

(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
2010年12月23日(23.12.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/147202 A1

PCT

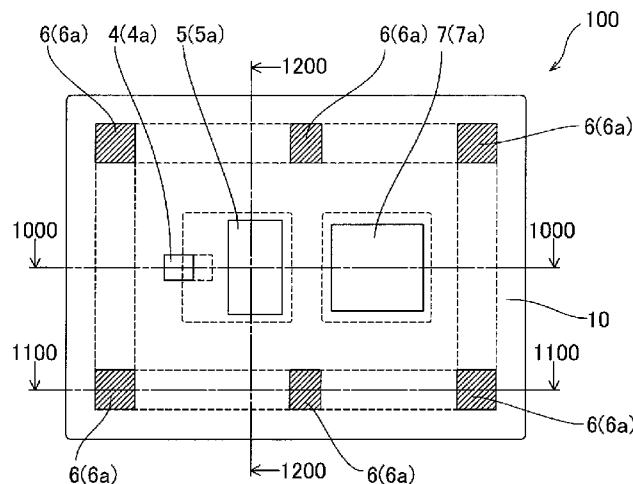
- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) H01L 25/18 (2006.01)
H01L 23/48 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/060336
- (22) 国際出願日: 2010年6月18日(18.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-146953 2009年6月19日(19.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 磯部 祐 (ISOBE, Tasuku) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 川波 靖彦 (KAWANAMI, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

Fukuoka (JP). 中林 幸久 (NAKABAYASHI, Yuki-hisa) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 樋口 雅人 (HIGUCHI, Masato) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 東川 康児 (HIGASHIKAWA, Koji) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 寺園 勝志 (TERAZONO, Katsushi) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 佐々木 亮 (SASAKI, Akira) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 森原 貴征 (MORIHARA, Takayuki) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 青木 隆 (AOKI, Takashi) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 伊藤 徹也 (ITO, Tetsuya) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 小熊 清典 (KOGUMA, Kiyonori) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡

[続葉有]

- (54) Title: POWER CONVERTER
- (54) 発明の名称: 電力変換装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a power converter which is provided with semiconductor elements for power conversion (2, 3), conductive bodies (4, 5, 6, 7) for electrodes, said conductive bodies having substantially flat upper end surfaces (4a, 5a, 6a, 7a), and a sealing material (10). The sealing material is configured such that the substantially flat upper end surfaces of the conductive bodies are exposed from the upper surface of the sealing material and that electrical connection with the outside is performed by means of the upper end surfaces of the exposed conductive bodies.

(57) 要約: この電力変換装置は、電力変換用半導体素子 (2、3) と、略平坦な上端面 (4a、5a、6a、7a) を有する電極用導体 (4、5、6、7) と、封止材 (10) とを備え、封止材は、封止材の上面において、電極用導体の略平坦な上端面を露出させるとともに、露出された電極用導体の上端面において外部との電気的接続が行われるように構成されている。

WO 2010/147202 A1



西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 宮園 博一 (MIYAZONO, Hirokazu); 〒
5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 1 3
番 9 号 新大阪MTビル 1 号館 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置に関し、特に、電力変換用半導体素子を備える電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、電力変換用半導体素子を備える電力変換装置が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。

[0003] 上記特許文献 1 には、I G B T（電力変換用半導体素子）と、I G B T に電氣的に接続されるリードフレームと、I G B T とリードフレームとを内部に含むように設けられるモールド樹脂とを備える半導体装置（電力変換装置）が開示されている。この半導体装置では、外部との電氣的な接続が可能なように、リードフレームがモールド樹脂の側面から突出してはみ出すように形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 8 - 1 0 3 6 2 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献 1 に記載の半導体装置では、半導体装置と外部の配線とを接続するために、リードフレームがモールド樹脂の側面からはみ出しているため、その分半導体装置が大きくなり、その結果、小型化を図ることが困難であるという問題点がある。

[0006] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の 1 つの目的は、小型化を図ることが可能な電力変換装置を提供することである。

課題を解決するための手段および発明の効果

[0007] 上記目的を達成するために、この発明の第1の局面における電力変換装置は、電極を有する電力変換用半導体素子と、電力変換用半導体素子の電極に電氣的に接続され、側面と略平坦な上端面とを有する電極用導体と、電力変換用半導体素子と電極用導体の側面とを覆う樹脂からなる封止材とを備える。封止材は、封止材の上面において、電極用導体の略平坦な上端面を露出させるとともに、露出された電極用導体の上端面において外部との電氣的接続が行われるように構成されている。なお、本発明の電極用導体の上端面とは、半導体素子に接続された下面に対して相対的に上側にある端面を意味する。

[0008] この発明の第1の局面による電力変換装置では、上記のように、封止材の上面において、電極用導体の略平坦な上端面を露出させるように封止材を構成することによって、電極用導体の略平坦な上端面が封止材から露出しているので、電力変換用半導体素子から発生する熱を上方へ放熱する際の放熱量を増加させることができる。また、封止材の上面において露出した電極用導体の上端面において外部との電氣的接続を行うことにより、電力変換装置と外部の配線とを接続するために電極を封止材の側面からはみ出させる場合と異なり、電力変換装置が大きくなるのを抑制することができる。その結果、電力変換装置の小型化を図ることができる。

[0009] この発明の第2の局面における電力変換装置は、複数の電極を有する電力変換用半導体素子と、電力変換用半導体素子の複数の電極に電氣的に接続され、上方に延びる柱形状を有するとともに略平坦な上端面を有する複数の電極用導体と、電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材と、電力変換用半導体素子と電極用導体の側面とを覆う樹脂からなる封止材とを備える。封止材は、封止材の上面において、柱形状を有する複数の電極用導体の略平坦な上端面を露出させるとともに、露出された電極用導体の上端面において外部との電氣的接続が行われるように構成されている。電力変換用半導体素子の主表面側に配置された複数の電極用導体の略平坦な上端面と、電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材との両方から電力変換用半

