

(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 12 月 22 日(22.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/203885 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/473 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/064457
- (22) 国際出願日: 2016 年 5 月 16 日(16.05.2016)
- (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 2015-121831 2015 年 6 月 17 日(17.06.2015) 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: 井上 大輔(INOUE Daisuke); 〒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: 本多 一郎(HONDA Ichiro); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 番 1 号 郵政福祉琴平ビル 6 階 本多国際特許事務所 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

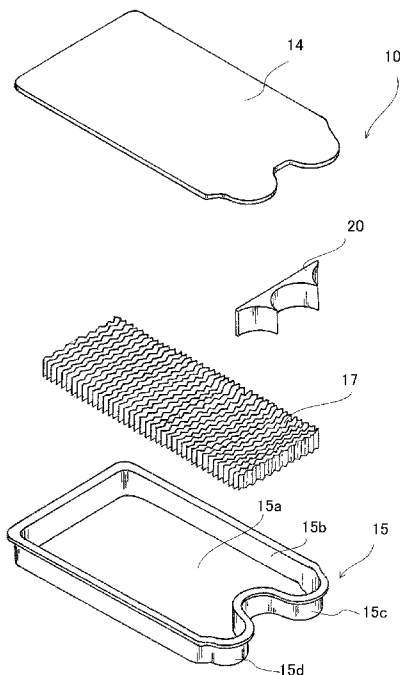
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR MODULE AND COOLER

(54) 発明の名称: パワー半導体モジュール及び冷却器

[図5]



(57) Abstract: This power semiconductor module is provided with: a laminate substrate; a semiconductor element joined to the front surface of the laminate substrate; a base plate 14 joined to the rear surface of the laminate substrate; a cooling case 15; and a heat sink 17 housed in the cooling case 15. The cooling case 15 has a bottom wall 15a and a side wall 15b formed around the bottom wall 15a, and has a cooling-liquid inlet portion 15c and a cooling-liquid outlet portion 15d which are each connected to either the bottom wall 15a or the side wall 15b. One end of the side wall 15b is joined to the rear surface of the base plate 14 such that a cooling liquid can flow into a space surrounded by the base plate 14, the bottom wall 15a, and the side wall 15b. The power semiconductor module is further provided with a spacer 20 near the inlet portion 15c and/or the outlet portion 15d of the cooling case 15.

(57) 要約: パワー半導体モジュールは、積層基板と、積層基板のおもて面に接合された半導体素子と、積層基板の裏面に接合されたベース板 14 と、冷却ケース 15 と、冷却ケース 15 内に収容されたヒートシンク 17 とを備える。冷却ケース 15 は、底壁 15a 及び底壁 15a の周りに形成された側壁 15b を有し、かつ、底壁 15a 及び側壁 15b のいずれかに接続した冷却液の入口部 15c 及び出口部 15d を有し、側壁 15b の一端がベース板 14 の裏面に接合され、ベース板 14、底壁 15a 及び側壁 15b により囲まれた空間内に冷却液を流通可能になっている。パワー半導体モジュールは、冷却ケース 15 の入口部 15c 及び出口部 15d のうち少なくとも一方の近傍に、スペーサ 20 を更に備えている。

WO 2016/203885 A1

明 細 書

発明の名称： パワー半導体モジュール及び冷却器

技術分野

[0001] 本発明は、半導体素子を冷却するための冷却器を備えるパワー半導体モジュール及び当該冷却器に関する。

背景技術

[0002] ハイブリッド自動車や電気自動車等に代表される、モータを使用する機器には、省エネルギーのために電力変換装置が利用されている。この電力変換装置にパワー半導体モジュールが広く利用されている。パワー半導体モジュールは、大電流を制御するためにパワー半導体素子を備えている。

[0003] パワー半導体素子は、大電流を制御する際の発熱量が大きい。また、パワー半導体モジュールは小型化や軽量化が要請され、出力密度が上昇する傾向にある。そのため、パワー半導体素子を複数備えたパワー半導体モジュールは、パワー半導体素子の冷却方法が電力変換効率を左右する。

[0004] パワー半導体モジュールの冷却効率を向上させるために、液冷式の冷却器を備え、この冷却器によりパワー半導体素子を冷却するパワー半導体モジュールがある。このパワー半導体モジュールの冷却器は、パワー半導体素子の発熱を伝熱させる金属ベース板と、金属ベース板の裏面に接合されたヒートシンクと、金属ベース板に接合され、ヒートシンクを収容する冷却ケースとを備え、冷却ケースに形成された導入口及び排出口を通して冷却ケース内の空間に冷却液を流通できるような構造を有している（特許文献１）。金属ベース板とヒートシンクと冷却ケースとは、ろう付け接合されている（特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００６－１００２９３号公報

特許文献２：特開２０１４－１７９５６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 冷却ケース内の冷却液の圧力分布を適切な状態に調整することで、冷却器の冷却効率を高めることができる。しかし、従来のパワー半導体モジュールは、導入口とヒートシンクとの間、及びヒートシンクと排出口との間で冷却液の圧力分布が乱れ、冷却性能が低下することがあった。例えば箱形の冷却ケースの一辺に導入口と排出口とを備える冷却器の場合に、冷却液の一部がヒートシンクの間の流路を流れず、ヒートシンクと冷却ケースの側壁との隙間を通して導入口から排出口へと直接的に流れる結果、冷却ケース内の冷却液の圧力分布が乱れていた。

[0007] 冷却ケースは絞り加工により成形されていることから、ヒートシンクと冷却ケースの側壁との隙間を小さくするような側壁の形状に絞り加工をすると、加工上の制約により冷却ケースが大型化するし、また、加工工数が増えるので製造コストが増大する。

特に自動車に搭載されるパワー半導体モジュールは、小型化、薄型化、軽量化の要請が強いため、冷却ケースの大型化は好ましくない。

[0008] 本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、パワー半導体モジュールの冷却器の導入口とヒートシンクとの間、及びヒートシンクと排出口との間における冷却液の圧力分布を整え、冷却効率を高めることができるパワー半導体モジュール及び冷却器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために本発明の一態様は以下のようなパワー半導体モジュールである。

パワー半導体モジュールは、積層基板と、積層基板のおもて面に接合された半導体素子と、積層基板の裏面に接合されたベース板と、冷却ケースと、冷却ケース内に収容されたヒートシンクとを備える。冷却ケースは、底壁及び当該底壁の周りに形成された側壁を有し、かつ、底壁及び側壁のいずれかに接続した冷却液の入口部及び出口部を有し、側壁の一端がベース板の裏面

に接合され、ベース板、底壁及び側壁により囲まれた空間内に冷却液を流通可能になっている。パワー半導体モジュールは、冷却ケースの入口部及び出口部のうち少なくとも一方の近傍に、スペーサを更に備えている。

[0010] 本発明の別の態様は、以下のような冷却器である。

冷却器は、ベース板と、冷却ケースと、冷却ケース内に収容されたヒートシンクとを備える。冷却器は、底壁及び当該底壁の周りに形成された側壁を有し、かつ、底壁及び底壁のいずれかに接続した冷却液の入口部及び出口部を有し、側壁の一端がベース板の裏面に接合され、ベース板、底壁及び側壁により囲まれた空間内に冷却液を流通可能になっている。冷却器は、冷却ケースの入口部及び出口部のうち少なくとも一方の近傍に、スペーサを更に備えている。

