(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
2020年10月1日(01.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/195140 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/003314

(22) 国際出願日： 2020年1月30日(30.01.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-062196 2019年3月28日(28.03.2019) 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).

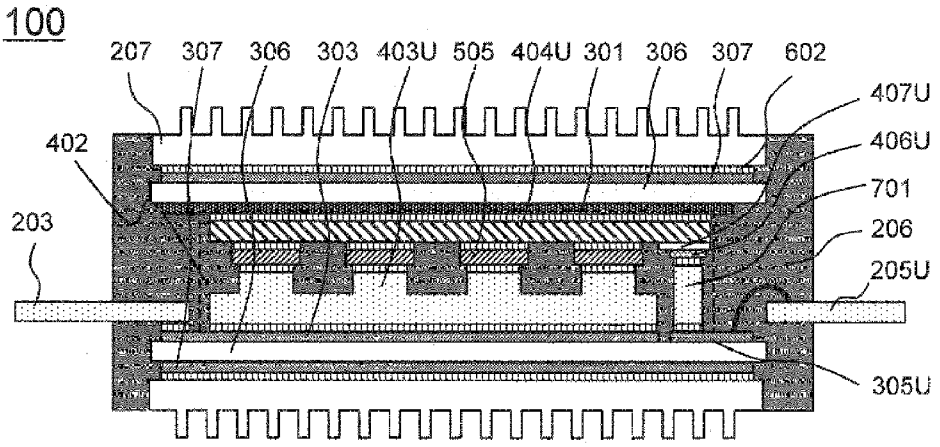
(72) 発明者: 長崎 仁徳 (**NAGASAKI Hironori**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 加藤 徹(**KATO Toru**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 平尾 高志(**HIRAO Takashi**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 田中 信太朗(**TANAKA Shintaro**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(**TODA Yuji**); 〒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).

(54) **Title:** POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称： パワー半導体装置

【図８】



(57) **Abstract:** This power semiconductor device is provided with: a first submodule having a first power semiconductor element; a second submodule having a second power semiconductor element; a positive-electrode-side conductor part and a negative-electrode-side conductor part; an intermediate substrate in which a negative-electrode-side opposing part opposing the negative-electrode-side conductor part with the first submodule therebetween and a positive-electrode-side opposing part opposing the positive-electrode-side conductor part with the second submodule therebetween are formed;

WO 2020/195140 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

and a plurality of signal terminals that transmit signals for controlling the first power semiconductor element or the second power semiconductor element. The second submodule is disposed such that the orientations of electrode surfaces of the second power semiconductor element and the first power semiconductor element are reversed to each other. A signal relay conductor part is disposed in a space that is in the height direction of the second submodule and that is present between a portion of the second submodule and the intermediate substrate. The intermediate substrate has wires that are connected to the signal relay conductor part and that are electrically connected to the signal terminals. Accordingly, productivity of the power semiconductor device is improved while increase of inductance of a main circuit is suppressed.

(57) 要約: 第１パワー半導体素子を有する第１サブモジュールと、第２パワー半導体素子を有する第２サブモジュールと、正極側導体部及び負極側導体部と、第１サブモジュールを挟んで負極側導体部と対向する負極側対向部と第２サブモジュールを挟んで正極側導体部と対向する正極側対向部を形成する中間基板と、第１パワー半導体素子又は第２パワー半導体素子を制御するため信号を伝達する複数の信号端子と、を備えたパワー半導体装置であって、第２サブモジュールは、第２パワー半導体素子の電極面と第１パワー半導体素子の電極面の向きが反転するように配置され、第２サブモジュールの高さ方向であって当該第２サブモジュールの一部と中間基板に挟まれた空間には信号中継導体部が配置され、中間基板は、信号中継導体部と接続されかつ信号端子と電気的に接続される配線を有する。これにより、主回路インダクタンスの増大を抑制しながら、パワー半導体装置の生産性を向上させる。

明　細　書

発明の名称 ： パワー半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、パワー半導体装置に関し、特に車載用駆動用のモータを制御するパワー半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、車載用の電力変換装置では、高出力密度化が要求されている。高出力密度化のためには、損失を低減し発熱を抑える必要がある。損失を低減するための一つの手法として、スイッチング速度を上げることでスイッチング損失を低減する手法があるが、スイッチング速度が上がることによってサージ電圧が大きくなる。

[0003] そこで、サージ電圧の原因である主回路の寄生インダクタンスの低減が必要となる。特許文献１では、放熱性を高めるためにパワー半導体素子を両面から冷却する構造が開示されている。特許文献２では、インダクタンスの低減や冷却性能向上のために、上下アームの一方である片アームのパワー半導体素子を反転させた構造が開示されている。

[0004] しかしながら、特許文献１のような両面冷却構造に特許文献２のような、片アームのパワー半導体素子を反転させた構造を適用させようとした場合、上下アームを含むパワー半導体装置の生産性の更なる向上が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１４－２３３２７号公報

特許文献2：特開２０１７－１８３４３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の課題は、主回路インダクタンスの増大を抑制しながら、パワー半

導体装置の生産性を向上させることである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係るパワー半導体装置は、第１パワー半導体素子を有する第１サブモジュールと、第２パワー半導体素子を有する第２サブモジュールと、正極側導体部及び負極側導体部と、第１サブモジュールを挟んで負極側導体部と対向する負極側対向部と第２サブモジュールを挟んで正極側導体部と対向する正極側対向部を形成する中間基板と、第１パワー半導体素子又は第２パワー半導体素子を制御するため信号を伝達する複数の信号端子と、を備え、第２サブモジュールは、第２パワー半導体素子の電極面と第１パワー半導体素子の電極面の向きが反転するように配置され、第２サブモジュールの高さ方向であって当該第２サブモジュールの一部と中間基板に挟まれた空間には信号中継導体部が配置され、中間基板は、信号中継導体部と接続されかつ信号端子と電気的に接続される配線を有する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、主回路インダクタンスの増大を抑制しながら、パワー半導体装置の生産性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施形態に係るパワー半導体装置１００の外観正面図である。

[図2]図１に示されたパワー半導体装置１００からモールド材２０６、冷却金属部２０７、絶縁層３０６、はんだ接合用パターン３０７、はんだ材６０２を取り除いた内部構造図である。

[図3]図２に示されたパワー半導体装置１００から高電位側配線３０１及び低電位側配線３０２を取り除いた内部構造図である。

[図4]図３に示されたパワー半導体装置１００から第一サブモジュール４０１及び第二サブモジュール４０２を取り除いた内部構造図である。

[図5]本実施形態に係るサブモジュール４００の外観正面図である。

[図6]図５に示されたサブモジュール４００からサブモジュール内低電位側導体部４０３を取り除いた内部構造図である。

[図7]図５に示されたサブモジュール４００の一点鎖線Ｄ－Ｄ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図8]図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図9]図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｂ－Ｂ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図10]図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｃ－Ｃ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図11]実施形態２に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図12]実施形態２に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｂ－Ｂ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図13]実施形態３に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図14]実施形態３に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｂ－Ｂ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図15]実施形態４に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[図16(a-1)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、第一サブモジュールおよび第二サブモジュールの断面図である。

[図16(a-2)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、第一サブモジュールおよび第二サブモジュールの上面図である。

[図16(b-1)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、交流出力側基板８０１および直流入力側基板８０２に第一サブモジュールおよび第二サブモジュールを搭載した断面図である。

[図16(b-2)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、交流出力側基板８０１および直流入力側基板８０２に第一サブモジュールおよび第二サブモジュールを搭載した上面図である。

[図16(c-1)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、図１６（ｂ－１）にワイヤボンディング６０１を接続した断面図である。

[図16(c-2)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、図１６（ｂ－２）にワイヤボンディング６０１を接続した上面図である。

[図16(d-1)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、図１６（ｃ－１）に冷却金属部２０７を実装した断面図である。

[図16(d-2)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、図１６（ｃ－２）に冷却金属部２０７を実装した上面図である。

[図16(e-1)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、図１６（ｄ－１）を樹脂封止した断面図である。

[図16(e-2)]実施形態２に係るパワー半導体装置の製造工程を示す、図１６（ｄ－２）を樹脂封止した上面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して、本発明に係るパワー半導体装置の実施の形態について説明する。なお、各図において同一要素については同一の符号を記し、重複する説明は省略する。本発明は以下の実施形態に限定されることなく、本発明の技術的な概念の中で種々の変形例や応用例をもその範囲に含むものである。

[0011] ［実施形態１］

本実施形態１に係るパワー半導体装置１００を図１から１０を用いて説明する。

[0012] 図１は、本実施形態１に係るパワー半導体装置１００の外観正面図である。図１に示されるように、パワー半導体装置１００は、高電位側端子２０１、低電位側端子２０２、交流出力端子２０３、正極センス端子２０４Ｕ及び２０４Ｌ、負極センス端子２０５Ｕ及び２０５Ｌ及び冷却金属部２０７を有する。それぞれの一部が、モールド材２０６によって樹脂封止されている。これにより、各部材間の絶縁性を確保している。

[0013] 高電位側端子２０１、低電位側端子２０２、交流出力端子２０３、正極セ

ンス端子２０４、負極センス端子２０５は、モールド材２０６から突出しており、それぞれ外部装置と接続される。冷却金属部２０７は、表面にフィンを備える。これにより、冷却性能を向上することができる。

[0014] 次に、パワー半導体１００の積層構造について、図３、図８から図１０を用いて説明する。

[0015] 図３は、図２に示されたパワー半導体装置１００から高電位側配線３０１及び低電位側配線３０２を取り除いた内部構造図である。図８は、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。図９は、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｂ－Ｂ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。図１０は、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｃ－Ｃ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[0016] 図８、図９及び図１０に示されるように、断面方向から見て上側の絶縁層３０６の表面には、高電位側配線３０１と、低電位側配線３０２が形成される。また、その逆側の表面には、冷却金属部２０７を熱的に接続するための半田接合用パターン３０７が形成される。半田接合用パターン３０７は、半田材６０２を介して、冷却金属部２０７と熱的に接続される。

[0017] 図３及び図８に示されるように、断面方向から見て下側の絶縁層３０６の一方の表面には、交流出力配線３０３、正極センス配線３０４Ｕ（図３参照）、負極センス配線３０５Ｕ（図３参照）、高電位側端子接合用パターン３０８（図３参照）、低電位側端子接合用パターン３０９（図３参照）が形成される。他方の表面には、冷却金属部２０７を熱的に接続するための半田接合用パターン３０７が形成されている。半田接合用パターン３０７は、半田材６０２を介して、冷却金属部２０７と熱的に接続される。

[0018] 図２は、図１に示されるパワー半導体装置１００からモールド材２０６、冷却金属部２０７、絶縁層３０６、はんだ接合用パターン３０７、はんだ材６０２を取り除いた内部構造図である。

[0019] 図２及び図３に示されるように、低電位側端子２０２は、半田材６０２を

介して低電位側端子接合用パターン３０９および低電位側配線３０２と電気的に接続される。また、低電位側端子２０２は、バッテリーからの直流電圧を平滑化するキャパシタ（不図示）の低電位側と、ねじ止め、レーザー溶接、などによって電気的に接続される。

[0020] ここで、図５、図６及び図７を用いて、サブモジュール４００の構造について説明する。

[0021] 図５は、本実施形態に係るサブモジュール４００の外観正面図である。図６は、図５に示されたサブモジュール４００からサブモジュール内低電位側導体部４０３を取り除いた内部構造図である。図７は、図５に示されたサブモジュール４００の一点鎖線Ｄ－Ｄ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[0022] パワー半導体素子５００は、例えばＭＯＳＦＥＴまたはＩＧＢＴが用いられる。パワー半導体装置１００は、インバータ回路の上アームを構成する第１パワー半導体素子５０５と、インバータ回路の下アームを構成する第２パワー半導体素子５０６と、により構成される。図５ないし図７は、上アームを構成するサブモジュール４００を示す。

[0023] 図６に示されるように、第１パワー半導体素子５０５は、正極センス電極５０３と、負極センス電極５０４と、低電位側電極５０１と、高電位側電極５０２（パワー半導体素子５００の裏面側）と、をそれぞれ備える。これらの電極は、ＩＧＢＴの場合には、正極センス電極５０３がゲート電極、負極センス電極５０４がケルビンエミッタ電極、低電位側電極５０１がエミッタ電極、高電位側電極５０２がコレクタ電極に相当する。また、ＭＯＳＦＥＴの場合には、正極センス電極５０３がゲート電極、負極センス電極５０４がケルビンソース電極、低電位側電極５０１がソース電極、高電位側電極５０２がドレイン電極に相当する。

[0024] また、パワー半導体素子の種類によっては、負極センス電極５０４を持たず、低電位側電極５０１を負極センス電極として用いるパワー半導体素子もあり、本実施形態においても、そのような半導体素子を用いることができる

。

[0025] 図７に示されるように、サブモジュール内高電位側導体部４０４は、サブモジュール内絶縁層４０７と、サブモジュール内正極センス配線４０５と、サブモジュール内負極センス配線４０６を備える。

[0026] サブモジュール内絶縁層４０７は、高電位側導体部４０４の表面の、第１パワー半導体素子５０５が実装されていない領域に形成される。サブモジュール内絶縁層４０７は、高電位側導体部４０４と、サブモジュール内正極センス配線４０５およびサブモジュール内負極センス配線４０６を絶縁する。

[0027] サブモジュール内正極センス配線４０５と、サブモジュール内負極センス配線４０６は、サブモジュール内絶縁層４０７の表面に形成され、それぞれパワー半導体５００に電気的な信号を伝達する。

[0028] なお本実施形態において、サブモジュール内絶縁層４０７は、Ｔ字型に形成されているが、必ずしもＴ字型である必要はなく、第１パワー半導体素子５０５の配置によって様々な形が想定される。