導体素子で発生した熱の放熱が可能のように構成されている。

[0010] この発明の第2の局面による電力変換装置では、上記のように、封止材の上面において、複数の電極用導体の略平坦な上端面を露出させるように封止材を構成することによって、複数の電極用導体の略平坦な上端面が封止材から露出しているので、電力変換用半導体素子の表面上が封止材によって覆われている場合と異なり、電力変換用半導体素子から発生する熱を上方へ放熱する際の放熱量を増加させることができる。また、封止材の上面において露出した複数の電極用導体の上端面において外部との電氣的接続を行うことにより、電力変換装置と外部の配線とを接続するために電極を封止材の側面からはみ出させる場合と異なり、電力変換装置が大きくなるのを抑制することができる。その結果、電力変換装置の小型化を図ることができる。また、柱形状の電極用導体により、細いワイヤー状の電極用導体を用いる場合よりも放熱量を増加させることができるので、放熱性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明の第1実施形態によるパワーモジュールの平面図である。
- [図2]図1の1000-1000線に沿った断面図である。
- [図3]図1の1100-1100線に沿った断面図である。
- [図4]図1の1200-1200線に沿った断面図である。
- [図5]本発明の第1実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜視図である。
- [図6]本発明の第1実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。
- [図7]本発明の第1実施形態によるパワーモジュールのドレイン端子の斜視図である。
- [図8]本発明の第1実施形態によるパワーモジュールの回路図である。
- [図9]シミュレーションに用いられる第1実施形態に対応するモジュールの断面図である。
- [図10]シミュレーションに用いられる比較例に対応するモジュールの断面図

である。

[図11] 本発明の第2実施形態によるパワーモジュールの平面図である。

[図12] 図11の1300-1300線に沿った断面図である。

[図13] 図11の1400-1400線に沿った断面図である。

[図14] 本発明の第3実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図15] 本発明の第4実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図16] 本発明の第5実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図17] 本発明の第6実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図18] 本発明の第7実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図19] 本発明の第8実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図20] 本発明の第9実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図21] 本発明の第10実施形態によるパワーモジュールの平面図である。

[図22] 図21の1410-1410線に沿った断面図である。

[図23] 図21の1420-1420線に沿った断面図である。

[図24] 本発明の第10実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜視図である。

[図25] 本発明の第10実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。

[図26] 本発明の第11実施形態によるパワーモジュールの平面図である。

[図27] 図26の1430-1430線に沿った断面図である。

[図28] 図26の1440-1440線に沿った断面図である。

[図29] 本発明の第11実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜視図である。

[図30] 本発明の第11実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。

[図31] 本発明の第12実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図32] 本発明の第12実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜視図である。

[図33] 本発明の第 1 2 実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。

[図34] 本発明の第 1 3 実施形態によるパワーモジュールの平面図である。

[図35] 図 3 4 の 1 5 0 0 - 1 5 0 0 線に沿った断面図である。

[図36] 図 3 4 の 1 6 0 0 - 1 6 0 0 線に沿った断面図である。

[図37] 図 3 4 の 1 7 0 0 - 1 7 0 0 線に沿った断面図である。

[図38] 本発明の第 1 4 実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図39] 本発明の第 1 4 実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜視図である。

[図40] 本発明の第 1 4 実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。

[図41] 本発明の第 1 5 実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図42] 本発明の第 1 5 実施形態によるパワーモジュールの斜視図である。

[図43] 本発明の第 1 6 実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜視図である。

[図44] 本発明の第 1 6 実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。

[図45] 本発明の第 1 7 実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜視図である。

[図46] 本発明の第 1 7 実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。

[図47] 本発明の第 1 8 実施形態によるパワーモジュールの平面図である。

[図48] 図 4 7 の 1 7 1 0 - 1 7 1 0 線に沿った断面図である。

[図49] 図 4 7 の 1 7 2 0 - 1 7 2 0 線に沿った断面図である。

[図50] 本発明の第 1 9 実施形態によるパワーモジュールの平面図である。

[図51] 図 5 0 の 1 7 3 0 - 1 7 3 0 線に沿った断面図である。

[図52] 図 5 0 の 1 7 4 0 - 1 7 4 0 線に沿った断面図である。

[図53] 本発明の第 1 9 実施形態によるパワーモジュールの表面側から見た斜

視図である。

[図54] 本発明の第 19 実施形態によるパワーモジュールの裏面側から見た斜視図である。

[図55] 本発明の第 20 実施形態によるパワーモジュールの断面図である。

[図56] 本発明の第 21 実施形態によるパワーモジュールの平面図である。

[図57] 図 56 の 1750-1750 線に沿った断面図である。

[図58] 図 56 の 1760-1760 線に沿った断面図である。

[図59] 本発明の第 22 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の斜視図である。

[図60] 本発明の第 22 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図61] 本発明の第 23 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の斜視図である。

[図62] 本発明の第 23 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図63] 本発明の第 24 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の斜視図である。

[図64] 本発明の第 24 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図65] 本発明の第 25 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の斜視図である。

[図66] 本発明の第 25 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図67] 本発明の第 26 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の斜視図である。

[図68] 本発明の第 26 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図69] 本発明の第 27 実施形態によるパワーモジュールの配線基板の斜視図

である。

[図70]本発明の第27実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図71]本発明の第28実施形態によるパワーモジュールの回路図である。

[図72]本発明の第28実施形態によるパワーモジュールの側断面図である。

[図73]本発明の第28実施形態によるパワーモジュールの縦断面図である。

[図74]本発明の第28実施形態によるパワーモジュールの上面透視図である。

[図75]本発明の第29実施形態によるパワーモジュールの配線の断面図である。

[図76]本発明の第30実施形態によるパワーモジュールの配線の断面図である。

[図77]本発明の第31実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図78]本発明の第31実施形態によるパワーモジュールの配線基板の平面図である。

