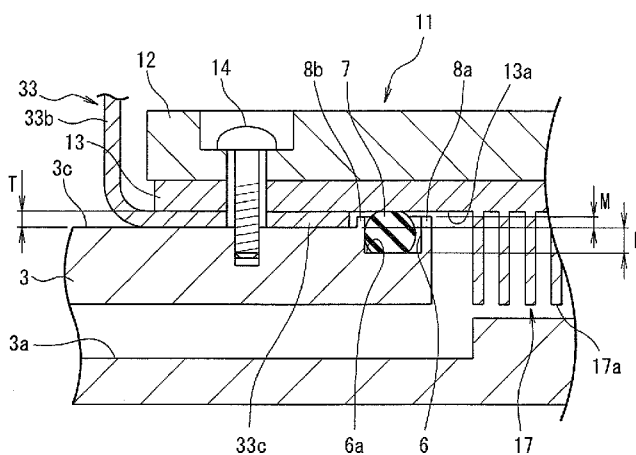
(10) 国際公開番号
WO 2014/024361 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/473 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/003048
- (22) 国際出願日: 2013年5月13日(13.05.2013)
- (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 2012-175827 2012年8月8日(08.08.2012) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 田中 泰仁(TANAKA, Yasuhito); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 廣瀬 一, 外(HIROSE, Hajime et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー32階 特許業務法人日栄国際特許事務所 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COOLING STRUCTURE AND POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 冷却構造体及び電力変換装置



(57) Abstract: This power conversion device is equipped with: a semiconductor power module (11) in which a heat dissipation member (13) is formed on one surface of a case body; a cooling body (3) that is joined to the heat dissipation member; mounting boards (22, 23) that include heat-generating circuit components; and heat-transmitting metal support plates (32, 33) for supporting the mounting boards at prescribed gaps from the semiconductor power module. The heat dissipation member is provided with a protruding liquid-contact section (17) that is formed on the side joined to the cooling body, and the cooling body is provided with an immersion section (5) for immersing the liquid-contact section in a coolant and a circumferential groove (6) that is formed on the outer side of the immersion section and has an O-ring fitted therein. The heat dissipation member and the cooling body sandwich the heat-transmitting metal support plates with the joining surfaces located on the outer side of the circumferential groove. The cross-sectional diameter of the O-ring is set to a value larger than the value of the thickness of the heat-transmitting metal support plates and the depth of the circumferential groove combined.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/024361 A1



ケース体の一面に放熱部材（１３）が形成された半導体パワーモジュール（１１）と、放熱部材に接合される冷却体（３）と、発熱回路部品を含む実装基板（２２）、（２３）と、実装基板を半導体パワーモジュールとの間に所定間隔を保って支持する伝熱支持用金属板（３２）、（３３）を備える。放熱部材は、冷却体に接合する側に接液部（１７）が突出して形成され、冷却体は、冷却液に接液部を浸漬する浸漬部（５）と、浸漬部の外側に形成されてリングを装着した周溝（６）を設けている。放熱部材及び冷却体は、周溝より外側の互いの接合面で伝熱支持用金属板を挟持し、リングの断面直径が、伝熱支持用金属板の厚みと周溝の深さとを足した値より大きな値に設定されている。

明 細 書

発明の名称 : 冷却構造体及び電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、発熱体の熱を冷却する冷却構造体と、電力変換用の半導体スイッチング素子を内蔵したモジュール上に、所定間隔を保って上記半導体スイッチング素子を駆動する発熱回路部品を含む回路部品を実装した実装基板を支持するようにした電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] この種の電力変換装置としては、特許文献1に記載された電力変換装置が知られている。

この電力変換装置は、筐体内に、冷却液が通過する水冷ジャケットを配置し、この水冷ジャケット上に電力変換用の半導体スイッチング素子としてのIGBTを内蔵したパワーモジュールを配置して冷却するようにしている。また、筐体内には、パワーモジュールの水冷ジャケットとは反対側に所定距離を保って制御回路基板を配置し、この制御回路基板で発生する熱を、放熱部材を介して制御回路基板を支持する金属ベース板に伝達し、さらに金属ベース板に伝達された熱を、この金属ベース板を支持する筐体の側壁を介して水冷ジャケットに伝達するようにしている。

[0003] 上記特許文献1に記載された従来例にあっては、制御回路基板で発生する熱を、制御回路基板→放熱部材→金属ベース板→筐体→水冷ジャケットという経路で放熱するようにしている。このため、筐体が伝熱経路の一部として利用されることにより、筐体にも良好な伝熱性が要求されることになり、材料が熱伝導率の高い金属に限定され、小型軽量化の要求される電力変換装置において、樹脂等の軽量な材料の選択が不可能となり軽量化が困難となるおそれがある。

そこで、制御回路基板などの発熱体で発生する熱を、筐体を介在させず、金属ベース板の端部をパワーモジュールと水冷ジャケットとの間で挟持する

ことで、発熱体の熱を効率よく水冷ジャケットに放熱する構造が考えられる。
。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-35346号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、パワーモジュールの一部を、水冷ジャケットを通過する冷却液に直接接触させて冷却する直接冷却方式を採用すると、パワーモジュールと水冷ジャケットとの間にOリングが装着されるが、Oリングのつぶし量が増加すると、パワーモジュールと水冷ジャケットとの間の液密封止が低下するおそれがある。

本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、第1の発熱体及び冷却体との間の液密封止を確保することができる冷却構造体と放熱部材及び冷却体との間の液密封止を確保することができる電力変換装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る冷却構造体は、第1の発熱体と、前記第1の発熱体に接合される冷却体と、第2の発熱体と、前記第2の発熱体の熱を前記冷却体に伝熱させる伝熱板と、を備え、前記第1の発熱体は、前記冷却体に接合する側に突出して形成された接液部を有し、前記冷却体は、前記第1の発熱体に接合する側に開口して形成され、通流される冷却液に前記接液部を浸漬する浸漬部と、当該浸漬部の開口を囲むように形成されてOリングを装着した周溝と、を設け、前記第1の発熱体及び前記冷却体は、前記周溝より外周側の互いの平坦な接合面で前記伝熱板を挟持して接合され、前記Oリングの断面直径は、前記Oリングが弾性変形しながら密着する前記第1の発熱体の接合面と、前記Oリングが弾性変形しながら密

着する前記周溝の接合面との間の距離より大きな値とした。

この一態様に係る冷却構造体によると、Ｏリングが、第１の発熱体及び冷却体の接合面に最適な押し潰し量で弾性変形しながら密着して液密封止を行う。

[0007] また、本発明の一態様に係る電力変換装置は、一面に放熱部材が形成された半導体パワーモジュールと、前記放熱部材に接合される冷却体と、前記半導体パワーモジュールを駆動する発熱回路部品を含む回路部品を実装した実装基板の熱を、前記冷却体に伝熱させる伝熱板と、を備え、前記放熱部材は、前記冷却体に接合する側に突出して形成された接液部を有し、前記冷却体は、前記放熱部材に接合する側に開口して形成され、通流される冷却液に前記接液部を浸漬する浸漬部と、当該浸漬部の開口を囲むように形成されてＯリングを装着した周溝と、を設け、前記放熱部材及び前記冷却体は、前記周溝より外周側の互いの接合面で前記伝熱板を挟持して接合され、前記Ｏリングの断面直径は、前記Ｏリングが弾性変形しながら密着する前記放熱部材の接合面と、前記Ｏリングが弾性変形しながら密着する前記周溝の接合面との間の距離より大きな値とした。

