(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
2025年5月8日(08.05.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/094656 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/467 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/036671

(22) 国際出願日： 2024年10月15日(15.10.2024)

(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 2023-187609 2023年11月1日(01.11.2023) JP

(71) 出願人：三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 (JP).

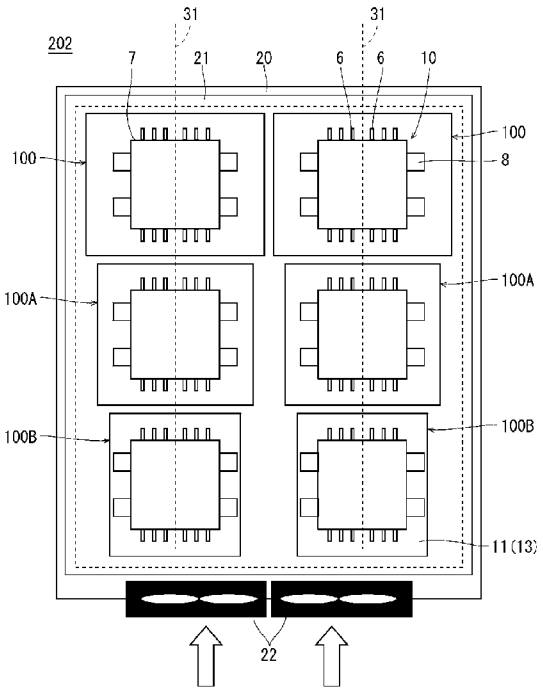
(72) 発明者：三 田 泰 之 (**SANDA Yasuyuki**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 (JP). 多田 晴菜(**TADA Haruna**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 (JP). 濱田 剛(**HAMADA Tsuyoshi**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 (JP). 深瀬 達也(**FUKASE Tatsuya**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 (JP). 森貞 達志(**MORISADA Tatsushi**)；〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 (JP).

(74) 代理人：吉竹 英俊，外(**YOSHITAKE Hidetoshi** et al.)；〒5400001 大阪府大阪市中央区城見１丁目４番７０号住友生命ＯＢＰプラザビル１０階 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, AND ELECTRIC POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称： 半導体装置、半導体装置の製造方法、および電力変換装置



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a technology capable of reducing the reached temperature of a semiconductor module disposed on the most downstream side, and miniaturizing a heat sink. This semiconductor device comprises: a housing; a mounting plate fixed in the housing and having a plurality of openings; a plurality of heat sinks respectively attached to the plurality of openings in the mounting plate; a plurality of semiconductor modules respectively mounted on the plurality of heat sinks; and a cooling fan provided in the housing and blowing air to the plurality of heat sinks. The plurality of heat sinks are disposed along a first direction parallel to an air blowing direction of the cooling fan. Among the plurality of heat sinks, the dimension in a second direction orthogonal to the first direction of a heat sink disposed on the upstream side is smaller than the dimension in the second direction of a heat sink disposed on the downstream side.

WO 2025/094656 A1

［続葉有］

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約:最風下側に配置された半導体モジュールの到達温度を低減するとともに、ヒートシンクの小型化を可能とする技術を提供することを目的とする。半導体装置は、筐体と、筐体内に固定され、複数の開口を有する取付板と、取付板の複数の開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンクと、複数のヒートシンク上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュールと、筐体に設けられ、複数のヒートシンクへ送風する冷却ファンとを備えている。複数のヒートシンクは、冷却ファンの送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、複数のヒートシンクのうち、風上側に配置されたヒートシンクの第１方向と直交する第２方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンクの第２方向の寸法よりも小さい。

明　細　書

発明の名称 ：

半導体装置、半導体装置の製造方法、および電力変換装置

技術分野

[0001]　本開示は、半導体装置、半導体装置の製造方法、および電力変換装置に関するものである。

背景技術

[0002]　従来、発熱素子の配置される放熱プレートを備える複数のモジュール型冷却装置および複数のモジュール型冷却装置を着脱可能に結合させるハウジングを含む半導体装置において、ハウジングが、外部フレーム、外部フレームの内部に貫通するように形成される開口部、および外部フレームに設けられて開口部を区切り、開口部に挿入されたモジュール型冷却装置を支持する少なくとも１つのブリッジを含むものが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

[0003]　また、この半導体装置は、複数のモジュール型冷却装置の間に挿入されて、モジュール型冷却装置の内部に流入する空気の流れを制御する、少なくとも１つの風向ガイド部材をさらに含んでいる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第６４４８７３２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　複数の半導体モジュールが搭載された半導体装置では、１つの半導体モジュールの半導体素子からの発熱を各々のヒートシンクで放熱するため、温度上昇した空気が他の半導体モジュールのヒートシンクに流入し、他の半導体モジュールの到達温度が上昇する。特に最風下側に配置された半導体モジュールの到達温度の上昇が著しい。このため、半導体装置内の半導体モジュー

ル同士が熱干渉する。この熱干渉を回避するためには、ヒートシンクを大型化する必要があった。

[0006] そこで、本開示は、最風下側に配置された半導体モジュールの到達温度を低減するとともに、ヒートシンクの小型化を可能とする技術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

[0007] 本開示に係る半導体装置は、筐体と、前記筐体内に固定され、複数の開口を有する取付板と、前記取付板の複数の前記開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンクと、複数の前記ヒートシンク上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュールと、前記筐体に設けられ、複数の前記ヒートシンクへ送風する冷却ファンと、を備え、複数の前記ヒートシンクは、前記冷却ファンの送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、複数の前記ヒートシンクのうち、風上側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向と直交する第２方向の寸法は、風下側に配置された前記ヒートシンクの前記第２方向の寸法よりも小さい。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、風上側に配置されたヒートシンクが配置されない空間を通過した温度上昇の小さい空気が、風下側に配置されたヒートシンクへ流入するため、風下側に配置されたヒートシンクに搭載された半導体モジュールの到達温度が低減する。これにより、最風下側に配置された半導体モジュールの到達温度の低減とヒートシンクの小型化とを実現することができる。

[0009] 本開示の目的、特徴、局面、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白になる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態１に係る半導体装置の上面図である。

[図2]ヒートシンク一体型半導体モジュールの断面図である。

[図3]ヒートシンク一体型半導体モジュールの断面図である。

[図4]ヒートシンク一体型半導体モジュールの断面図である。

[図5]実施の形態１に係る半導体装置の底面図である。

[図6]実施の形態１に係る半導体装置が備える放熱フィン間を流れる空気の温度を概略的に示すコンター図である。

[図7]半導体モジュールの他の例を示す断面図である。

[図8]半導体モジュールの他の例を示す断面図である。

[図9]半導体モジュールの他の例を示す断面図である。

[図10]実施の形態１の変形例に係る半導体装置の底面図である。

[図11]実施の形態１の変形例に係る半導体装置の断面図である。

[図12]実施の形態１の変形例に係る半導体装置が備える放熱フィン間を流れる空気の温度を概略的に示すコンター図である。

[図13]実施の形態１に係る半導体装置が備えるヒートシンク一体型半導体モジュールの製造方法を示す断面図である。

[図14]実施の形態１に係る半導体装置が備えるヒートシンク一体型半導体モジュールの製造方法を示す断面図である。

[図15]実施の形態２に係る半導体装置の上面図である。

[図16]実施の形態２に係る半導体装置の底面図である。

[図17]実施の形態２に係る半導体装置が備える放熱フィン間を流れる空気の温度を概略的に示すコンター図である。

[図18]実施の形態２の変形例に係る半導体装置の底面図である。

[図19]実施の形態３に係る半導体装置の上面図である。

[図20]図１９のＡ－Ａ線断面図である。

[図21]実施の形態４に係る電力変換装置を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] ＜実施の形態１＞

（全体構成）

実施の形態１について、図面を用いて以下に説明する。図１は、実施の形態１に係る半導体装置２０２の上面図である。図２は、ヒートシンク一体型

半導体モジュール１００の断面図である。図３は、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ａの断面図である。図４は、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｂの断面図である。図５は、実施の形態１に係る半導体装置２０２の底面図である。

[0012] 図１に示すように、半導体装置２０２は、筐体２０と、取付板２１と、複数（例えば６つ）のヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂと、冷却ファン２２とを備えている。

[0013] 筐体２０は、上面視において矩形枠状に形成されている。取付板２１は、上面視において矩形状に形成されており、筐体２０内に固定されている。取付板２１には、複数のヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂのヒートシンク１３がそれぞれ取り付けられる複数（例えば６つ）の開口（図示せず）が設けられている。冷却ファン２２は、筐体２０の短辺の一方（図１の下側）に２つ設けられている。冷却ファン２２は、複数のヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂのヒートシンク１３へ送風する。冷却ファン２２の送風方向は、図１の矢印の方向（図１において下側から上側へ向かう方向）である。

[0014] 複数のヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂは、冷却ファン２２の送風方向と平行な第１方向に沿って２列に配置されており、各列ごとに風上側から風下側に向かって、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｂ，１００Ａ，１００の順に配置されている。ここで、風上側は図１において下側であり、風下側は図１において上側である。

[0015] 次に、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂについて説明する。これらの基本的な構造は同じであるため、ここではヒートシンク一体型半導体モジュール１００についてのみ説明する。

[0016] 図２に示すように、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００は、半導体モジュール１０と、ヒートシンク１３とを備えている。半導体モジュール１０は、複数の半導体素子１と、リードフレームなどの金属導体４と、絶縁シートなどの絶縁材５と、フィンベース９と、エポキシ系樹脂などの封止材

７と、複数の制御端子６と、複数の主端子８とを備えている。

[0017] 複数の半導体素子１は、金属導体４の上面に、はんだなどの接合材２を介して搭載されている。半導体素子１と金属導体４、および半導体素子１同士は配線３により接続されている。半導体素子１は、Ｓｉ系の半導体素子、ＳｉＣ系の半導体素子、またはＧａＮなどの化合物半導体素子である。

[0018] 金属導体４は、フィンベース９の上面に貼り付けられた絶縁材５を介して配置されている。封止材７は、金属導体４の一部である複数の主端子８と、フィンベース９の下面が露出するように、複数の半導体素子１と、金属導体４と、絶縁材５と、フィンベース９とを封止している。

[0019] ヒートシンク１３は、フィンベース９の下面と一体化されたヒートシンクベース１１と、ヒートシンクベース１１の下方（フィンベース９とは反対側）に突出する複数の放熱フィン１２とを有している。フィンベース９の下面には、第１凹凸部９ａが設けられている。また、ヒートシンクベース１１における外周部を除く部分の上面（フィンベース９側の面）には、第１凹凸部９ａと嵌合可能な第２凹凸部１１ａが設けられている。

[0020] フィンベース９とヒートシンク１３は、第１凹凸部９ａと第２凹凸部１１ａがプレス加工により嵌合することで一体化されている。これにより、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００のグリスレス化を実現している。ヒートシンク一体型半導体モジュール１００では熱伝導グリスを使用していないため、低熱抵抗および長期信頼性に優れている。フィンベース９は切削加工、鍛造加工、鋳造加工、または押出加工などで作製され、フィンベース９の材質はアルミニウム、またはアルミニウム合金で形成される。ただし、フィンベース９の材質はアルミニウム材料に限定されるのではなく、銅などであっても良い。

[0021] また、ヒートシンク１３として、ヒートシンクベース１１と放熱フィン１２をかしめ加工により一体化した、かしめヒートシンクが採用される。かしめヒートシンクのヒートシンクベース１１は、切削加工、ダイキャスト加工、鍛造加工、または押出加工などで作製され、材質はアルミニウム、または

アルミニウム合金で形成される。

[0022] また、かしめヒートシンクの放熱フィン１２は、材質がアルミニウム、またはアルミニウム合金などの板材（圧延材）を採用することで、加工性と放熱性を両立させることが可能である。かしめヒートシンクのヒートシンクベース１１と、かしめヒートシンクの放熱フィン１２はともにアルミニウム材料に限定されるのではなく、各々が異なる材料の組み合わせであっても良い、例えば、放熱能力の観点では、放熱フィン１２をアルミニウム系材料よりも熱伝導率が大きい銅系の板材にすることで、アルミニウム系材料の場合よりも更に放熱能力が向上する。

[0023] ヒートシンク１３としてヒートシンクベース１１と放熱フィン１２をかしめ加工により一体化した、かしめヒートシンクを採用する場合、ダイキャスト加工、鍛造加工、または押出加工などの加工制約（アスペクト比）がないため、放熱フィン１２を自由に設計でき、ヒートシンク１３の放熱能力を向上させることができる。ただし、ヒートシンク１３は、かしめヒートシンクに限定されるのでなく、切削加工、鍛造加工、押出加工、または鋳造加工などで作製されたヒートシンクであっても同様の効果を得ることが可能である。

[0024] 次に、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂにおいて異なる構造について説明する。図１と図５に示すように、ヒートシンク１３の放熱フィン１２に対応する領域に開口が設けられた取付板２１が筐体２０内に固定されており、取付板２１の開口へヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂが取り付けられて固定されることで半導体装置２０２が完成する。

[0025] ここで、複数のヒートシンク１３のうち、風上側に配置されたヒートシンク１３の第１方向と直交する第２方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク１３の第２方向の寸法よりも小さく形成されている。ただし、第２方向とは、図１において左右方向である。

[0026] より具体的には、図１と図３と図４に示すように、風上側に配置されたヒ

ートシンク一体型半導体モジュール１００Ｂのヒートシンク１３の第２方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ａのヒートシンク１３の第２方向の寸法よりも小さく形成されている。また、図１～図３に示すように、風上側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ａのヒートシンク１３の第２方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３の第２方向の寸法よりも小さく形成されている。つまり、風下側から風上側へ向かうにつれて、ヒートシンク１３の第２方向の寸法は小さく形成されている。なお、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂのヒートシンク１３の第１方向の寸法は同じである。

[0027] 図２～図５に示すように、ヒートシンク１３の第２方向の寸法に合わせて放熱フィン１２の本数が設定されている。つまり、風下側から風上側へ向かうにつれて、放熱フィン１２の本数が減少するとともに、筐体２０内において放熱フィン１２のない部分が増加する。また、図１に示すように、各列において各ヒートシンク１３の第１方向の中心軸３１は一致している。ここで、第１方向の中心軸３１とは、第２方向の中心を通る第１方向に延びる軸をいう。

[0028] 次に、放熱フィン１２間を流れる空気の温度について説明する。図６は、実施の形態１に係る半導体装置が備える放熱フィン１２間を流れる空気の温度を概略的に示すコンター図である。符号３２は温度コンターを示す。