発明の効果

[0011] 本発明のパワー半導体モジュールによれば、パワー半導体モジュールの冷却器の導入口とヒートシンクとの間、及びヒートシンクと排出口との間における冷却液の圧力分布を最適化して、冷却効率を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明のパワー半導体モジュールの一実施形態の分解斜視図である。

[図2]図1のパワー半導体モジュールの回路図である。

[図3]図1のパワー半導体モジュール1の平面図である。

[図4]図3のI-V-I-V線の断面図である。

[図5]冷却器の分解斜視図である。

[図6]冷却器の入口部及び出口部近傍の平面図である。

[図7]スペーサの形状の変形例の説明図である。

[図8]本発明の別の実施形態の冷却器の説明図である。

[図9]従来の冷却器の分解斜視図である。

[図10]図9の冷却器の平面図である。

[図11]図9の冷却器の入口部及び出口部近傍の部分平面図である。

[図12]従来の冷却器の入口部及び出口部近傍の部分平面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明のパワー半導体モジュールの実施形態を、図面を用いて具体的に説明する。以下の説明に表れる「上」、「下」、「底」、「前」、「後」等の方向を示す用語は、添付図面の方向を参照して用いられている。

[0014] (実施形態1)

図1は本発明のパワー半導体モジュールの一実施形態の分解斜視図である。図1に示すパワー半導体モジュール1は、積層基板の具体例としての絶縁基板11と、絶縁基板11のおもて面に接合された半導体チップ12と、枠形状を有し、絶縁基板11及び半導体チップ12を囲む樹脂ケース13と、絶縁基板11の裏面に接合された、ベース板の具体例としての金属ベース板14と、金属ベース板14の裏面に接合された冷却ケース15とを備えている。

[0015] 図示した本実施形態では3個の絶縁基板11が、金属ベース板14の短手方向の中央で、長手方向に沿って一列に配置されている。各絶縁基板11は、一個の絶縁基板11上に半導体チップ12を搭載している。図示した本実施形態の半導体チップ12は、いずれもIGBTとFWDとを1チップ化した逆導通IGBT(RC-IGBT)の例であり、一個の絶縁基板11上に図示した例では4個が配置されている。半導体チップ12は、逆導通IGBTに限られず、一個の絶縁基板11上にIGBTとFWDとをそれぞれ搭載することもできる。また、スイッチング素子は、IGBTに限られず、MOSFET等であってもよい。半導体チップ12の基板にはシリコンの他、炭化けい素、窒化ガリウムやダイヤモンド等のワイドバンドギャップ材料も用いられる。

[0016] 図2に、図1のパワー半導体モジュールの回路図を示す。パワー半導体モジュール1は、インバータ回路を構成する6in1タイプのパワー半導体モジュールの例である。金属ベース板14上の3個の絶縁基板11は、インバータ回路のU相、V相及びW相を構成している。また、1つの絶縁基板11上で4個の半導体チップ12は、電氣的に並列に接続された2個1組の合計

2組が、インバータ回路を構成する一相における上アーム及び下アームを構成している。

[0017] 樹脂ケース13は、PPS（ポリフェニレンサルファイド）樹脂やウレタン樹脂等の絶縁性樹脂よりなり、上面から底面にかけて貫通する開口を中央に有する枠形状を有している。樹脂ケース13の底面は、金属ベース板14のおもて面に、接着剤で接合されている。樹脂ケース13の上面の周縁に沿って外部端子16A～16Eの一端が突出している。このうち樹脂ケース13の長手方向縁部の一方に配置された外部端子16AはU端子、外部端子16BはV端子、外部端子16CはW端子である。また、樹脂ケース13の長手方向縁部の他方に配置された外部端子16DはP端子、外部端子16EはN端子である。外部端子16A～16Eはインサート成形等により樹脂ケース13に一体的に取り付けられている。外部端子16A～16Eの他端は、樹脂ケース13の枠内に露出し、半導体チップ12の電極等とボンディングワイヤやリードフレーム（図示せず）等の導電部材により電氣的に接続されている。

[0018] 図3に、図1のパワー半導体モジュール1の平面図を示す。なお、この平面図では理解を容易にするために、樹脂ケース13の上面で枠内を覆う蓋、枠内に注入される封止材及びボンディングワイヤの図示を省略して樹脂ケース13内の絶縁基板11及び半導体チップ12が見えている状態を示している。1個の絶縁基板11に接合された4個の半導体チップ12のうち、金属ベース板14の短手方向に沿って並列に配置された2個の半導体チップ12Aが上アームを構成し、半導体チップ12Bが下アームを構成している。後で説明するように金属ベース板14の直下で冷却液は、金属ベース板14の短手方向と平行な方向に流れる。この冷却液の流動方向に合わせて半導体チップ12A及び半導体チップ12Bを並列に配置することにより、半導体チップ12Aと、半導体チップ12Bとの冷却効率を等しくすることができる。

[0019] 金属ベース板14は、樹脂ケース13と略同じ又はそれ以上の大きさにな

る長方形のおもて面及び裏面を有している。金属ベース板 14 は、熱伝導性の良好な金属、例えば銅、アルミニウム若しくはアルミニウム合金、又はこれらの金属と、ろう材との複合材料（クラッド材）よりなる。金属ベース板 14 のおもて面に、積層基板の具体例としての絶縁基板 11 が、接合材、例えばはんだにより接合されている。もしくは、接合材として、ろう材による接合でもよい。また、接合材の代わりに、熱伝導性のグリースを金属ベース板 14 と絶縁基板 11 との間に介在させることもできる。

[0020] 冷却ケース 15 は、冷却ジャケットとも呼称される。冷却ケース 15 は、底壁 15a 及び当該底壁 15a の周りに形成された側壁 15b を有し、上端が開口となっている。この上端を金属ベース板 14 に例えばろう付けにより接合することにより、金属ベース板 14 と冷却ケース 15 とで冷却液が漏れないように囲まれた内部空間が形成されている。この内部空間に、ヒートシンクとしてのフィン 17 が配置されている。半導体チップ 12 を冷却する冷却器 10 は、金属ベース板 14 と冷却ケース 15 とフィン 17 を含む。

[0021] 図 4 に図 3 の I-V-I'V 線の断面図を示す。絶縁基板 11 は、セラミック絶縁板 11a と、このセラミック絶縁板 11a のおもて面に選択的に形成された銅箔等よりなる回路板 11b と、このセラミック絶縁板 11a の裏面に形成された銅箔等よりなる金属板 11c とを貼り合わせてなる。回路板 11b と半導体チップ 12 との接合は、例えば接合材としてのはんだ 18 よりなる。金属板 11c と金属ベース板 14 との接合は、例えば接合材としてののはんだ 18 よりなる。はんだの代わりに焼結材料を用いてもよい。樹脂ケース 13 の枠内において絶縁基板 11 及び半導体チップ 12 は、エポキシ樹脂等の絶縁性樹脂又はシリコン等の絶縁性ゲルよりなる封止材 19 によって封止されていて、絶縁性を高めている。なお、図 4 では、外部端子については図示を省略し、また、半導体チップ 12 の表面に形成されている電極と、外部端子等とを電氣的に接続しているボンディングワイヤ等の配線部材については図示を省略している。また、図 4 では、樹脂ケース 13 の上面に取り付けられている蓋についても図示を省略している。