この一態様に係る電力変換装置によると、Ｏリングが、放熱部材及び冷却体の接合面に最適な押し潰し量で弾性変形しながら密着して液密封止を行う。

[0008] また、本発明の一態様に係る電力変換装置は、電力変換用の半導体スイッチング素子をケース体に内蔵し、当該ケース体の一面に放熱部材が形成された半導体パワーモジュールと、前記放熱部材に接合される冷却体と、前記半導体スイッチング素子を駆動する発熱回路部品を含む回路部品を実装した実装基板と、当該実装基板を前記半導体パワーモジュールとの間に所定間隔を保って支持し、当該実装基板の発熱を前記冷却体に筐体を介することなく放熱するように前記冷却体に接触させる伝熱支持用金属板と、を備え、前記放熱部材は、前記冷却体に接合する側に接液部が突出して形成され、前記冷却体は、前記放熱部材に接合する側に開口して形成され、通流される冷却液に

前記接液部を浸漬する浸漬部と、当該浸漬部の外側に形成されてリングを装着した周溝と、を設け、前記放熱部材及び前記冷却体は、前記周溝より外側の互いの接合面で前記伝熱支持用金属板を挟持して接合され、前記リングの断面直径は、伝熱支持用金属板の厚みと前記周溝の深さとを足した値より大きな値とした。

[0009] この一態様に係る電力変換装置によると、放熱部材及び冷却体の間で挟持している伝熱支持用金属板の板厚にばらつきが生じて、リングの断面直径が、伝熱支持用金属板の厚みと周溝の深さとを足した値より大きな値としているので、リングが、放熱部材及び冷却体の接合面に最適な押し潰し量で弾性変形しながら密着して液密封止を行う。

[0010] また、本発明の一態様に係る電力変換装置は、前記周溝の開口部の縁部に、前記リングを保持するリング保持用突起が形成されており、当該リング保持用突起は、前記リングが前記放熱部材の接合面に弾性変形しながら密着するとき前記接合面との間に隙間を設けるようにした。

この一態様に係る電力変換装置によると、周溝の開口部の縁部に形成したリング保持用突起は、放熱部材及び冷却体の接合面に押しつぶされるリングのガイド部材として機能する。

[0011] また、本発明の一態様に係る電力変換装置は、前記リング保持用突起が、前記周溝の開口部の少なくとも外周側の縁部に形成されている。

この一態様に係る冷却構造体によると、冷却水封止用リングは、周溝の外周側に寄った位置に配置されるので、リング保持用突起は、冷却水封止用リングが押しつぶされる際のガイドを確実に行う。

[0012] さらに、本発明の一態様に係る電力変換装置は、前記周溝の底からリング保持用突起の頂部までの高さが、前記リングの半径より大きな値に設定されている。

この一態様に係る冷却構造体によると、周溝内に装着したリングが外に出にくくなり、組み立ての途中のリングの周溝据え付け状態を良好とすることができる。

[0013] さらにまた、本発明の一態様に係る電力変換装置は、前記Ｏリングが前記放熱部材の前記接合面に密着しているときの前記周溝の底から前記放熱部材の前記接合面までの高さが、前記Ｏリングを許容つぶし率でつぶしたときの高さに設定されている。

この一態様に係る冷却構造体によると、許容つぶし率で押しつぶれるＯリングを使用したことで、Ｏリングの圧縮永久ひずみ、圧縮割れを防止することができる。

発明の効果

[0014] 本発明に係る冷却構造体によれば、Ｏリングが、第１の発熱体及び冷却体の接合面に最適な押し潰し量で弾性変形しながら密着して液密封止を行うことで、信頼性の高い冷却構造体を得ることができる。

また、本発明に係る電力変換装置によれば、Ｏリングが、放熱部材及び冷却体の接合面に最適な押し潰し量で弾性変形しながら密着して液密封止を行うことで、信頼性の高い電力変換装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明に係る電力変換装置の全体構成を示す断面図である。

[図2]図１の電力変換装置の要部を示す断面図である。

[図3]電力変換装置の放熱部材と冷却体との間で伝熱支持用金属板が挟持されている状態を示す断面図である。

[図4]伝熱支持用金属板を示す側面図である。

[図5]発熱回路部品の全体の放熱経路を説明する図である。

[図6]本発明で使用されているＯリングの断面を示す図である。

[図7]本発明に係る第１実施形態の液密封止構造を示す図である。

[図8]本発明に係る第２実施形態の液密封止構造を示す図である。

[図9]本発明に係る第３実施形態の液密封止構造を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明を実施するための形態（以下、実施形態という。）を、図面を参照しながら詳細に説明する。

図 1 は本発明の全体構成を示す断面図であり、図 2 は、図 1 の要部を拡大して示した図である。

図 1 の符号 1 は電力変換装置であって、この電力変換装置 1 は筐体 2 内に収納されている。筐体 2 は、合成樹脂材を成形したものであり、水冷ジャケットの構成を有する冷却体 3 を挟んで上下に分割された下部筐体 2 A 及び上部筐体 2 B で構成されている。

[0017] 下部筐体 2 A は有底角筒体で構成されている。この下部筐体 2 A は開放上部が冷却体 3 で覆われ、内部に平滑用のフィルムコンデンサ 4 が収納されている。

上部筐体 2 B は、上端及び下端を開放した角筒体 2 a と、この角筒体 2 a の上端を閉塞する蓋体 2 b とを備えている。そして、角筒体 2 a の下端が冷却体 3 で閉塞されている。

この角筒体 2 a の下端と冷却体 3 との間には、図示しないが、液状シール剤の塗布やゴム製パッキンの挟み込みなどのシール材が介在されている。

[0018] 冷却体 3 は、例えば熱伝導率の高いアルミニウム、アルミニウム合金を射出成形して形成されており、下面は平坦面とされ、冷却水の給水口 3 a 及び排水口 3 b が筐体 2 の外方に開口されている。これら給水口 3 a 及び排水口 3 b は例えばフレキシブルホースを介して図示しない冷却水供給源に接続されている。

図 3 にも示すように、冷却体 3 の上面中央には、給水口 3 a 及び排水口 3 b に連通する四角形状に開口する浸漬部 5 が形成され、この浸漬部 5 の上面開口部の周縁に、四角枠状の周溝 6 が形成され、この周溝 6 に O リング 7 が装着されている。そして、周溝 6 の開口部の周縁に、冷却体 3 の他の平坦な上面（図 2 の符号 3 c）より上方に突出する O リング保持用突起 8 が形成されている。

[0019] また、図 1 に戻って、冷却体 3 には、下部筐体 2 A に保持されたフィルムコンデンサ 4 の絶縁被覆された正負の電極 4 a を上下に挿通する挿通孔 3 e が形成されている。

電力変換装置 1 は、電力変換用の例えばインバータ回路を構成する半導体スイッチング素子として例えば絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT）を内蔵したパワーモジュール 11 を備えている。このパワーモジュール 11 は、扁平な直方体状の絶縁性のケース体 12 内に IGBT を内蔵しており、ケース体 12 の下面に金属製の放熱部材 13 が形成されている。

[0020] 放熱部材 13 の下面中央部には、冷却体 3 の浸漬部 5 に入り込む接液部 17 が形成されている。この接液部 17 は、放熱部材 13 の下面から互いに均等の間隔をあけながら所定長さで突出している多数の冷却フィン 17a で構成されており、給水口 3a から浸漬部 5 に流れ込んできた冷却水に、多数の冷却フィン 17a が浸されるようになっている。