[図79]本発明の第31実施形態によるパワーモジュールの配線基板の平面図である。

[図80]本発明の第32実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図81]本発明の第33実施形態によるパワーモジュールの配線基板の断面図である。

[図82]本発明の第34実施形態による液冷式冷却器の斜視図である。

[図83]本発明の第34実施形態による液冷式冷却器の分解斜視図である。

[図84]本発明の第34実施形態による液冷式冷却器の液冷板ベースの斜視図である。

[図85]本発明の第35実施形態による液冷式冷却器の斜視図である。

[図86]本発明の第35実施形態による液冷式冷却器の分解斜視図である。

[図87] 本発明の第36実施形態による液冷式冷却器の斜視図である。

[図88] 本発明の第36実施形態による液冷式冷却器の分解斜視図である。

[図89] 本発明の第37実施形態による液冷式冷却器の斜視図である。

[図90] 本発明の第37実施形態による液冷式冷却器の分解斜視図である。

[図91] 本発明の第38実施形態による液冷式冷却器の断面図である。

[図92] 本発明の第39実施形態による液冷式冷却器の断面図である。

[図93] 本発明の第40実施形態による接合材の断面図である。

[図94] 本発明の第40実施形態による接合材を流れる電流を説明するための断面図である。

[図95] 本発明の第41実施形態による接合材の断面図である。

[図96] 本発明の第41実施形態による接合材を流れる電流を説明するための断面図である。

[図97] 本発明の第42実施形態による大電流端子台の斜視図である。

[図98] 本発明の第42実施形態による大電流端子台の裏面側の斜視図である。

[図99] 本発明の第42実施形態による接続端子部の正面図である。

[図100] 本発明の第42実施形態による接続端子部の底面図である。

[図101] 本発明の第42実施形態による接続端子部の側面図である。

[図102] 本発明の第42実施形態によるインバータ部およびコンバータ部に接続された大電流端子台の斜視図である。

[図103] 本発明の第42実施形態によるインバータ部およびコンバータ部に接続される前の大電流端子台の斜視図である。

[図104] 本発明の第43実施形態による大電流端子台の斜視図である。

[図105] 本発明の第43実施形態による大電流端子台の裏面側の斜視図である。

[図106] 本発明の第43実施形態による大電流端子台の接続端子部の斜視図である。

[図107] 本発明の第43実施形態による接続端子部の正面図である。

[図108]本発明の第43実施形態による接続端子部の側面図である。

[図109]本発明の第43実施形態による接続端子部の底面図である。

[図110]本発明の第43実施形態による接続端子部の裏面図である。

[図111]本発明の第43実施形態によるインバータ部およびコンバータ部に接続された大電流端子台の斜視図である。

[図112]本発明の第43実施形態によるインバータ部およびコンバータ部に接続される前の大電流端子台の斜視図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0013] (第1実施形態)

まず、図1～図8を参照して、本発明の第1実施形態によるパワーモジュール100の構成について説明する。なお、第1実施形態では、本発明の電力変換装置をパワーモジュール100に適用する場合について説明する。なお、パワーモジュール100は、本発明の「電力変換装置本体部」の一例である。

[0014] 図1～図4に示すように、本発明の第1実施形態によるパワーモジュール100には、ドレイン電極放熱板1と、半導体素子2と、半導体素子3と、ゲート端子4と、ソース端子5と、ドレイン端子6と、アノード端子7とが設けられている。なお、ドレイン電極放熱板1、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6およびアノード端子7は、絶縁物を含まない銅(Cu)、銅モリブデン(CuMo)などの金属からなる。また、ドレイン電極放熱板1は、1枚の金属板のみからなる。ここで、第1実施形態では、半導体素子2は、炭化ケイ素(SiC)を主成分とするSiC基板上に形成され、高周波スイッチング可能なFET(電界効果トランジスタ)からなる。また、半導体素子2は、図2に示すように、半導体素子2の主表面に設けられる制御電極2aおよびソース電極2bと、裏面に設けられるドレイン電極2cとを有する。なお、半導体素子2は、本発明の「電力変換用半導体素子」および「電圧駆動型トランジスタ素子」の一例である。また、制御電極2aは、

本発明の「表面電極」の一例である。また、ソース電極 2 b は、本発明の「第 1 電極」および「表面電極」の一例である。また、ドレイン電極 2 c は、本発明の「第 2 電極」および「裏面電極」の一例である。また、ドレイン電極放熱板 1 は、本発明の「放熱部材」の一例である。

[0015] また、半導体素子 3 は、アノード電極 3 a とカソード電極 3 b とを有するファーストリカバリーダイオード（FRD）からなる。なお、半導体素子 3 のカソード電極 3 b は、半導体素子 2 のドレイン電極 2 c と電氣的に接続されており、半導体素子 3 は、還流ダイオード（図 8 参照）としての機能を有する。なお、アノード電極 3 a は、本発明の「第 1 ダイオード電極」の一例である。また、カソード電極 3 b は、本発明の「第 2 ダイオード電極」の一例である。また、半導体素子 3 は、本発明の「電力変換用半導体素子」および「還流ダイオード素子」の一例である。また、アノード電極 3 a およびカソード電極 3 b は、それぞれ、本発明の「第 1 ダイオード電極」および「第 2 ダイオード電極」の一例である。

[0016] 図 2 に示すように、半導体素子 2 と、半導体素子 3 とは、それぞれ、半田からなる接合材 8 を介してドレイン電極放熱板 1 の表面上に接合されている。なお、半導体素子 2 のドレイン電極 2 c がドレイン電極放熱板 1 に電氣的に接続されている。また、半導体素子 3 のカソード電極 3 b がドレイン電極放熱板 1 に電氣的に接続されている。この種の半導体素子を用いた場合には、接合箇所の温度が約 200℃ 近くまで上昇する。これにより、接合材 8 は、耐熱性の高い Au-20Sn、Zn-30Sn、Pb-5Sn などの半田から形成されている。また、接合箇所の温度が約 400℃ 近くまで上昇する場合には、接合材 8 は、さらに耐熱性の高い有機層被覆ナノ Ag 粒子などから形成される。