[0022] 図5に、冷却器10の分解斜視図を示す。冷却ケース15の底壁15aと側壁15bにより囲まれた略直方体の空間に、ヒートシンクとしてのフィン17が収容されている。図示した本実施形態において、フィン17は冷却ケース15の短手方向に延びるように複数個がそれぞれ間隔を空けて並列に配置された複数の薄板を含む。図示したフィン17は、上方から見て金属ベース板14及び冷却ケース15の短手方向に波形を有している。フィン17の形状は、図示した例に限られず、直線形でもよい。フィン17はピン形状であってもよいが、上述した波形又は直線形の板状のフィン17であることが好ましい。フィン17は、金属ベース板14と同様に熱伝導性の良好な金属からなる。各フィン17の上端は金属ベース板14の裏面に、ろう付けにより接合されている。これにより、半導体チップ12から生じた熱は、絶縁基板11及び金属ベース板14を経てフィン17に伝導される。ヒートシンクは全体として冷却ケース15に収容可能な略直方体形状である。

[0023] 図示した冷却ケース15は、短手方向の一辺（側壁）の両端に、冷却液の入口部15c及び出口部15dを有している。入口部15c及び出口部15dは冷却ケース15の側壁から長手方向に突出する凸形状である。この入口部15cの底面に導入口15eを有し、出口部15dの底面に排出口15fを有している。導入口15eを入口部15cの底面に、また、排出口15fを出口部15dの底面に有していること、換言すれば導入口15eが底壁15aに形成され、また、排出口15fが底壁15aに形成されていることは、側壁に有する場合に比べて冷却器10を構成している冷却ケース15の高さを抑制することができるので、小型化、薄型化、軽量化が求められている車載用のパワー半導体モジュールに好ましい。

[0024] 冷却ケース15は、金属ベース板14及びフィン17と同様に熱伝導性の良好な金属からなる。冷却ケース15が、金属ベース板14及びフィン17と同種の材料からなることにより、熱膨張係数差による応力や歪みを抑制することができるので好ましい。冷却ケース15は、絞り加工により成形されている。

- [0025] 冷却ケース 15 の内側の入口部 15 c 及び出口部 15 d の近傍に、より具体的には入口部 15 c 及び出口部 15 d 近傍の側壁 15 b とフィン 17 との間に、スペーサ 20 が配置されている。
- [0026] 図 6 に、冷却器 10 の入口部 15 c 及び出口部 15 d 近傍の平面図を示す。冷却器 10 は、入口部 15 c の導入口 15 e 及び出口部 15 d の排出口 15 f が、フィン 17 の短手方向端部よりも短手方向中央寄り（内側）に位置している。平面視したとき、導入口 15 e 及び排出口 15 f のそれぞれの開口がヒートシンクの長辺を延長した線と交差している。冷却器 10 は、入口部 15 c の導入口 15 e からフィン 17 に向けて冷却液を案内する第 1 の流路 15 g を、冷却ケース 15 の長手方向の側壁 15 b に沿って有し、冷却液を出口部 15 d の排出口 15 f に案内する第 2 の流路 15 h を、第 1 の流路 15 g とは反対側でかつ、冷却ケース 15 の長手方向の側壁 15 b に沿って有し、フィン 17 を冷却する第 3 の流路 15 i を、第 1 の流路 15 g と第 2 の流路 15 h との間でかつ、隣り合うフィン 17 間に有している。
- [0027] 薄板形状のフィン 17 が冷却ケース 15 の短手方向に延びるように配置されていることにより、入口部 15 c から導入された冷却液は、第 1 の流路 15 g を通してフィン 17 の間の第 3 の流路 15 i を冷却ケース 15 の短手方向に流れ、第 2 の流路 15 h を通って出口部 15 d の排出口 15 f から排出される。
- [0028] スペーサ 20 は、冷却器 10 の入口部 15 c からフィン 17 の角部までにわたって、フィン 17 に隣接して配置され、第 1 の流路 15 g に冷却液を案内する。また、出口部 15 d からフィン 17 の角部までにわたって配置され、第 2 の流路 15 h から出口部 15 d に冷却液を案内する。スペーサ 20 は、金属ベース板 14、冷却ケース 15 及びフィン 17 と同様に熱伝導性の良好な金属からなる。スペーサ 20 が、金属ベース板 14、冷却ケース 15 及びフィン 17 と同種の材料からなることにより、熱膨張係数差による応力や歪みを抑制することができるので好ましい。スペーサ 20 は、金属ベース板 14 及び冷却ケース 15 に、ろう付けされている。

[0029] 冷却器 10 が凸状の入口部 15 c と出口部 15 d の間にスペーサ 20 を備えることにより、導入口 15 e と排出口 15 f との間で、隙間を塞ぎ、側壁 15 b とフィン 17 との間隙を通して直接的に冷却液が流れることを防ぎ、また、スペーサ 20 の形状を最適化することで、導入口 15 e とフィン 17 との間の冷却液の流れ、及びフィン 17 と排出口 15 f との間の冷却液の流れをスムーズにすることができる。したがってスペーサ 20 により、冷却器 10 内の冷却液の流速分布の適切な調整を容易にして、冷却性能を向上させることができる。また、スペーサ 20 は、冷却ケース 15 の形状に応じた形状にする設計の自由度が大きいので、冷却ケース 15 については、作製する際に、冷却ケース 15 の導入口 15 e 及び出口部 15 d 近傍の側壁 15 b を、高加工度の絞り加工によりフィン 17 の角部近傍まで位置させる必要がなくなる。したがって、冷却ケース 15 を小型化することができる。また、絞り加工は低加工度で済むので絞り加工の金型数も少なく済み、製造コストを低減することができる。なお、図示した例では入口部 15 c 及び出口部 15 d は内側にそれぞれ略半円筒の側面を備えており、スペーサ 20 はこれらの側面からヒートシンクの角部に連なる弧状の側面を備えている。スペーサ 20 の高さは、フィン 17 の高さ以下とするとよい。

[0030] 図 7 に、スペーサ 20 の変形例を示す。スペーサは、図 6 及び図 7 (a) に示した一体的な形状のスペーサ 20 に限られず、図 7 (b) に示すような、入口部 15 c と出口部 15 d とにそれぞれ対応した、分割された形状のスペーサ 20 A であってもよい。また、図 7 (c) に示すように入口部 15 c と出口部 15 d に直面する部分が、上からみて直線形の平面であるスペーサ 20 B であってもよい。

[0031] (実施形態 2)

図 8 を用いて、本発明の実施形態 2 の冷却器を説明する。なお、図 8 の冷却器を用いたパワー半導体モジュールは、絶縁基板、半導体チップ、樹脂ケース等については実施形態 1 のパワー半導体モジュールと同様とすることができる。