[0029] 上記のように、風上側に配置されたヒートシンク１３の第２方向の寸法を、風下側に配置されたヒートシンク１３の第２方向の寸法よりも小さくしたため、風上側の放熱フィン１２がない部分を通過した温度上昇の小さい空気が風下側に配置されたヒートシンク１３の放熱フィン１２間に流入する。その結果、全てのヒートシンク１３の寸法が同じである従来の構成よりも、放熱フィン１２間を流れる空気の平均温度を低減することが可能となる。このため、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度を上記の従来の構成よりも低減することが可能となる。

[0030] 図７～図９は、半導体モジュール１０の他の例を示す断面図である。図７では、半導体モジュール１０はフィンベース９に代えて金属板１５を備えている。図８では、図７の構成に加えて主端子８が上方に屈曲している。図９では、半導体モジュール１０はフィンベース９に代えて金属板１５を備えるとともに、金属板１５の周縁部を囲むように配置された樹脂ケース１７内に封止材７が充填されている。

[0031] 図２～図４に示したヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂでなく、図７～図９に示す半導体モジュール１０をヒートシンク１３上に搭載し、これらをＴＩＭ（Thermal Interface Material）材により熱的に接続した構成であっても上記と同様の効果を得ることができる。なお、この構成は、以下説明する実施の形態１の変形例、実施の形態２，３およびこれらの変形例に採用することも可能である。

[0032] ここで、ヒートシンク１３は、かしめヒートシンクに限定されるわけでなく、切削加工、鍛造加工、押出加工、または鋳造加工などで作製されたヒートシンクであっても同様の効果を得ることができる。

[0033] 次に、実施の形態１の変形例について説明する。図１０は、実施の形態１の変形例に係る半導体装置２０２の底面図である。図１１は、実施の形態１の変形例に係る半導体装置２０２の断面図である。具体的には、実施の形態１の変形例に係る半導体装置２０２におけるヒートシンク一体型半導体モジュール１００が配置された部分の断面図である。図１２は、実施の形態１の変形例に係る半導体装置２０２が備える放熱フィン１２間を流れる空気の温度を概略的に示すコンター図である。

[0034] さらに、最風下側のヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度を低減したい場合には、図１０と図１１に示すように、最風下側に配置された隣り合うヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３間、および筐体２０と最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３間に構造補助部材２３が配置される。

[0035] 最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の周囲

に構造補助部材２３が配置されることで、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の放熱フィン１２間を流れる空気の流速がさらに大きくなる。その結果、ヒートシンク１３の放熱性がさらに向上し、図１２に示すように、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度をさらに低減することが可能となる。

[0036] また、構造補助部材２３が追加されることで、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂが取り付けられる取付板２１の撓みを抑制することができる。取付板２１が撓んだ場合、筐体２０と取付板２１とを固定できなくなるだけでなく、製品使用時の振動に起因して各部へかかる応力が大きくなり、製品の故障発生率が増加する可能性があるが、これらの問題を回避することが可能となる。

[0037] （製造方法）

次に、半導体装置２０２の製造方法について説明する。図１３は、実施の形態１に係る半導体装置２０２が備えるヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｂの製造方法を示す断面図である。図１４は、実施の形態１に係る半導体装置が備えるヒートシンク一体型半導体モジュール１００の製造方法を示す断面図である。ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂの製造方法は同じであるため、ここではヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ｂの製造方法についてのみ説明する。

[0038] 図１３と図１４に示すように、フィンベース９に半導体素子１を搭載し、半導体素子１が搭載されている側とは反対側のフィンベース９の第１凹凸部９ａを露出させる態様で半導体素子１を封止材７によって封止した半導体モジュール１０を形成する。

[0039] 次に、ヒートシンクベース１１に第１凹凸部９ａと嵌合する第２凹凸部１１ａが形成され、第２凹凸部１１ａとは反対側に複数の放熱フィン１２がヒートシンクベース１１とかしめ加工により一体化されたヒートシンク１３を用意する。さらに、ヒートシンク１３の複数の放熱フィン１２間に挿入され、プレス荷重を受けるかしめ刃を複数有する治具としてのかしめ刃ユニット

３０を用意する。

[0040] 次に、かしめ刃ユニット３０にヒートシンク１３を搭載した後、封止材７によりフィンベース９の第１凹凸部９ａが露出した状態で一体化された半導体モジュール１０をヒートシンク１３の第２凹凸部１１ａへセットしプレス荷重を加えることで、半導体モジュール１０のフィンベース９とヒートシンク１３とを一体化する。

[0041] この製造方法を採用することで、かしめ刃ユニット３０はヒートシンク１３における半導体モジュール１０に対応する領域を支持すればよいため、ヒートシンク１３のヒートシンクベース１１の寸法が大きくなり放熱フィン１２の枚数が増えた場合でも、同一のかしめ刃ユニット３０を使用することができる。このため、生産性を低下させることなく、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度を低減することが可能となる。

[0042] 最後に、図示しないが、筐体２０に取付板２１を固定した後、取付板２１にヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂを搭載し、固定する。これにより、半導体装置２０２が完成する。

[0043] （効果）

以上のように、実施の形態１に係る半導体装置２０２は、筐体２０と、筐体２０内に固定され、複数の開口を有する取付板２１と、取付板２１の複数の開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンク１３と、複数のヒートシンク１３上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュール１０と、筐体２０に設けられ、複数のヒートシンク１３へ送風する冷却ファン２２とを備えている。複数のヒートシンク１３は、冷却ファン２２の送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、複数のヒートシンク１３のうち、風上側に配置されたヒートシンク１３の第１方向と直交する第２方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク１３の第２方向の寸法よりも小さい。

[0044] また、各半導体モジュール１０は、各ヒートシンク１３と一体的に構成されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂであ

る。

[0045] また、複数のヒートシンク１３は、第１方向に沿って２列に配置され、各列において各ヒートシンク１３の第１方向の中心軸３１は一致している。

[0046] したがって、風上側に配置されたヒートシンク１３が配置されない空間、より具体的には放熱フィン１２が配置されない空間を通過した温度上昇の小さい空気が、風下側に配置されたヒートシンク１３へ流入するため、風下側に配置されたヒートシンク１３に搭載された半導体モジュール１０の到達温度が低減する。これにより、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度の低減とヒートシンク１３の小型化とを実現することができる。

[0047] また、風上側と風下側とでヒートシンク１３の第２方向の寸法を変えることは、半導体装置のＵ相、Ｖ相、およびW相の各相でヒートシンク１３の第２方向の寸法を変えることと同義である。このため、ヒートシンク１３を目視することでヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂがどの相で使用されていた、またはどの相で使用する予定なのかが容易に認識できる。これにより、半導体装置の生産性および作業性が向上する。

[0048] また、最風下側に配置された隣り合うヒートシンク１３間、および筐体２０と最風下側に配置されたヒートシンク１３間に構造補助部材２３が設けられている。したがって、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度をさらに低減することが可能となる。また、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂが取り付けられる取付板２１の撓みを抑制することができる。

[0049] また、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂでは、熱伝導グリスを使用していないため、低熱抵抗および長期信頼性に優れている。

[0050] ＜実施の形態２＞

次に、実施の形態２に係る半導体装置２０２について説明する。図１５は、実施の形態２に係る半導体装置２０２の上面図である。図１６は、実施の

形態２に係る半導体装置２０２の底面図である。図１７は、実施の形態２に係る半導体装置２０２が備える放熱フィン１２間を流れる空気の温度を概略的に示すコンター図である。なお、実施の形態２において、実施の形態１で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

[0051] 実施の形態１では、各列において各ヒートシンク１３の第１方向の中心軸３１が一致していたのに対して、図１５に示すように、実施の形態２では、各列において少なくとも１つのヒートシンク１３の第１方向の中心軸３１がズレている。図１５では、各列においてヒートシンク一体型半導体モジュール１００の第１方向の中心軸３１に対して、２つのヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ａ，１００Ｂのヒートシンク１３の第１方向の中心軸３１がズレるように、２つのヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ａ，１００Ｂが配置されている。

[0052] ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂに搭載された複数の半導体素子１の発熱は、接合材２、金属導体４、絶縁材５、およびフィンベース９を伝熱し、放熱フィン１２から放熱される。このため、フィンベース９の第２方向の中心付近が最も温度が高くなり、放熱フィン１２間を流れる空気の温度もフィンベース９の第２方向の中心付近が高くなる。しかし、フィンベース９の第２方向の中心付近の放熱フィン１２間を流れる空気の温度を温度上昇の少ない空気とすることで、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度を低減することができる。

[0053] 図１５～図１７に示すように、実施の形態２では、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂの第２方向の中心軸３１を少なくとも１つズラすことで、放熱フィン１２に流入する空気の温度を低減し、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度を低減している。

[0054] 次に、実施の形態２の変形例について説明する。図１８は、実施の形態２

の変形例に係る半導体装置２０２の底面図である。

[0055] 図１８に示すように、実施の形態１と同様に、最風下側に配置された隣り合うヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３間、および筐体２０と最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３間に構造補助部材２３が配置されていても良い。

[0056] これにより、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度をさらに低減することが可能となる。また、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂが取り付けられる取付板２１の撓みを抑制することができる。

[0057] （効果）

以上のように、実施の形態２に係る半導体装置２０２では、複数のヒートシンク１３は、第１方向に沿って２列に配置され、各列において少なくとも１つのヒートシンク１３の第１方向の中心軸３１はズレている。

[0058] したがって、放熱フィン１２に流入する空気の温度が低減するため、風下側に配置されたヒートシンク１３に搭載された半導体モジュール１０の到達温度が低減する。これにより、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度の低減とヒートシンク１３の小型化とを実現することができる。

[0059] また、最風下側に配置された隣り合うヒートシンク１３間、および筐体２０と最風下側に配置されたヒートシンク１３間に構造補助部材２３が設けられている。したがって、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度をさらに低減することが可能となる。また、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂが取り付けられる取付板２１の撓みを抑制することができる。

[0060] ＜実施の形態３＞

次に、実施の形態３に係る半導体装置２０２について説明する。図１９は、実施の形態３に係る半導体装置２０２の上面図である。図２０は、図１９のＡ－Ａ線断面図である。なお、実施の形態３において、実施の形態１，２

で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

[0061] 実施の形態１，２では、複数のヒートシンク１３のうち、風上側に配置されたヒートシンク１３の第２方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク１３の第２方向の寸法よりも小さく形成されていた。これに対して、実施の形態３では、図１９に示すように、複数のヒートシンク１３のうち、風上側に配置されたヒートシンク１３の第１方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク１３の第１方向の寸法よりも小さく形成されている。

[0062] より具体的には、風上側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｄのヒートシンク１３の第１方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｃのヒートシンク１３の第１方向の寸法よりも小さく形成されている。また、風上側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｃのヒートシンク１３の第１方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３の第１方向の寸法よりも小さく形成されている。つまり、風下側から風上側へ向かうにつれて、ヒートシンク１３の第１方向の寸法は小さく形成されている。なお、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ｃ，１００Ｄのヒートシンク１３の第２方向の寸法は同じである。なお、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｃ，１００Ｄの製造方法は、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ａ，１００Ｂの製造方法と同じであるため説明を省略する。

[0063] 上記のように、風上側に配置されたヒートシンク１３の第１方向の寸法を、風下側に配置されたヒートシンク１３の第１方向の寸法よりも小さくしたため、風上側の放熱フィン１２がない部分を通過した温度上昇の小さい空気が風下側に配置されたヒートシンク１３の放熱フィン１２間に流入する。その結果、全てのヒートシンク１３の寸法が同じである従来の構成よりも、放熱フィン１２間を流れる空気の平均温度を低減することが可能となる。このため、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の

到達温度を上記の従来の構成よりも低減することが可能となる。

[0064] また、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度を低減させるために、図２０に示すように、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００以外のヒートシンク一体型半導体モジュール１００Ｃ，１００Ｄの放熱フィン１２を間引いても良い。

[0065] また、図示しないが、実施の形態１，２と同様に、最風下側に配置された隣り合うヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３間、および筐体２０と最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００のヒートシンク１３間に構造補助部材２３が配置されていても良い。

[0066] （効果）

以上のように、実施の形態３に係る半導体装置２０２は、筐体２０と、筐体２０内に固定され、複数の開口を有する取付板２１と、取付板２１の複数の開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンク１３と、複数のヒートシンク１３上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュール１０と、筐体２０に設けられ、複数のヒートシンク１３へ送風する冷却ファン２２とを備えている。複数のヒートシンク１３は、冷却ファン２２の送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、複数のヒートシンク１３のうち、風上側に配置されたヒートシンク１３の第１方向の寸法は、風下側に配置されたヒートシンク１３の第１方向の寸法よりも小さい。

[0067] また、各半導体モジュール１０は、各ヒートシンク１３と一体的に構成されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ｃ，１００Ｄである。

[0068] したがって、風上側に配置されたヒートシンク１３が配置されない空間、より具体的には放熱フィン１２が配置されない空間を通過した温度上昇の小さい空気が、風下側に配置されたヒートシンク１３へ流入するため、最風下側に配置されたヒートシンク１３に搭載された半導体モジュール１０の到達温度が低減する。これにより、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半

導体モジュール１００の到達温度の低減とヒートシンク１３の小型化とを実現することができる。

[0069] また、最風下側に配置された隣り合うヒートシンク１３間、および筐体２０と最風下側に配置されたヒートシンク１３間に構造補助部材２３が設けられている。したがって、最風下側に配置されたヒートシンク一体型半導体モジュール１００の到達温度をさらに低減することが可能となる。また、ヒートシンク一体型半導体モジュール１００，１００Ｃ，１００Ｄが取り付けられる取付板２１の撓みを抑制することができる。

[0070] ＜実施の形態４＞

本実施の形態は、上述した実施の形態１～３に係る半導体装置２０２を電力変換装置に適用したものである。実施の形態１～３に係る半導体装置２０２の適用は特定の電力変換装置に限定されるものではないが、以下、実施の形態４として、三相のインバータに実施の形態１～３に係る半導体装置２０２を適用した場合について説明する。

[0071] 図２１は、本実施の形態にかかる電力変換装置を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[0072] 図２１に示す電力変換システムは、電源１５０、電力変換装置２００、負荷３００から構成される。電源１５０は、直流電源であり、電力変換装置２００に直流電力を供給する。電源１５０は種々のもので構成することが可能であり、例えば、直流系統、太陽電池、蓄電池で構成することができるし、交流系統に接続された整流回路やＡＣ／ＤＣコンバータで構成することとしてもよい。また、電源１５０を、直流系統から出力される直流電力を所定の電力に変換するＤＣ／ＤＣコンバータによって構成することとしてもよい。