[0017] ゲート端子 4 は、接合材 8 を介して半導体素子 2 の表面上（ゲート電極 2 a 上）に接合されている。また、第 1 実施形態では、ゲート端子 4 は、柱形状を有しており、半導体素子 2 の表面上からパワーモジュール 100 の上方（矢印 Z1 方向）に向かって延びている。また、ゲート端子 4 は、パワーモ

ジュール１００の外側（矢印Ｘ１方向）に向かって延びるように形成されている。また、ゲート端子４の上端面４aは、略平坦で、かつ、平面的に見て、略矩形形状（図１参照）を有する。また、ゲート端子４は、半導体素子２が発生する熱を上端面４aから放熱する機能を有する。なお、ゲート端子４は、本発明の「電極用導体」、「第１電極用導体」、「第１トランジスタ電極用導体」および「制御電極用導体」の一例である。

[0018] ソース端子５は、接合材８を介して半導体素子２の表面上（ソース電極２b上）に接合されている。また、第１実施形態では、ソース端子５は、柱形状を有しており、半導体素子２の表面上からパワーモジュール１００の上方（矢印Ｚ１方向）に向かって延びるように形成されている。また、ソース端子５の上端面５aは、略平坦で、かつ、平面的に見て、略矩形形状（図１参照）を有する。また、ソース端子５は、半導体素子２が発生する熱を上端面５aから放熱する機能を有する。なお、ソース端子５は、本発明の「電極用導体」、「第１電極用導体」、「第１トランジスタ電極用導体」および「ソース電極用導体」の一例である。

[0019] ドレイン端子６（後述するドレイン電極フレーム９）は、接合材８を介して、ドレイン電極放熱板１の表面上に接合されている。また、ドレイン端子６は、図７に示すように、柱形状を有しており、枠状に形成されるドレイン電極フレーム９に一体的に６つ形成されている。また、ドレイン端子６は、ドレイン電極フレーム９の４隅にそれぞれ１つずつ設けられている。また、ドレイン端子６は、ドレイン電極フレーム９の長辺上の中央部近傍に１つずつ設けられている。これにより、第１実施形態では、ドレイン端子６は、半導体素子２および半導体素子３から離間した位置に配置されている。また、ドレイン端子６は、パワーモジュール１００の端部近傍（図１参照）に配置される。

[0020] また、ドレイン端子６の上端面６aは、略平坦で、かつ、平面的に見て、略矩形形状（図１参照）を有する。また、ドレイン端子６は、半導体素子２が発生する熱を上端面６aから放熱する機能を有する。また、６つのドレイ

ン端子6の上端面6aのドレイン電極フレーム9の表面からの高さは、それぞれ、略同じである。なお、ドレイン端子6は、本発明の「電極用導体」、「第2電極用導体」、「第2トランジスタ電極用導体」および「ドレイン電極用導体」の一例である。

[0021] また、ドレイン端子6は、半導体素子3のカソード電極3bに電氣的に接続されており、半導体素子3のカソード電極端子としても機能する。すなわち、ドレイン端子6は、本発明の「第2ダイオード電極用導体」の一例でもある。

[0022] アノード端子7は、接合材8を介して半導体素子3の表面上（アノード電極3a上）に接合されている。また、第1実施形態では、アノード端子7は、柱形状を有しており、半導体素子3の表面上からパワーモジュール100の上方（矢印Z1方向）に向かって延びるように形成されている。また、アノード端子7の上端面7aは、略平坦で、かつ、平面的に見て、略矩形形状（図1参照）を有する。また、アノード端子7は、半導体素子3が発生する熱を上端面7aから放熱する機能を有する。なお、アノード端子7は、本発明の「電極用導体」、「第1電極用導体」および「第1ダイオード電極用導体」の一例である。

[0023] ここで、第1実施形態では、ゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ドレイン端子6の上端面6a、およびアノード端子7の上端面7aは、略同じ高さを有するように形成されている。

[0024] なお、一般的なパワーモジュールでは、半導体素子と電極との間の接合は、ワイヤボンディングなどの配線により行われている。しかしながら、ワイヤボンディングなどの配線では、配線インダクタンスが比較的大きくなるため、パワーモジュールを高周波でスイッチングさせるのが困難である。一方、第1実施形態のゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6（アノード端子7）は、接合材8を介して半導体素子2（半導体素子3）に直接接合されることにより、ワイヤボンディングを用いる場合に比べて、配線インダクタンスが小さくなるので、パワーモジュール100を高周波でスイッチング

させることが可能となる。

[0025] また、第1実施形態では、図1～図4に示すように、半導体素子2、半導体素子3、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7およびドレイン電極放熱板1の側面を取り囲むように覆うように、シリコンゲルなどからなる絶縁性の樹脂材10が設けられている。これにより、樹脂材10は、パワーモジュール100の外形面を形成する。この樹脂材10は、半導体素子2、半導体素子3、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7間の絶縁を行う絶縁体としての機能と、半導体素子2および半導体素子3への水分などの浸入を防止する封止材としての機能を有する。なお、樹脂材10は、本発明の「封止材」の一例である。

[0026] また、第1実施形態では、図5に示すように、樹脂材10は、ゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ドレイン端子6の上端面6aおよびアノード端子7の上端面7aが、上面から露出するように設けられる。なお、樹脂材10の上面は、ゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ドレイン端子6の上端面6aおよびアノード端子7の上端面7aと略同じ高さを有する。そして、樹脂材10から露出したゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ドレイン端子6の上端面6aおよびアノード端子7の上端面7aにおいて、外部との電氣的接続が行われるように構成されている。また、図6に示すように、ドレイン電極放熱板1は、樹脂材10の裏面から露出している。