図8（a）の斜視図に示す冷却器21は、冷却ケース25の外形が、実施形態1に示した冷却器10とは異なっている。具体的に、冷却ケース25は、底壁25a及び当該底壁25aの周りに形成された側壁25bを有し、上端が開口となっている。底壁25a及び側壁25bにより囲まれた空間に、フィン17が收容されている。入口部25c及び出口部25dが、冷却ケース25の略対角線上の角部に形成されている。入口部25cの底面に導入口25eを有し、出口部25dの底面に排出口25fを有している。冷却ケース25は、絞り加工により成形される。

[0032] 冷却器21は、入口部25c近傍の側壁25bとフィン17との間に、スペーサ22を備えている。また、出口部25d近傍の側壁25bとフィン17との間に、スペーサ22を備えている。スペーサ22は、冷却ケース25及びフィン17と同様に熱伝導性の良好な金属からなる。スペーサ22が、冷却ケース25及びフィン17と同種の材料からなることにより、熱膨張係数差による応力や歪みを抑制することができるので好ましい。

[0033] 出口部25d近傍の平面図を図8（b）に示す。スペーサ22は、略三角形の平面（断面）形状を有し、フィン17と同じ高さを有している。入口部25c近傍に備えるスペーサ22も同様である。スペーサ22は、冷却器21の入口部25cからフィン17の角部までにわたって、フィン17に隣接して配置され、第1の流路25gに冷却液を案内する。また、出口部25dからフィン17の角部までにわたって配置され、第2の流路25hから出口部25dに冷却液を案内する。

[0034] 冷却器21がスペーサ22を備えることにより、導入口25eと排出口25fとの間で、側壁25bとフィン17との間隙を通して冷却液が流れることをスペーサ22により防いでいるので、金属ベース板14面内の冷却性能の著しい低下を防ぐことができる。また、スペーサ22により導入口25eとフィン17との間の冷却液の流れ及びフィン17と排出口25fとの間の冷却液の流れをスムーズにすることができる。したがってスペーサ22により、冷却器21内の冷却液の流速分布の適切な調整を容易にして、冷却性能

を向上させることができる。また、スペーサ 22 を備えることにより、冷却ケース 25 を作製する際に、冷却ケース 25 の導入口 25 e 及び出口部 25 d 近傍の側壁 25 b を、絞り加工の高加工によりフィン 17 の角部近傍に位置させる必要がなくなる。したがって、冷却ケース 25 を小型化することができ、また、絞り加工は低加工で済むので絞り加工の金型数も少なくて済み、製造コストを低減することができる。

[0035] 実施形態 1 ～実施形態 2 から理解されるように、冷却器の入口部及び出口部の位置にかかわらずスペーサを備えることができる。なお、実施形態 1 ～実施形態 2 に示した冷却器はいずれも、導入口及び排出口が冷却器の底面に形成されているが、導入口及び排出口の位置は、冷却器の底面に限定されず、冷却器の側面に形成されていてもよい。

また、冷却器の入口部及び出口部の位置は、実施形態 1 ～実施形態 2 に示した冷却器に限られず、例えば冷却ケースの対向する長手方向の一辺の中央部に、該入口部及び該出口部を有する冷却器とすることができる。

[0036] (比較例)

比較例として従来の冷却器を図 9 ～ 12 を用いて説明する。図 9 に分解斜視図で示す冷却器 100 は、金属ベース板 14 と、金属ベース板 14 の裏面に接合された冷却ケース 115 とヒートシンクとしてのフィン 17 を備えているが、スペーサを備えていない。金属ベース板 14 及びフィン 17 は、先に実施形態 1 で説明したものと同一であり、詳細な説明は省略する。冷却ケース 115 は、底壁 115 a 及び側壁 115 b を備え、実施形態 1 の冷却ケース 15 とほぼ同じ形状及び構造を有している。

[0037] 図 10 に平面図で示すように、冷却ケース 115 は、入口部 115 c と出口部 115 d とを有する。入口部 115 c に導入口 115 e を有し、出口部 115 d に排出口 115 f を有する。冷却ケース 115 は、入口部 115 c と出口部 115 d との間の側壁 115 b が、フィン 17 に近接するような曲面になっている。図 11 に入口部 115 c 及び出口部 115 d 近傍の部分平面図を示すように、入口部 115 c と出口部 115 d との間の側壁 115 b

は、絞り加工により作製されるので、フィン１７に近接するような曲面とするために、作成時には高加工度の絞り加工が必要であった。そのため、絞り加工の金型数が多く必要であり、製造コストの増加を招いていた。

図１２に、入口部１１５ｃと出口部１１５ｄとの間の側壁１１５ｂを、低加工度の絞り加工で作成した冷却器の入口部１１５ｃ及び出口部１１５ｄ近傍の部分平面図を示す。図１２に示す冷却器は、入口部１１５ｃと出口部１１５ｄとの間の側壁１１５ｂを、低加工度の絞り加工で作成したためにフィン１７と側壁１１５ｂとの間の隙間ｇが大きく、この隙間ｇを通して冷却液が直接的に入口部１１５ｃから出口部１１５ｄへ流れ、冷却器１００内の冷却液の圧力分布が乱れる結果、冷却性能が低下していた。

[0038] 図５～６に示した実施形態１の冷却器１０と、図９～１２に示した従来の冷却器１００との対比により、実施形態１の冷却器１０の効果は明らかである。具体的には、スペーサ２０によりフィン１７と側壁１５ｂとの間の隙間を埋めていることから、入口部１５ｃと出口部１５ｄとの間の側壁１５ｂを、低加工度の絞り加工で作製しても冷却液の圧力分布を良好な状態に維持することができる。また低加工度の絞り加工で作製できることから、製造コストを低減させることができる。

[0039] 以上、本発明のパワー半導体モジュール等の実施形態を、図面を用いて説明したが、本発明のパワー半導体モジュール等は、各実施形態及び図面の記載に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で幾多の変形が可能であることはいうまでもない。

符号の説明

- [0040] １ パワー半導体モジュール
- １０、２１ 冷却器
- １１ 絶縁基板
- １２ 半導体チップ（半導体素子）
- １３ 樹脂ケース
- １４ 金属ベース板

15、25 冷却ケース

15a、25a 底壁

15b、25b 側壁

15c、25c 入口部

15d、25d 出口部

15e、25e 導入口

15f、25f 排出口

17 フィン（ヒートシンク）

20、22 スペーサ

請求の範囲

- [請求項1] 積層基板と、
前記積層基板のおもて面に接合された半導体素子と、
前記積層基板の裏面に接合されたベース板と、
底壁及び前記底壁の周りに形成された側壁を有し、かつ、前記底壁及び前記底壁のいずれかに接続した冷却液の入口部及び出口部を有し、前記側壁の一端が前記ベース板の裏面に接合され、前記ベース板、前記底壁及び前記側壁により囲まれた空間内に冷却液を流通可能な冷却ケースと、
前記冷却ケース内に収容されたヒートシンクと、
を備え、
前記冷却ケースの前記入口部及び前記出口部のうち少なくとも一方の近傍に、スペーサを更に備えたパワー半導体モジュール。
- [請求項2] 前記スペーサが、前記入口部及び前記出口部のうち少なくとも一方の近傍の側壁とヒートシンクとの間に配置された請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項3] 前記スペーサが、前記入口部及び前記出口部のうち少なくとも一方から前記ヒートシンクの角部までにわたって、前記ヒートシンクに隣接して配置された請求項2記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項4] 前記スペーサが、前記ベース板及び前記冷却ケースに、ろう付けされた請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項5] 前記スペーサが、前記ベース板及び前記冷却ケースと同じ材料からなる請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項6] 前記冷却ケースが、絞り加工により作製された請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項7] 前記ヒートシンクが、波形又は直線形の薄板よりなる請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項8] 前記入口部の底面に導入口を有し、前記出口部の底面に排出口を有