ケース体 12 及び放熱部材 13 には平面からみて四隅に固定ねじ 14 を挿通する挿通孔 15 が形成されている。また、ケース体 12 の上面には、挿通孔 15 の内側における 4 箇所在所定高さの基板固定部 16 が突出形成されている。

[0021] 図 2 に示すように、基板固定部 16 の上端に、パワーモジュール 11 に内蔵された IGBT を駆動する駆動回路等が実装された駆動回路基板 21 が固定されている。また、駆動回路基板 21 の上方に所定間隔を保ってパワーモジュール 11 に内蔵された IGBT を制御する相対的に発熱量の大きい、又は発熱密度の大きい発熱回路部品を含む制御回路等を実装した実装基板としての制御回路基板 22 が固定されている。さらに、制御回路基板 22 の上方に所定間隔を保ってパワーモジュール 11 に内蔵された IGBT に電源を供給する発熱回路部品を含む電源回路等を実装した実装基板としての電源回路基板 23 が固定されている。

[0022] そして、駆動回路基板 21 は、基板固定部 16 に対向する位置に形成した挿通孔 21a 内に継ぎねじ 24 の雄ねじ部 24a を挿通し、この雄ねじ部 24a を基板固定部 16 の上面に形成した雌ねじ部 16a に螺合することにより固定されている。

また、制御回路基板 22 は継ぎねじ 24 の上端に形成した雌ねじ部 24b

に対向する位置に形成した挿通孔 2 2 a 内に継ぎねじ 2 5 の雄ねじ部 2 5 a を挿通し、この雄ねじ部 2 5 a を継ぎねじ 2 4 の雌ねじ部 2 4 b に螺合することにより固定されている。

[0023] さらに、電源回路基板 2 3 は継ぎねじ 2 5 の上端に形成した雌ねじ部 2 5 b に対向する位置に形成した挿通孔 2 3 a 内に固定ねじ 2 6 を挿通し、この固定ねじ 2 6 を継ぎねじ 2 5 の雌ねじ部 2 5 b に螺合することにより固定されている。

また、制御回路基板 2 2 及び電源回路基板 2 3 は、伝熱支持用金属板 3 2 , 3 3 によって筐体 2 を介することなく冷却体 3 への放熱経路を独自に形成するように支持されている。これら伝熱支持用金属板 3 2 及び 3 3 は、熱伝導率が高い金属板例えばアルミニウム又はアルミニウム合金製の金属板で形成されている。

[0024] 伝熱支持用金属板 3 2 は、平板形状の伝熱支持板部 3 2 a と、この伝熱支持板部 3 2 a の右側端部から下方に折り曲げられて放熱部材 1 3 に向けて延在する伝熱支持側板部 3 2 b と、伝熱支持側板部 3 2 b の下端部から左側に折り曲げられて放熱部材 1 3 の下面に沿って延在する冷却体接触板部 3 2 c とを一体に備えた部品である。

伝熱支持板部 3 2 a には、伝熱部材 3 5 を介して制御回路基板 2 2 が固定ねじ 3 6 によって固定される。伝熱部材 3 5 は、伸縮性を有する弾性体で電源回路基板 2 3 と同じ外形寸法に構成されている。この伝熱部材 3 5 としては、シリコンゴムの内部に金属フィラーを介在させることにより絶縁性能を発揮しながら伝熱性を高めたものが適用されている。

[0025] また、伝熱支持用金属板 3 3 は、平板形状の伝熱支持板部 3 3 a と、この伝熱支持板部 3 3 a の左側端部から下方に折り曲げられて放熱部材 1 3 に向けて延在する伝熱支持側板部 3 3 b と、伝熱支持側板部 3 3 b の下端部から右側に折り曲げられて放熱部材 1 3 の下面に沿って延在する冷却体接触板部 3 3 c とを一体に備えた部品である。

伝熱支持板部 3 3 a には、前述した伝熱部材 3 5 と同様の伝熱部材 3 7 を

介して電源回路基板 2 3 が固定ねじ 3 8 によって固定される。

[0026] これら伝熱支持用金属板 3 2, 3 3 を一体部品とすることで、熱抵抗を小さくしてより効率の良い放熱を行うことができる。また、伝熱支持用金属板 3 2 の伝熱支持板部 3 2 a と伝熱支持側板部 3 2 b との連結部及び伝熱支持側板部 3 2 b と冷却体接触板部 3 2 c との連結部とを湾曲部とし、伝熱支持用金属板 3 3 の伝熱支持板部 3 3 a と伝熱支持側板部 3 3 b との連結部及び伝熱支持側板部 3 3 b と冷却体接触板部 3 3 c との連結部とを湾曲部とすることで、電力変換装置 1 に伝達される上下振動や横揺れ等に対する耐振動性を向上することができる。

[0027] 図 3 に示すように、電源回路基板 2 3 には、発熱回路部品 3 9 が下面側に実装されており、電源回路基板 2 3、伝熱部材 3 7 及び伝熱支持板部 3 3 a が、固定ねじ 3 8 により積層状態で固定されており、伝熱支持板部 3 3 a の下面には、絶縁距離を短くするために絶縁シート 4 3 が貼着されている。なお、これらの積層状態の部品を電源回路ユニット U 3 と称する。

[0028] この際、電源回路基板 2 3 の下面側に実装された発熱回路部品 3 9 が伝熱部材 3 7 の弾性によって伝熱部材 3 7 内に埋め込まれる。このため、発熱回路部品 3 9 と伝熱部材 3 7 との接触が過不足なく行われるとともに、伝熱部材 3 7 と電源回路基板 2 3 及び伝熱支持板部 3 3 a との接触が良好に行われ、伝熱部材 3 7 と電源回路基板 2 3 及び伝熱支持板部 3 3 a との間の熱抵抗を減少させることができる。

[0029] また、図示しないが、制御回路基板 2 2 の下面側にも発熱回路部品が実装されており、制御回路基板 2 2、伝熱部材 3 5 及び伝熱支持板部 3 2 a が、固定ねじ 3 6 により積層状態で固定されており、伝熱支持板部 3 2 a の下面には、絶縁距離を短くするために絶縁シート 4 2 が貼着されている。なお、これらの積層状態の部品を制御回路ユニット U 2 と称する。

[0030] そして、制御回路基板 2 2 の下面側に実装された発熱回路部品が伝熱部材 3 5 の弾性によって伝熱部材 3 5 内に埋め込まれ、制御回路基板 2 2 と伝熱部材 3 5 との接触が過不足なく行われるとともに、伝熱部材 3 5 と制御回路

基板 2 2 及び伝熱支持板部 3 2 a との接触が良好に行われ、伝熱部材 3 5 と制御回路基板 2 2 及び伝熱支持板部 3 2 a との間の熱抵抗を減少させることができる。

[0031] また、伝熱支持用金属板の伝熱支持側板部 3 3 b には、図 4 に示すように、パワーモジュール 1 1 の図 1 に示す 3 相交流出力端子 1 1 b に対応する位置に後述するブスバー 5 5 を挿通する例えば方形の 3 つの挿通孔 3 3 i が形成されている。このように、3 つの挿通孔 3 3 i を形成することにより、隣接する挿通孔 3 3 i 間に比較的幅広の伝熱路 L h を形成することができ、全体の伝熱路の断面積を増加させて効率よく伝熱することができる。また、振動に対する剛性も確保することができる。