[0029] サブモジュール内高電位側導体部４０４には、半田材６０２を介して高電位側電極５０２が接続される。

[0030] 低電位側電極５０１には、半田材６０２を介してサブモジュール内低電位側導体部４０３が電気的に接続される。正極センス電極５０３は、ワイヤボンディング６０１を介してサブモジュール内正極センス配線４０５と電気的に接続される。負極センス電極５０４は、ワイヤボンディング６０１を介してサブモジュール内負極センス配線４０６と電気的に接続される。

[0031] 図９及び図１０に示されるように、第１サブモジュール４０１のサブモジュール内低電位側導体部４０３Ｌは、半田材６０２を介して低電位側配線３０２と電気的に接続される。第１サブモジュール４０１のサブモジュール内高電位側導体部４０４Ｌは、半田材６０２を介して交流出力配線３０３と電気的に接続される。

[0032] 図３は、図２に示されたパワー半導体装置１００から高電位側配線３０１及び低電位側配線３０２を取り除いた内部構造図である。図４は、図３に示

されたパワー半導体装置１００から第１サブモジュール４０１及び第２サブモジュール４０２を取り除いた内部構造図である。

[0033] 図３に示されるように、交流出力端子２０３は、半田材６０２を介して交流出力配線３０３と電気的に接続される。また、交流出力端子２０３は、モータと接続されるバスバー（不図示）と、ねじ止め、レーザー溶接、などによって電気的に接続される。

[0034] 正極センス端子２０４Ｌは、ワイヤボンディング６０１を介して、サブモジュール内正極センス配線４０５Ｌと電気的に接続される。また、負極センス端子２０５Ｌは、ワイヤボンディング６０１を介して、サブモジュール内負極センス配線４０６Ｌと電気的に接続される。正極センス端子２０４Ｌ及び負極センス端子２０５Ｌは、制御基板（不図示）と電気的に接続され、パワー半導体素子５００に制御信号を送る機能を有する。

[0035] 図３及び図８に示されるように、正極センス端子２０４Ｕは、ワイヤボンディング６０１を介して、正極センス配線３０４Ｕと電気的に接続される。負極センス配線３０４Ｕは、半田材６０２を介して、信号中継導体７０１と電気的に接続される。負極センス端子２０５Ｕは、ワイヤボンディング６０１を介して、負極センス配線３０５Ｕと電気的に接続される。

[0036] 図８に示されるように、負極センス配線３０５Ｕは、半田材６０２を介して、信号中継導体７０１と電気的に接続される。信号中継導体７０１は、半田材６０２を介して、サブモジュール内負極センス配線４０６Ｕと電気的に接続される。正極センス端子２０４Ｕ及び負極センス端子２０５Ｕは、制御基板（不図示）と電気的に接続され、パワー半導体素子５００に制御信号を送る機能を有する。

[0037] 図８に示されるように、第２サブモジュール４０２のサブモジュール内低電位側導体部４０３Ｕは、半田材６０２を介して交流出力配線３０３と電気的に接続される。第２サブモジュール４０２のサブモジュール内高電位側導体部４０４Ｕは、半田材６０２を介して高電位側配線３０１と電気的に接続される。

[0038] このように、第２サブモジュール４０２は、第１サブモジュール４０１と反転させた向きで半田材６０２を介して交流出力配線３０３と電気的に接続される。第２サブモジュール４０２を反転させて接続することによって、パワー半導体装置内部の電流経路が短くなり、インダクタンスを低減する効果が見込める。

[0039] ここで、モールド工程においては、パワー半導体装置１００を金型で挟み込むため、端子の高さが揃っていない場合、樹脂漏れや位置ずれなどの問題が発生し、製造上に問題がある。

[0040] また、中継端子７０１を用いない場合、パワー半導体装置１００を反転させ、ワイヤレスボンディングを行う必要があり、生産性が低下する虞がある。

[0041] これに対し、信号中継導体７０１を有することによって、高電位側端子２０１、低電位側端子２０２、交流出力端子２０３、正極センス端子２０４、負極センス端子２０５、のＡ－Ａ’断面方向からみた高さおよび厚さを同一にすることができ、モールド工程時の生産性を確保することができる。

[0042] 図８に示されるように、負極センス配線３０５Ｕは、半田材６０２を介して、信号中継導体７０１と電気的に接続される。信号中継導体７０１は、半田材６０２を介して、サブモジュール内負極センス配線４０６Ｕと電気的に接続される。これにより、負極センス配線３０５Ｕを基準にワイヤレスボンディングの高さを統一することができるため、生産性の低下を抑制することができる。

[0043] 正極センス配線３０４Ｕに関しても、同様の接続で信号中継導体７０１を介してサブモジュール内正極センス配線４０５と接続されている。これにより、正極センス端子２０４Ｕと、負極センス端子２０５Ｕと、高電位側端子２０１と、低電位側端子２０２の端子の高さを全て揃えることができる。

[0044] したがって、本実施形態により、端子の高さを揃えることができ、モールド工程時の生産性を確保することができる。

[0045] ［実施形態２］

本発明に係る実施形態２を図１１及び図１２を用いて説明する。

[0046] 図１１は、実施形態２に係るパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。図１２は、実施形態２に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｂ－Ｂ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[0047] 本実施形態では、図１１及び図１２に示されるように、パワー半導体素子５００の電極面に対して直角方向からみた　ワイヤボンディング６０１の上部に非積層部７０２を有する。これにより、モールド材２０６以外の部品をはんだ接合した後でもワイヤボンディング６０１を接合しやすくなる。よって、生産性を確保することができる。

[0048] 図１６に本実施形態に係るパワー半導体装置１００の製造工程を示す。

[0049] 図１６（ａ－１）は製造工程を示す、第１サブモジュール４０１および第２サブモジュール４０２の断面図である。図１６（ａ－２）は製造工程を示す、第１サブモジュール４０１および第２サブモジュール４０２の上面図である。図１６（ｂ－１）は製造工程を示す、交流出力側基板８０１および直流入力側基板８０２に第１サブモジュール４０１および第２サブモジュール４０２を搭載した断面図である。

[0050] 図１６（ｂ－２）は製造工程を示す、交流出力側基板８０１および直流入力側基板８０２に第１サブモジュール４０１および第２サブモジュール４０２を搭載した上面図である。図１６（ｃ－１）は製造工程を示す、図１６（ｂ－１）にワイヤボンディング６０１を接続した断面図である。図１６（ｃ－２）は製造工程を示す、図１６（ｂ－２）にワイヤボンディング６０１を接続した上面図である。

[0051] 直流入力側基板８０２が、交流出力側基板８０１より小さいことにより、非積層部７０２を有し、直流入力側基板８０２および交流出力側基板８０１にサブモジュールを同時に搭載した場合においても、ワイヤボンディング６０１を接続することが可能になる。

[0052] 図１６（ｄ－１）は製造工程を示す、図１６（ｃ－１）に冷却金属部２０

７を実装した断面図である。図１６（ｄ－２）は製造工程を示す、図１６（ｃ－２）に冷却金属部２０７を実装した上面図である。

[0053] 図１６（ｅ－１）は製造工程を示す、図１６（ｄ－１）を樹脂封止した断面図である。図１６（ｅ－２）は製造工程を示す、図１６（ｄ－２）を樹脂封止した上面図である。

[0054] 以上の製造工程により、直流入力側基板８０２および交流出力側基板８０１を片側ずつ搭載する通常の製造工程よりも工程を短縮することができ、更に片側ずつ搭載する際に発生する基板剥りを抑制することが可能になる。

[0055] ［実施形態３］

本発明に係る第３の実施形態を図１３及び図１４を用いて説明する。

[0056] 図１３は、実施形態３に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。図１４は、実施形態３に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ｂ－Ｂ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。

[0057] 本実施形態では、信号中継導体７０３が鉤型となっている。これにより、上下アームの形状を同一にしながら、ワイヤボンディング工程を短縮することができる。

[0058] 図１３および図１４に示すように、負極センス端子２０５Ｕは、半田材６０２を介して、負極センス配線３０５Ｕと電気的に接続される。負極センス配線３０５Ｕは、半田材６０２を介して、鉤型の信号中継導体７０３と電気的に接続される。信号中継導体７０３は、半田材６０２を介して、サブモジュール内負極センス配線４０６Ｕおよび、固定用配線７０４と電気的に接続される。

[0059] 正極センス端子２０５Ｕは、半田材６０２を介して、正極センス配線３０５Ｕと電気的に接続される。正極センス配線３０５Ｕは、半田材６０２を介して、信号中継導体７０３と電気的に接続される。鉤型の信号中継導体７０３は、半田材６０２を介して、サブモジュール内負極センス配線４０６Ｕおよび、固定用配線７０４と電気的に接続される。

[0060] 不図示ではあるが、同様に、負極センス端子２０５Ｌは、半田材６０２を介して、負極センス配線３０５Ｌと電気的に接続される。負極センス配線３０５Ｌは、半田材６０２を介して、信号中継導体７０３と電気的に接続される。信号中継導体７０３は、半田材６０２を介して、サブモジュール内負極センス配線４０６Ｌおよび、固定用配線７０４と電気的に接続される。

[0061] 図１４に示されるように、正極センス端子２０４Ｌは、半田材６０２を介して、正極センス配線３０４Ｌと電気的に接続される。正極センス配線３０４Ｌは、半田材６０２を介して、鉤型の信号中継導体７０３と電気的に接続される。鉤型の信号中継導体７０３は、半田材６０２を介して、サブモジュール内正極センス配線４０６Ｌおよび、固定用配線７０４と電気的に接続される。

信号中継導体７０３を用いることにより、正極センス端子２０４Ｕ、負極センス端子２０５Ｕ、高電位側端子２０１、及び低電位側端子２０２の端子の高さを全て揃えることができる。正極センス端子２０４Ｌと、負極センス端子２０５Ｌと、交流出力端子２０３の端子の高さを全て揃えることができる。信号中継導体７０３を用いることによって、上下アームの形状を同一にしながら、ワイヤボンディング工程を短縮することができる。したがって、生産性が向上する。

[0062] ［実施形態４］

図１５は、実施形態４に係る、図１に示されたパワー半導体装置１００の一点鎖線Ａ－Ａ’を通る断面を矢印方向から見た断面図である。実施形態４は、実施形態１と信号中継導体７０１を除いて同等の接続を有する。

[0063] 図１５に示されるように、実施形態１の信号中継導体７０１の代わりに、信号中継ワイヤ７０５を有する。信号中継ワイヤ７０５は、例えば超音波接合により負極センス配線３０５Ｕおよび、サブモジュール内負極センス配線４０６Ｕと電気的に接続される。

[0064] 信号中継ワイヤ７０５は、超音波接合により正極センス配線３０４Ｕおよび、サブモジュール内正極センス配線４０５Ｕと電気的に接続される。信号

中継ワイヤ７０５を用いることによって、実施形態１の信号中継導体７０１の接続に用いている半田材６０２を用いずに電気的に接続することができ、半田材未接合による歩留り低下を防ぐことができる。

[0065] 上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例ではあるが、その範囲を限定するものではなく 本発明の要旨を逸脱しない範囲で変更することができる。

符号の説明

[0066] １００…パワー半導体装置、２０１…高電位側端子、２０２…低電位側端子、２０３…交流出力端子、２０４…正極センス端子、２０５…負極センス端子、２０６…モールド材、２０７…冷却金属部、３０１…高電位側配線、３０２…低電位側配線、３０３…交流出力配線、３０４…正極センス配線、３０５…負極センス配線、３０６…絶縁層、３０７…半田接合用パターン、３０８…高電位側端子接合用パターン、３０９…低電位側端子接合用パターン、４００…サブモジュール、４０１…第１サブモジュール、４０２…第２サブモジュール、４０３…サブモジュール内低電位側導体部、４０４…サブモジュール内高電位側導体部、４０５…サブモジュール内正極センス配線、４０６…サブモジュール内負極センス配線、４０７…サブモジュール内絶縁層、５００…パワー半導体素子、５０１…低電位側電極、５０２…高電位側電極、５０３…正極センス電極、５０４…負極センス電極、５０５…第１パワー半導体素子、５０６…第２パワー半導体素子、６０１…ワイヤボンディング、６０２…半田材、７０１…信号中継導体、７０２…非積層部、７０３…信号中継導体、７０４…固定用配線、７０５…信号中継ワイヤ、８０１…交流出力側基板、８０２…直流入力側基板、Ｕ…上アーム、Ｌ…下アーム

請求の範囲

[請求項1] 第１パワー半導体素子を有する第１サブモジュールと、

第２パワー半導体素子を有する第２サブモジュールと、

正極側導体部及び負極側導体部と、

前記第１サブモジュールを挟んで前記負極側導体部と対向する負極側対向部及び前記第２サブモジュールを挟んで前記正極側導体部と対向する正極側対向部を形成する中間基板と、

前記第１パワー半導体素子又は前記第２パワー半導体素子を制御するため信号を伝達する複数の信号端子と、を備え、

前記第２サブモジュールは、前記第２パワー半導体素子の電極面と前記第１パワー半導体素子の電極面の向きが反転するように配置され、

前記第２サブモジュールの高さ方向であって当該第２サブモジュールの一部と前記中間基板に挟まれた空間には信号中継導体部が配置され、

前記中間基板は、前記信号中継導体部と接続されかつ前記信号端子と電気的に接続される配線を有するパワー半導体装置。

[請求項2] 請求項１に記載されたパワー半導体装置であって、

前記中間基板に設けられる配線と前記信号端子を接続するボンディングワイヤを備え、

前記中間基板は、前記第１サブモジュールと前記第２サブモジュールを挟む第１中間基板と第２中間基板とにより構成され、

前記第２パワー半導体素子の電極面の直角方向から見た場合、

前記第１中間基板は、前記第２中間基板とは重ならない非積層部を有し、

前記配線とボンディングワイヤとの接続部が、前記非積層部に設けられるパワー半導体装置。

[請求項3] 請求項１又は２に記載されたパワー半導体装置であって、

前記第２サブモジュールの高さ方向であって当該第２サブモジュールの一部と前記中間基板に挟まれた空間に前記信号中継導体が配置され、

前記中間基板は、前記信号中継導体と接続されかつ前記信号端子と電気的に接続される配線を有するパワー半導体装置。

[請求項4] 請求項１に記載されたパワー半導体装置であって、

前記第２サブモジュールの高さ方向であって当該第２サブモジュールの一部と前記中間基板に挟まれた空間には信号中継ワイヤが配置され、

前記中間基板は、前記信号中継ワイヤと接続されかつ前記信号端子と電気的に接続される配線を有するパワー半導体装置。

[請求項5] 第１パワー半導体素子を有する第１サブモジュールと、

第２パワー半導体素子を有する第２サブモジュールと、

正極側導体部及び負極側導体部と、

前記第１サブモジュールと前記第２サブモジュールを挟む第１中間基板と第２中間基板と、

前記第１パワー半導体素子又は前記第２パワー半導体素子を制御するため信号を伝達する複数の信号端子と、を備えるパワー半導体装置の製造方法であって、

前記第１サブモジュールと前記第２サブモジュールを、前記第２パワー半導体素子の電極面と前記第１パワー半導体素子の電極面の向きが反転するように半田材を介して前記第１中間基板に並べて配置する第１工程と、