する請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項9] 前記冷却ケースの短手方向の一辺の両端に、前記入口部及び前記出口部を有する請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項10] 前記冷却ケースの略対角線上の角部に、前記入口部及び前記出口部を有する請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

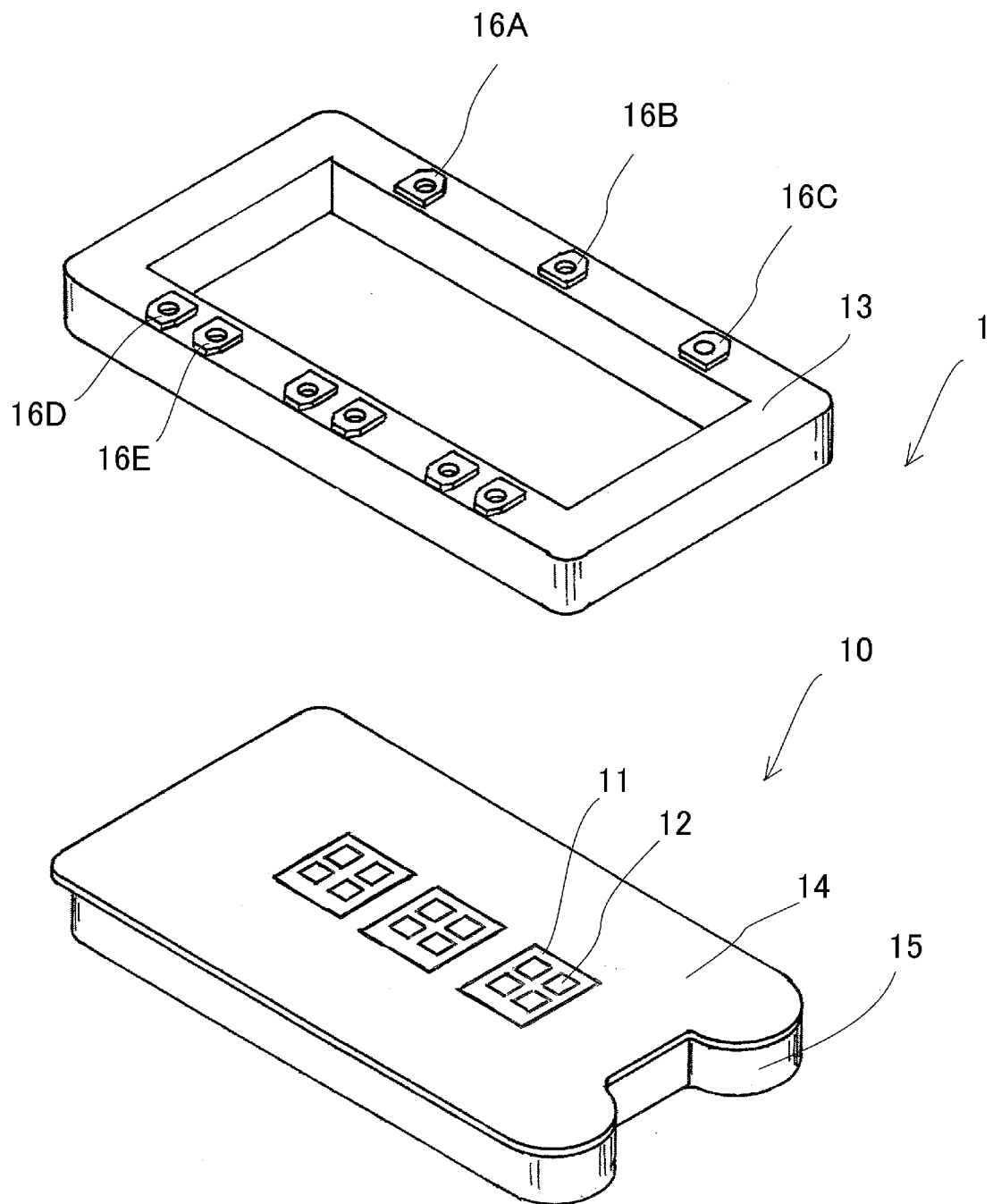
[請求項11] 前記冷却ケースの対向する長手方向の一辺の中央部に、前記入口部及び前記出口部を有する請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項12] ベース板と、
底壁及び前記底壁の周りに形成された側壁を有し、かつ、前記底壁及び前記側壁のいずれかに接続した冷却液の入口部及び出口部を有し、前記側壁の一端が前記ベース板の裏面に接合され、前記ベース板、前記底壁及び前記側壁により囲まれた空間内に冷却液を流通可能な冷却ケースと、