[0032] 同様に、伝熱支持用金属板 3 2 の伝熱支持側板部 3 2 b にも、パワーモジュール 1 1 の正極及び負極端子 1 1 a に対向する位置にそれぞれ同様の挿通孔 3 2 i が形成されている。この挿通孔 3 2 i を形成することにより、上述した挿通孔 3 3 i と同様の作用効果を得ることができる。

また、伝熱支持用金属板 3 2 の冷却体接触板部 3 2 c 及び伝熱支持用金属板 3 3 の冷却体接触板部 3 3 c には、図 2 に示すように、パワーモジュール 1 1 の固定ねじ 1 4 を挿通する挿通孔 1 5 に対向する位置に固定部材挿通孔 3 2 c 1, 3 3 c 1 が形成されている。

[0033] そして、図 2 に示すように、放熱部材 1 3 の挿通孔 1 5 及び冷却体接触板部 3 2 c, 3 3 c の固定部材挿通孔 3 2 c 1, 3 3 c 1 に固定ねじ 1 4 を挿通し、固定ねじ 1 4 を冷却体 3 に形成した雌ねじ部に螺合させる。

これにより、伝熱支持用金属板 3 2, 3 3 の冷却体接触板部 3 2 c, 3 3 c を、パワーモジュール 1 1 の放熱部材 1 3 の下面 1 3 a と冷却体 3 の上面 3 c とに当接し、放熱部材 1 3 及び冷却体 3 で挟持して固定する。

この際、冷却体 3 の浸漬部 5 の周囲の周溝 6 に装着した O リング 7 が放熱部材 1 3 の下面 1 3 a に押しつぶされ、冷却体 3 の浸漬部 5 に溜まった冷却水が外部に漏れるのを防止する液密封止が施されている。

[0034] また、図 1 に示すように、パワーモジュール 1 1 の正負の直流入力端子に

11aに、ブスバー55が接続され、ブスバー55の他端に冷却体3を貫通するフィルムコンデンサ4の正負の電極4aが固定ねじ51で連結されている。また、パワーモジュール11の負極端子11aに、外部のコンバータ（図示せず）に接続する接続コード52の先端に固定された圧着端子53が固定されている。

さらに、パワーモジュール11の3相交流出力端子11bに、ブスバー55の一端を固定ねじ56で接続し、このブスバー55の途中に電流センサ57が配置されている。そして、ブスバー55の他端に圧着端子59が固定ねじ60で接続されている。圧着端子59は、外部の3相電動モータ（図示せず）に接続したモータ接続ケーブル58に固定されている。

[0035] この状態で、外部のコンバータ（図示せず）から直流電力を供給するとともに、電源回路基板23に実装された電源回路、制御回路基板22に実装された制御回路を動作状態とし、制御回路から例えばパルス幅変調信号でなるゲート信号を駆動回路基板21に実装された駆動回路を介してパワーモジュール11に供給する。これによって、パワーモジュール11に内蔵されたIGBTが制御されて、直流電力を交流電力に変換する。変換した交流電力は3相交流出力端子11bからブスバー55を介してモータ接続ケーブル58に供給し、3相電動モータ（図示せず）を駆動制御する。

[0036] このとき、パワーモジュール11に内蔵されたIGBTで発熱するが、パワーモジュール11の放熱部材13の下面中央部に設けた接液部17が冷却体3に設けた浸漬部5に入り込んで冷却液に浸漬されているので、パワーモジュール11は効率良く冷却される。

一方、制御回路基板22及び電源回路基板23に実装されている制御回路及び電源回路には発熱回路部品39が含まれており、これら発熱回路部品39で発熱を生じる。このとき、発熱回路部品39は制御回路基板22及び電源回路基板23の下面側に実装されている。

[0037] そして、これら制御回路基板22及び電源回路基板23の下面側には、熱伝導率が高く弾性を有する伝熱部材35及び37を介して伝熱支持用金属板

32, 33の伝熱支持板部32a, 33aが設けられている。伝熱支持用金属板32, 33は、伝熱支持板部32a, 33aと、伝熱支持側板部32b, 33bと、冷却体接触板部32c, 33cとを一体化した部品であって、熱抵抗が小さい部材なので、図5に示すように、伝熱支持用金属板32, 33に伝達された熱は、冷却体3の上面3cに直接接触した冷却体接触板部32c, 33cから冷却体3に放熱され、効率の良い放熱を行うことができる。

ここで、図6は、自由状態のリング7を示すものであり、断面直径がDである。

[0038] 次に、図7は、第1実施形態の液密封止構造である。

本実施形態のリング7の断面直径Dは、周溝6に装着したリング7が弾性変形しながら密着する放熱部材13の下面13aと周溝6の底面6aとの間の距離F1より大きな値に設定されている。

本実施形態によると、リング7の断面直径Dを、周溝6に装着したリング7が弾性変形しながら密着する放熱部材13の下面13aと周溝6の底面6aとの間の距離F1より大きな値に設定したので、リング7は最適な押しつぶし量で弾性変形する。

したがって、本実施形態の冷却液の液密封止構造は、冷却体3の浸漬部5に溜まっている冷却水の確実な液密封止を確保することができ、信頼性の高い電力変換装置1を提供することができる。

[0039] 次に、図8は、第2実施形態の液密封止構造である。

上述した電力変換装置1の伝熱支持用金属板32, 33は、一般に、低コストを目的として安価な板金部材が使用されており、このような板金部材からなる伝熱支持用金属板32, 33は、板厚に±10%程度の範囲のばらつきがある。

伝熱支持用金属板32, 33の冷却体接触板部32c, 33cの板厚のばらつきを考慮せずに所定断面直径のリングを選択すると、伝熱支持用金属板32, 33の板厚が薄い（マイナス方向のばらつきがある）場合には、O

リングが周溝6の底面6aと放熱部材13の下面13aとに過度に押しつぶされ、Oリングの圧縮永久ひずみや圧縮割れにより液密封止が不可能となるおそれがある。逆に、伝熱支持用金属板32, 33の板厚が厚い（プラス方向のばらつきがある）場合には、Oリングが周溝6の底面6aと放熱部材13の下面13aとによる押しつぶし量が低下し、十分な液密封止が行われないうおそれがある。

[0040] そこで、本実施形態のOリング7の断面直径D（図6参照）は、±10%程度のばらつきを生じる伝熱支持用金属板33の板厚Tと、周溝6の深さLとを足した値より大きな値に設定されている。

また、周溝6の深さLは、Oリング7の半径R（図6参照）より大きな値に設定されている。

また、周溝6の開口部の内周側にOリング用突起8a、周溝6の開口部の外周側にOリング用突起8bが突出量M（冷却体3の上面3cからの高さ）で突出して形成されているが、これらOリング用突起8a, 8bの突出量Mは、Oリング7が放熱部材13の下面13aと周溝6の底面6aとの間に密着しながら弾性変形するとき、下面13aとの間に隙間を設ける程度に突出している。

なお、図8では伝熱支持用金属板33について説明したが、伝熱支持用金属板32側も同様の構造である。

[0041] 本実施形態によると、Oリング7の断面直径Dは、±10%程度のばらつきを生じる伝熱支持用金属板32, 33の板厚Tと、周溝6の深さLとを足した値より大きな値に設定されているので、伝熱支持用金属板32, 33の板厚Tがマイナス方向にばらついても、Oリング7が底面6aと下面13aとに過度に押しつぶされずに液密封止を行うとともに、伝熱支持用金属板32, 33の板厚Tがプラス方向にばらついても、Oリング7は最適な押しつぶし量で液密封止を行うことができる。したがって、本実施形態の冷却液の液密封止構造も、冷却体3の浸漬部5に溜まっている冷却水の確実な液密封止を確保することができ、信頼性の高い電力変換装置1を提供することがで