[0073] 電力変換装置２００は、電源１５０と負荷３００の間に接続された三相のインバータであり、電源１５０から供給された直流電力を交流電力に変換し、負荷３００に交流電力を供給する。電力変換装置２００は、図２１に示すように、直流電力を交流電力に変換して出力する主変換回路２０１と、主変換回路２０１を制御する制御信号を主変換回路２０１に出力する制御回路２

０３とを備えている。

[0074] 負荷３００は、電力変換装置２００から供給された交流電力によって駆動される三相の電動機である。なお、負荷３００は特定の用途に限られるものではなく、各種電気機器に搭載された電動機であり、例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車、鉄道車両、エレベーター、もしくは、空調機器向けの電動機として用いられる。

[0075] 以下、電力変換装置２００の詳細を説明する。主変換回路２０１は、スイッチング素子（図示せず）と還流ダイオード（図示せず）を備えており、スイッチング素子がスイッチングすることによって、電源１５０から供給される直流電力を交流電力に変換し、負荷３００に供給する。主変換回路２０１の具体的な回路構成は種々のものがあるが、本実施の形態にかかる主変換回路２０１は２レベルの三相フルブリッジ回路であり、６つのスイッチング素子とそれぞれのスイッチング素子に逆並列された６つの還流ダイオードから構成することができる。主変換回路２０１の各スイッチング素子と各還流ダイオードの少なくともいずれかに、上述した実施の形態１～３のいずれかに係る半導体装置２０２を適用する。６つのスイッチング素子は２つのスイッチング素子ごとに直列接続され上下アームを構成し、各上下アームはフルブリッジ回路の各相（Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相）を構成する。そして、各上下アームの出力端子、すなわち主変換回路２０１の３つの出力端子は、負荷３００に接続される。

[0076] また、主変換回路２０１は、各スイッチング素子を駆動する駆動回路（図示せず）を備えているが、駆動回路は半導体装置２０２に内蔵されていてもよいし、半導体装置２０２とは別に駆動回路を備える構成であってもよい。駆動回路は、主変換回路２０１のスイッチング素子を駆動する駆動信号を生成し、主変換回路２０１のスイッチング素子の制御電極に供給する。具体的には、後述する制御回路２０３からの制御信号に従い、スイッチング素子をオン状態にする駆動信号とスイッチング素子をオフ状態にする駆動信号とを各スイッチング素子の制御電極に出力する。スイッチング素子をオン状態に

維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以上の電圧信号（オン信号）であり、スイッチング素子をオフ状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以下の電圧信号（オフ信号）となる。

[0077] 制御回路２０３は、負荷３００に所望の電力が供給されるよう主変換回路２０１のスイッチング素子を制御する。具体的には、負荷３００に供給すべき電力に基づいて主変換回路２０１の各スイッチング素子がオン状態となるべき時間（オン時間）を算出する。例えば、出力すべき電圧に応じてスイッチング素子のオン時間を変調するＰＷＭ制御によって主変換回路２０１を制御することができる。そして、各時点においてオン状態となるべきスイッチング素子にはオン信号を、オフ状態となるべきスイッチング素子にはオフ信号が出力されるよう、主変換回路２０１が備える駆動回路に制御指令（制御信号）を出力する。駆動回路は、この制御信号に従い、各スイッチング素子の制御電極にオン信号又はオフ信号を駆動信号として出力する。

[0078] 本実施の形態に係る電力変換装置では、主変換回路２０１のスイッチング素子と還流ダイオードとして実施の形態１～３に係る半導体装置２０２を適用するため、小型化を実現することができる。

[0079] 本実施の形態では、２レベルの三相インバータに実施の形態１～３に係る半導体装置２０２を適用する例を説明したが、実施の形態１～３に係る半導体装置２０２の適用は、これに限られるものではなく、種々の電力変換装置に適用することができる。本実施の形態では、２レベルの電力変換装置としたが３レベルやマルチレベルの電力変換装置であっても構わないし、単相負荷に電力を供給する場合には単相のインバータに実施の形態１～３に係る半導体装置２０２を適用しても構わない。また、直流負荷等に電力を供給する場合にはＤＣ／ＤＣコンバータやＡＣ／ＤＣコンバータに実施の形態１～３に係る半導体装置２０２を適用することも可能である。

[0080] また、実施の形態１～３に係る半導体装置２０２を適用した電力変換装置は、上述した負荷が電動機の場合に限定されるものではなく、例えば、放電加工機やレーザー加工機、又は誘導加熱調理器や非接触給電システムの電源

装置として用いることもでき、さらには太陽光発電システムや蓄電システム等のパワーコンディショナーとして用いることも可能である。

[0081] 本開示は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、限定的なものではない。例示されていない無数の変形例が、想定され得るものと解される。

[0082] なお、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

[0083] 以下、本開示の諸態様を付記としてまとめて記載する。

[0084] （付記１）

筐体と、

前記筐体内に固定され、複数の開口を有する取付板と、

前記取付板の複数の前記開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンクと、

複数の前記ヒートシンク上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュールと、

前記筐体に設けられ、複数の前記ヒートシンクへ送風する冷却ファンと、を備え、

複数の前記ヒートシンクは、前記冷却ファンの送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、

複数の前記ヒートシンクのうち、風上側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向と直交する第２方向の寸法は、風下側に配置された前記ヒートシンクの前記第２方向の寸法よりも小さい、半導体装置。

[0085] （付記２）

複数の前記ヒートシンクは、前記第１方向に沿って２列に配置され、

各列において各前記ヒートシンクの前記第１方向の中心軸は一致している、付記１に記載の半導体装置。

[0086] （付記３）

複数の前記ヒートシンクは、前記第１方向に沿って２列に配置され、

各列において少なくとも１つの前記ヒートシンクの前記第１方向の中心軸はズレている、付記１に記載の半導体装置。

[0087] （付記４）

最風下側に配置された隣り合う前記ヒートシンク間、および前記筐体と最風下側に配置された前記ヒートシンク間に構造補助部材が設けられている、付記２に記載の半導体装置。

[0088] （付記５）

最風下側に配置された隣り合う前記ヒートシンク間、および前記筐体と最風下側に配置された前記ヒートシンク間に構造補助部材が設けられている、付記３に記載の半導体装置。

[0089] （付記６）

筐体と、

前記筐体内に固定され、複数の開口を有する取付板と、

前記取付板の複数の前記開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンクと、

複数の前記ヒートシンク上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュールと、

前記筐体に設けられ、複数の前記ヒートシンクへ送風する冷却ファンと、を備え、

複数の前記ヒートシンクは、前記冷却ファンの送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、

複数の前記ヒートシンクのうち、風上側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向の寸法は、風下側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向の寸法よりも小さい、半導体装置。

[0090] （付記７）

複数の前記ヒートシンクは、前記第１方向に沿って２列に配置され、

最風下側に配置された隣り合う前記ヒートシンク間、および前記筐体と最風下側に配置された前記ヒートシンク間に構造補助部材が設けられている、

付記６に記載の半導体装置。

[0091] （付記８）

各前記半導体モジュールは、各前記ヒートシンクと一体的に構成されたヒートシンク一体型半導体モジュールである、付記１から付記７のいずれか１項に記載の半導体装置。

[0092] （付記９）

フィンベースに半導体素子を搭載し、前記半導体素子が搭載されている側とは反対側の前記フィンベースの第１凹凸部を露出させる態様で前記半導体素子を封止材によって封止した半導体モジュールを形成する工程と、

ヒートシンクベースに前記第１凹凸部と嵌合する第２凹凸部が形成され、前記第２凹凸部とは反対側に複数の放熱フィンが前記ヒートシンクベースと一体化されたヒートシンクを用意する工程と、

前記ヒートシンクの複数の前記放熱フィン間に挿入され、プレス荷重を受ける治具に前記ヒートシンクを搭載する工程と、

前記フィンベースと前記ヒートシンクとを一体化する工程と、

筐体に取付板を固定する工程と、

前記取付板に前記ヒートシンクと一体化した前記半導体モジュールを搭載し、固定する工程と、

を備えた、半導体装置の製造方法。

[0093] （付記１０）

付記１から付記８のいずれか１項に記載の半導体装置を有し、入力される電力を変換して出力する主変換回路と、

前記主変換回路を制御する制御信号を前記主変換回路に出力する制御回路と、

を備えた電力変換装置。

符号の説明

[0094] １　半導体素子、７　封止材、９　フィンベース、９ａ　第１凹凸部、１０　半導体モジュール、１１　ヒートシンクベース、１１ａ　第２凹凸部、

１２　放熱フィン、１３　ヒートシンク、２０　筐体、２１　取付板、２２　冷却ファン、２３　構造補助部材、１００，１００Ａ，１００Ｂ，１００Ｃ，１００Ｄ　ヒートシンク一体型半導体モジュール、２００　電力変換装置、２０１　主変換回路、２０２　半導体装置、２０３　制御回路。

請求の範囲

[請求項1] 筐体と、

前記筐体内に固定され、複数の開口を有する取付板と、

前記取付板の複数の前記開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンクと、

複数の前記ヒートシンク上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュールと、

前記筐体に設けられ、複数の前記ヒートシンクへ送風する冷却ファンと、を備え、

複数の前記ヒートシンクは、前記冷却ファンの送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、

複数の前記ヒートシンクのうち、風上側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向と直交する第２方向の寸法は、風下側に配置された前記ヒートシンクの前記第２方向の寸法よりも小さい、半導体装置。

[請求項2] 複数の前記ヒートシンクは、前記第１方向に沿って２列に配置され、

各列において各前記ヒートシンクの前記第１方向の中心軸は一致している、請求項１に記載の半導体装置。

[請求項3] 複数の前記ヒートシンクは、前記第１方向に沿って２列に配置され、

各列において少なくとも１つの前記ヒートシンクの前記第１方向の中心軸はズレている、請求項１に記載の半導体装置。

[請求項4] 最風下側に配置された隣り合う前記ヒートシンク間、および前記筐体と最風下側に配置された前記ヒートシンク間に構造補助部材が設けられている、請求項２に記載の半導体装置。

[請求項5] 最風下側に配置された隣り合う前記ヒートシンク間、および前記筐体と最風下側に配置された前記ヒートシンク間に構造補助部材が設け

られている、請求項３に記載の半導体装置。

[請求項6] 筐体と、

前記筐体内に固定され、複数の開口を有する取付板と、

前記取付板の複数の前記開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンクと、

複数の前記ヒートシンク上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュールと、

前記筐体に設けられ、複数の前記ヒートシンクへ送風する冷却ファンと、を備え、

複数の前記ヒートシンクは、前記冷却ファンの送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、

複数の前記ヒートシンクのうち、風上側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向の寸法は、風下側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向の寸法よりも小さい、半導体装置。

[請求項7] 複数の前記ヒートシンクは、前記第１方向に沿って２列に配置され、

最風下側に配置された隣り合う前記ヒートシンク間、および前記筐体と最風下側に配置された前記ヒートシンク間に構造補助部材が設けられている、請求項６に記載の半導体装置。

[請求項8] 各前記半導体モジュールは、各前記ヒートシンクと一体的に構成されたヒートシンク一体型半導体モジュールである、請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項9] フィンベースに半導体素子を搭載し、前記半導体素子が搭載されている側とは反対側の前記フィンベースの第１凹凸部を露出させる態様で前記半導体素子を封止材によって封止した半導体モジュールを形成する工程と、

ヒートシンクベースに前記第１凹凸部と嵌合する第２凹凸部が形成され、前記第２凹凸部とは反対側に複数の放熱フィンが前記ヒートシ

ンクベースと一体化されたヒートシンクを用意する工程と、

前記ヒートシンクの複数の前記放熱フィン間に挿入され、プレス荷重を受ける治具に前記ヒートシンクを搭載する工程と、

前記フィンベースと前記ヒートシンクとを一体化する工程と、

筐体に取付板を固定する工程と、

前記取付板に前記ヒートシンクと一体化した前記半導体モジュールを搭載し、固定する工程と、

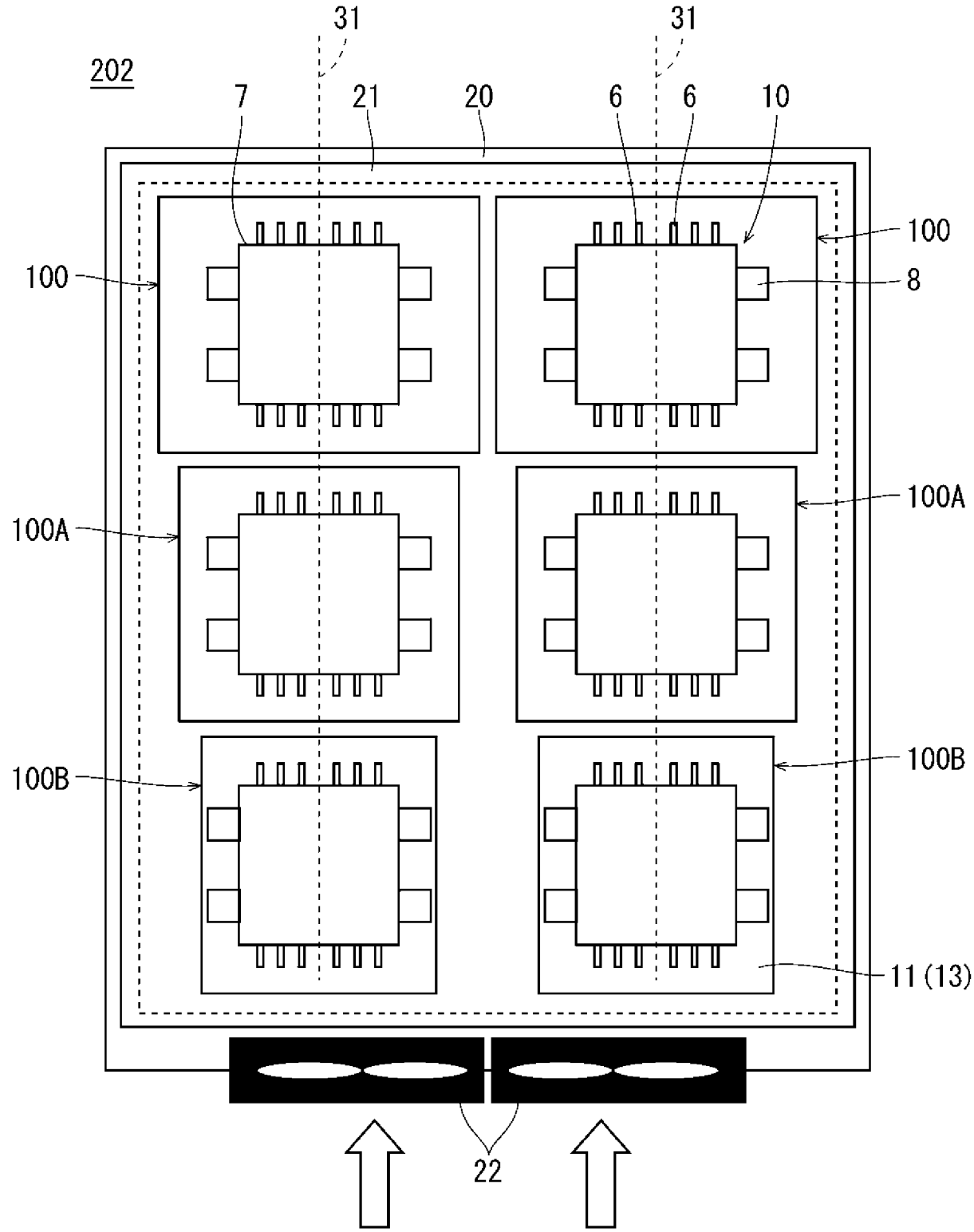
を備えた、半導体装置の製造方法。

[請求項10] 請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の半導体装置を有し、入力される電力を変換して出力する主変換回路と、