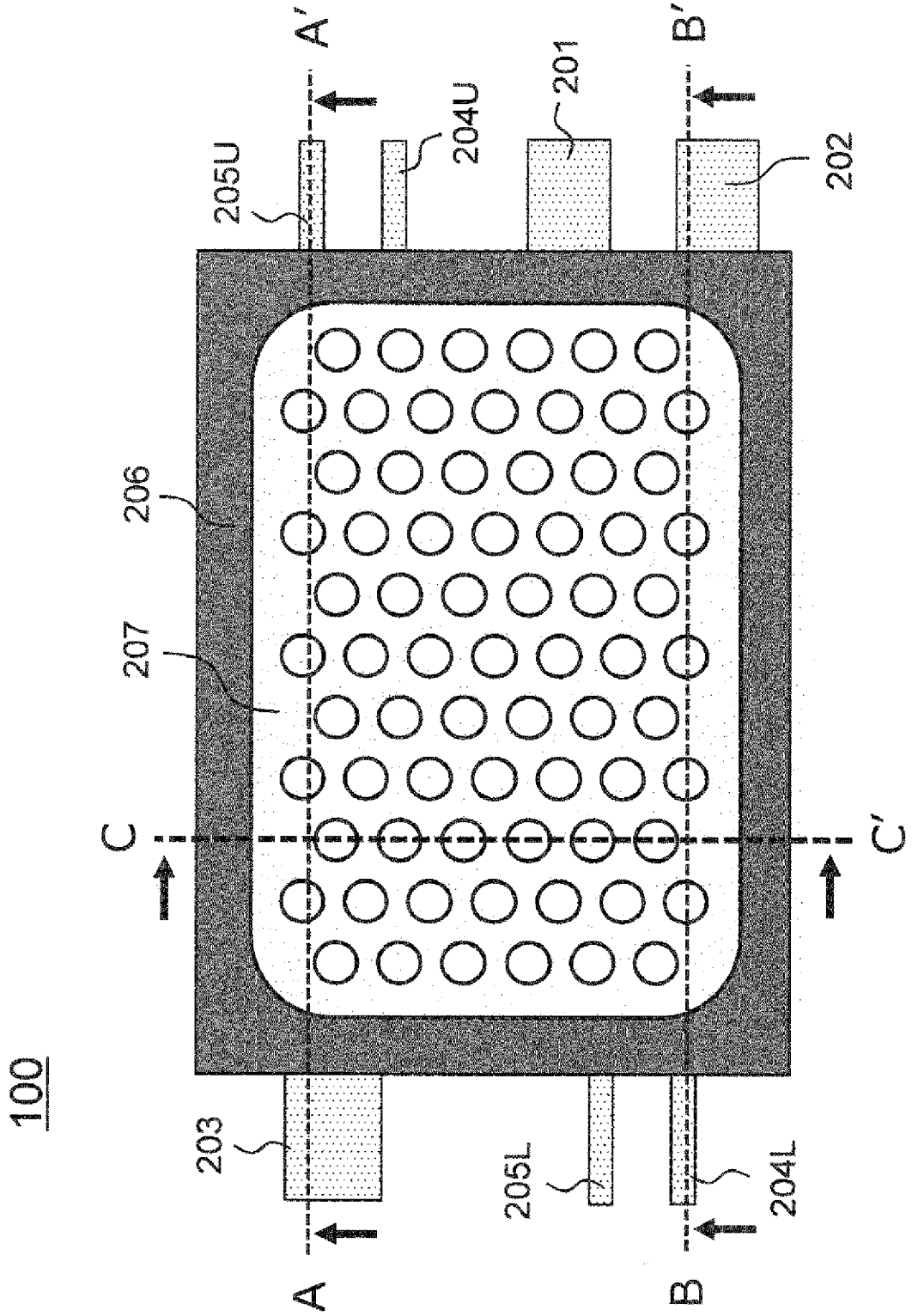
前記第１中間基板が配置された側とは反対側であって、前記第１サブモジュールと前記第２サブモジュールに半田材を介して前記第２中間基板を、当該第２中間基板と前記第１中間基板とは重ならない非積層部を設けるように配置する第２工程と、

前記半田材を溶融して前記第１サブモジュールと前記第２サブモジ

ュールと前記第１中間基板と前記第２中間基板を接合する第３工程と、

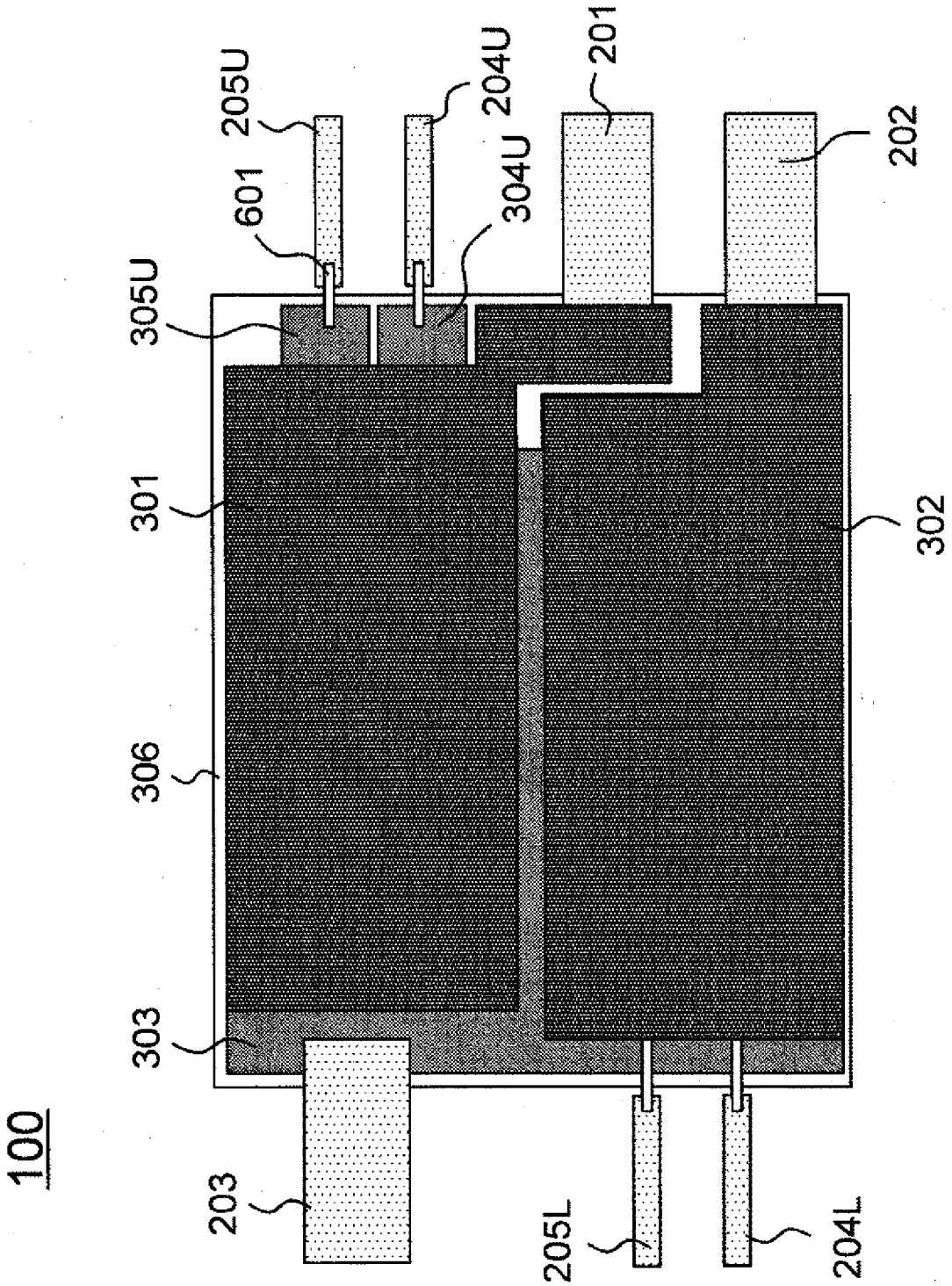
ボンディングワイヤを介して、前記非積層部に設けられた配線と複数の信号端子を接続する第４工程と、を備えるパワー半導体装置の製造方法。

[図1]



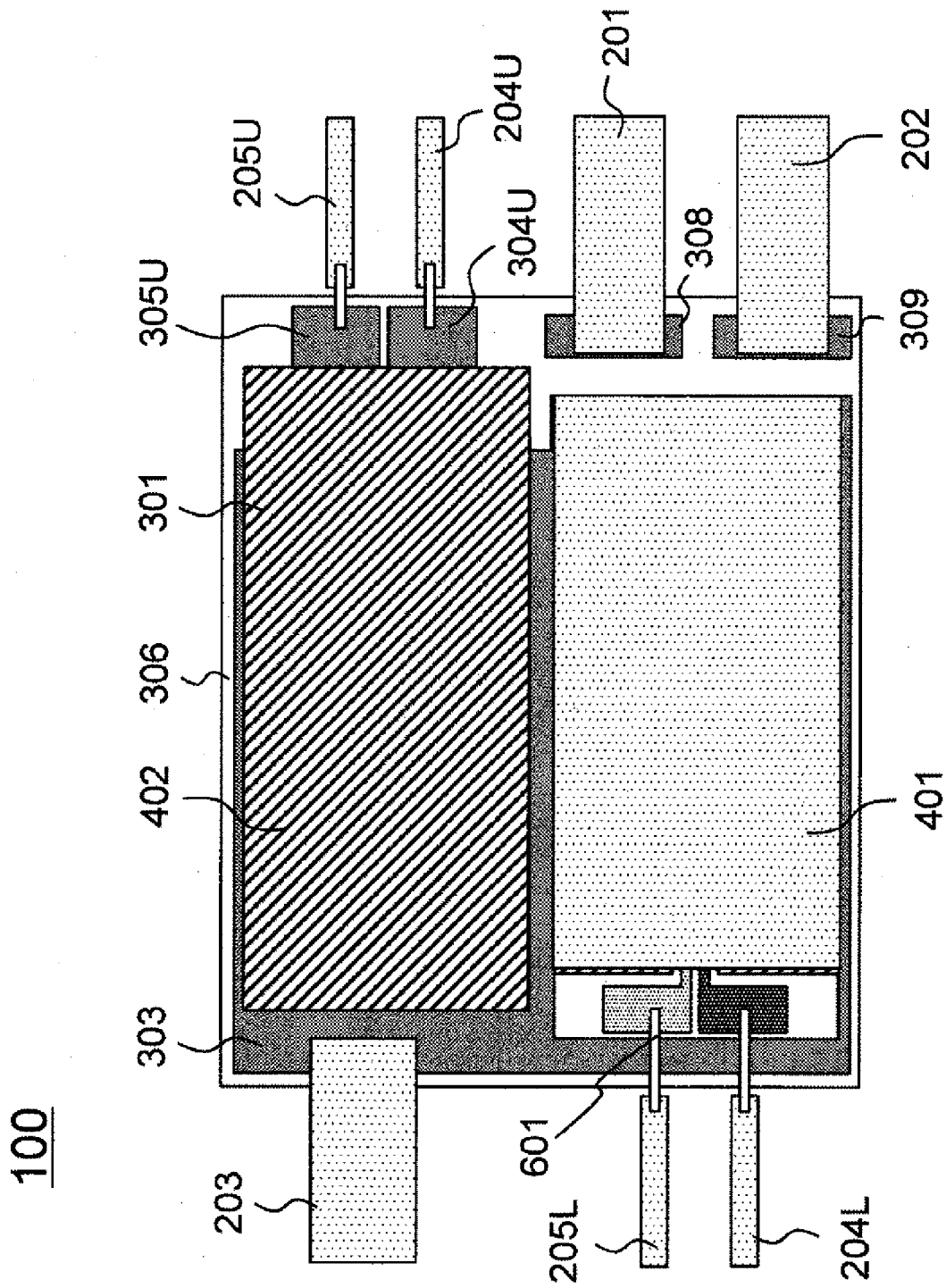
【図１】

[図2]