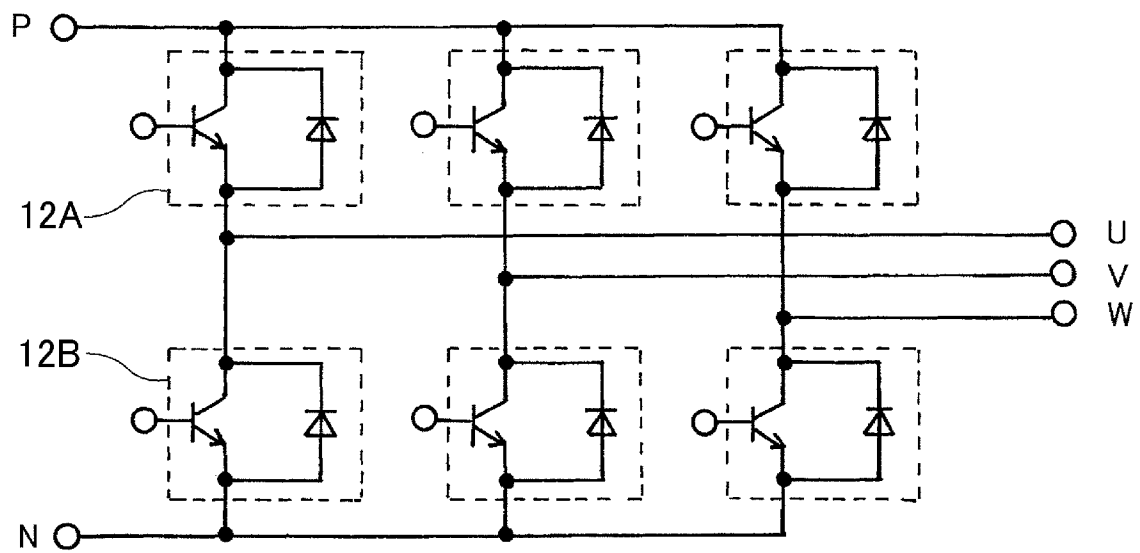
前記冷却ケース内に収容されたヒートシンクと、
を備え、

前記冷却ケースの前記入口部及び前記出口部のうち少なくとも一方の近傍に、スペーサを更に備えた冷却器。

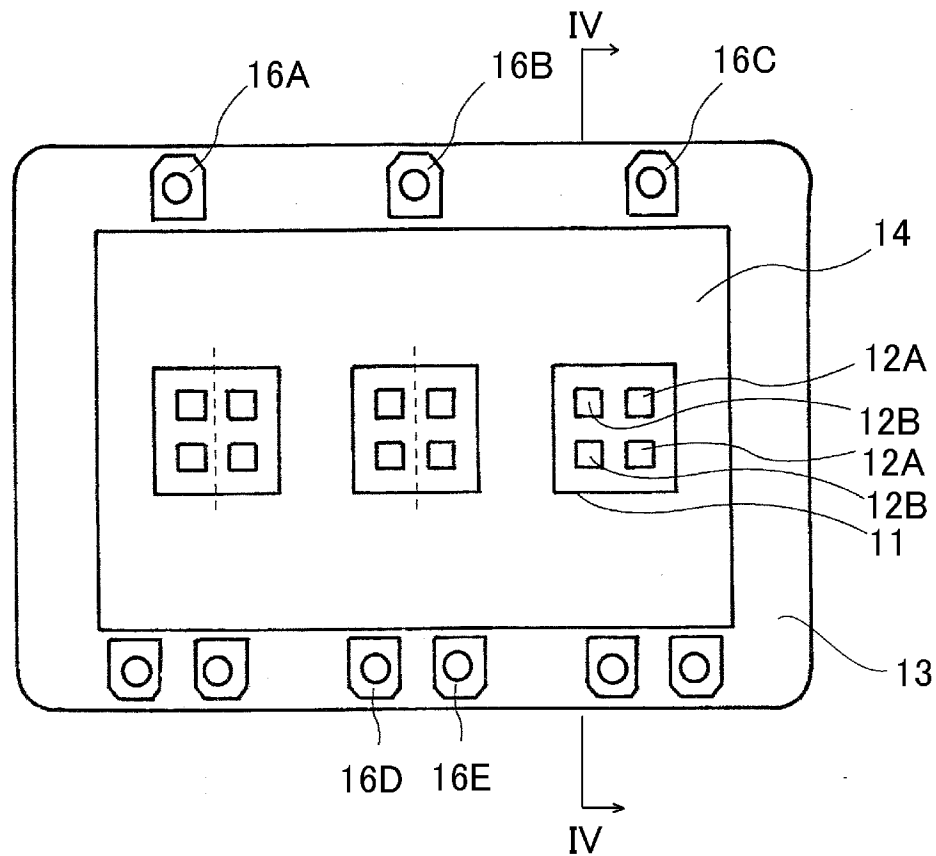
[図1]



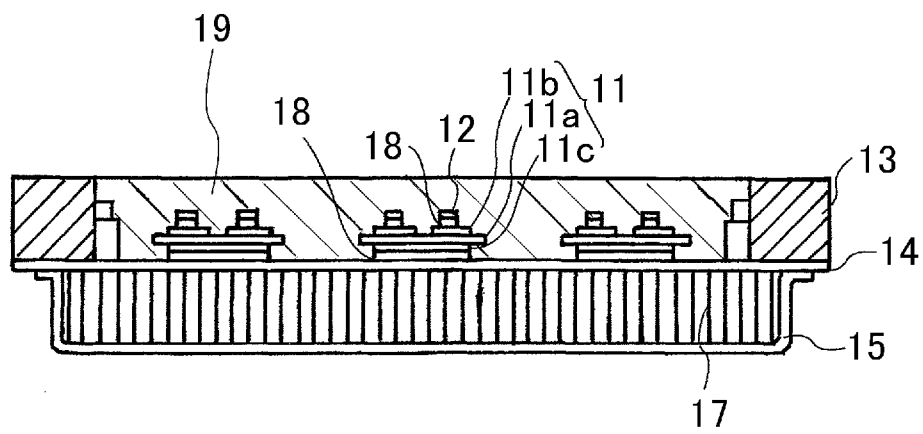
[図2]



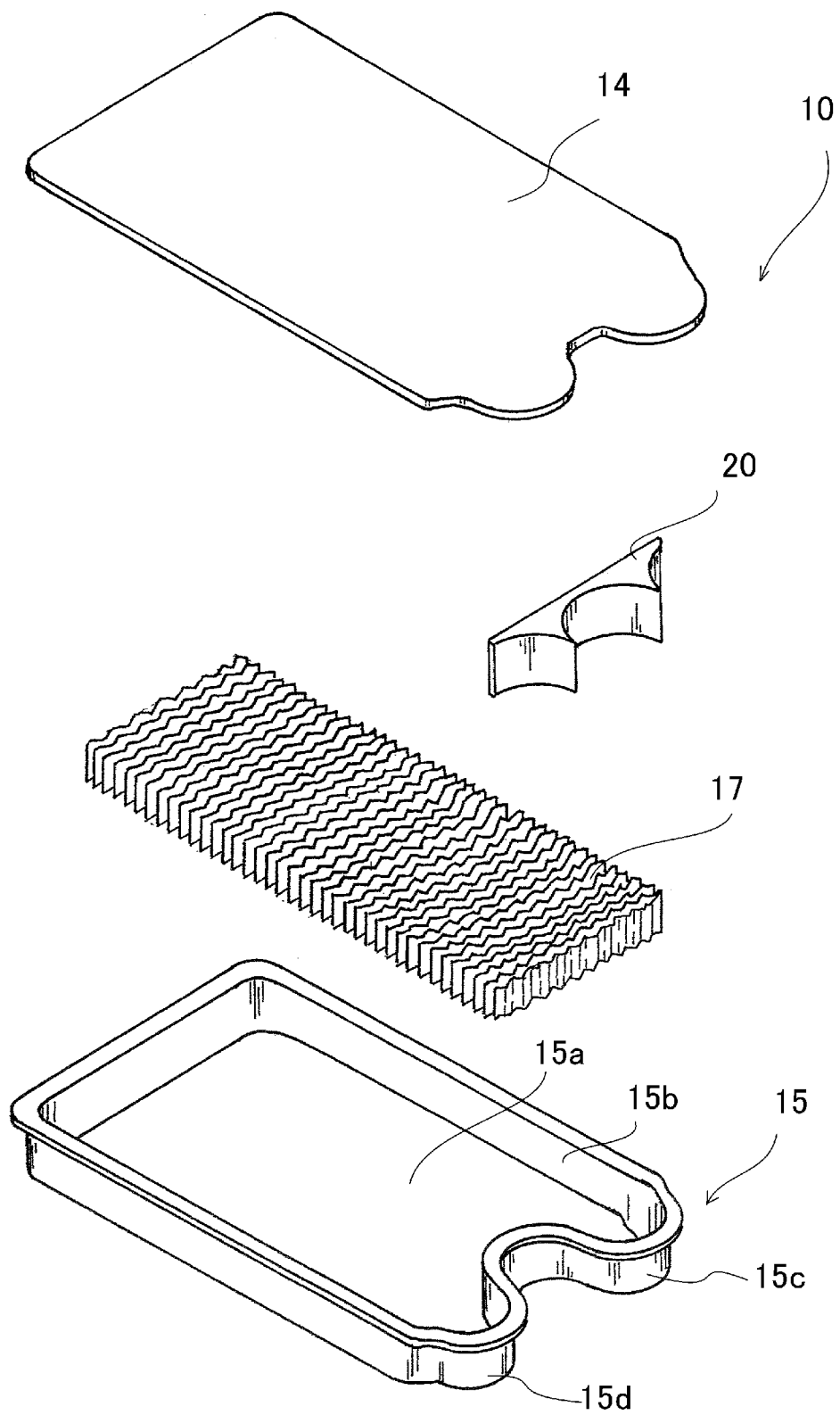
[図3]