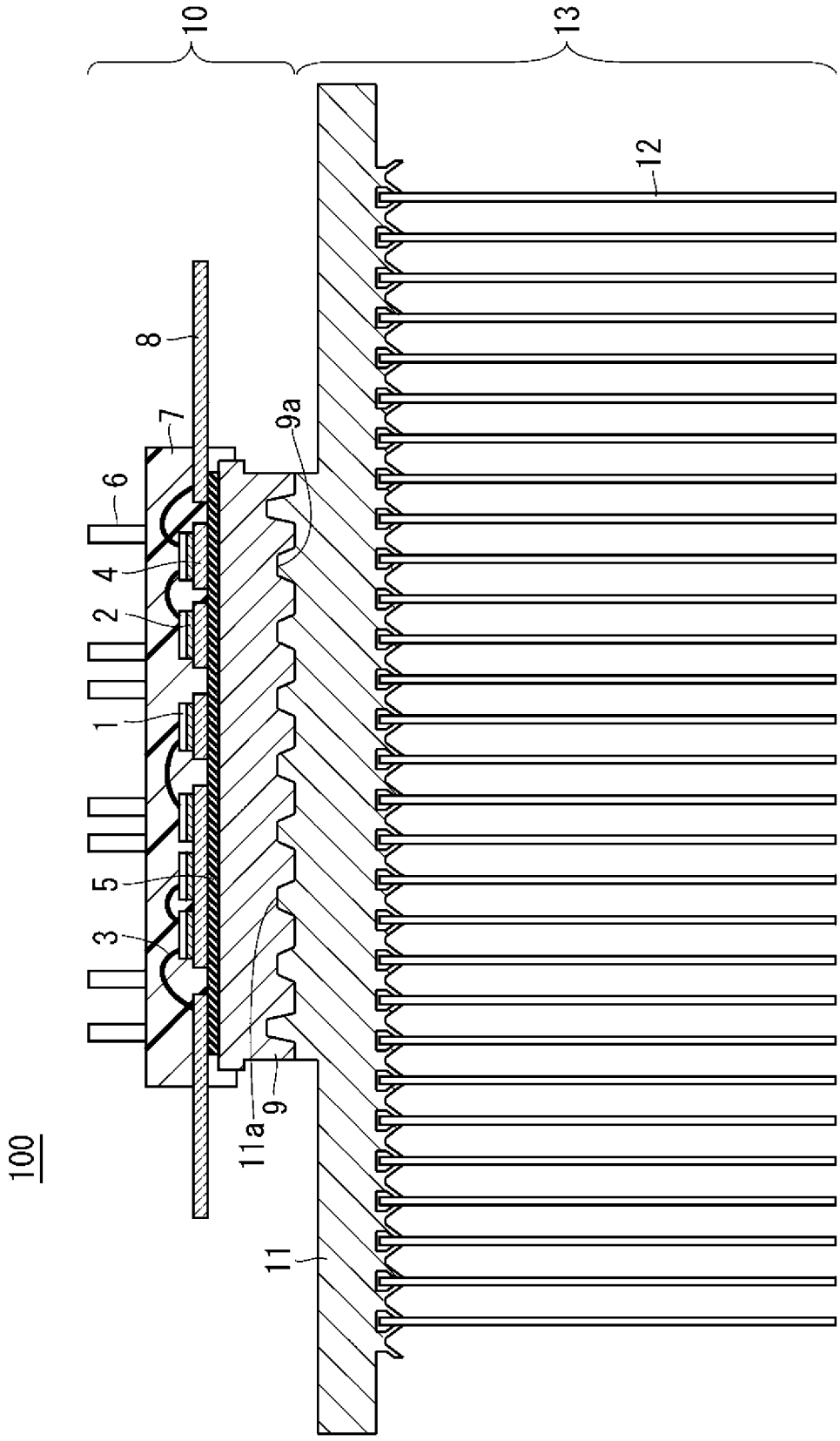
前記主変換回路を制御する制御信号を前記主変換回路に出力する制御回路と、

を備えた電力変換装置。

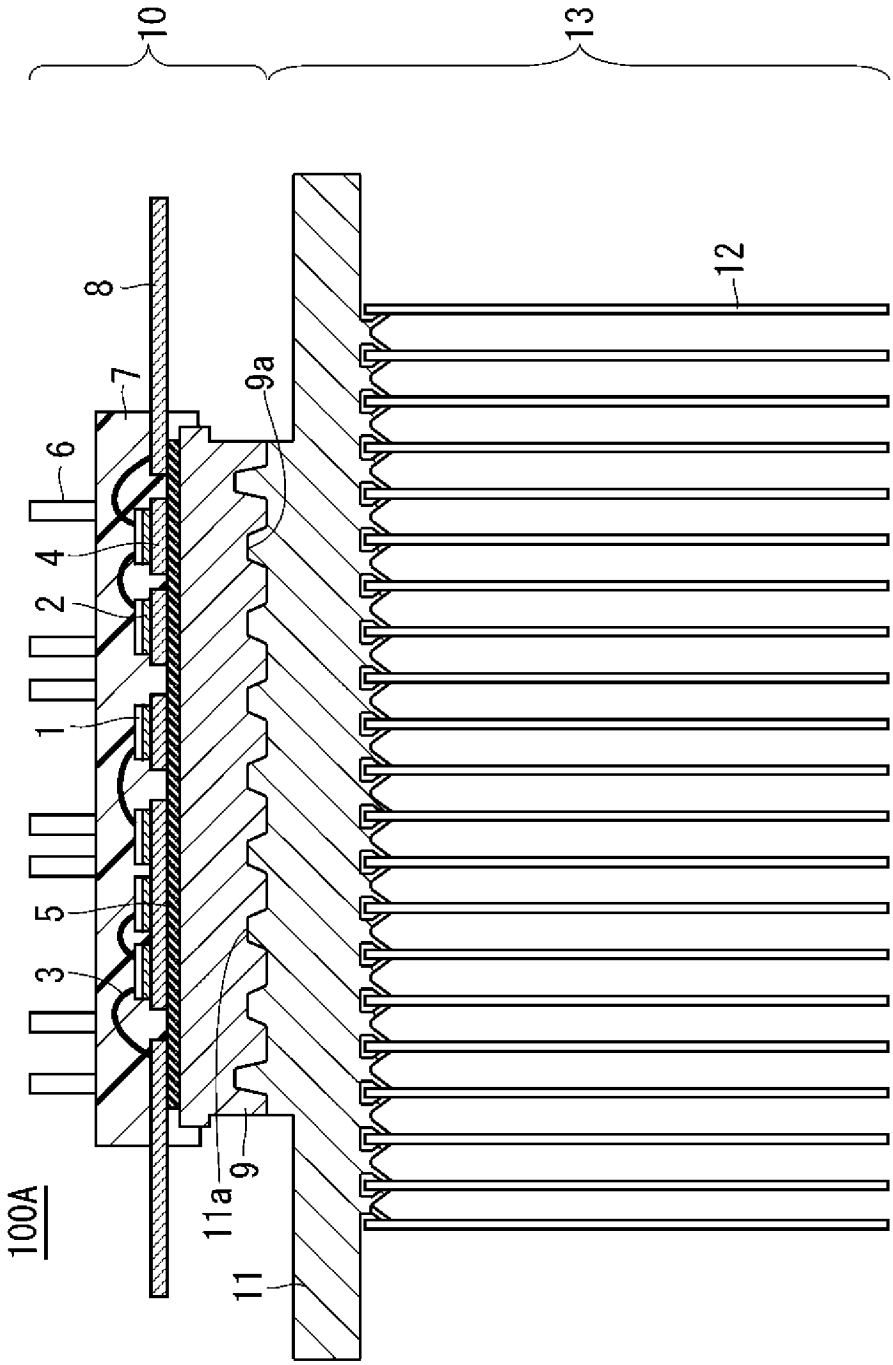
[図1]



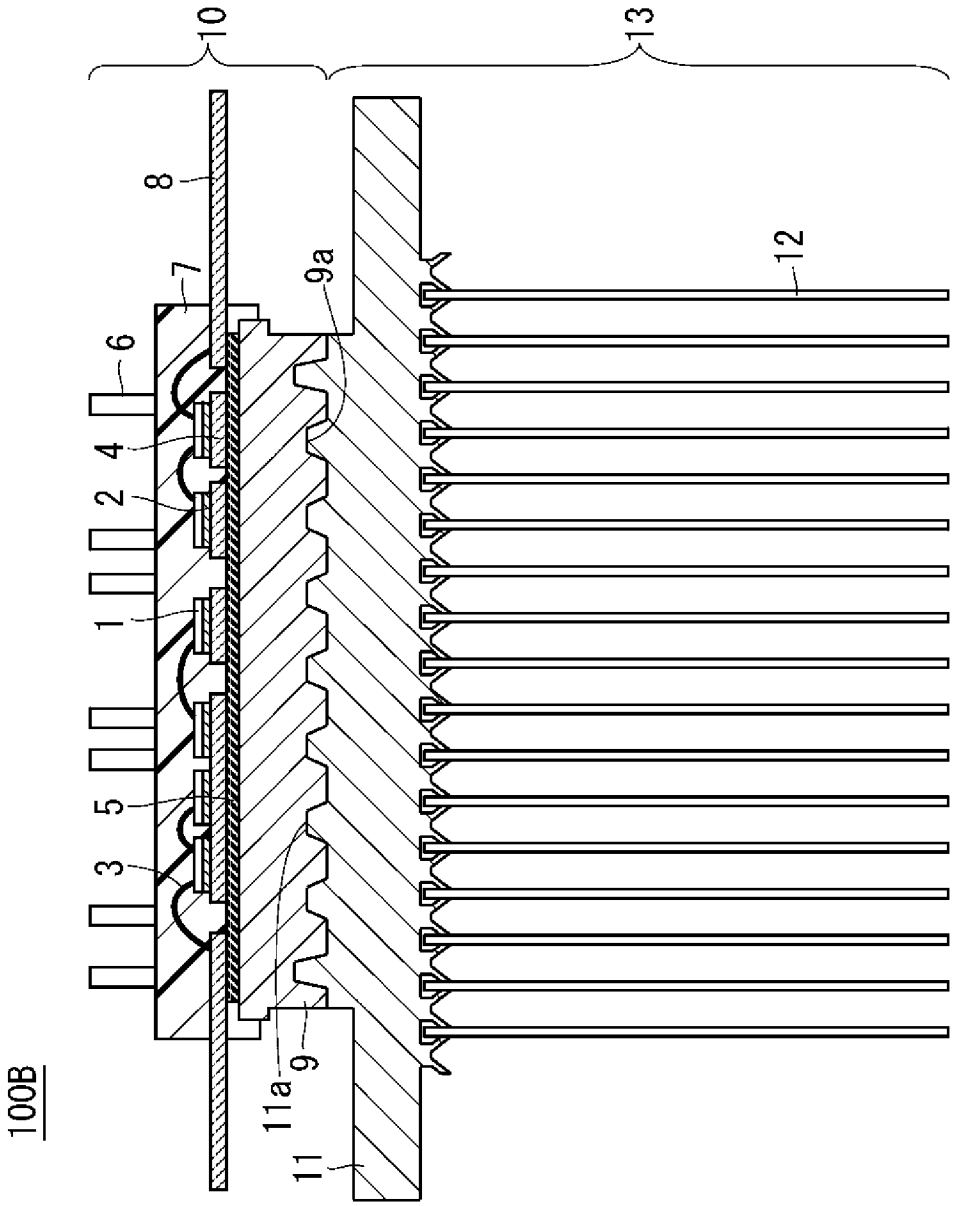
[図2]



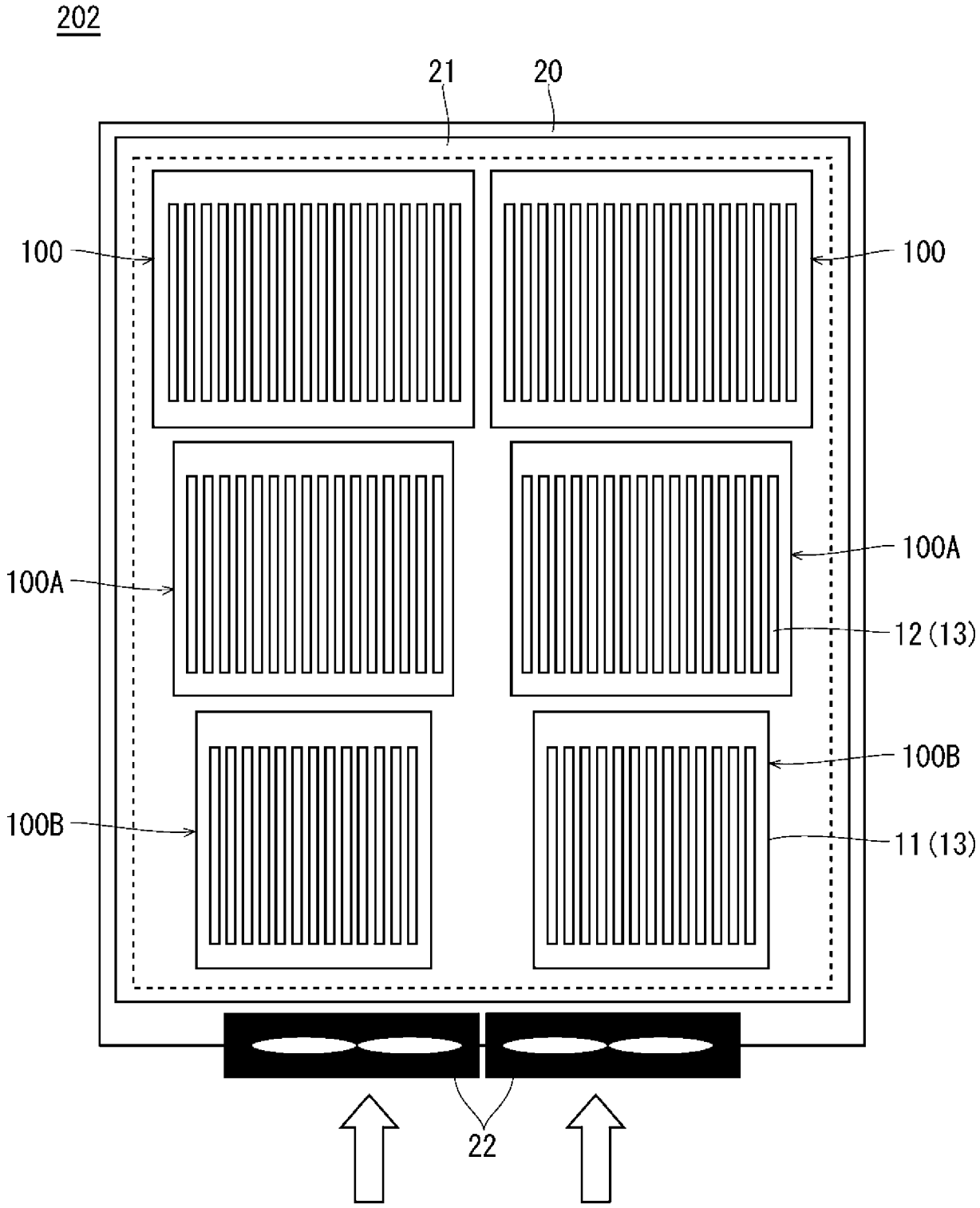
[図3]