100
205U
204U
201
202
601
304U
305U
301
302
306
303
203
205L
204L

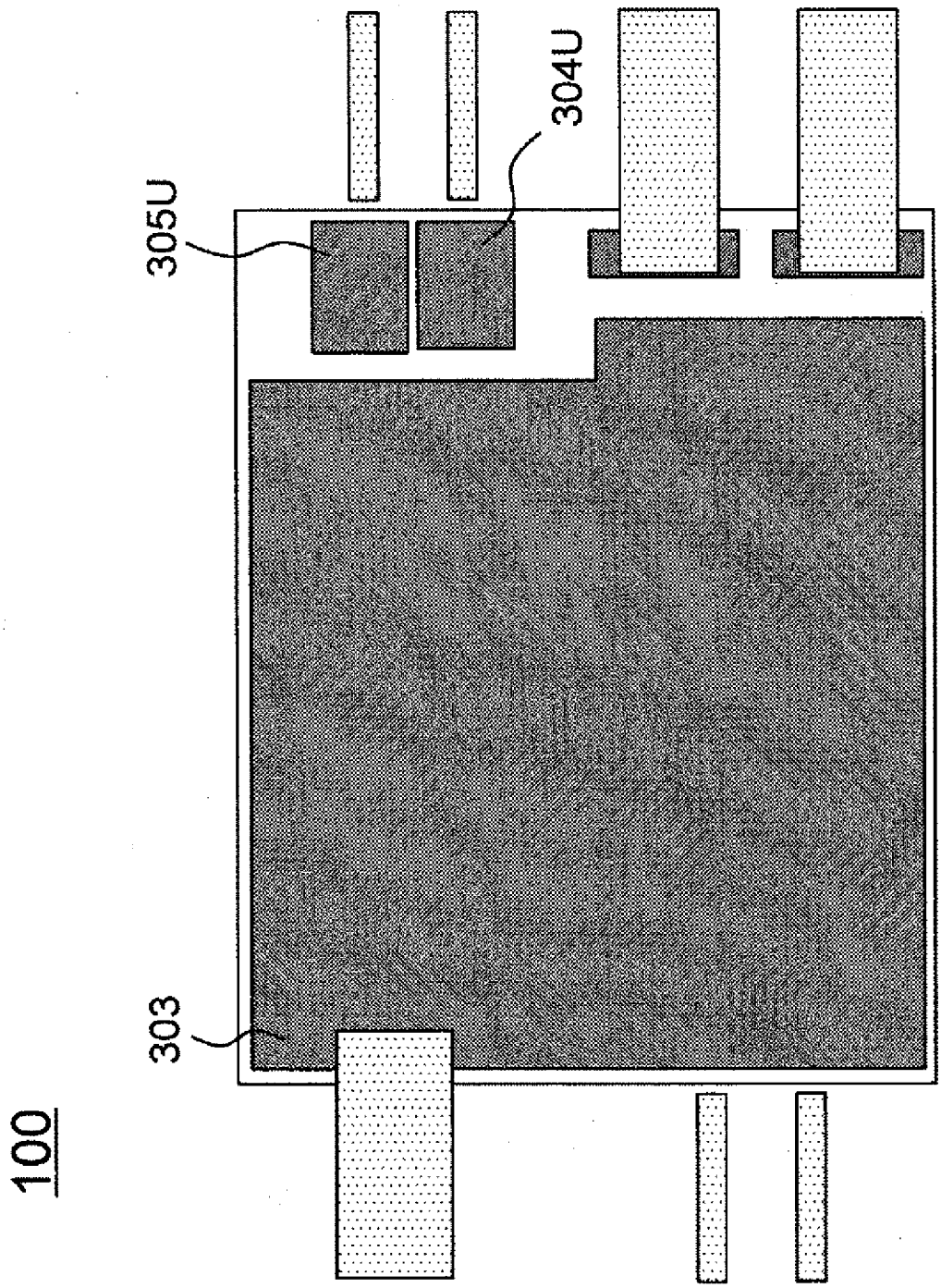
【図２】

[図3]


100
201
204U
205U
202
304U
308
305U
309
301
306
402
401
303
601
203
205L
204L

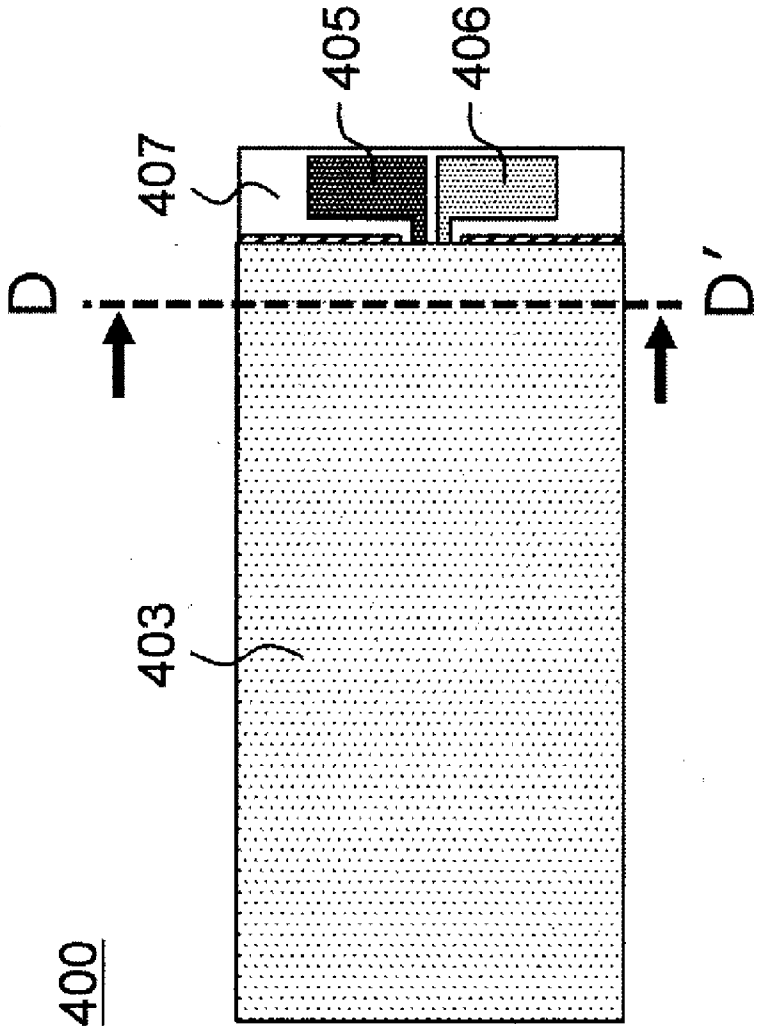
【図３】

[図4]



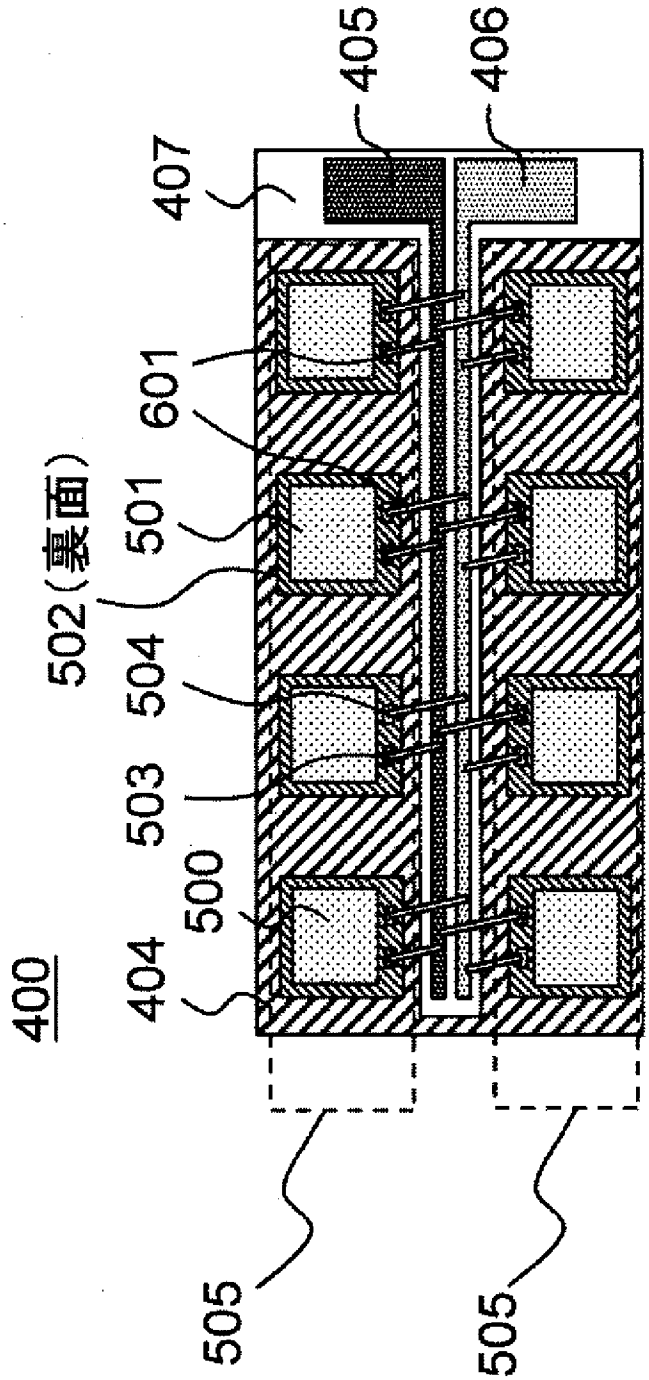
【図４】

[図5]



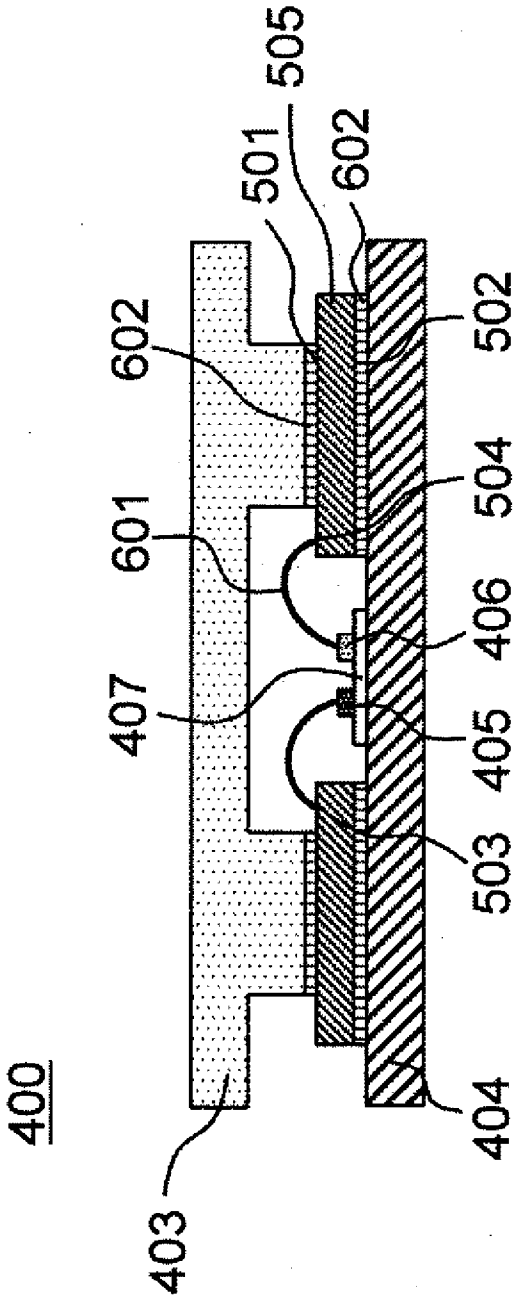
【図5】

[図6]



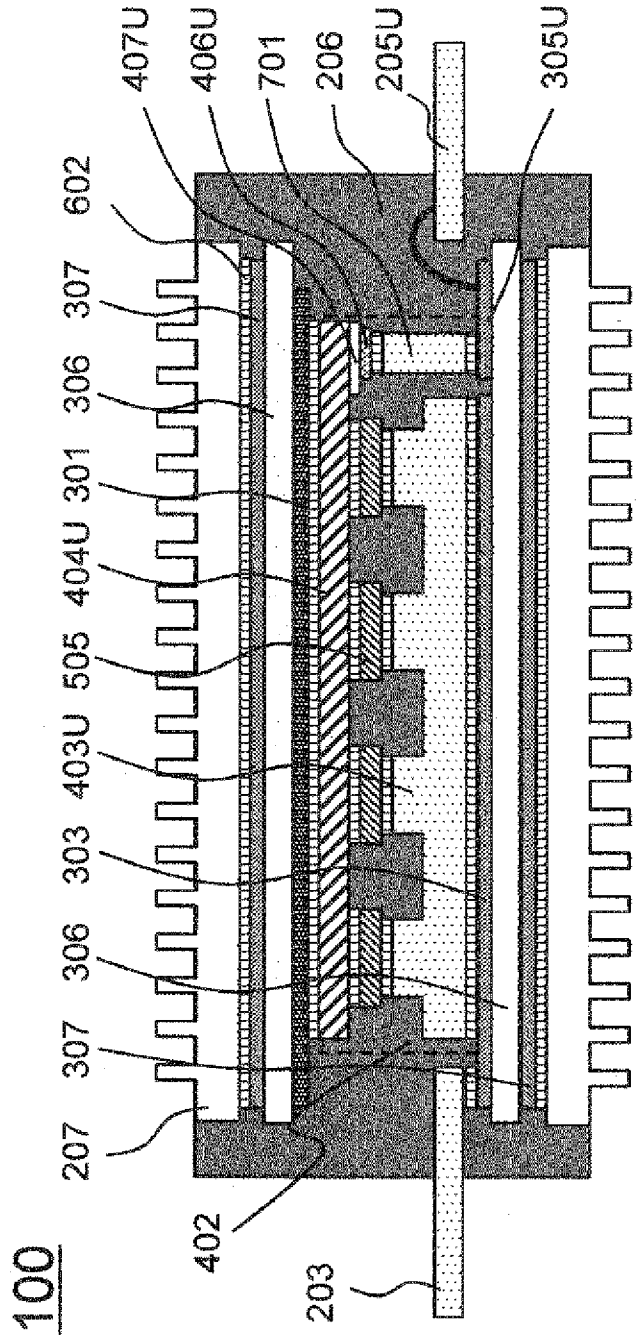
【図6】

[図7]