[0027] 第1実施形態では、上記のように、樹脂材10の上面において、ゲート端子4（ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7）の略平坦な上端面4a（上端面5a、上端面6a、上端面7a）を露出させるように樹脂材10を構成することによって、ゲート端子4（ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7）の略平坦な上端面4a（上端面5a、上端面6a、上端面7a）が樹脂材10から露出しているので、半導体素子2および3から発生する熱を上方へ放熱する際の放熱量を増加させることができる。また、樹脂材10の上面において露出したゲート端子4（ソース端子5、ドレイン端

子6、アノード端子7)の上端面4a(上端面5a、上端面6a、上端面7a)において外部との電氣的接続を行うことにより、パワーモジュール100と外部の配線とを接続するために電極を樹脂材10の側面からはみ出させる場合と異なり、パワーモジュール100が大きくなるのを抑制することができる。その結果、パワーモジュール100の小型化を図ることができる。

[0028] また、第1実施形態では、上記のように、樹脂材10の上面から露出されるゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ドレイン端子6の上端面6aおよびアノード端子7の上端面7aを、互いに略同じ高さを有するように構成する。これにより、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6およびアノード端子7の上面において外部との電氣的な接続を行う際に、配線基板や電極などを容易に配置することができるので、外部との電氣的な接続を容易に行うことができる。

[0029] また、第1実施形態では、上記のように、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6およびアノード端子7が、上方に延びる柱形状を有する。また、ゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ドレイン端子6の上端面6aおよびアノード端子7の上端面7aが略平坦に形成されている。これにより、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6およびアノード端子7が柱形状を有しているので、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6およびアノード端子7がたとえば細いワイヤー状である場合と異なり、配線インダクタンスを小さくすることができる。その結果、配線インダクタンスが大きいことに起因して、半導体素子2および3が高速に動作できなくなるのを抑制することができる。また、柱形状のゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6およびアノード端子7により、細いワイヤー状の電極用導体を用いる場合よりも放熱量を増加させることができるので、放熱性を向上させることができる。

[0030] また、第1実施形態では、上記のように、樹脂材10の上面から露出されるゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ドレイン端子6の上端面6aおよびアノード端子7の上端面7aを、樹脂材10の上面と略

同じ高さを有するように構成する。これにより、上端面 4 a、上端面 5 a、上端面 6 a および上端面 7 a と、樹脂材 10 の上面とが面一になり、全体として平坦面形状になるので、上端面 4 a、上端面 5 a、上端面 6 a および上端面 7 a と、樹脂材 10 との上に配線基板などを容易に配置することができる。

[0031] また、第 1 実施形態では、上記のように、ゲート端子 4 は、半導体素子 2 の主表面において制御電極 2 a に接合材 8 を介して接続された状態で上方に延びるとともに、樹脂材 10 の上面から露出される略平坦な上端面 4 a を有する。ソース端子 5 は、半導体素子 2 の主表面においてソース電極 2 b に接合材 8 を介して接続された状態で上方に延びるとともに、樹脂材 10 の上面から露出される略平坦な上端面 5 a を有する。ドレイン端子 6 は、半導体素子 2 の裏面のドレイン電極 2 c に電氣的に接続された状態で半導体素子 2 から離間した位置から上方に延びるとともに、樹脂材 10 の上面から露出される略平坦な上端面 6 a を有する。また、アノード端子 7 は、半導体素子 3 の主表面においてアノード電極 3 a に接合材 8 を介して接続された状態で上方に延びるとともに、樹脂材 10 の上面から露出される略平坦な上端面 7 a を有する。ドレイン端子 6 は、半導体素子 3 の裏面のカソード電極 3 b に電氣的に接続された状態で半導体素子 3 から離間した位置から上方に延びるとともに、樹脂材 10 の上面から露出される略平坦な上端面 6 a を有する。これにより、ゲート端子 4 の上端面 4 a、ソース端子 5 の上端面 5 a、ドレイン端子 6 の上端面 6 a およびアノード端子 7 の上端面 7 a が、パワーモジュール 100 の上方側に配置されるので、外部との電氣的接続を容易に行うことができる。

[0032] また、第 1 実施形態では、上記のように、ドレイン端子 6 を、半導体素子 2 の裏面のドレイン電極 2 c に電氣的に接続された状態で、半導体素子 2 から離間した位置から上方に延びるように構成する。これにより、ドレイン端子 6 と半導体素子 2 とが離間しているので、ドレイン端子 6 の側面と半導体素子 2 とが短絡するのを抑制することができる。

- [0033] また、第1実施形態では、上記のように、ド레인端子6を、パワーモジュール100の端部近傍に配置することによって、ゲート端子4およびソース端子5をパワーモジュール100の中央部に配置することにより、ド레인端子6と、ゲート端子4およびソース端子5と、の間の距離を大きくすることができるので、ド레인端子6と、ゲート端子4およびソース端子5と、が短絡するのを抑制することができる。
- [0034] また、第1実施形態では、上記のように、樹脂材10を、半導体素子3と、アノード端子7の側面とを覆うように形成する。また、樹脂材10を、アノード端子7の略平坦な上端面7aを露出させるように形成する。これにより、アノード端子7が、樹脂材10に覆われている場合と異なり、半導体素子3から発熱された熱をアノード端子7の略平坦な上端面7aから上方へ放熱する際の放熱量を増加させることができる。また、アノード端子7の略平坦な上端面7aを樹脂材10の上面において露出させることにより、樹脂材10の上面において還流ダイオードと外部との電氣的な接続を容易に行うことができる。
- [0035] また、第1実施形態では、樹脂材10を、パワーモジュール100の外表面を構成するように設けることによって、半導体素子2、半導体素子3、ゲート端子4、ソース端子5、ド레인端子6およびアノード端子7が樹脂材10の内部に含まれるので、外部からの衝撃に起因して半導体素子2および3が破損するのを抑制することができる。また、ゲート端子4、ソース端子5、ド레인端子6およびアノード端子7が短絡するのを抑制することができる。
- [0036] また、第1実施形態では、上記のように、半導体素子2および3の裏面側に配置されたド레인電極放熱板1を設けることによって、樹脂材10の上面から露出したゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、ド레인端子6の上端面6aおよびアノード端子7の上端面7aから上方に放熱することができる。また、半導体素子2および3の裏面側に配置されたド레인電極放熱板1から下方に放熱することができる。これにより、放熱量