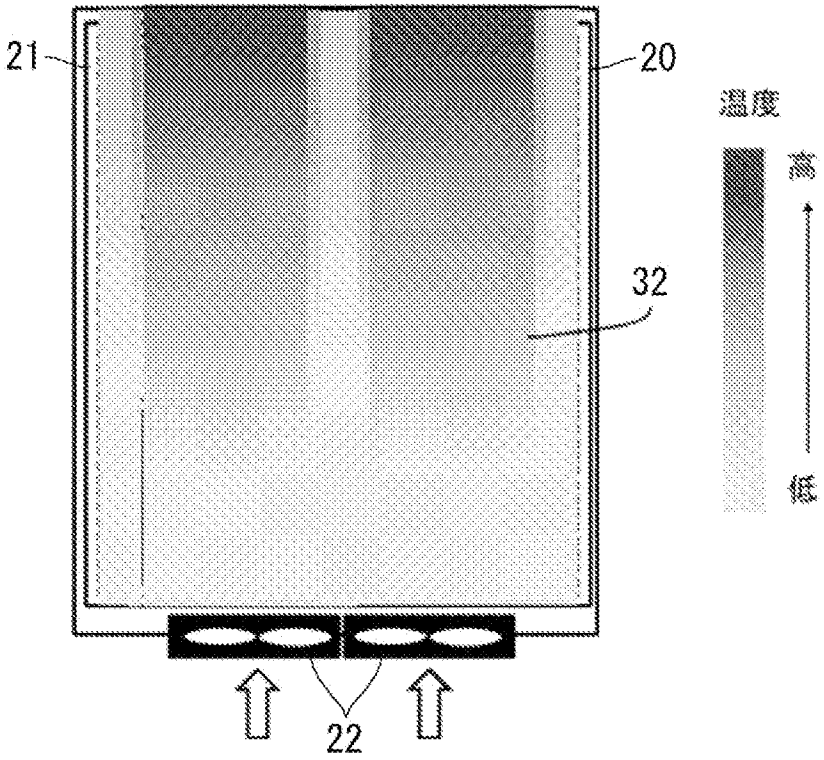
[図4]



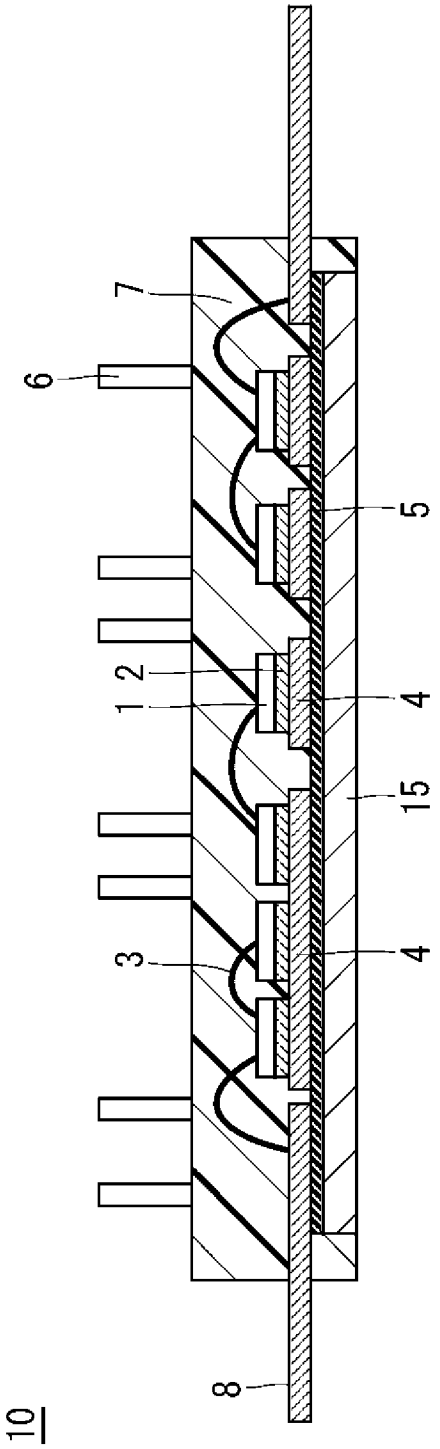
[図5]



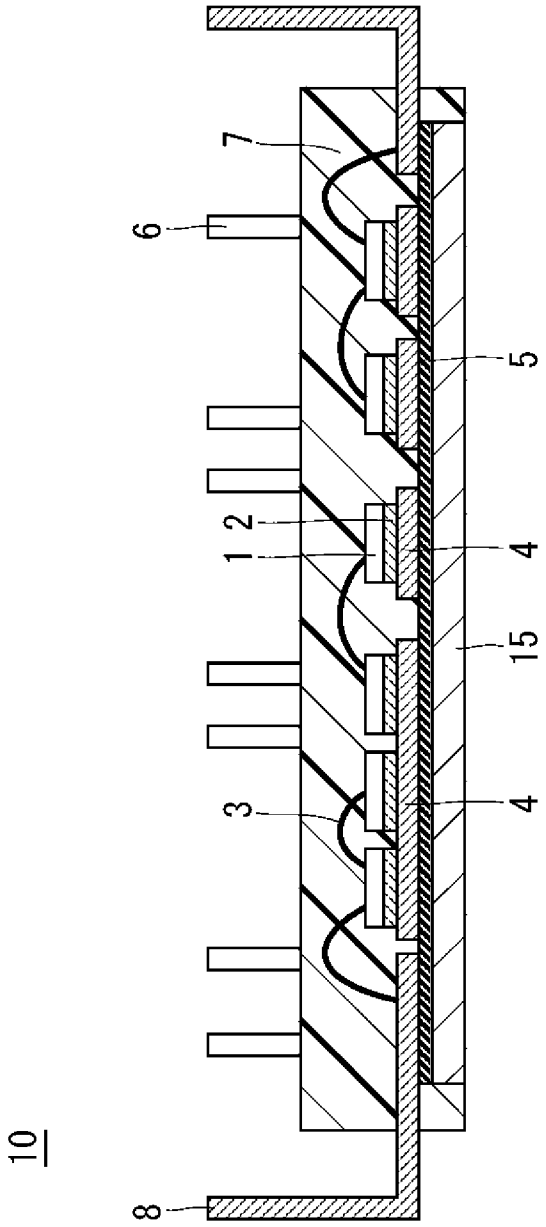
[図6]



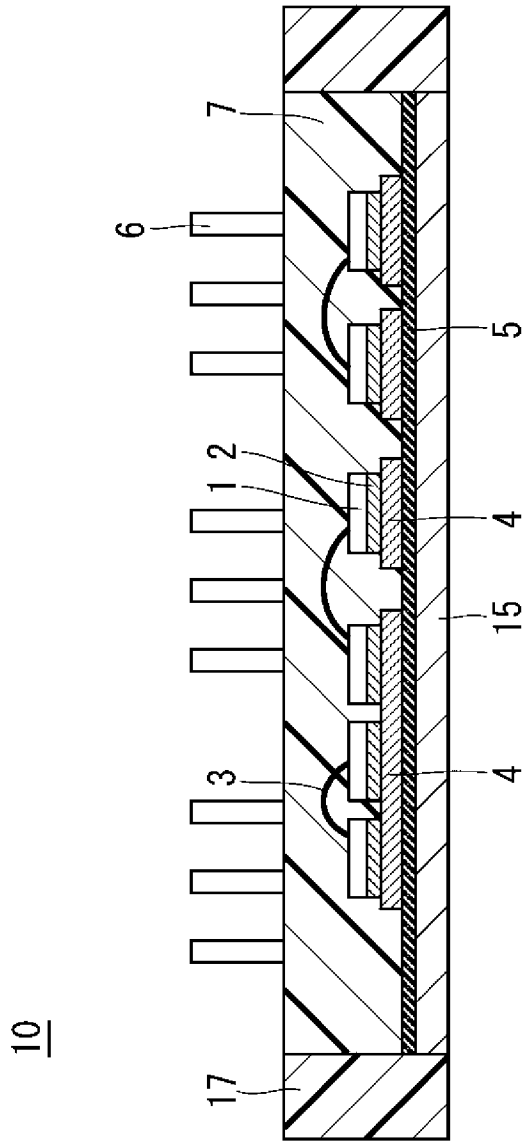
[図7]



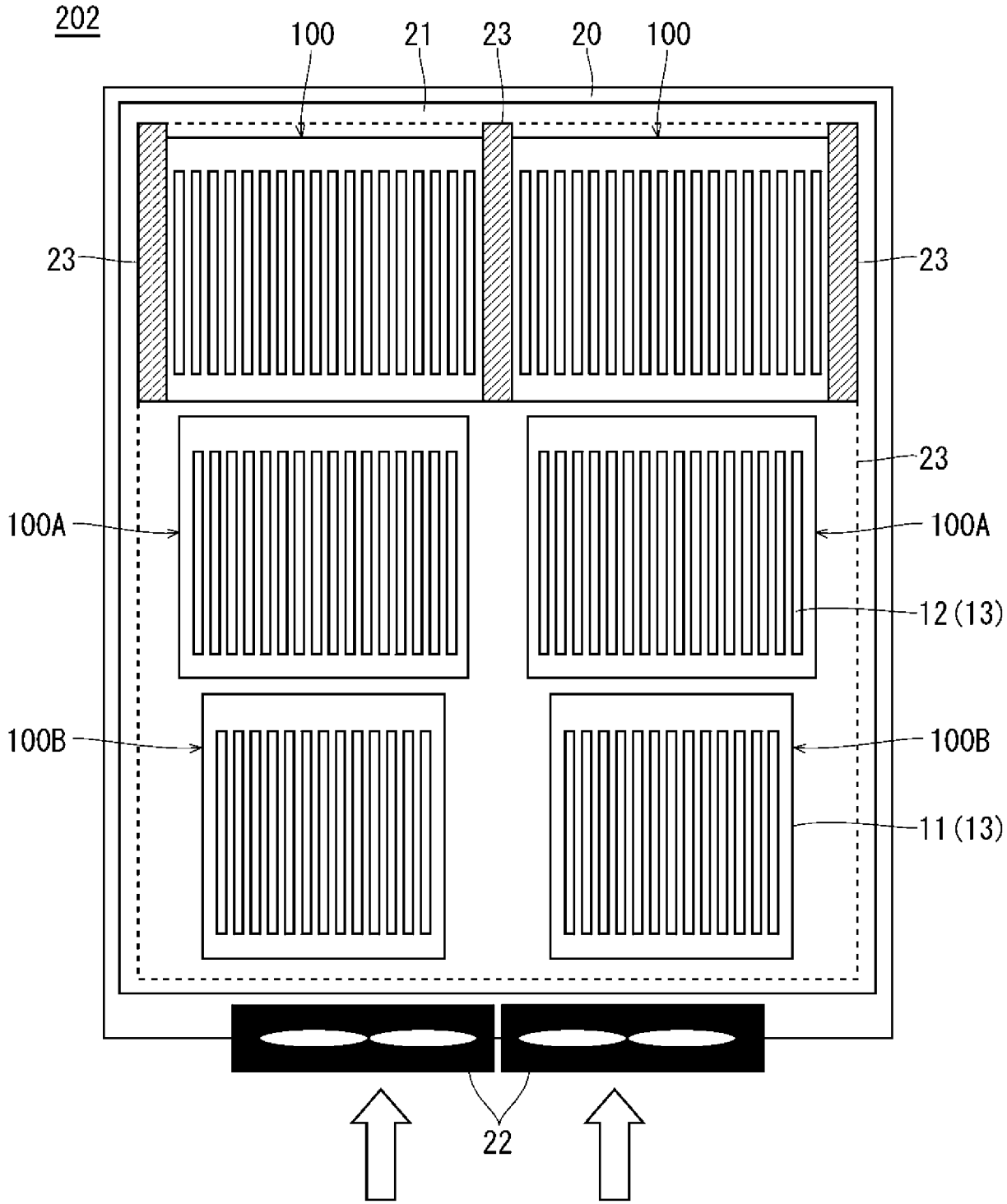
[図8]