[図4]



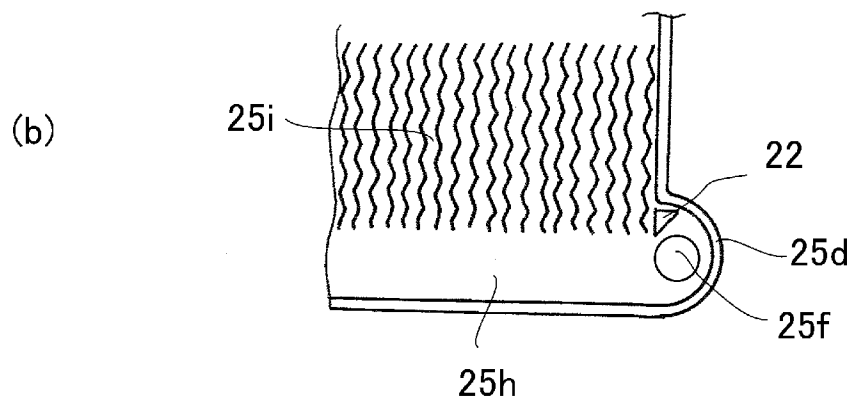
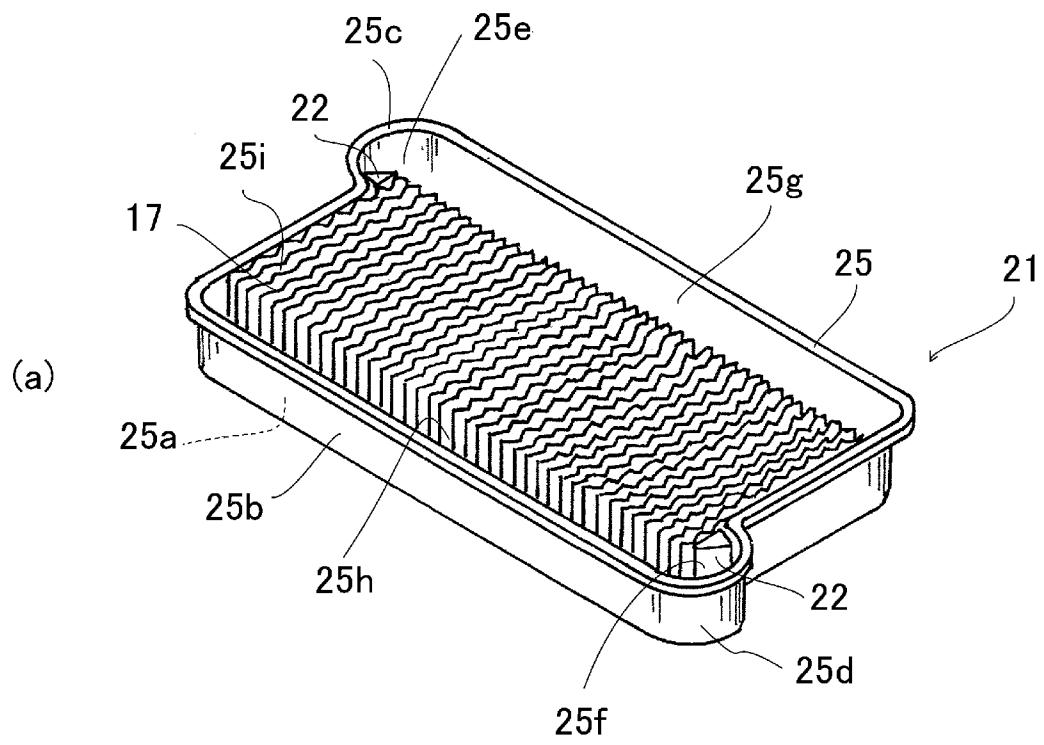
[図5]



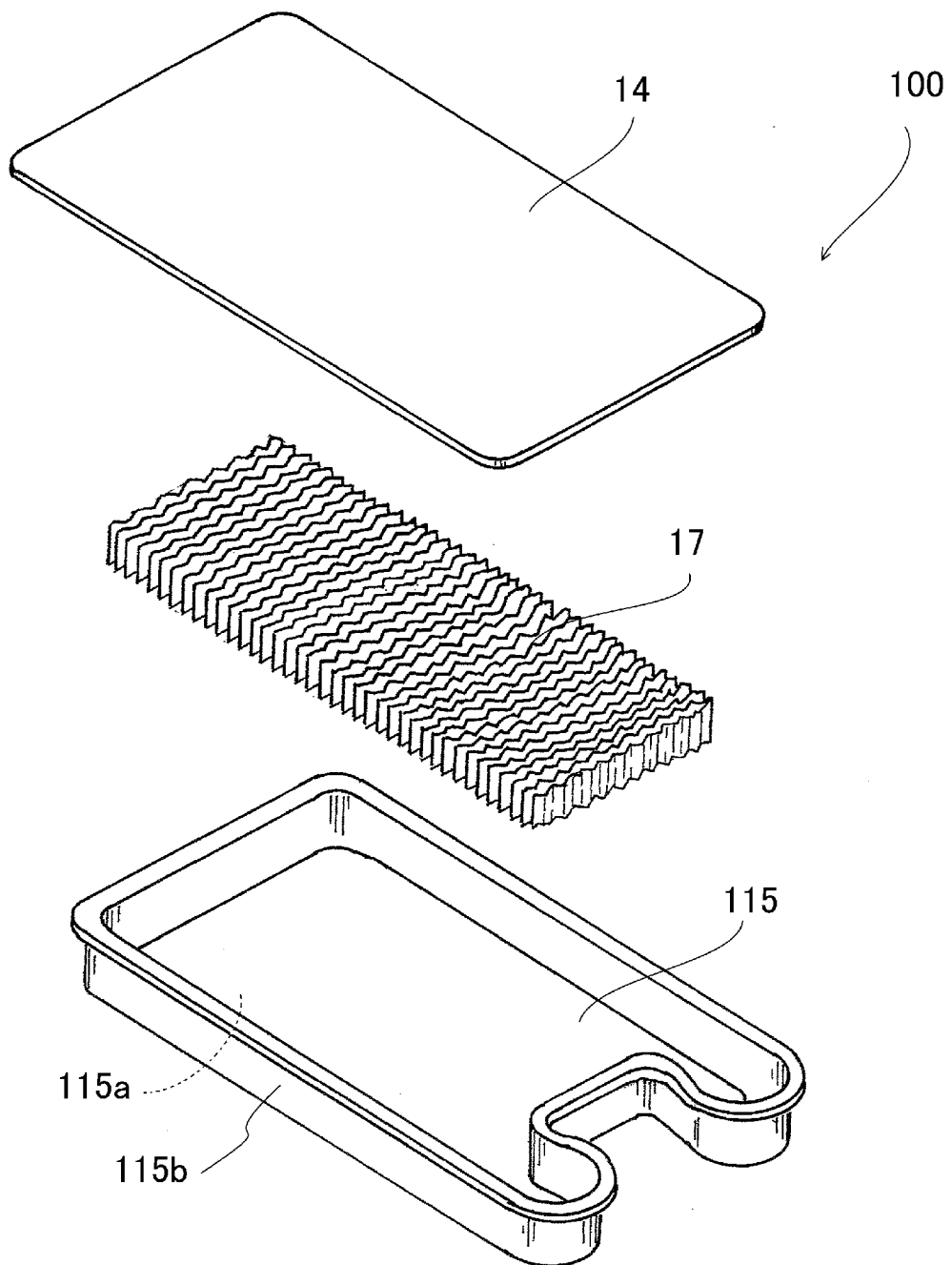
A cross-sectional view of a device. It features a central region with a wavy internal structure, labeled 17. This region is bounded by a layer labeled 15i. The entire assembly is enclosed within a frame or housing labeled 15b. The top and bottom edges of the frame are labeled 15g and 15h, respectively. On the right side, there are two circular features, labeled 15e (top) and 15f (bottom), which are part of a larger structure labeled 15c. A central vertical line or channel, labeled 20, runs through the middle of the right side of the device.