きる。

[0042] また、本実施形態では、周溝6の深さLを、Oリング7の半径Rより大きな値に設定したことから、周溝6内に装着されたOリング7が外に出にくくなり、電力変換装置1の組み立ての途中において周溝6のリング7の据え付けを良好とすることができる。

また、冷却水を封止する本実施形態のOリング7は、周溝6の外周側に寄った位置に配置されるが、少なくとも周溝6の開口部の外周側にOリング用突起8bが突出して形成されおり、このOリング用突起8bが、組み立ての途中の周溝6のOリング7の据え付け状態を良好とするとともに、Oリング7が押しつぶされる際に接触することで押しつぶしガイドとしても機能する。

[0043] さらに、図9は、第3実施形態の冷却液の液密封止構造である。

Oリング7の許容つぶし率（（自由状態の断面直径－組付け状態の断面直径）／自由状態の断面直径）の推奨値は、一般的に8%以上30%以下である。

そこで、本実施形態のOリング7は、周溝6に装着したOリング7が当接する放熱部材13の下面13aと周溝6の底面6aとの間の距離F2が、許容つぶし率（8%以上30%以下）で押しつぶしたときの寸法となるものを選択している。

[0044] 本実施形態の許容つぶし率（8%以上30%以下）で押しつぶれるOリング7を使用したことで、Oリング7の圧縮永久ひずみ、圧縮割れを防止することができる。

したがって、本実施形態の冷却液の液密封止構造も、冷却体3の浸漬部5に溜まっている冷却水の確実な液密封止を確保することができ、信頼性の高い電力変換装置1を提供することができる。

[0045] なお、本発明の第1の発熱体が放熱部材13に対応し、本発明の第2の発熱体が制御回路基板22及び電源回路基板23に対応し、本発明の伝熱板が伝熱支持用金属板32、33に対応し、本発明の第1の発熱体及び冷却体の

接合面で挟持される伝熱板が伝熱支持用金属板 3 2, 3 3 の冷却体接触板部 3 2 c、3 3 c に対応している。

また、図 1 及び図 2 で示した制御回路ユニット U 2 及び電源回路ユニット U 3 において、伝熱部材 3 5 及び 3 7 を制御回路基板 2 2 及び電源回路基板 2 3 と同じ外形とした場合について説明した。しかしながら、本発明は上記構成に限定されるものではなく、伝熱部材 3 5 及び 3 7 を発熱回路部品 3 9 が存在する箇所にもみ設けるようにしてもよい。

[0046] また、図 1 及び図 2 においては、制御回路基板 2 2 及び電源回路基板 2 3 で発熱回路部品 3 9 を裏面側の伝熱部材 3 5 及び 3 7 側に実装する場合について説明した。しかしながら、本発明は上記構成に限定されるものではない。すなわち、制御回路基板 2 2 及び電源回路基板 2 3 の伝熱部材 3 5 及び 3 7 とは反対側の外周領域に、発熱回路部品 3 9 を実装するようにしてよい。

[0047] さらに、図 1 及び図 2 においては、平滑用のコンデンサとしてフィルムコンデンサ 4 を適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、円柱状の電解コンデンサを適用するようにしてもよい。

また、本発明に係る電力変換装置 1 を、電気自動車に適用する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、軌条を走行する鉄道車両にも本発明を適用することができ、任意の電気駆動車両に適用することができる。さらに電力変換装置 1 としては電気駆動車両に限らず、他の産業機器における電動モータ等のアクチュエータを駆動する場合に本発明の電力変換装置 1 を適用することができる。

産業上の利用可能性

[0048] 以上のように、本発明に係る冷却構造体は、第 1 の発熱体及び冷却体の間の液密封止を確保するのに有用であり、本発明に係る電力変換装置は、放熱部材及び冷却体との間の液密封止を確保するのに有用である。

符号の説明

[0049] 1…電力変換装置、2…筐体、2 A…下部筐体、2 B…上部筐体、2 a…角筒体、2 b…蓋体、3…冷却体、3 a…給水口、3 b…排水口、3 c…冷

却体の上面、3 e…挿通孔、4…フィルムコンデンサ、4 a…正負の電極、5…浸漬部、6…周溝、7…Oリング、8…Oリング保持用突起、11…パワーモジュール、11 a…負極端子、11 b…3相交流出力端子、12…ケース体、13…放熱部材、14…固定ねじ、15…挿通孔、16…基板固定部、16 a…雌ねじ部、17…接液部、17 a…冷却フィン、21…駆動回路基板、21 a…挿通孔、22…制御回路基板、22 a…挿通孔、23…電源回路基板、23 a…挿通孔、24 a…雄ねじ部、24 b…雌ねじ部、25 a…雄ねじ部、25 b…雌ねじ部、32, 33…伝熱支持用金属板、32 a…伝熱支持板部、32 b…伝熱支持側板部、32 c…冷却体接触板部、32 c, 33 c…冷却体接触板部、32 c 1, 33 c 1…固定部材挿通孔、32 i…挿通孔、33 a…伝熱支持板部、33 b…伝熱支持側板部、33 c…冷却体接触板部、33 i…挿通孔、35…伝熱部材、37…伝熱部材、39…発熱回路部品、42…絶縁シート、43…絶縁シート、51…固定ねじ、52…接続コード、53, 59…圧着端子、55…バスバー、57…電流センサ、58…モータ接続ケーブル、60…固定ねじ

請求の範囲

[請求項1]

第1の発熱体と、
前記第1の発熱体に接合される冷却体と、
第2の発熱体と、
前記第2の発熱体の熱を前記冷却体に伝熱させる伝熱板と、を備え、
前記第1の発熱体は、前記冷却体に接合する側に突出して形成された接液部を有し、
前記冷却体は、前記第1の発熱体に接合する側に開口して形成され、通流される冷却液に前記接液部を浸漬する浸漬部と、当該浸漬部の開口を囲むように形成されてリングを装着した周溝と、を設け、
前記第1の発熱体及び前記冷却体は、前記周溝より外周側の互いの接合面で前記伝熱板を挟持して接合され、
前記リングの断面直径は、前記リングが弾性変形しながら密着する前記第1の発熱体の接合面と、前記リングが弾性変形しながら密着する前記周溝の接合面との間の距離より大きな値であることを特徴とする冷却構造体。

[請求項2]

一面に放熱部材が形成された半導体パワーモジュールと、
前記放熱部材に接合される冷却体と、
前記半導体パワーモジュールを駆動する発熱回路部品を含む回路部品を実装した実装基板の熱を、前記冷却体に伝熱させる伝熱板と、を備え、
前記放熱部材は、前記冷却体に接合する側に突出して形成された接液部を有し、
前記冷却体は、前記放熱部材に接合する側に開口して形成され、通流される冷却液に前記接液部を浸漬する浸漬部と、当該浸漬部の開口を囲むように形成されてリングが装着された周溝と、を設け、
前記放熱部材及び前記冷却体は、前記周溝より外周側の互いの接合