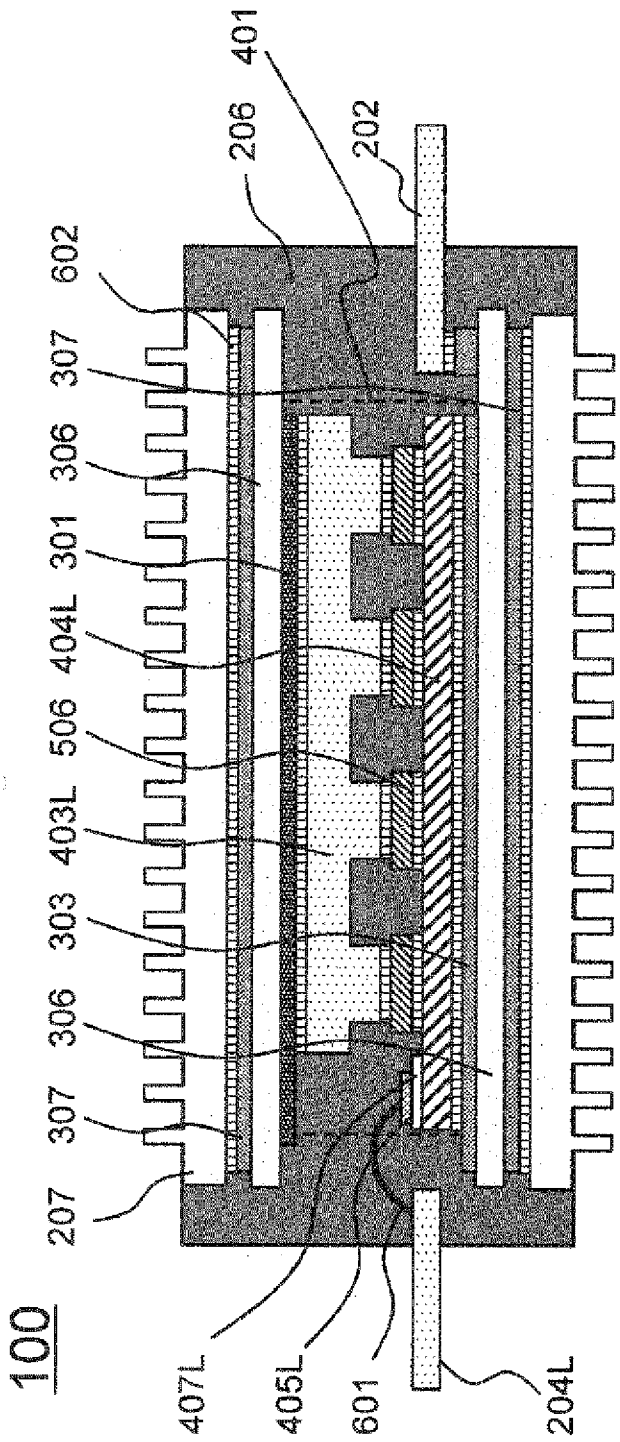
【図７】

[図8]


100
207
307
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
407U
406U
701
206
205U
305U
402
203

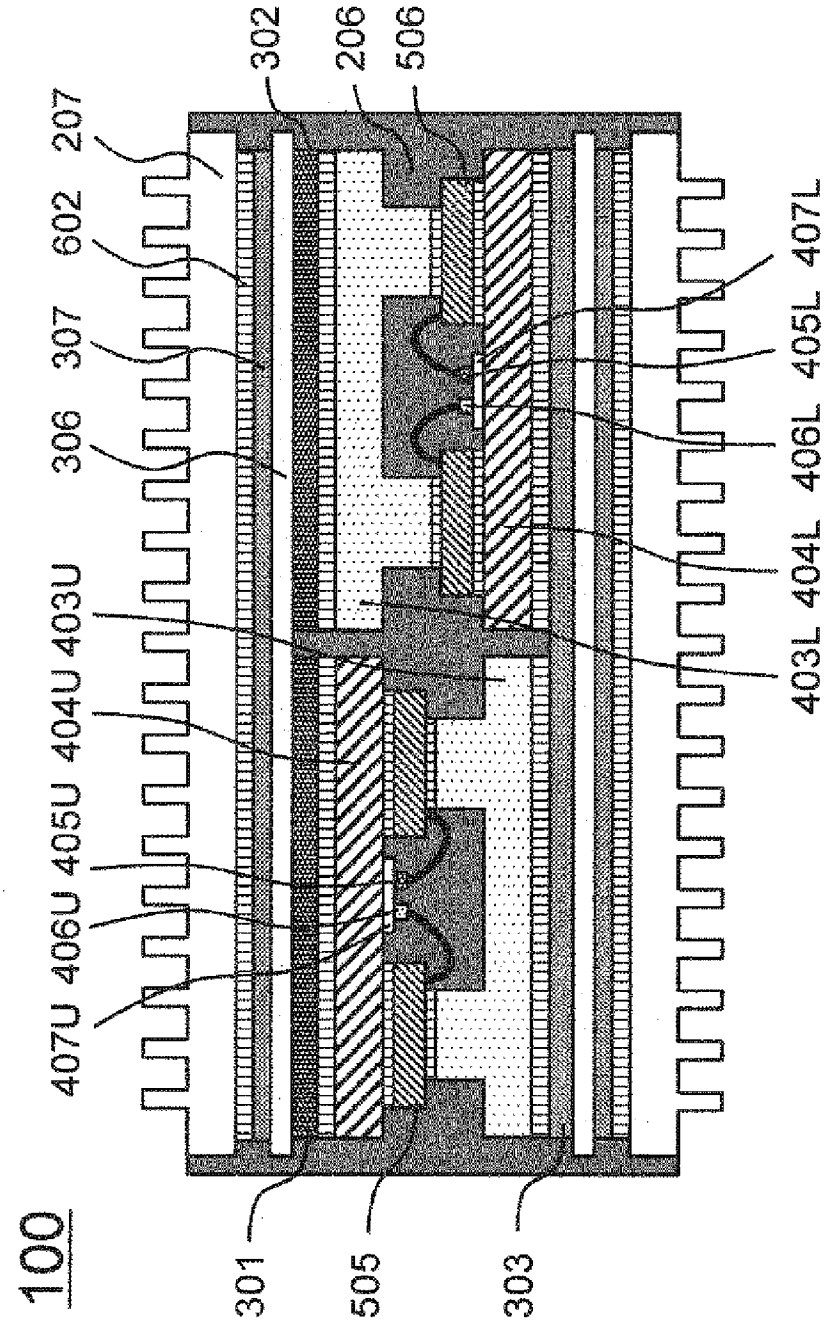
【図８】

[図9]


100
207
307
306
303
403L
506
404L
301
306
307
602
206
401
202
407L
405L
601
204L

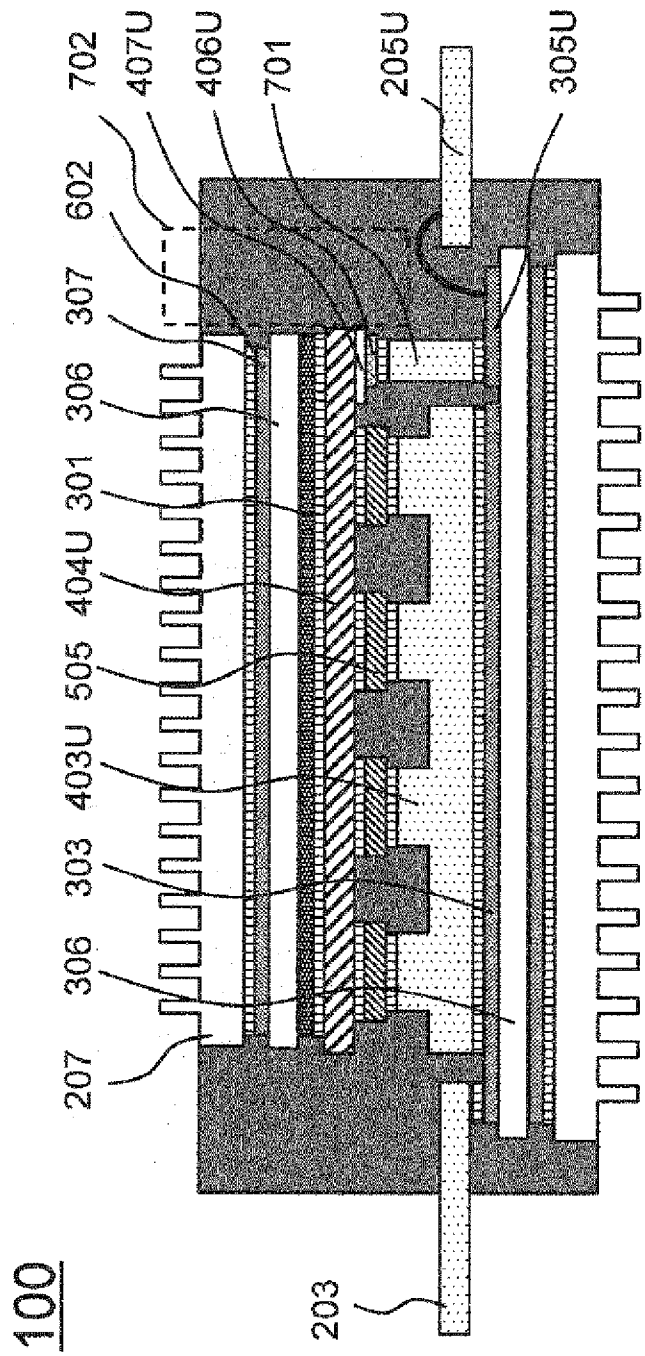
【図９】

[図10]


100
301
505
303
407U
406U
405U
404U
403U
306
307
602
207
302
206
506
407L
405L
406L
404L
403L

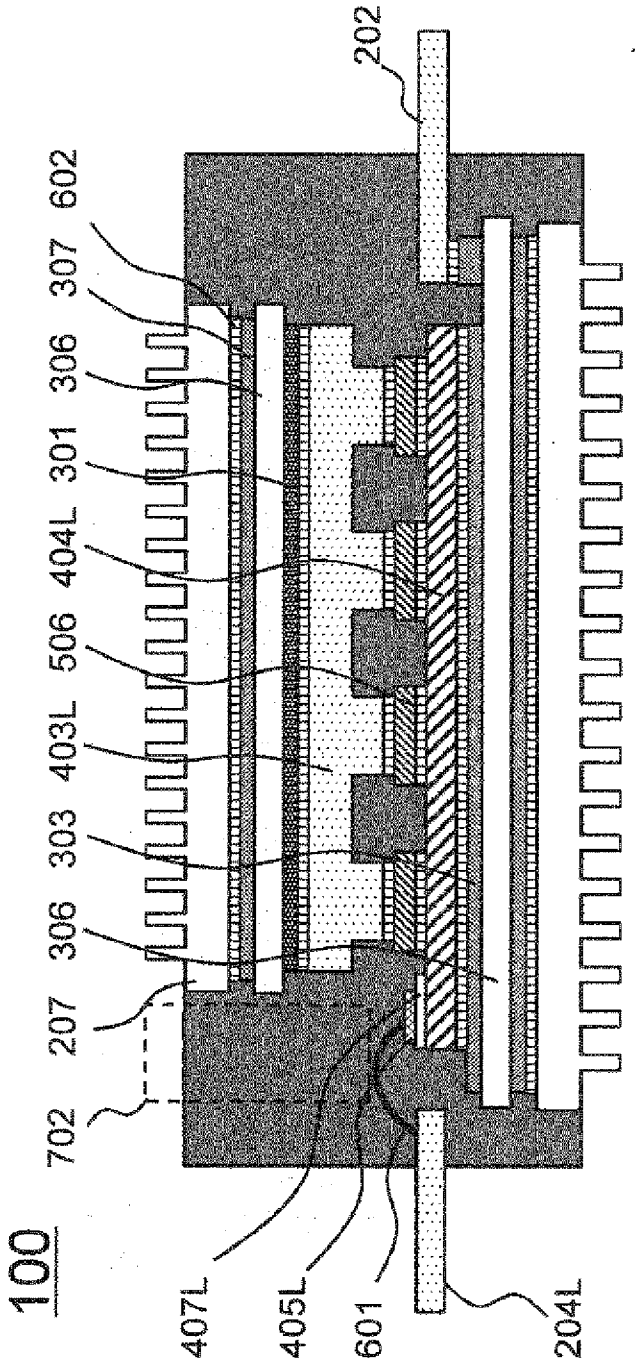
【図10】

[図11]


100
207
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
702
407U
406U
701
205U
305U
203

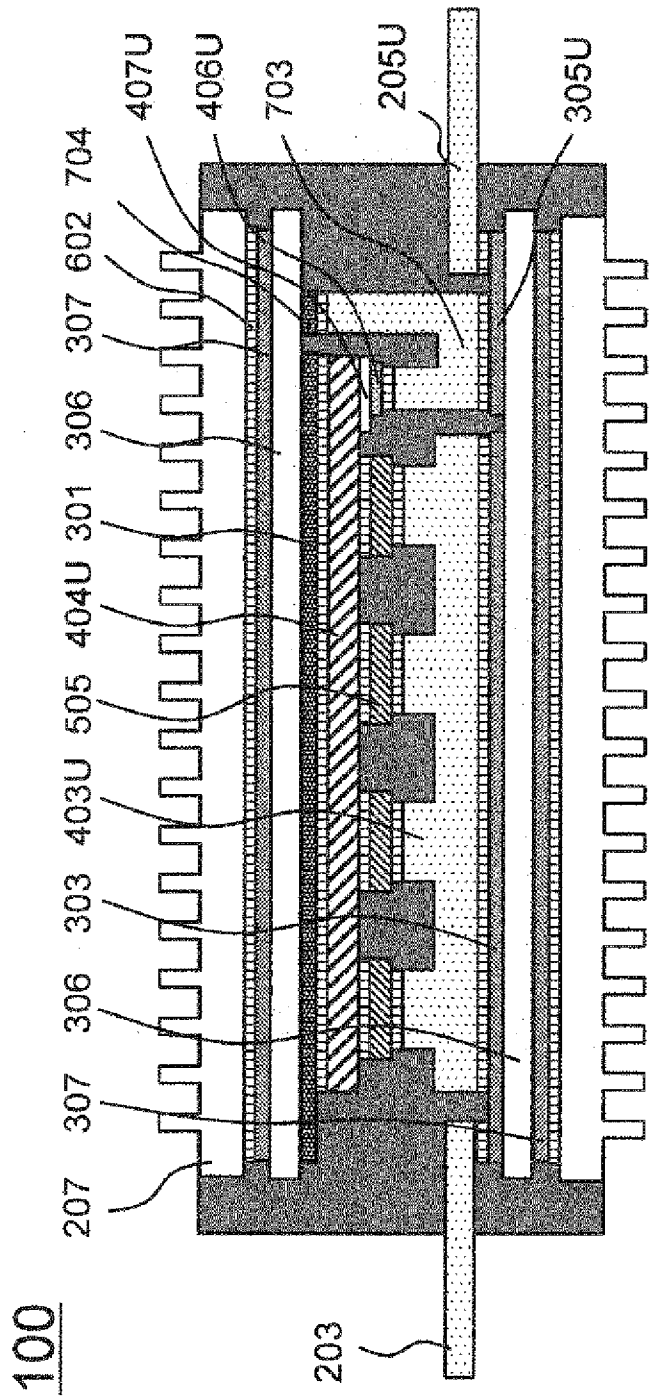
【図11】

[図12]