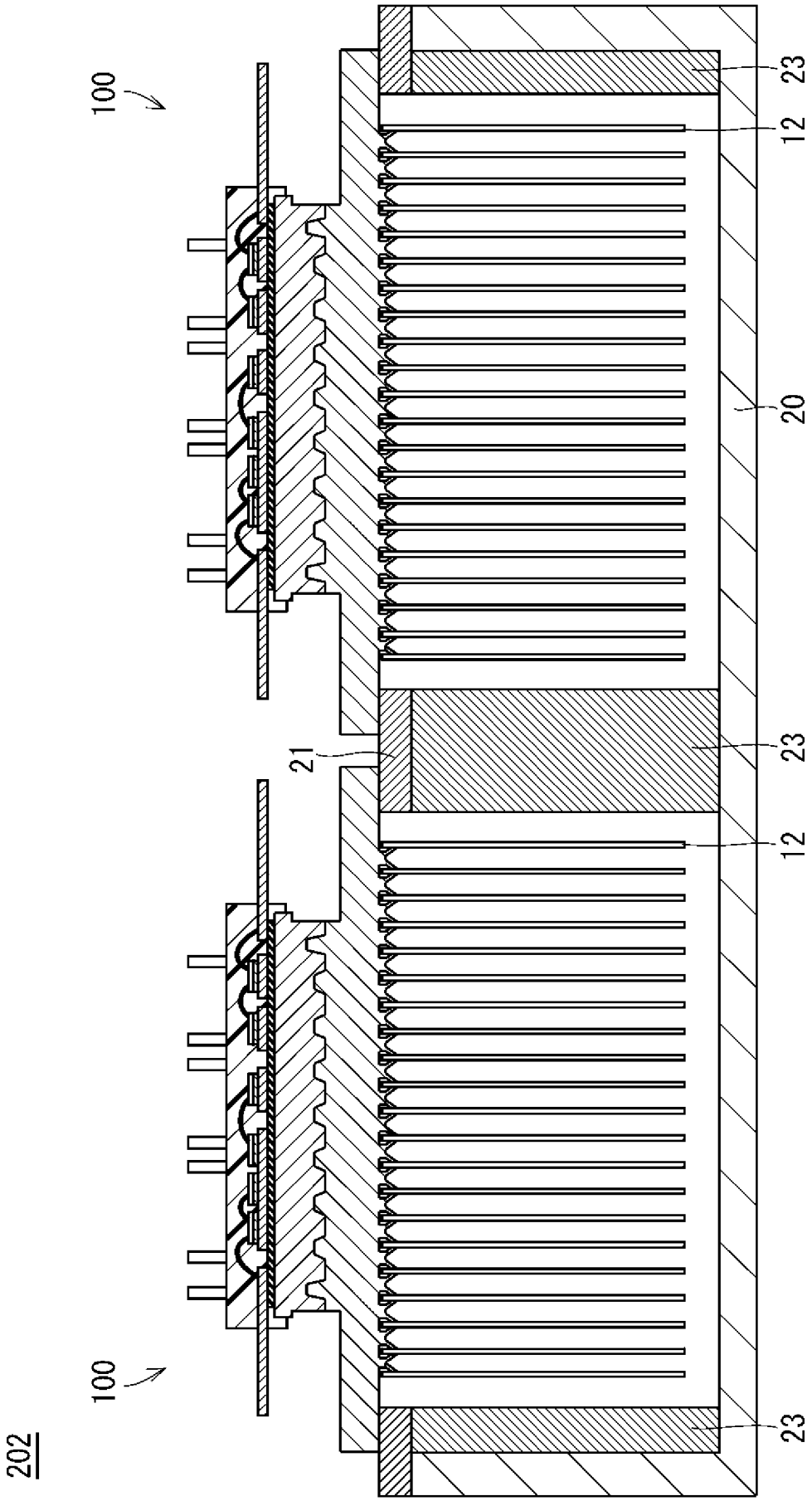
[図9]



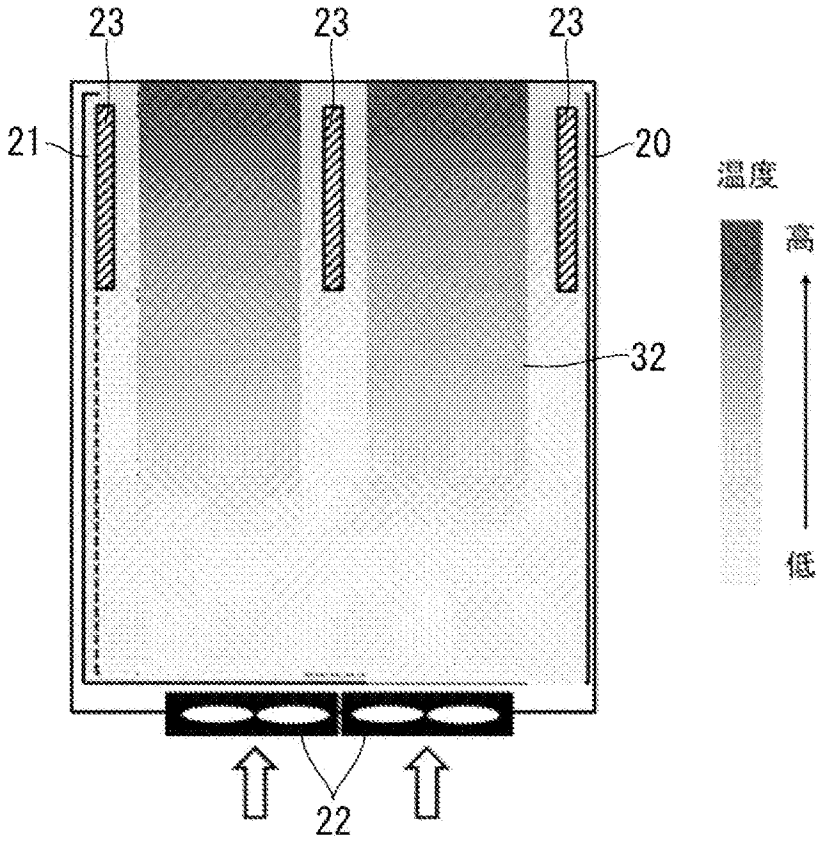
[図10]



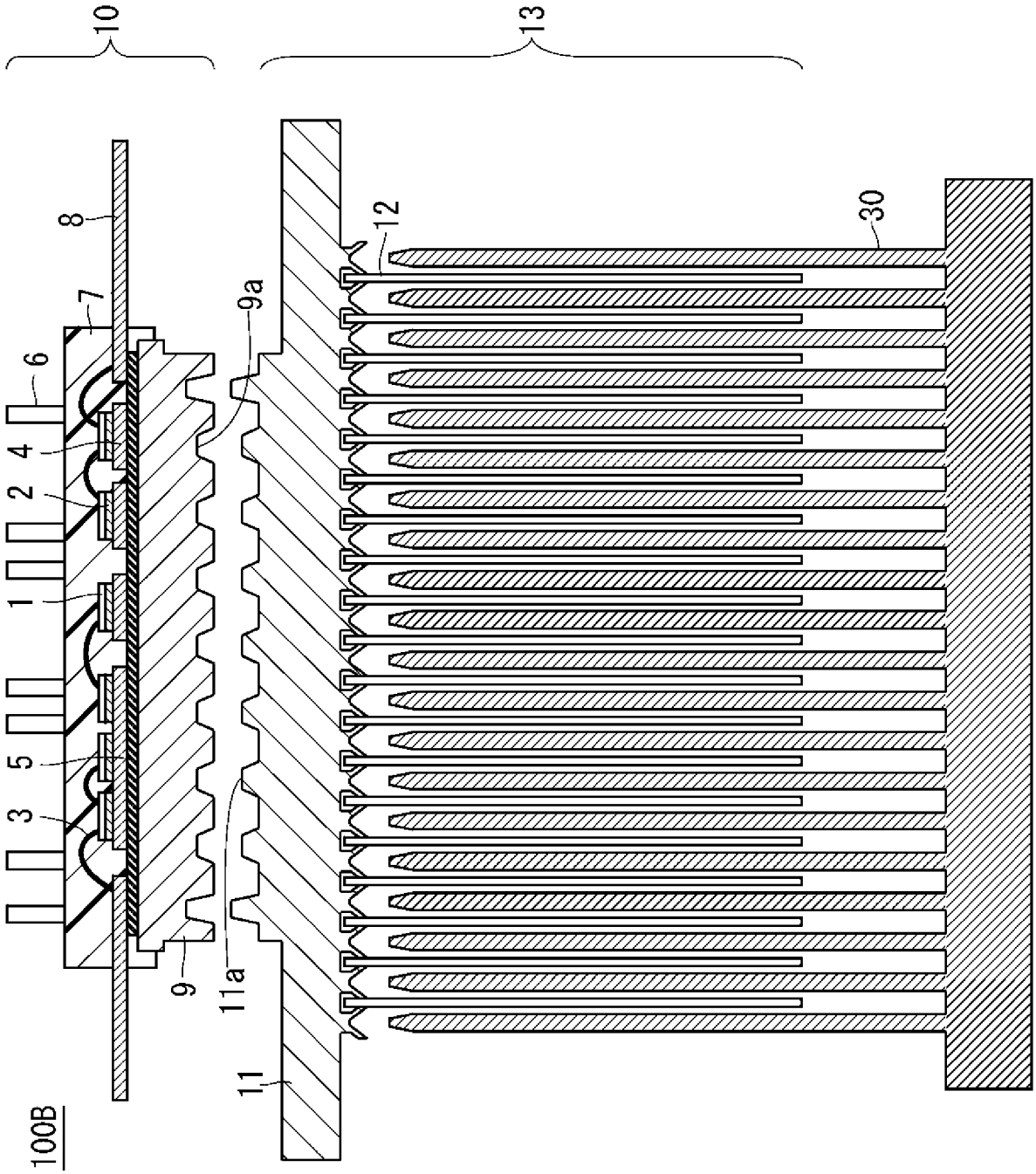
[図11]



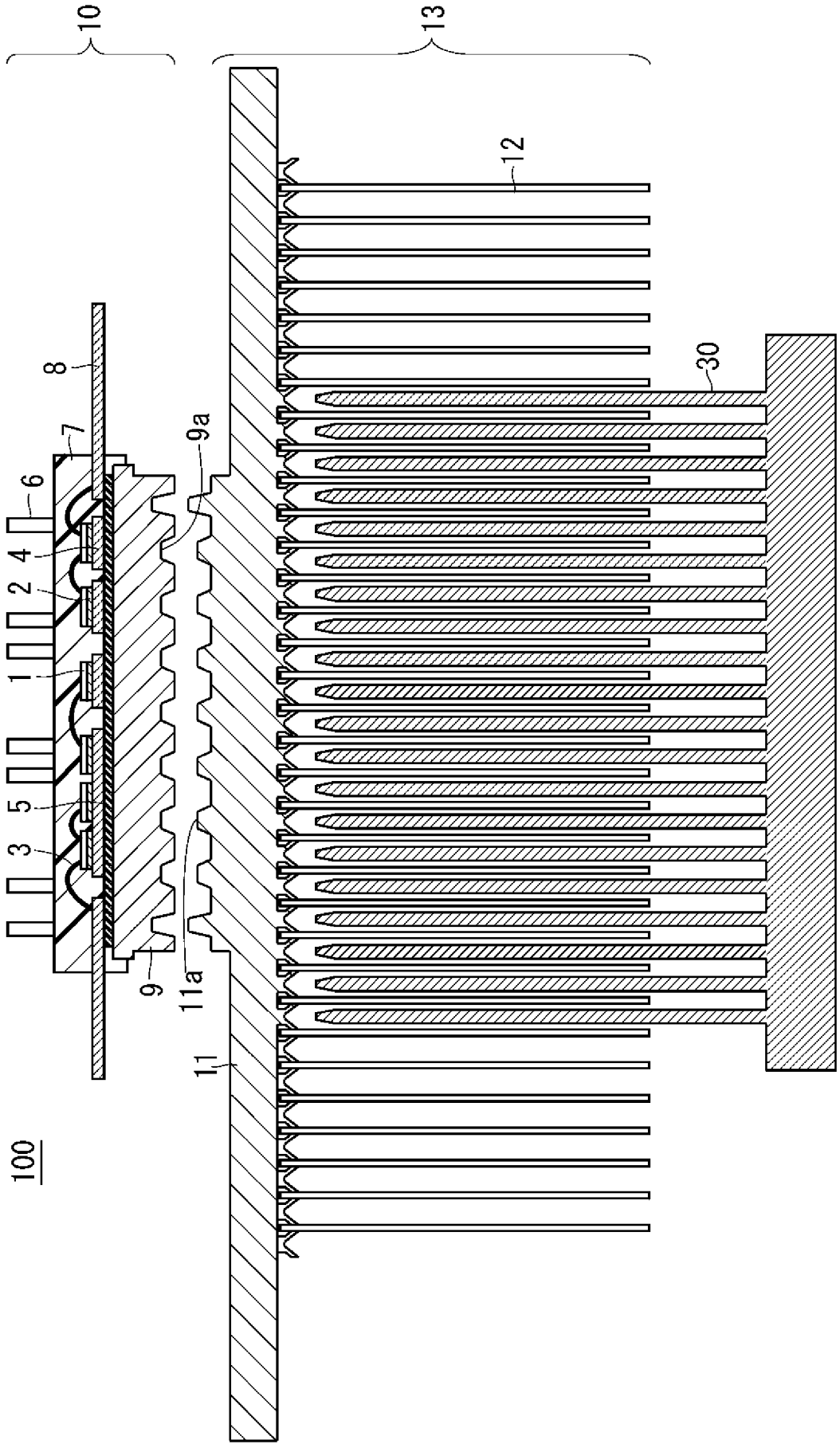
[図12]