面で前記伝熱板を挟持して接合され、

前記Ｏリングの断面直径は、前記Ｏリングが弾性変形しながら密着する前記放熱部材の接合面と、前記Ｏリングが弾性変形しながら密着する前記周溝の接合面との間の距離より大きな値であることを特徴とする電力変換装置。

[請求項3]

電力変換用の半導体スイッチング素子をケース体に内蔵し、当該ケース体の一面に放熱部材が形成された半導体パワーモジュールと、

前記放熱部材に接合される冷却体と、

前記半導体スイッチング素子を駆動する発熱回路部品を含む回路部品を実装した実装基板と、

当該実装基板を前記半導体パワーモジュールとの間に所定間隔を保って支持し、当該実装基板の発熱を前記冷却体に筐体を介することなく放熱するように前記冷却体に接触させる伝熱支持用金属板と、を備え、

前記放熱部材は、前記冷却体に接合する側に接液部が突出して形成され、

前記冷却体は、前記放熱部材に接合する側に開口して形成され、通流される冷却液に前記接液部を浸漬する浸漬部と、当該浸漬部の外側に形成されてＯリングを装着した周溝とを設け、

前記放熱部材及び前記冷却体は、前記周溝より外側の互いの接合面で前記伝熱支持用金属板を挟持して接合され、

前記Ｏリングの断面直径は、前記伝熱支持用金属板の厚みと前記周溝の深さとを足した値より大きな値であることを特徴とする電力変換装置。

[請求項4]

前記周溝の開口部の縁部に、前記Ｏリングを保持するＯリング保持用突起が形成されており、当該Ｏリング保持用突起は、前記Ｏリングが前記放熱部材の接合面に弾性変形しながら密着するときに前記接合面との間に隙間を設けることを特徴とする請求項3記載の電力変換装