100
202
602
307
306
301
404L
506
403L
303
306
207
702
407L
405L
601
204L

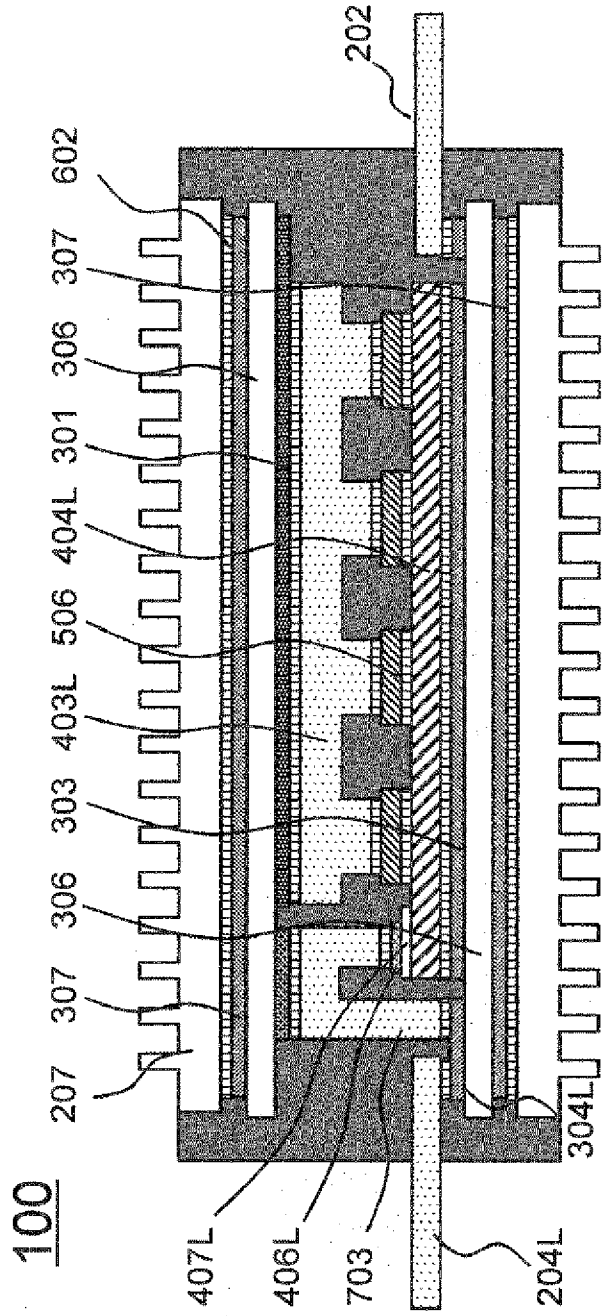
【図12】

[図13]


100
207
307
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
704
407U
406U
703
205U
305U
203

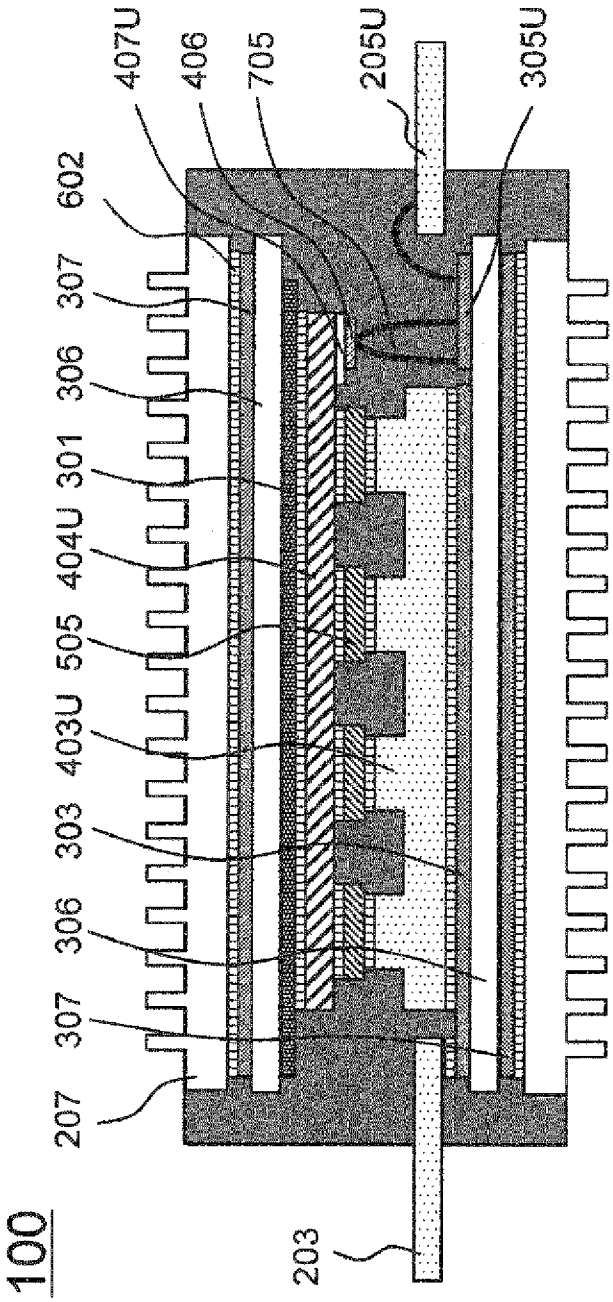
【図13】

[図14]


100
207
307
306
303
403L
506
404L
301
306
307
602
202
304L
204L
703
406L
407L

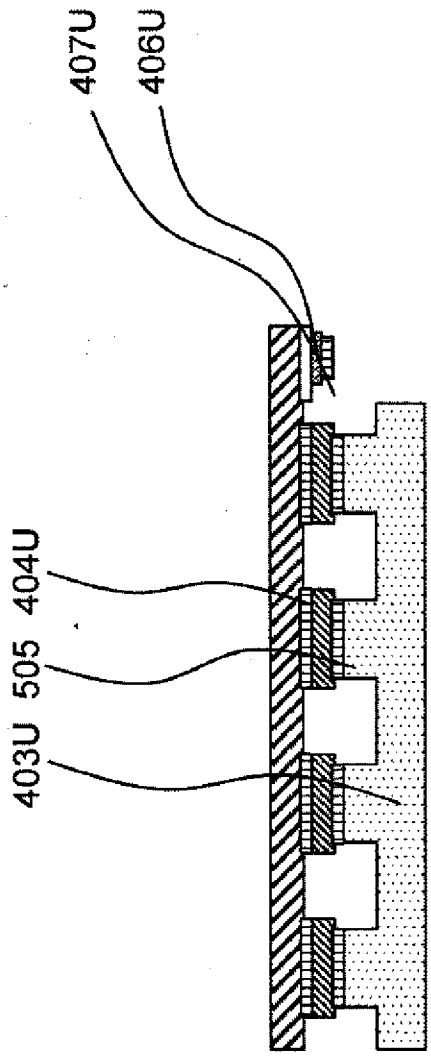
【図14】

[図15]


100
207
307
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
407U
406
705
205U
305U
203

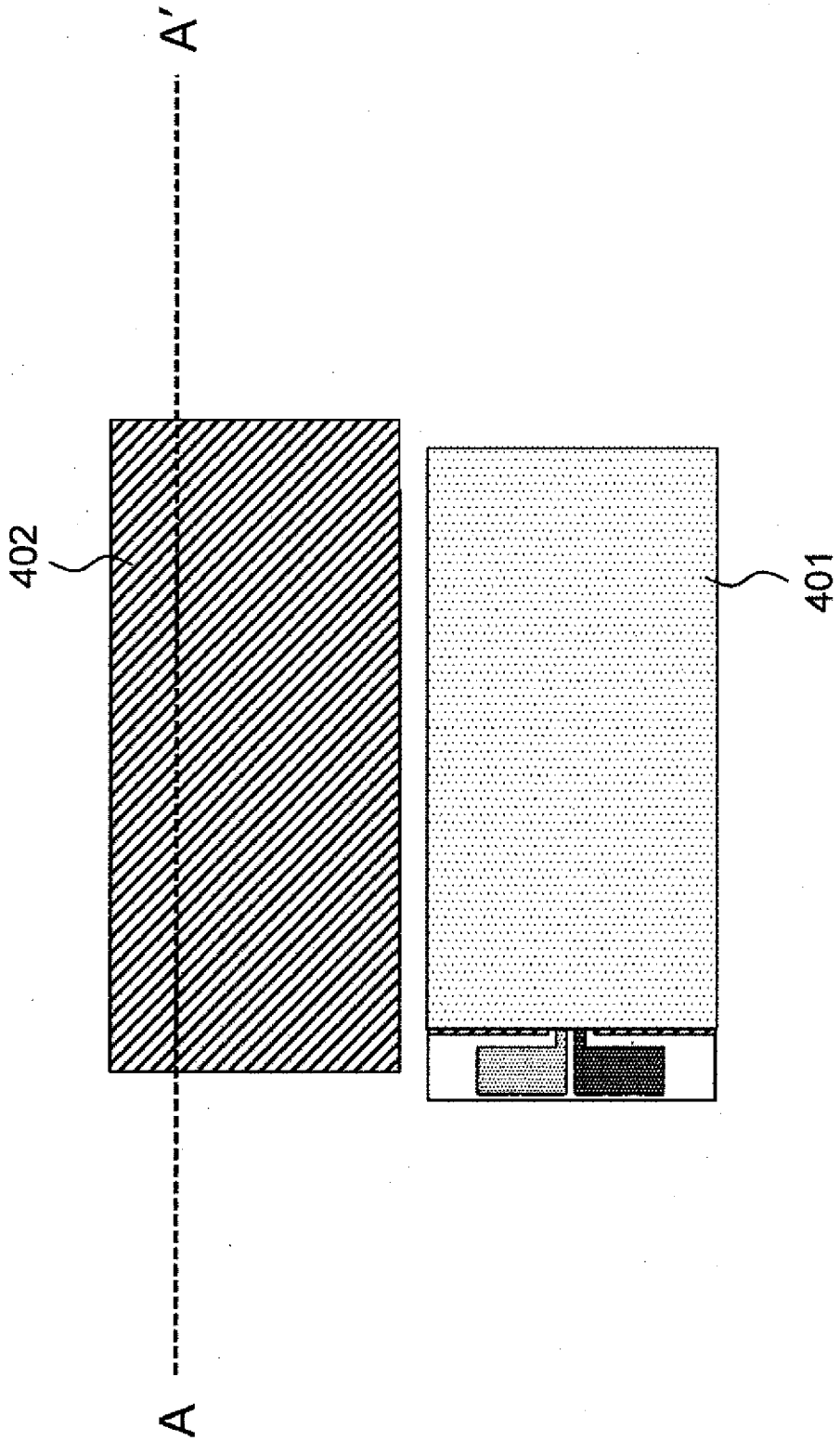
【図15】

[図16(a-1)]