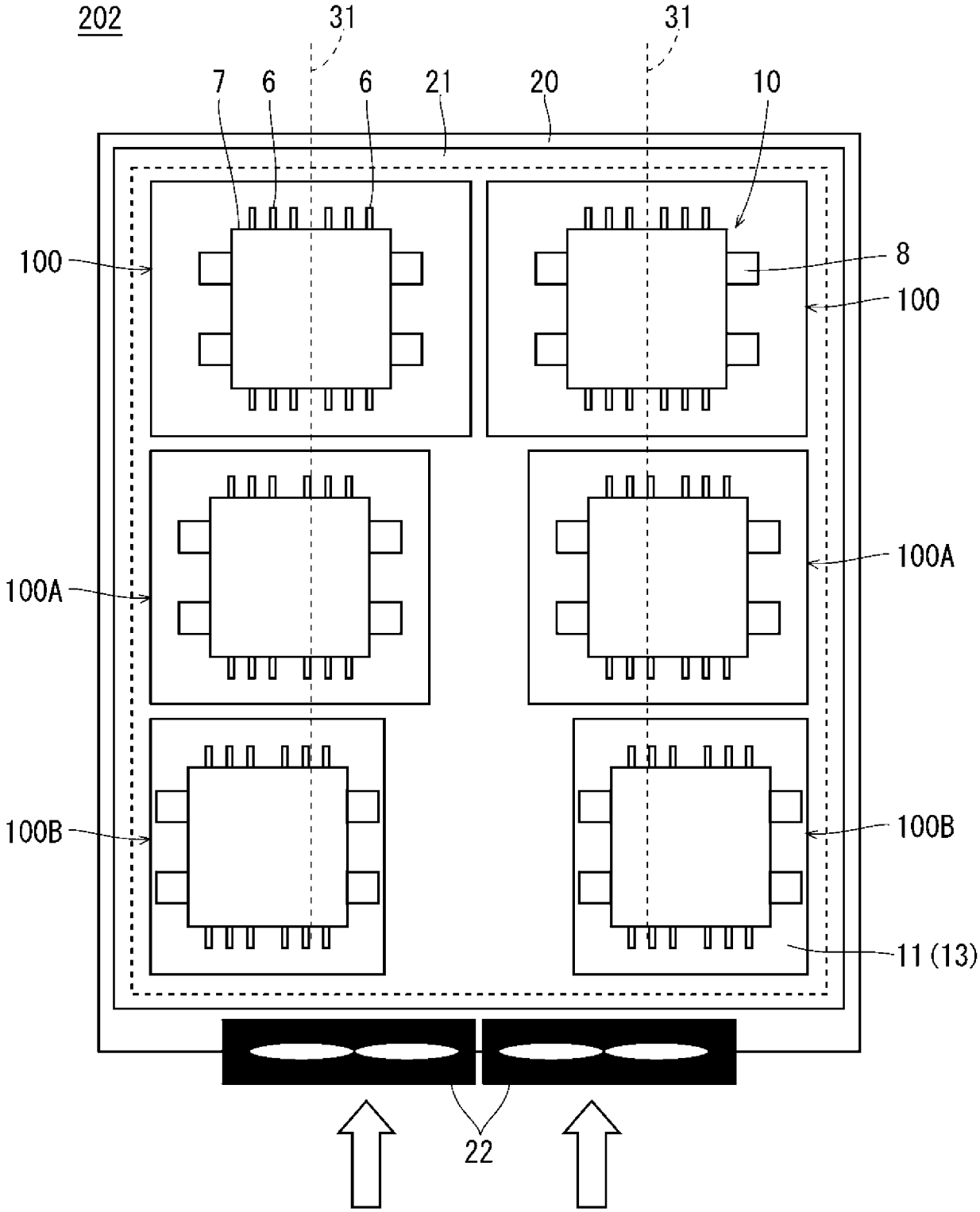
[図13]



[図14]

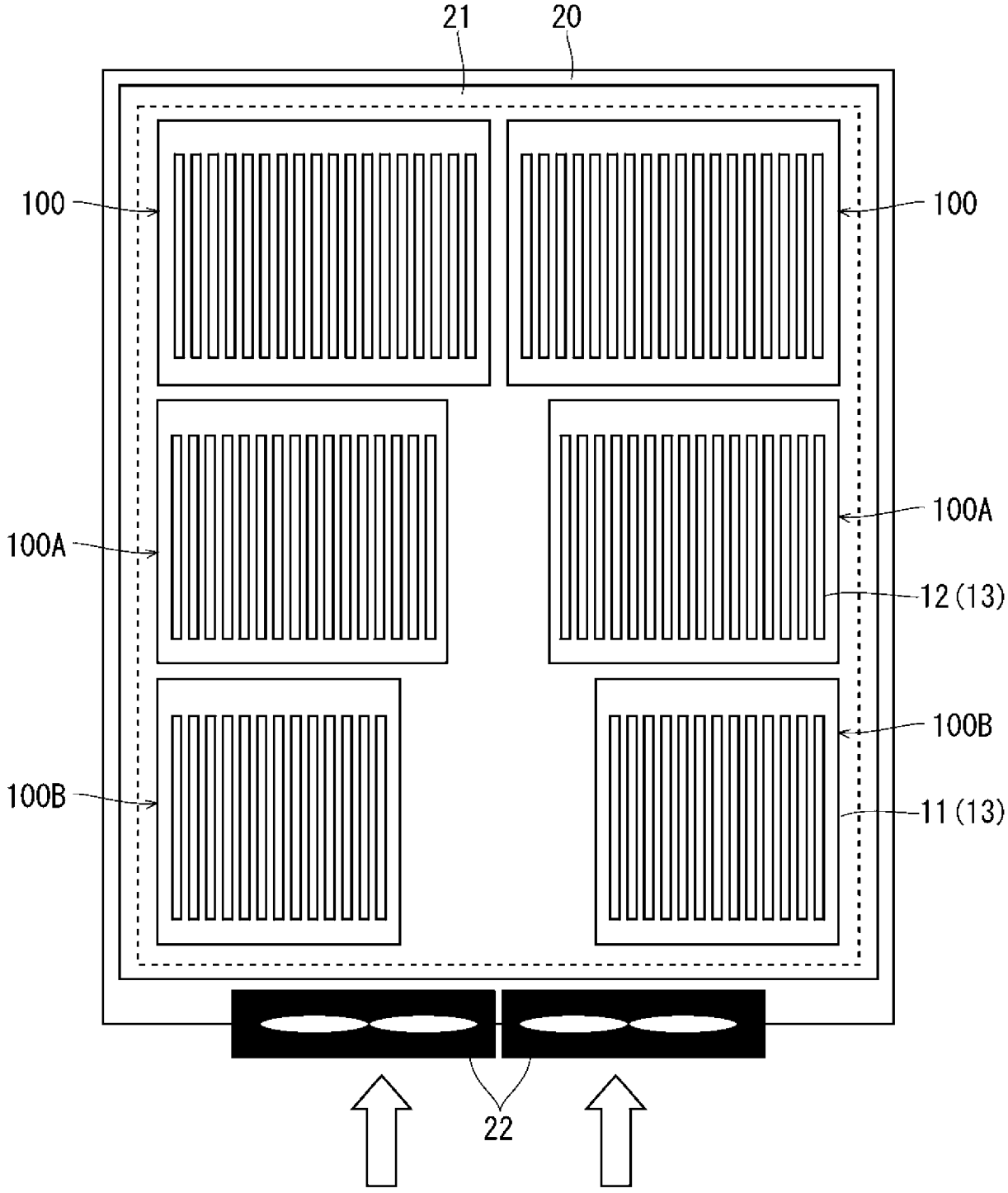


[図15]

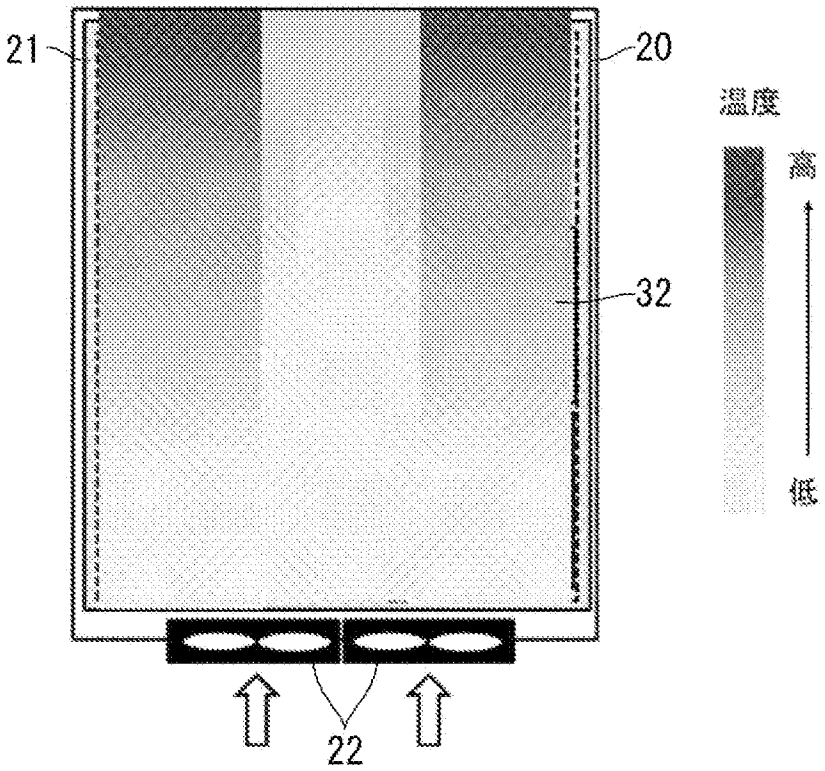


[図16]

202

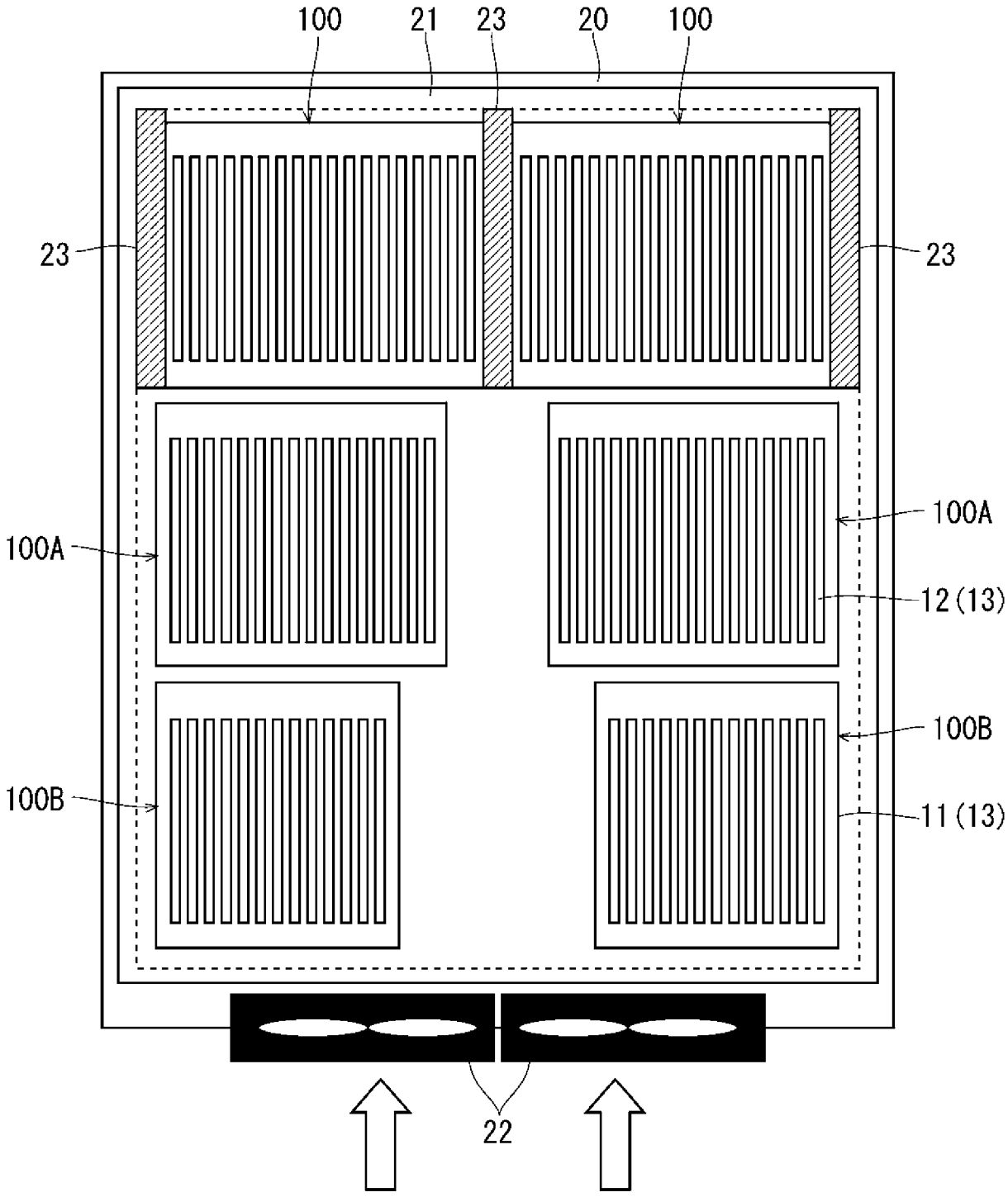


[図17]

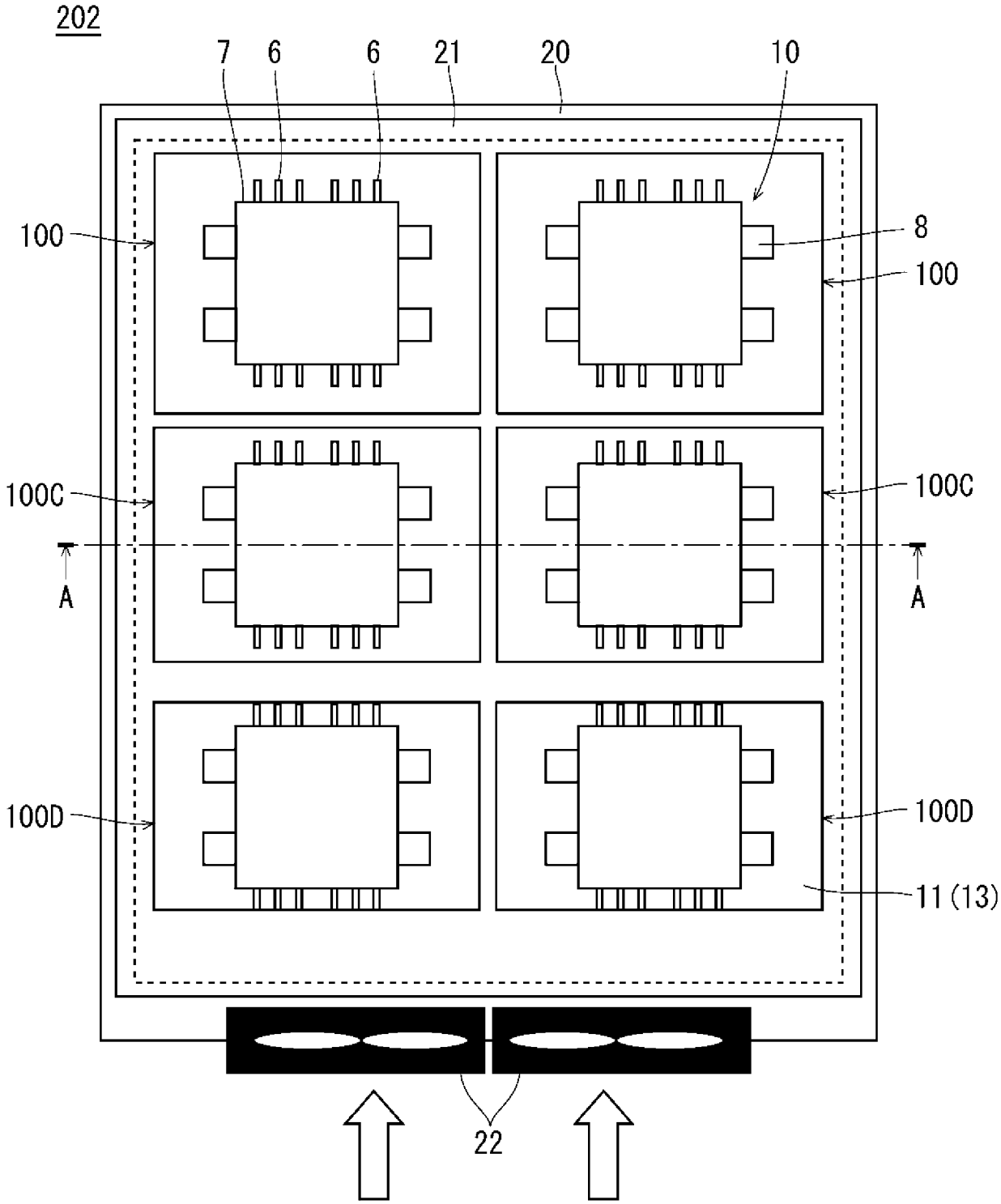


[図18]