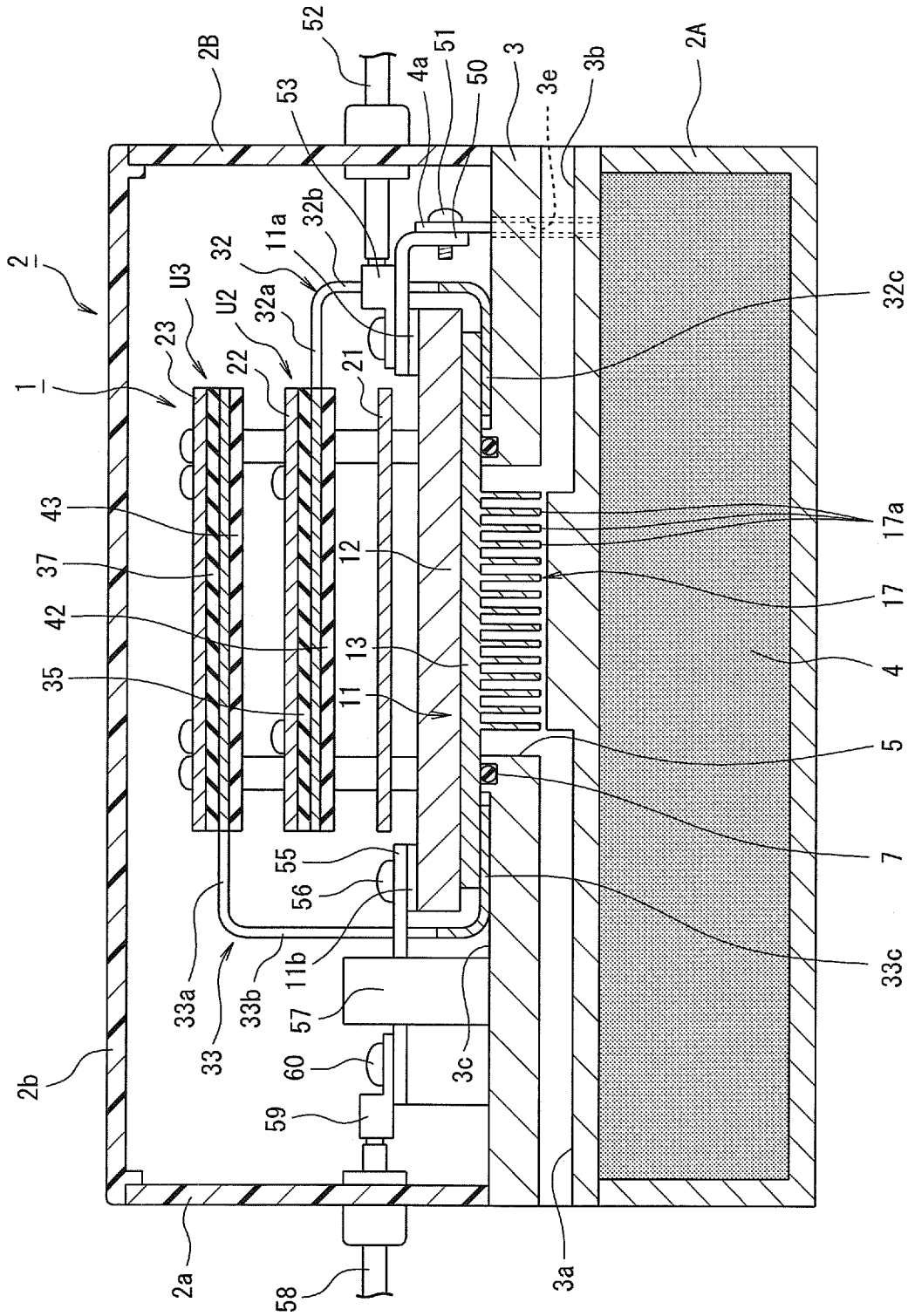
置。

[請求項5] 前記Oリング保持用突起は、前記周溝の開口部の少なくとも外周側の縁部に形成されていることを特徴とする請求項4記載の電力変換装置。

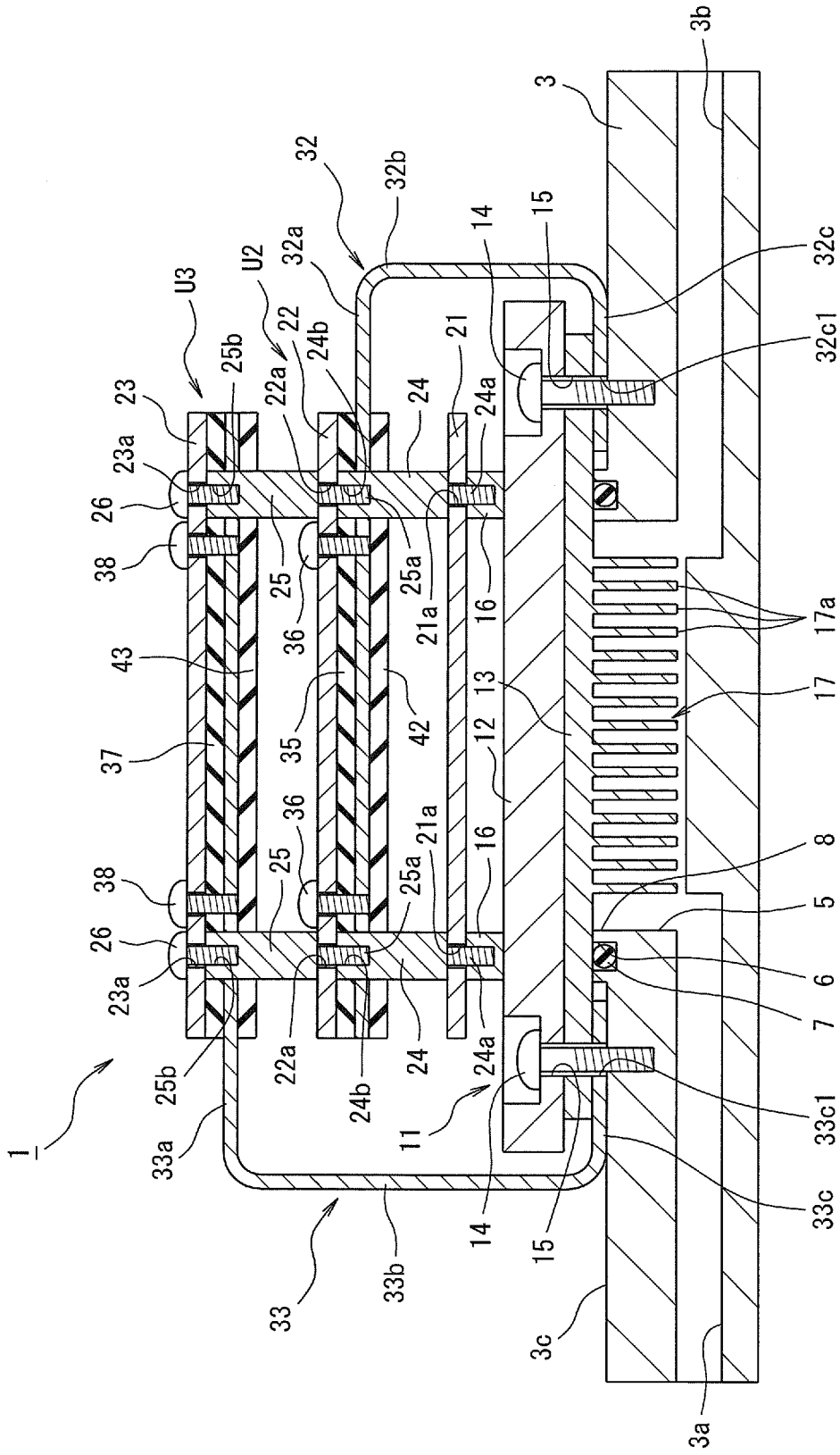
[請求項6] 前記周溝の底からOリング保持用突起の頂部までの高さは、前記Oリングの半径より大きな値であることを特徴とする請求項4又は5に記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記Oリングが前記放熱部材の前記接合面に密着しているときの前記周溝の底から前記放熱部材の前記接合面までの高さは、前記Oリングを許容つぶし率でつぶしたときの高さに設定されていることを特徴とする請求項3に記載の電力変換装置。

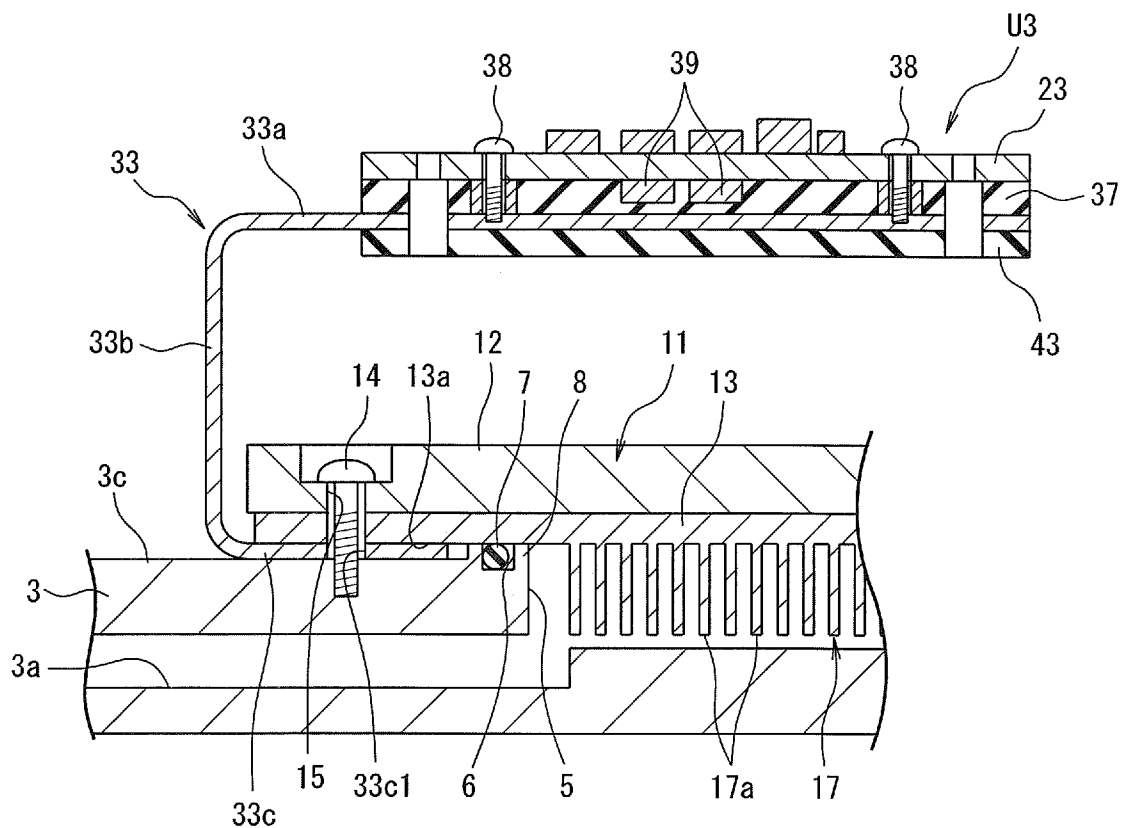
[図1]



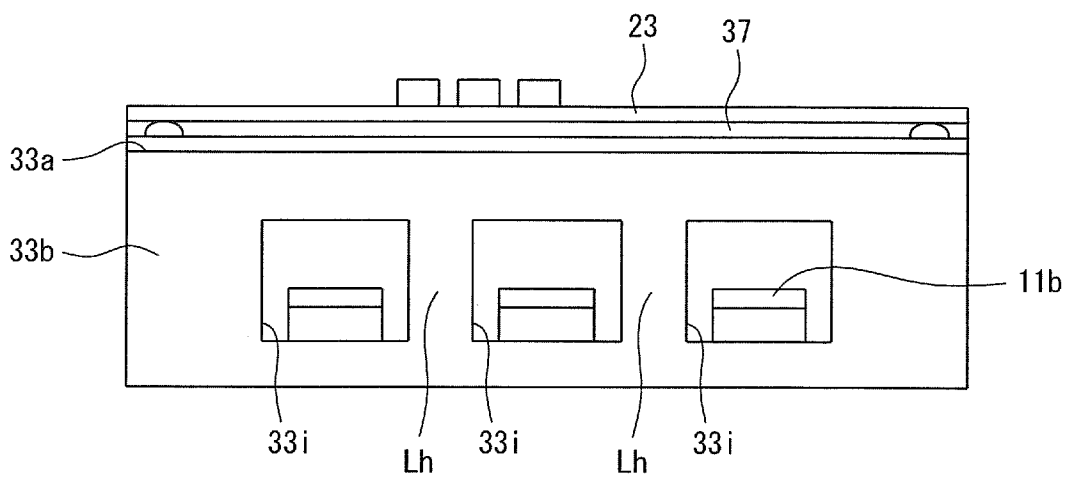
[図2]