をより増加させることができる。

[0037] また、第1実施形態では、上記のように、ドレイン電極放熱板1を、半導体素子2および3の裏面に接合材8を介して接合することによって、ドレイン電極放熱板1を半導体素子2および3の裏面に容易に接合することができる。

[0038] また、第1実施形態では、上記のように、ドレイン電極放熱板1を、絶縁物を含まない金属板により構成することによって、ドレイン電極放熱板1が絶縁物を含んでいる場合と異なり、ドレイン電極放熱板1からの放熱量を増加させることができる。

[0039] また、第1実施形態では、上記のように、樹脂材10を、ドレイン電極放熱板1を取り囲むとともにドレイン電極放熱板1の表面を露出させるように配置する。これにより、ドレイン電極放熱板1の表面が樹脂材10に覆われている場合と異なり、ドレイン電極放熱板1からの放熱量を増加させることができる。

[0040] また、第1実施形態では、上記のように、半導体素子2および3を、SiCからなる半導体により形成することによって、半導体素子2および3をSiからなる半導体により形成する場合と異なり、半導体素子2および3を高速に動作させることができる。

[0041] 次に、図9および図10を参照して、上記第1実施形態の効果を説明するために行った熱抵抗についてのシミュレーションについて説明する。このシミュレーションでは、第1実施形態に対応する実施例1のモジュール101（図9参照）と、比較例1によるモジュール102（図10参照）とについてシミュレーションを行った。

[0042] 第1実施形態に対応する実施例1のモジュール101では、図9に示すように、銅モリブデンからなる下面ケース101a（ドレイン電極放熱板1に対応）の表面上に、Pb-Snからなる、半田（接合材）101bを介して、SiCからなる半導体素子101cが接合されている。なお、半導体素子101cは、FET（電界効果トランジスタ）（半導体素子2に対応）と

、ショットキーバリアダイオード（半導体素子 3 に対応）とを含んでいる。
また、半導体素子 101c の表面上には、Pb-10Sn からなる半田（接
合材）101b を介して、銅モリブデンからなる端子 101d（ゲート端子
4 と、ソース端子 5 と、ドレイン端子 6 と、アノード端子 7 とに対応）が接
合されている。また、端子 101d の表面上には、Sn-Sb からなる半田
（接合材）101b を介して、銅モリブデンからなる上面ケース 101e が
接合されている。

[0043] また、図 10 に示すように、比較例 1 によるモジュール 102 では、銅か
らなる下面ケース 102a の表面上に、Pb-5Sn からなる半田 102b
を介して、銅配線 102c が接合されている。また、銅配線 102c の表面
上には、SiN 基板 102d が配置されている。また、SiN 基板 102d
の表面上には、銅配線 102c が設けられている。また、銅配線 102c の
表面上には、Pb-5Sn からなる半田（接合材）102b を介して、Si
C からなる半導体素子 102e が接合されている。

[0044] そして、上記した実施例 1 のモジュール 101 および比較例 1 によるモ
ジュール 102 の熱抵抗をシミュレーションにより求めた。なお、実施例 1 の
モジュール 101 の熱抵抗は、半導体素子 101c から下面ケース 101a
までの熱抵抗と、半導体素子 101c から上面ケース 101e までの熱抵抗
との合計である。その結果、実施例 1 の熱抵抗は、0.206 (K/W) に
なった。また、図 9 に示した実施例 1 の構造において、端子 101d と上面
ケース 101e との間に半田 101b が設けられない場合のモジュール 10
1 の熱抵抗も求めた。その結果、熱抵抗は、0.204 (K/W) になった
。また、比較例 1 によるモジュール 102 の半導体素子 102e から下面ケ
ース 102a までの熱抵抗をシミュレーションにより求めた。その結果、比
較例 1 によるモジュール 102 の熱抵抗は、実施例 1 のモジュール 101 の
熱抵抗 (0.206 (0.204) (K/W)) よりも大きい値 (0.422 (K/W)) になった。これにより、第 1 実施形態に対応するモジュール
101 の実施例 1 の半導体素子 101c からの放熱量は、比較例 1 によるモ

ジュール 102 の半導体素子 102 e からの放熱量に比べて、多くなることが判明した。

[0045] 次に、上記第 1 実施形態の効果を説明するために行ったインダクタンスおよび抵抗値についてのシミュレーションについて説明する。

[0046] 第 1 実施形態に対応する実施例 2 のモジュールとして、炭化ケイ素 (SiC) を主成分とする SiC 基板上に形成される FET (電界効果トランジスタ) (半導体素子 2 に対応) と、ショットキーバリアダイオード (半導体素子 3 に対応) とを含んでいるモジュールを仮定した。また、比較例 2 のモジュールとして、シリコン (Si) を主成分とする Si 基板上に形成される IGBT (絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) を含んでいるモジュールを仮定した。そして、実施例 2 のモジュールでは、ソース (ソース端子 5 に対応) とドレイン (ドレイン端子 6 に対応) との間の平均インダクタンス値および平均抵抗値をシミュレーションにより求めた。また、比較例 2 のモジュールでは、エミッタとコレクタとの間の平均インダクタンス値および平均抵抗値をシミュレーションにより求めた。その結果、実施例 2 のモジュールの平均インダクタンス値は、比較例 2 のモジュールの平均インダクタンス値の 55% の大きさになることが判明した。また、第 1 実施形態に対応する実施例 2 のモジュールの平均抵抗値は、比較例 2 のモジュールの平均抵抗値の 7% の大きさになることが判明した。つまり、第 1 実施形態に対応する実施例 2 の SiC を主成分とするモジュールの平均インダクタンス値および平均抵抗値は、比較例 2 の Si を主成分とするモジュールに比べて小さくなることが判明した。