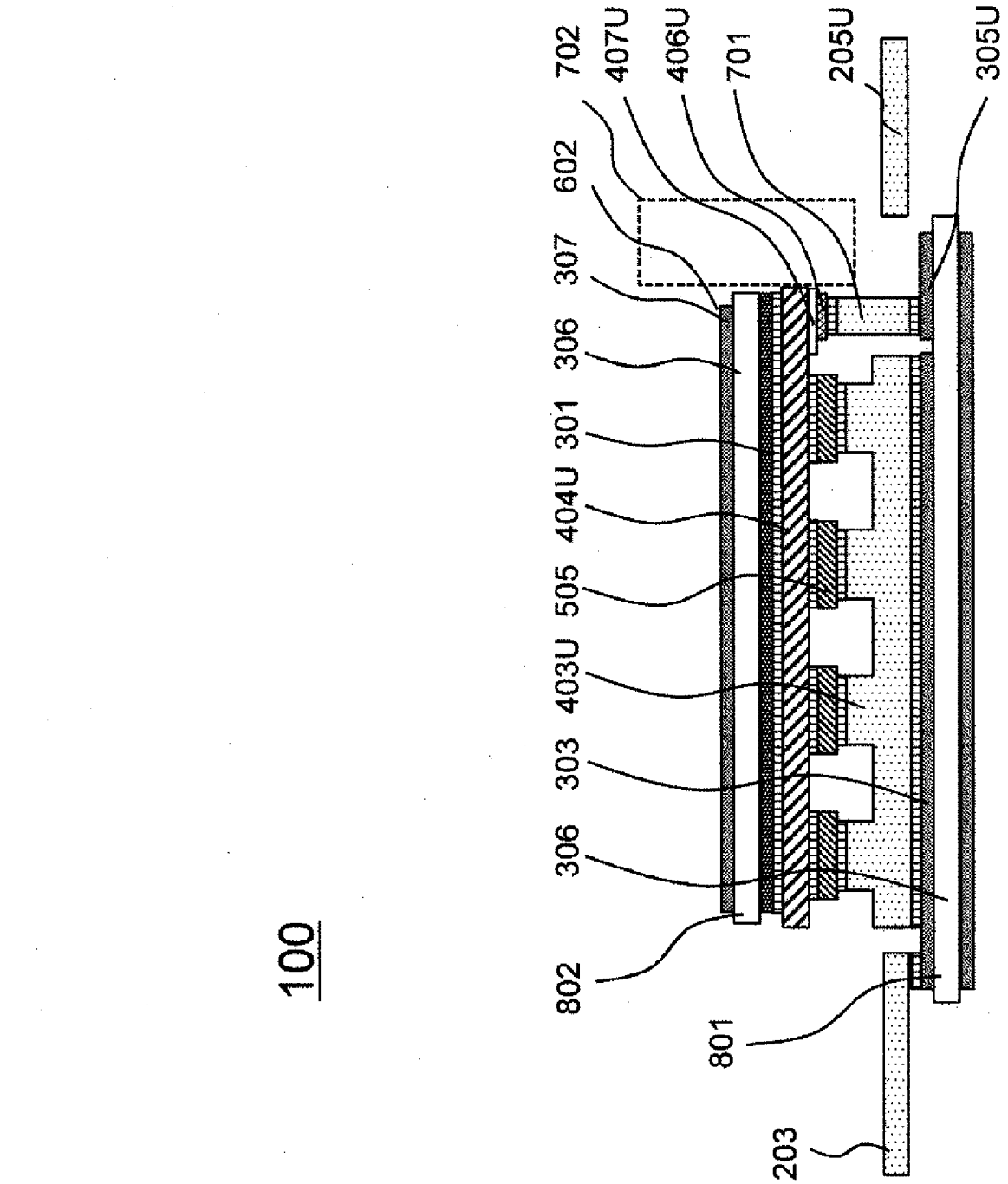
【図16(a-1)】

[図16(a-2)]



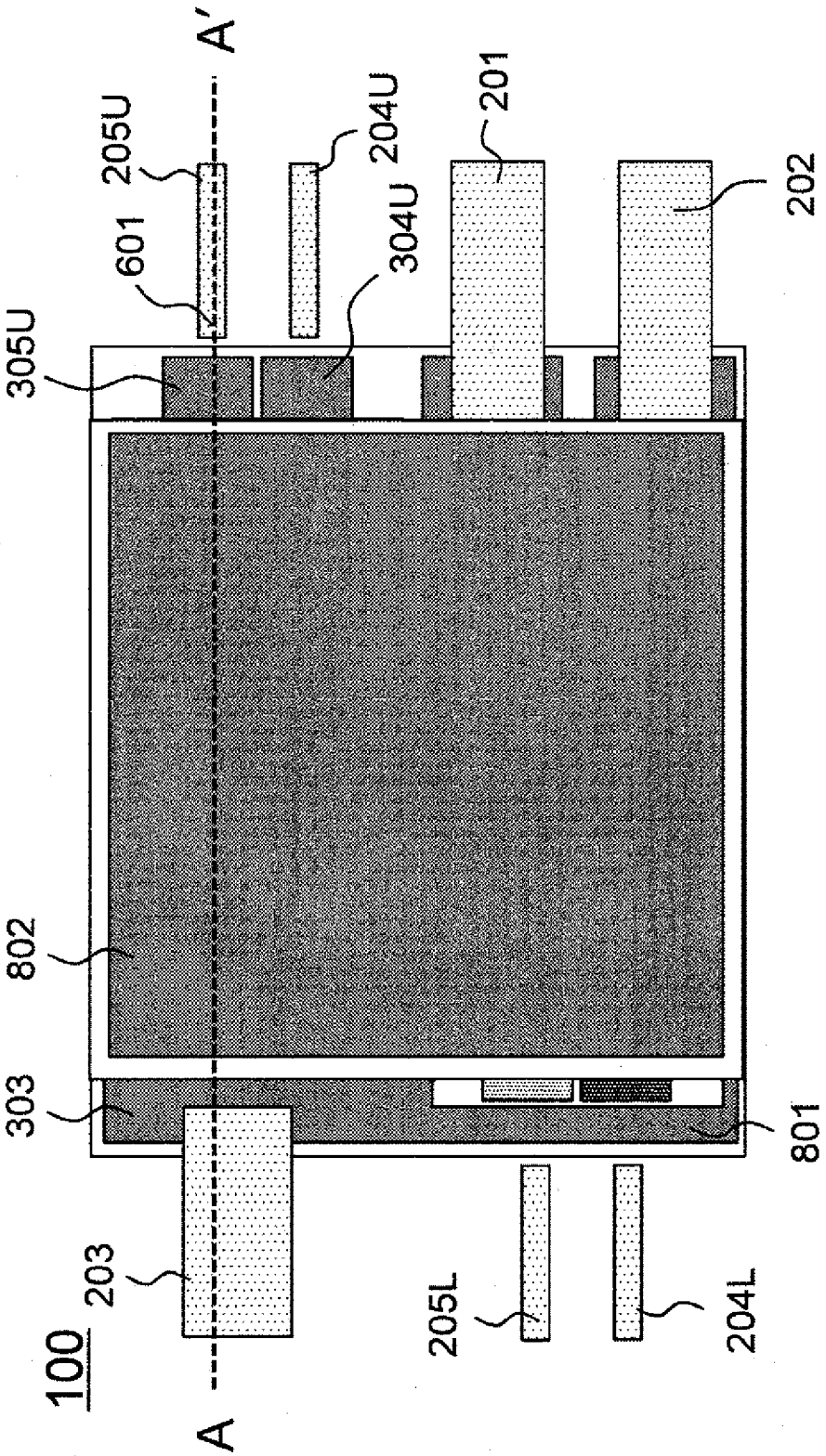
【図16(a-2)】

[図16(b-1)]


100
802
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
702
407U
406U
701
205U
305U
801
203

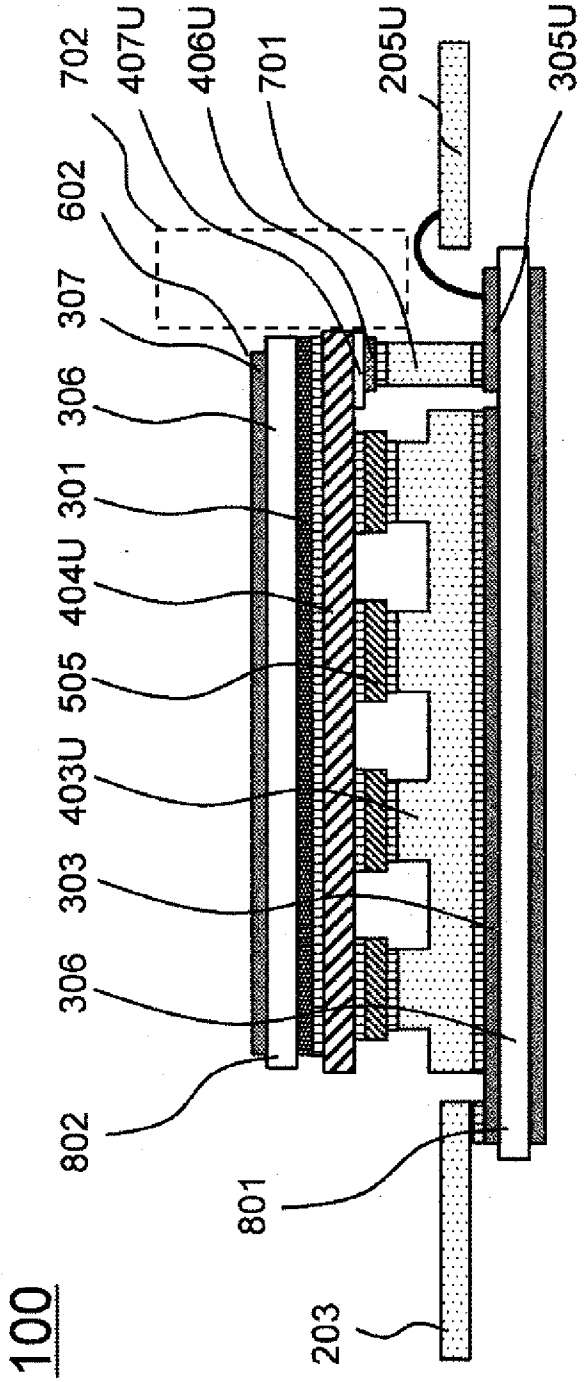
【図16 (b-1)】

[図16(b-2)]


A'
205U
204U
201
202
601
304U
305U
802
303
801
100
203
205L
204L
A

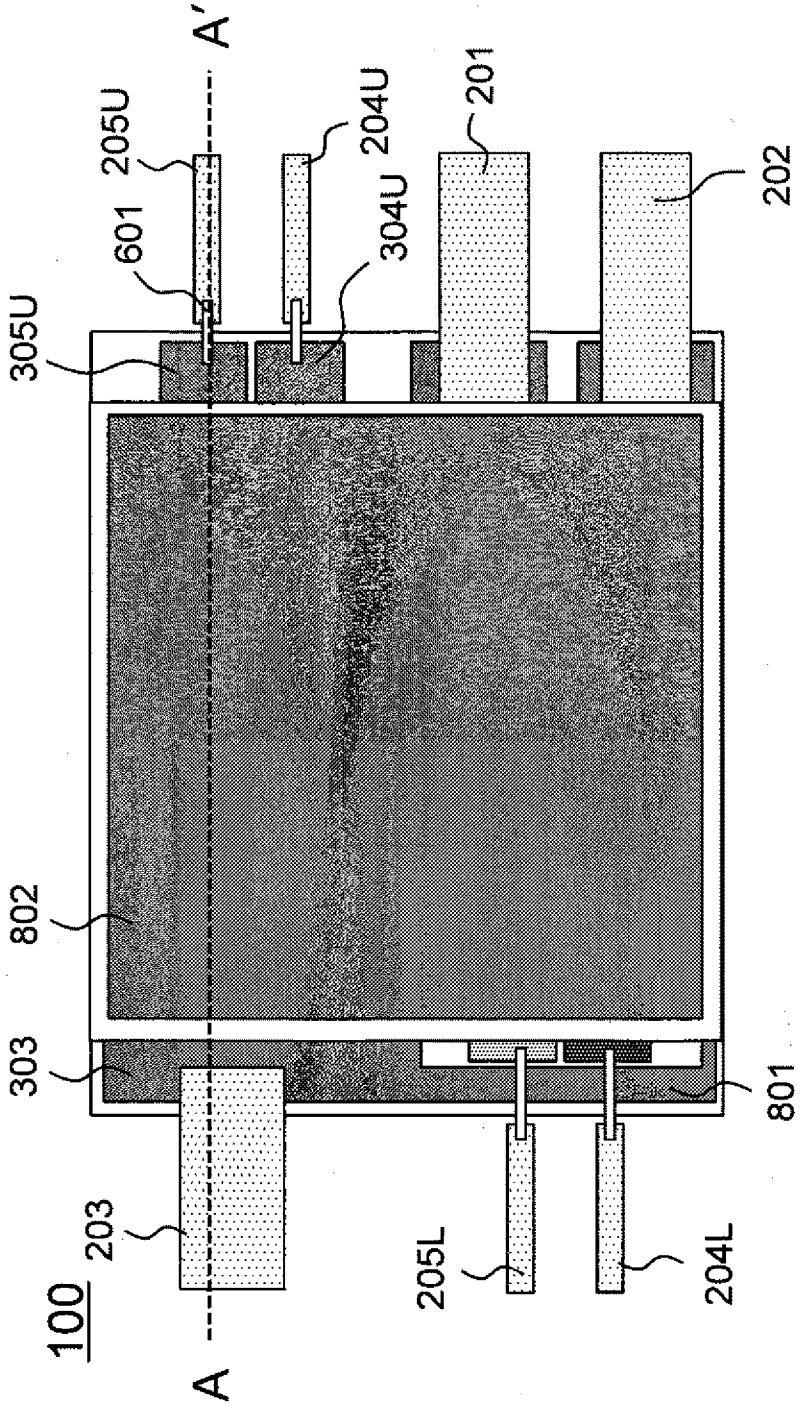
【図16(b-2)】

[図16(c-1)]


100
802
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
702
407U
406U
701
205U
305U
801
203