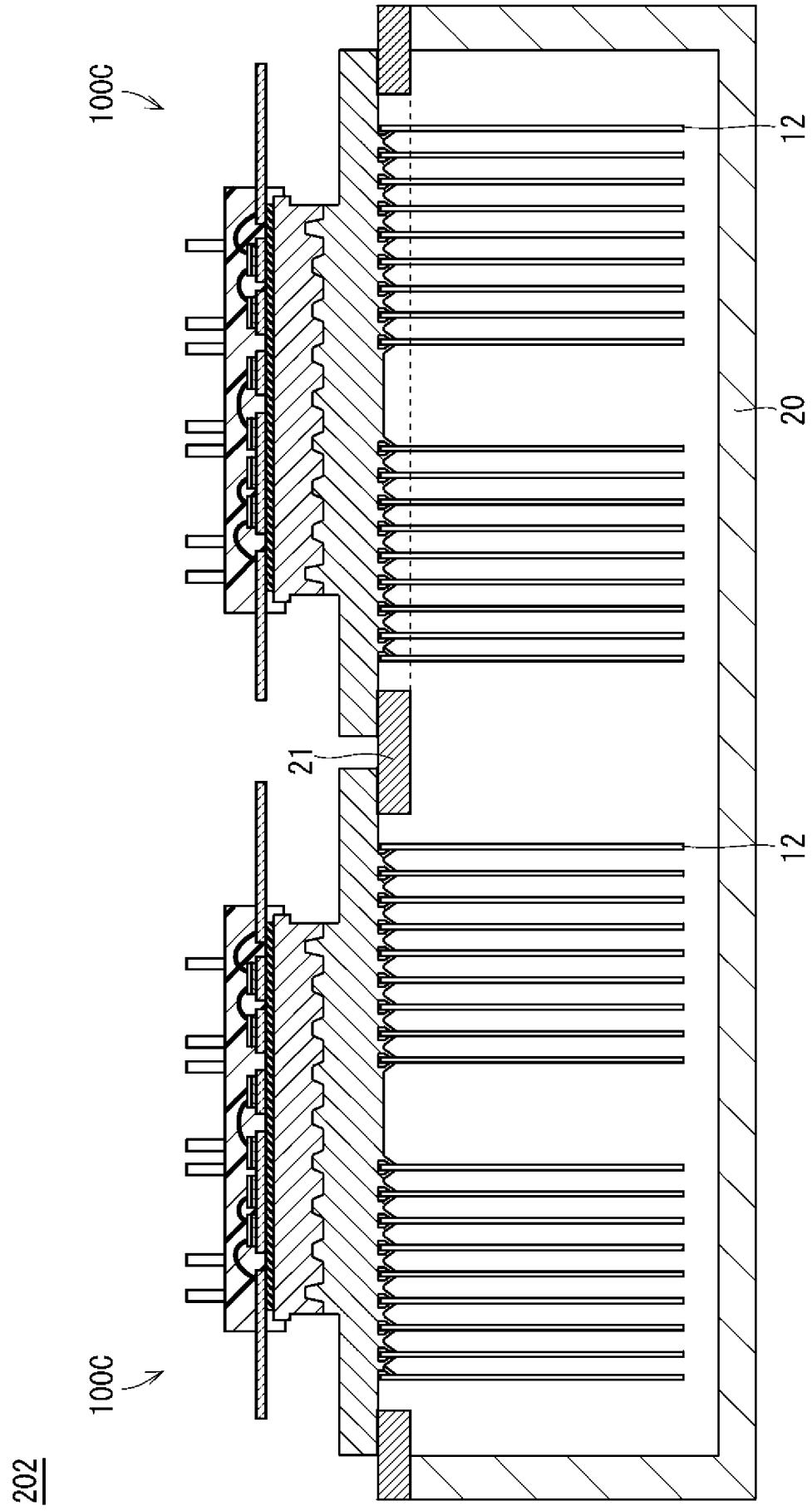
202



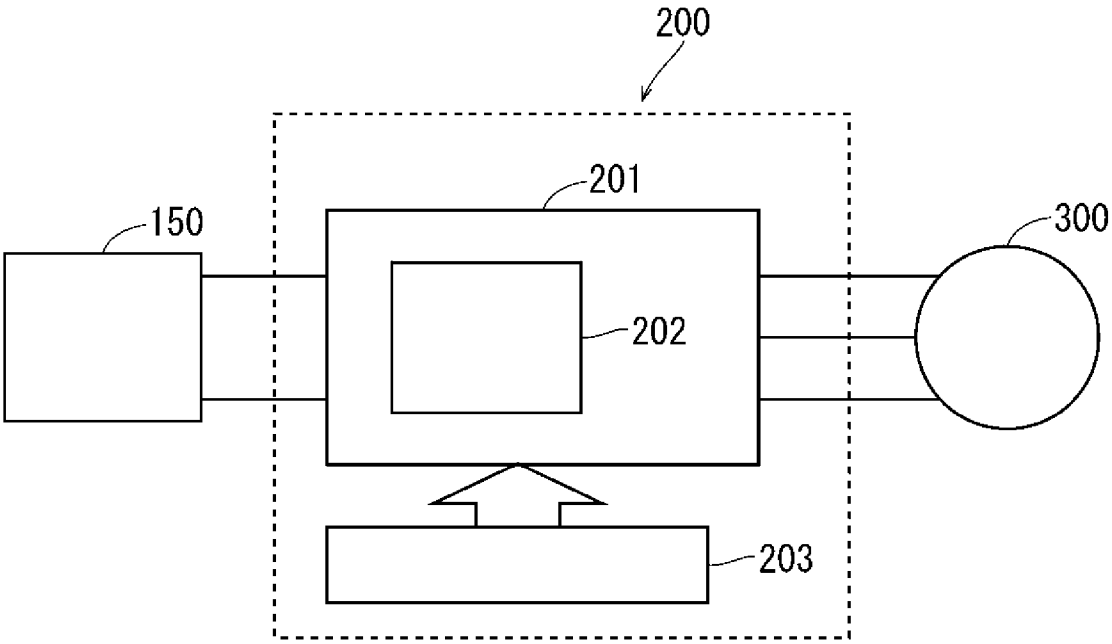
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/036671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/467(2006.01)i; ***H01L 23/36***(2006.01)i; ***H05K 7/20***(2006.01)i
FI: H01L23/46 C; H01L23/36 Z; H05K7/20 H

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)

H01L23/467; H01L23/36; H05K7/20

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 10-150284 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 02 June 1998 (1998-06-02) paragraph [0005], fig. 1-3	1, 6, 10
Y		2-5, 7-8
Y	JP 2011-035267 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 17 February 2011 (2011-02-17) paragraphs [0013]-[0015], fig. 1-2	2-5, 7-8
Y	WO 02/49106 A1 (FUJITSU LIMITED) 20 June 2002 (2002-06-20) fig. 1, 17	2-5, 7-8
X	WO 2018/097027 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 31 May 2018 (2018-05-31) paragraphs [0036]-[0039], [0046], [0058], fig. 17, 28	9

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
20 November 2024	**03 December 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/036671

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1： JP 10-150284 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 02 June 1998 (1998-06-02) paragraph [0005], fig. 1-3 (Family: none)

Claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) Claims 1-8 and 10

Claims 1-8 and 10 have the special technical feature of a "semiconductor device comprising: a housing; an attachment plate which is fixed inside the housing and includes a plurality of openings; a plurality of heat sinks which are respectively attached to the plurality of openings of the attachment plate; a plurality of semiconductor modules which are respectively mounted on the plurality of heat sinks; and a cooling fan which is provided to the housing and blows air to the plurality of heat sinks, wherein the plurality of heat sinks are disposed along a first direction parallel to an air blowing direction of the cooling fan, and the dimension of the heat sink in a second direction perpendicular to the first direction, , the heat sink is disposed on the windward side among the plurality of heat sinks, is smaller than the dimension of the heat sink disposed on the a leeward side in the second direction," and are thus classified as invention 1.

(Invention 2) Claim 9

Claim 9 shares, with claim 1 classified as invention 1, the common technical feature in which a heat sink including the semiconductor module mounted on an attachment plate fixed to the housing is attached. However, the technical feature does not make a contribution over the prior art in light of the disclosures of document 1 (in particular, paragraph [0005], fig. 1-3), and thus cannot be said to be a special technical feature. Also, there are no other same or corresponding special technical features between claim 9 and claim 1.

Additionally, claim 9 does not depend from claim 1. Furthermore, claim 9 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claim 9 cannot be classified as invention 1.

Moreover, claim 9 has the special technical feature of a "method for manufacturing a semiconductor device comprising the steps of: forming a semiconductor module in which the semiconductor element is mounted on a fin base and the semiconductor element is sealed by a sealing material such that a first uneven portion of the fin base on the side opposite to a side on which the semiconductor element is mounted is exposed; preparing a heat sink in which a second uneven portion fitting to the first uneven portion is formed on a heat sink base and a plurality of heat dissipation fins are integrated with the heat sink base on a side opposite to the second uneven portion; mounting the heat sink on a jig which is inserted between the plurality of heat dissipation fins of the heat sink and receives a press load; integrating the fin base and the heat sink; fixing a attachment plate to the housing; and mounting and fixing the semiconductor module, which is integrated with the heat sink, to the attachment plate" and are thus classified as invention 2. and are thus classified as invention 2.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/036671

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☑ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/036671

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 10-150284 A	02 June 1998	(Family: none)	
JP 2011-035267 A	17 February 2011	(Family: none)	
WO 02/49106 A1	20 June 2002	US 2003/0218850 A1 fig. 1, 17 EP 1343204 A1	
WO 2018/097027 A1	31 May 2018	US 2019/0295919 A1 paragraphs [0106]-[0109], [0116], [0128], fig. 17, 28 CN 110024119 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/036671

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 23/467(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i; H05K 7/20(2006.01)i
FI: H01L23/46 C; H01L23/36 Z; H05K7/20 H

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））

H01L23/467; H01L23/36; H05K7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
X	JP 10-150284 A (株式会社安川電機) 02.06.1998 (1998-06-02) 段落[0005], 図1-3	1,6,10
Y		2-5,7-8
Y	JP 2011-035267 A (三菱電機株式会社) 17.02.2011 (2011-02-17) 段落[0013]-[0015], 図1-2	2-5,7-8
Y	WO 02/49106 A1 (富士通株式会社) 20.06.2002 (2002-06-20) 図1, 17	2-5,7-8
X	WO 2018/097027 A1 (三菱電機株式会社) 31.05.2018 (2018-05-31) 段落[0036]-[0039], [0046], [0058], 図17, 28	9

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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	国際調査報告の発送日
20.11.2024	03.12.2024

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）
小林　大介 5D 9848
電話番号 03-3581-1101 内線 3549

第Ⅲ欄　　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

文献１：JP 10-150284 A（株式会社安川電機）02.06.1998(1998-06-02)
　段落[0005]，図1-3（ファミリーなし）

請求の範囲は、以下の２つの発明に区分される。

（発明１）　請求項１－８、１０
　請求項１－８、１０は、「筐体と、前記筐体内に固定され、複数の開口を有する取付板と、前記取付板の複数の前記開口にそれぞれ取り付けられた複数のヒートシンクと、複数の前記ヒートシンク上にそれぞれ搭載された複数の半導体モジュールと、前記筐体に設けられ、複数の前記ヒートシンクへ送風する冷却ファンと、を備え、複数の前記ヒートシンクは、前記冷却ファンの送風方向と平行な第１方向に沿って配置され、複数の前記ヒートシンクのうち、風上側に配置された前記ヒートシンクの前記第１方向と直交する第２方向の寸法は、風下側に配置された前記ヒートシンクの前記第２方向の寸法よりも小さい、半導体装置。」という特別な技術的特徴を有しているので、発明１に区分する。

（発明２）　請求項９
　請求項９は、発明１に区分された請求項１と、筐体に固定された取付板に半導体モジュールが搭載されたヒートシンクを取り付けるという共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献１の開示内容（特に、段落［０００５］、図１－３）に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項９と請求項１との間に、他の同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。
　さらに、請求項９は請求項１の従属請求項ではない。また、請求項９は、発明１に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。
　したがって、請求項９は発明１に区分できない。
　そして、請求項９は、「フィンベースに半導体素子を搭載し、前記半導体素子が搭載されている側とは反対側の前記フィンベースの第１凹凸部を露出させる態様で前記半導体素子を封止材によって封止した半導体モジュールを形成する工程と、ヒートシンクベースに前記第１凹凸部と嵌合する第２凹凸部が形成され、前記第２凹凸部とは反対側に複数の放熱フィンが前記ヒートシンクベースと一体化されたヒートシンクを用意する工程と、前記ヒートシンクの複数の前記放熱フィン間に挿入され、プレス荷重を受ける治具に前記ヒートシンクを搭載する工程と、前記フィンベースと前記ヒートシンクとを一体化する工程と、筐体に取付板を固定する工程と、前記取付板に前記ヒートシンクと一体化した前記半導体モジュールを搭載し、固定する工程と、を備えた、半導体装置の製造方法。」という特別な技術的特徴を有しているので、発明２に区分する。

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/036671

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

2. ☑ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

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/JP2024/036671

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 10-150284 A	02.06.1998	（ファミリーなし）	
JP 2011-035267 A	17.02.2011	（ファミリーなし）	
WO 02/49106 A1	20.06.2002	US 2003/0218850 A1 図1, 17 EP 1343204 A1	
WO 2018/097027 A1	31.05.2018	US 2019/0295919 A1 段落[0106]-[0109], [0116], [0128], 図17, 28 CN 110024119 A	