Figure 1 shows three schematic diagrams of microfluidic devices. (a) Type 20: A single vertical channel with a central constriction. (b) Type 20A: Two vertical channels, each with a central constriction. (c) Type 20B: A single vertical channel with a central constriction and a side channel.

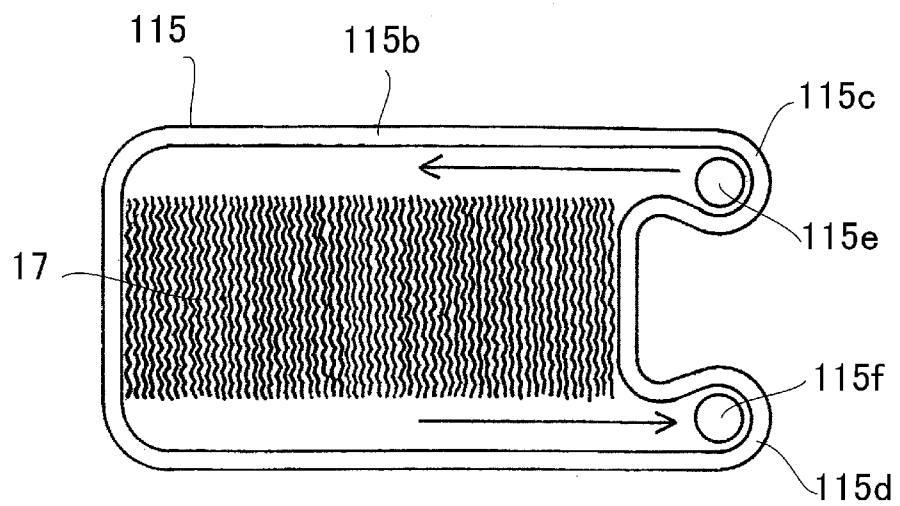
[図8]



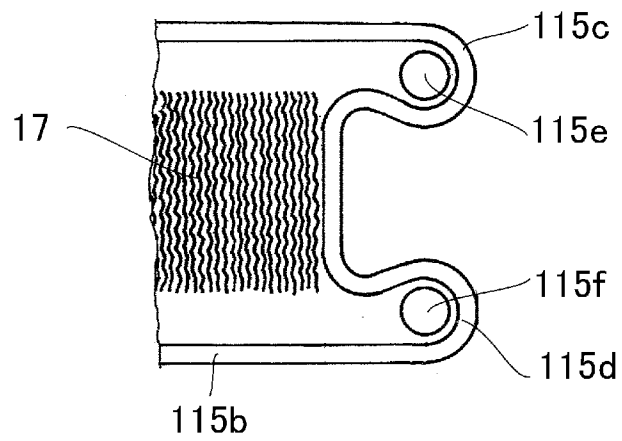
[図9]



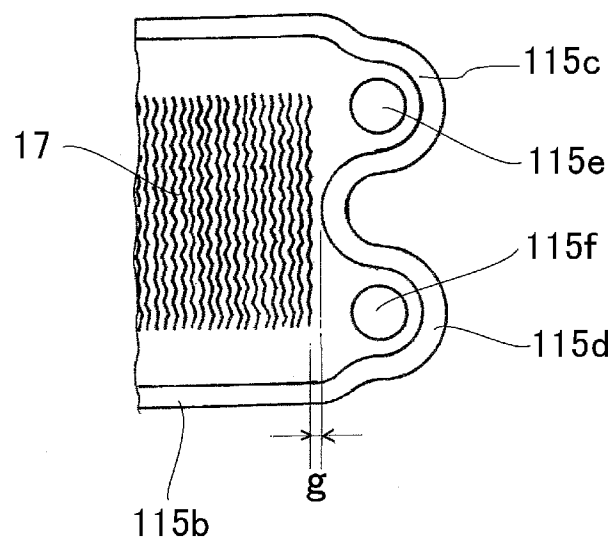
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/064457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/473(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H05K7/20(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, H01L25/07, H01L25/18, H05K7/20

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2014-179563 A (UACJ Corp.), 25 September 2014 (25.09.2014), paragraphs [0045] to [0065], [0082]; fig. 1, 2, 10 (Family: none)	1-12
Y	JP 8-145589 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 07 June 1996 (07.06.1996), paragraphs [0028] to [0042]; fig. 4 (Family: none)	1-12
Y	JP 2013-153116 A (Nakamura Mfg Co., Ltd.), 08 August 2013 (08.08.2013), paragraphs [0001], [0021]; fig. 2 (Family: none)	6

☒ 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
04 July 2016 (04.07.16)

Date of mailing of the international search report
26 July 2016 (26.07.16)

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/JP2016/064457

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 8-271170 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 October 1996 (18.10.1996), entire text (Family: none)	1-12
A	JP 2004-184057 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 02 July 2004 (02.07.2004), entire text & US 2006/0032251 A1 entire text & WO 2004/033978 A1 & EP 1549895 A1 & AU 2003269494 A & CN 1714269 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L23/473(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H05K7/20(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（I P C））

Int.Cl. H01L23/473, H01L25/07, H01L25/18, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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 2014-179563 A（株式会社U A C J）2014.09.25 段落[0045]-[0065], [0082], 図1, 2, 10（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 8-145589 A（日産自動車株式会社）1996.06.07 段落[0028]-[0042], 図4（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2013-153116 A（中村製作所株式会社）2013.08.08 段落[0001], [0021], 図2（ファミリーなし）	6

☒ 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

0 4 . 0 7 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 7 . 2 0 1 6

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）

原田 貴志

5 D

4 6 9 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

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 8-271170 A (三菱重工業株式会社) 1996. 10. 18, 全文 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2004-184057 A (昭和電工株式会社) 2004. 07. 02, 全文 & US 2006/0032251 A1, 全文 & WO 2004/033978 A1 & EP 1549895 A1 & AU 2003269494 A & CN 1714269 A	1-12