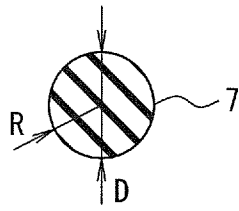
[図3]



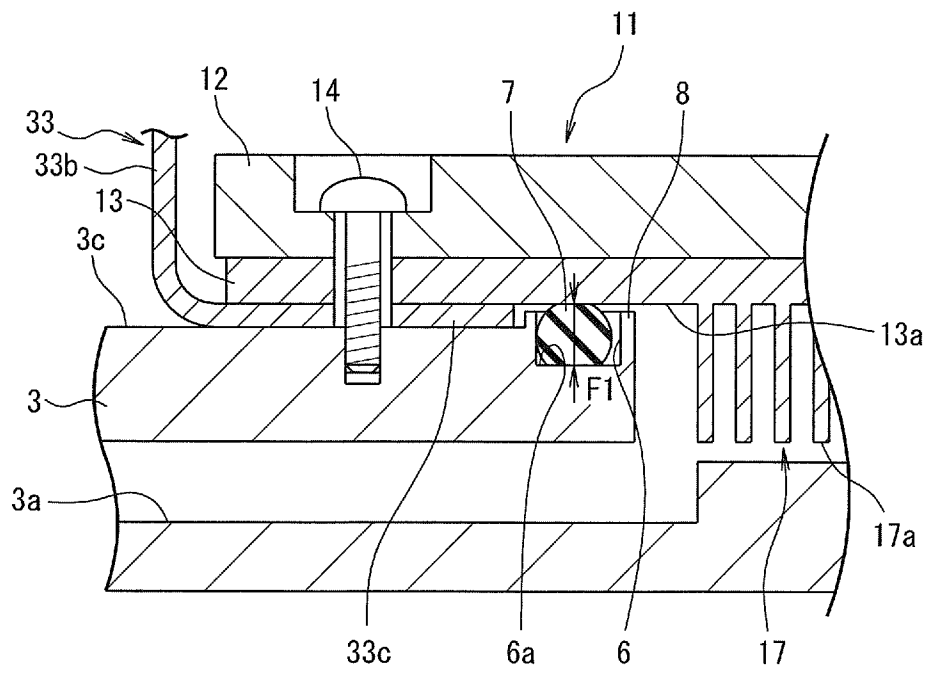
[図4]



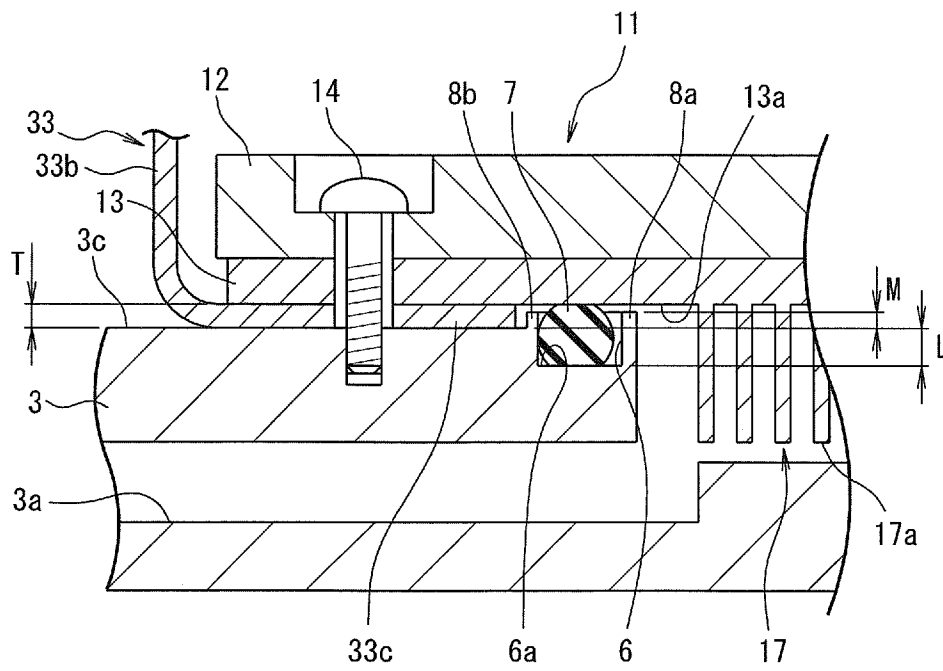
[図6]



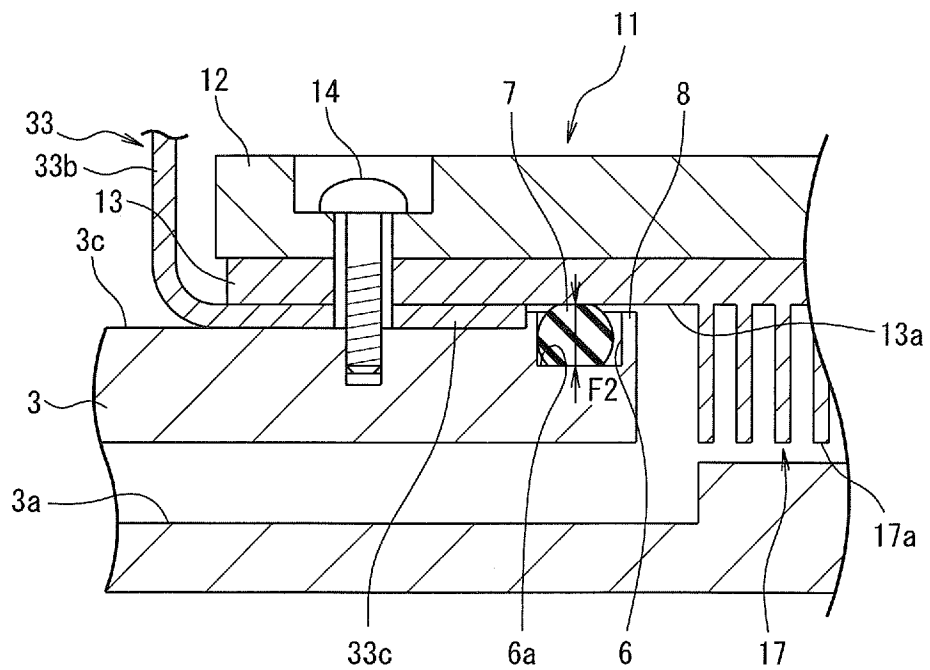
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/003048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L23/473(2006.01) 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)
H01L23/473

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y	JP 2009-4666 A (Hitachi, Ltd.), 08 January 2009 (08.01.2009), fig. 8 and the relevant passage & US 2008/0315401 A1	1-7
Y	JP 2007-103413 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 19 April 2007 (19.04.2007), fig. 2 and the relevant passage & US 2007/0075413 A1 & US 2010/0065953 A1	1-7

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 23 July, 2013 (23.07.13)	Date of mailing of the international search report 06 August, 2013 (06.08.13)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L23/473 (2006.01) 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. H01L23/473		
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 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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
Y	JP 2009-4666 A (株式会社日立製作所) 2009.01.08, 【図8】 及び その関連箇所 & US 2008/0315401 A1	1-7
Y	JP 2007-103413 A (沖電気工業株式会社) 2007.04.19, 【図2】 及 びその関連箇所 & US 2007/0075413 A1 & US 2010/0065953 A1	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 23.07.2013	国際調査報告の発送日 06.08.2013	
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) 田代 吉成 電話番号 03-3581-1101 内線 3471	4R 9448