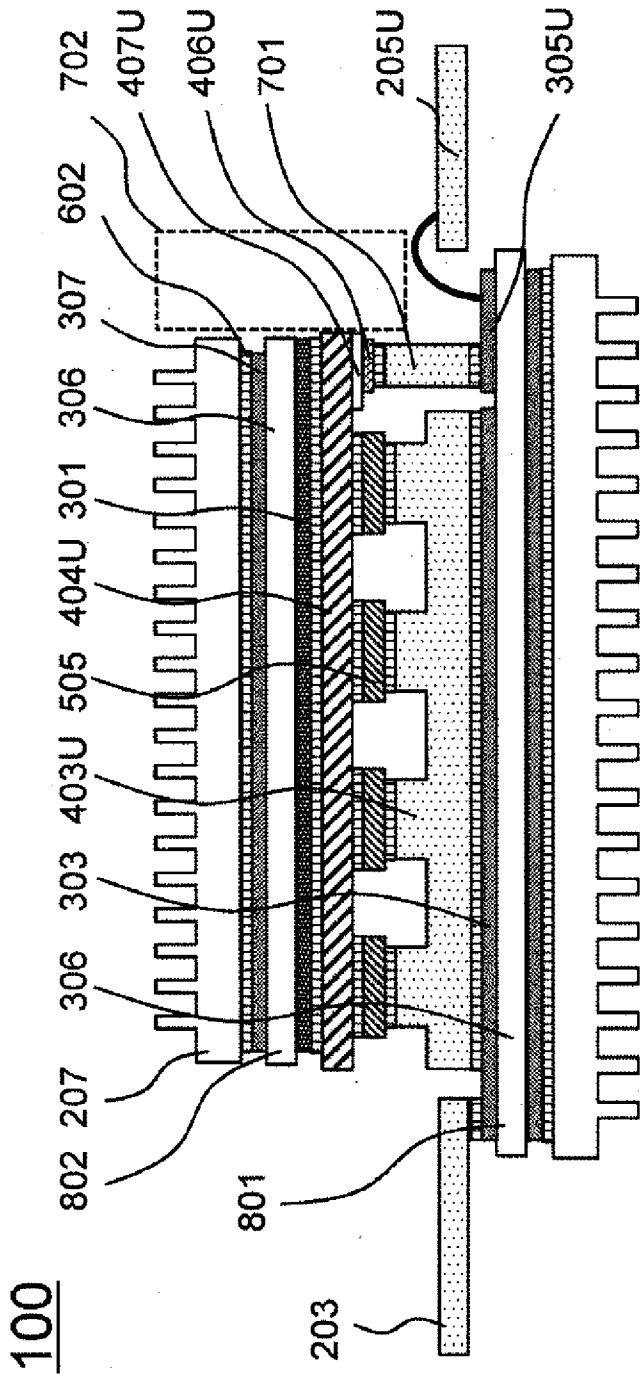
【図16 (c-1)】

[図16(c-2)]


A'
205U
204U
201
202
601
304U
305U
802
303
801
203
205L
204L
100
A

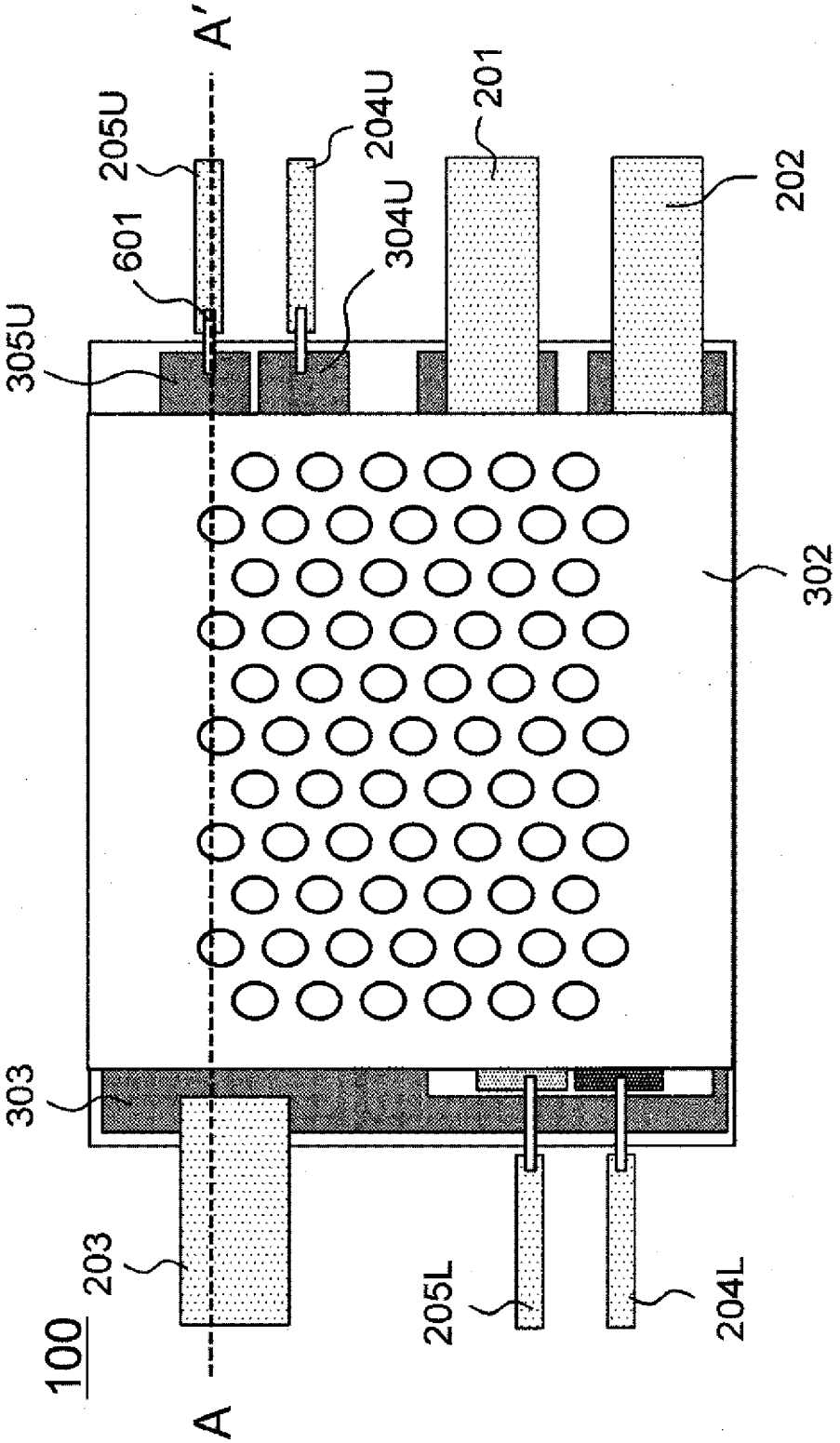
【図16 (c-2)】

[図16(d-1)]


100
802
207
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
702
407U
406U
701
205U
305U
801
203

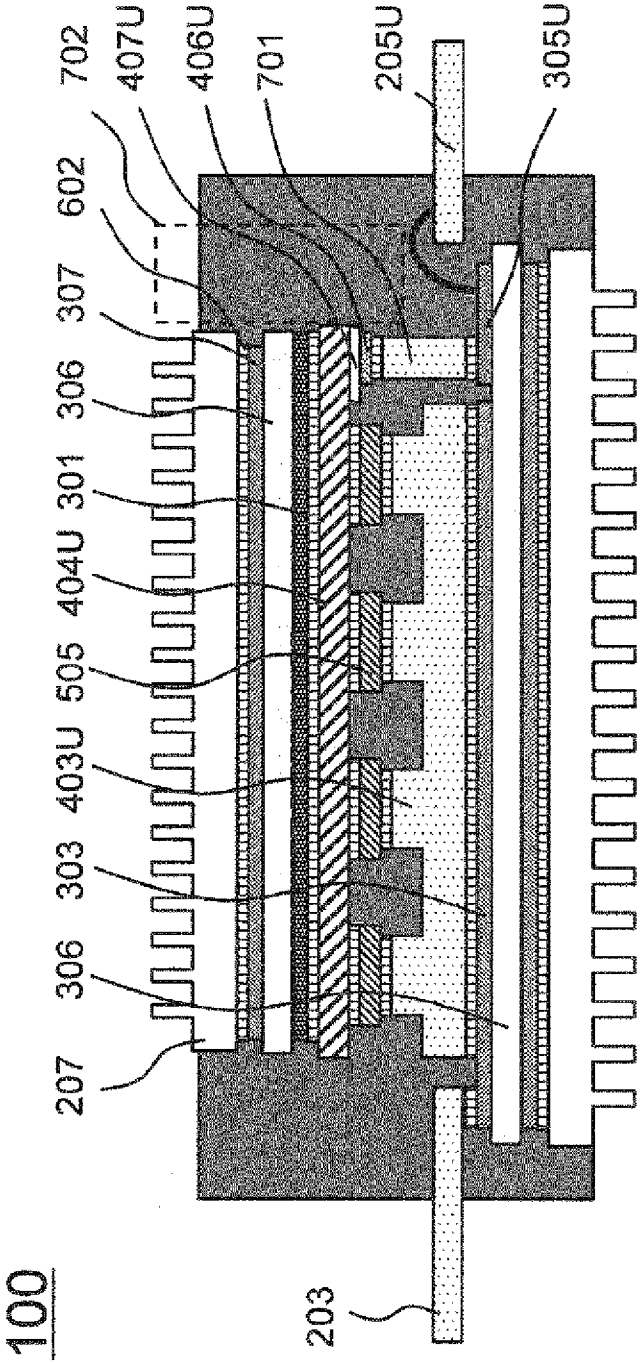
【図16 (d-1)】

[図16(d-2)]



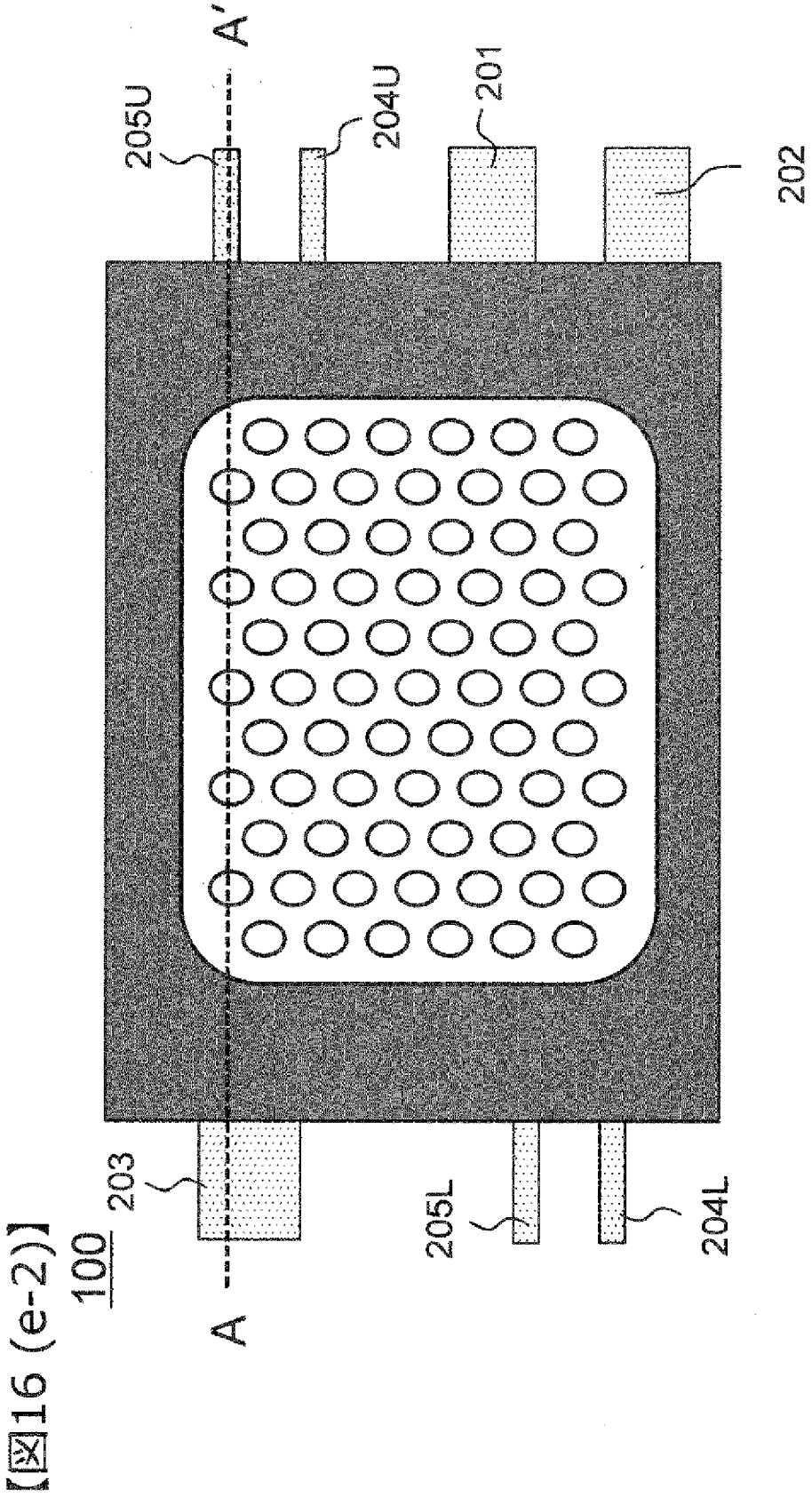
【図16 (d-2)】

[図16(e-1)]


100
207
306
303
403U
505
404U
301
306
307
602
702
407U
406U
701
205U
305U
203

【図16(e-1)】

[図16(e-2)]



【図16 (e-2)】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/003314

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i
FI: H01L25/04 C
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)
H01L25/07; H01L25/18; H01L21/30; H01L23/36

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/168992 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 05.10.2017 (2017-10-05) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2006-066895 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 09.03.2006 (2006-03-09) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2013-115167 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 10.06.2013 (2013-06-10) entire text, all drawings	1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
11 May 2020 (11.05.2020)	26 May 2020 (26.05.2020)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/003314

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2017/168992 A1	05 Oct. 2017	CN 109005669 A	
JP 2006-066895 A	09 Mar. 2006	US 2006/0022355 A1 entire text, all drawings CN 1728539 A	
JP 2013-115167 A	10 Jun. 2013	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/003314

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i
FI: H01L25/04 C

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））

H01L25/07; H01L25/18; H01L21/30; H01L23/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で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	WO 2017/168992 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社）05.10.2017（2017-10-05） 全文全図	1-5
A	JP 2006-066895 A（ヤマハ発動機株式会社）09.03.2006（2006-03-09） 全文全図	1-5
A	JP 2013-115167 A（トヨタ自動車株式会社）10.06.2013（2013-06-10） 全文全図	1-5

☐ 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
11.05.2020	26.05.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
平野　崇 5F 3657
電話番号 03-3581-1101 内線 3516

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/003314

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2017/168992 A1	05.10.2017	CN 109005669 A	
JP 2006-066895 A	09.03.2006	US 2006/0022355 A1 全文全図 CN 1728539 A	
JP 2013-115167 A	10.06.2013	（ファミリーなし）	