[0047] (第 2 実施形態)

次に、図 11 ~ 図 13 を参照して、第 2 実施形態について説明する。この第 2 実施形態では、ゲート端子 4、ソース端子 5、ドレイン端子 6 およびアノード端子 7 に、金属端子が接続されている。

[0048] 図 11 ~ 図 13 に示すように、第 2 実施形態によるパワーモジュール 103 では、ゲート端子 4 の上端面 4a、ソース端子 5 の上端面 5a、ドレイン

端子 6 の上端面 6 a およびアノード端子 7 の上端面 7 a には、それぞれ、配線基板（図示せず）などに接続するためのゲート金属端子 4 b、ソース金属端子 5 b、ドレイン金属端子 6 b およびアノード金属端子 7 b が接続されている。なお、ゲート金属端子 4 b、ソース金属端子 5 b、ドレイン金属端子 6 b およびアノード金属端子 7 b は、円柱形状（ピン形状）に形成されている。また、ゲート金属端子 4 b、ソース金属端子 5 b、ドレイン金属端子 6 b およびアノード金属端子 7 b は、それぞれ、たとえば接合材によって、上端面 4 a、上端面 5 a、上端面 6 a および上端面 7 a に接続されている。また、ゲート金属端子 4 b、ソース金属端子 5 b、ドレイン金属端子 6 b およびアノード金属端子 7 b を、それぞれ、ゲート端子 4、ソース端子 5、ドレイン端子 6 およびアノード端子 7 と一体的に形成してもよい。これにより、接合材が設けられない分、抵抗成分が小さくなるので、熱抵抗を小さくすることが可能となる。その結果、放熱性を向上させることが可能となる。なお、第 2 実施形態のその他の構成および効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

[0049] （第 3 実施形態）

次に、図 1 4 を参照して、第 3 実施形態について説明する。この第 3 実施形態では、ドレイン電極放熱板 1 にヒートシンク 1 0 4 c が設けられている。

[0050] 図 1 4 に示すように、第 3 実施形態によるパワーモジュール 1 0 4 では、ドレイン電極放熱板 1 の下面に、熱伝導シートやグリースなどからなる絶縁材 1 0 4 a を介して、複数のフィン 1 0 4 b を有するヒートシンク 1 0 4 c が設けられている。なお、絶縁材 1 0 4 a は、絶縁機能を有するとともに、熱伝導性の高いものであればよい。また、ヒートシンク 1 0 4 c は、本発明の「冷却構造」の一例である。また、第 3 実施形態のその他の構成は、上記第 1 実施形態と同様である。

[0051] 第 3 実施形態では、上記のように、ドレイン電極放熱板 1 に接続されたヒートシンク 1 0 4 c を設けることによって、ドレイン電極放熱板 1 を介した

放熱の放熱量をヒートシンク 104cによりさらに増加させることができるので、放熱性をより向上させることが可能となる。

[0052] また、第3実施形態では、上記のように、ヒートシンク 104cを、ドレイン電極放熱板 1に絶縁材 104aを介して接続することによって、導電性のドレイン電極放熱板 1からヒートシンク 104cに電力が漏れるのを絶縁材 104aにより抑制することができる。

[0053] なお、第3実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

[0054] (第4実施形態)

次に、図15を参照して、第4実施形態について説明する。この第4実施形態では、ドレイン電極放熱板 1に液冷却ジャケット 105aが設けられている。

[0055] 図15に示すように、第4実施形態によるパワーモジュール 105では、ドレイン電極放熱板 1の下面に、熱伝導シートやグリースなどからなる絶縁材 104aを介して、液冷却ジャケット 105aが設けられている。なお、液冷却ジャケット 105aには、内部に冷却溶媒を流すための溶媒路 105bが設けられている。そして、半導体素子 2および半導体素子 3が発生する熱は、溶媒路 105b内を循環する冷却溶媒を介して放熱される。なお、液冷却ジャケット 105aは、本発明の「冷却構造」の一例である。また、第4実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。また、第4実施形態では、上記第3実施形態と同様、放熱性を向上させることができるという効果を得ることができる。

[0056] (第5実施形態)

次に、図16を参照して、第5実施形態について説明する。この第5実施形態では、上記第1実施形態のパワーモジュール 100（パワーモジュール本体部 100aおよび 100b）が配線基板 21に取り付けられている。

[0057] 図16に示すように、第5実施形態によるパワーモジュール 106では、ガラスエポキシ、セラミクス、ポリイミドなどからなる配線基板 21には、パワーモジュール本体部 100aおよび 100bが取り付けられている。ま

た、配線基板 21 の下面には、P 側ゲートドライバ IC 22 と、N 側ゲートドライバ IC 23 とが実装されている。なお、パワーモジュール 106 は、3 相インバータ回路を構成している。そして、パワーモジュール本体部 100a は、3 相インバータ回路の上側アームとして機能する。また、パワーモジュール本体部 100b は、3 相インバータ回路の下側アームとして機能する。

[0058] パワーモジュール本体部 100a は、P 側ゲート金属端子 24、P 側ソース金属端子 25、P 側ドレイン金属端子 26 および P 側アノード金属端子 27 を介して、配線基板 21 に取り付けられている。P 側ゲート金属端子 24、P 側ソース金属端子 25、P 側ドレイン金属端子 26 および P 側アノード金属端子 27 は、ピン状（円柱形状）に形成されている。すなわち、第 5 実施形態では、樹脂材 10 の表面から露出するゲート端子 4（ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）の略平坦な上端面 4a（上端面 5a、上端面 6a、上端面 7a）（図 1 参照）は、P 側ゲート金属端子 24（P 側ソース金属端子 25、P 側ドレイン金属端子 26、P 側アノード金属端子 27）を介して配線基板 21 に電氣的に接続されている。また、パワーモジュール本体部 100b は、N 側ゲート金属端子 28、N 側ソース金属端子 29、N 側ドレイン金属端子 30 および N 側アノード金属端子 31 を介して、配線基板 21 に取り付けられている。N 側ゲート金属端子 28、N 側ソース金属端子 29、N 側ドレイン金属端子 30 および N 側アノード金属端子 31 は、ピン状（円柱形状）に形成されている。すなわち、第 5 実施形態では、樹脂材 10 の表面から露出するゲート端子 4（ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）の略平坦な上端面 4a（上端面 5a、上端面 6a、上端面 7a）（図 1 参照）は、N 側ゲート金属端子 28（N 側ソース金属端子 29、N 側ドレイン金属端子 30、N 側アノード金属端子 31）を介して配線基板 21 に電氣的に接続されている。

[0059] また、配線基板 21 の一方端側には、P 側金属端子 32 および N 側金属端子 33 が設けられている。P 側金属端子 32 は、配線基板 21 の内部に設け

られる導電性金属板からなるバスバー状の配線 34 を介して、パワーモジュール本体部 100a の P 側ドレイン金属端子 26 に接続されている。また、パワーモジュール本体部 100a の P 側ソース金属端子 25 と P 側アノード金属端子 27 とは、配線基板 21 の内部に設けられる配線 34 を介して、パワーモジュール本体部 100b の N 側ドレイン金属端子 30 に接続されている。また、パワーモジュール本体部 100b の N 側ソース金属端子 29 および N 側アノード金属端子 31 は、配線基板 21 の内部に設けられる配線 34 を介して、配線基板 21 の一方端側に設けられる N 側金属端子 33 に接続されている。

[0060] また、P 側ゲートドライバ IC 22 は、パワーモジュール本体部 100a の P 側ゲート金属端子 24 近傍で、かつ、配線基板 21 とパワーモジュール本体部 100a との間に配置されている。つまり、配線基板 21 とパワーモジュール本体部 100a との間の間隔は、P 側ゲートドライバ IC 22 の厚みよりも大きくなるように構成されている。また、P 側ゲートドライバ IC 22 は、配線基板 21 の一方端側に設けられる P 側制御信号端子 35 に接続されている。

[0061] また、N 側ゲートドライバ IC 23 は、パワーモジュール本体部 100b の N 側ゲート金属端子 28 近傍で、かつ、配線基板 21 とパワーモジュール本体部 100b との間に配置されている。つまり、配線基板 21 とパワーモジュール本体部 100b との間の間隔は、N 側ゲートドライバ IC 23 の厚みよりも大きくなるように構成されている。また、N 側ゲートドライバ IC 23 は、配線基板 21 の一方端側に設けられる N 側制御信号端子 36 に接続されている。

[0062] なお、P 側ゲートドライバ IC 22 および N 側ゲートドライバ IC 23 を、それぞれ、パワーモジュール本体部 100a およびパワーモジュール本体部 100b の金属端子近傍に配置することにより、配線インダクタンスを小さくすることができるので、半導体素子 2 および 3 を高周波でスイッチングさせることが可能となる。

[0063] 配線基板 21 と、パワーモジュール本体部 100a およびパワーモジュール本体部 100b とは、所定の距離（空間）を隔てて配置されている。配線基板 21 と、パワーモジュール本体部 100a およびパワーモジュール本体部 100b との間の空間を埋めるように、封止機能を有する絶縁性の樹脂材 37 が充填されている。これにより、配線基板 21 と、パワーモジュール本体部 100a およびパワーモジュール本体部 100b とが固定される。また、配線基板 21 と、パワーモジュール本体部 100a およびパワーモジュール本体部 100b とを接続している P 側ゲート金属端子 24、P 側ソース金属端子 25、P 側ドレイン金属端子 26、P 側アノード金属端子 27、N 側ゲート金属端子 28、N 側ソース金属端子 29、N 側ドレイン金属端子 30 および N 側アノード金属端子 31 が腐食するのを抑制することが可能となる。また、絶縁性の樹脂材 37 の材質は、半導体素子 2 および半導体素子 3 の発熱温度等に応じて適切なものが選択される。また、P 側ゲート金属端子 24、P 側ソース金属端子 25、P 側ドレイン金属端子 26、P 側アノード金属端子 27、N 側ゲート金属端子 28、N 側ソース金属端子 29、N 側ドレイン金属端子 30 および N 側アノード金属端子 31 は、本発明のピン状の「端子」の一例である。

[0064] 第 5 実施形態では、上記のように、樹脂材 10 の上面から露出されたゲート端子 4（ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）の略平坦な上端面 4a（上端面 5a、上端面 6a、上端面 7a）に電氣的に接続される配線基板 21 を設けることによって、容易に、配線基板 21 を介してゲート端子 4（ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）に電力を供給することができる。

[0065] また、第 5 実施形態では、上記のように、樹脂材 10 の上面から露出されたゲート端子 4（ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）の略平坦な上端面 4a（上端面 5a、上端面 6a、上端面 7a）を、ピン状の P 側ゲート金属端子 24（P 側ソース金属端子 25、P 側ドレイン金属端子 26、P 側アノード金属端子 27）により配線基板 21 と電氣的に接続する。ま

た、ゲート端子 4（ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）の略平坦な上端面 4 a（上端面 5 a、上端面 6 a、上端面 7 a）を、N 側ゲート金属端子 2 8（N 側ソース金属端子 2 9、N 側ドレイン金属端子 3 0、N 側アノード金属端子 3 1）により配線基板 2 1 と電氣的に接続する。これにより、ゲート端子 4（ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）の略平坦な上端面 4 a（上端面 5 a、上端面 6 a、上端面 7 a）と、配線基板 2 1 とを、容易に電氣的に接続することができる。

[0066] （第 6 実施形態）

次に、図 1 7 を参照して、第 6 実施形態について説明する。この第 6 実施形態では、上記パワーモジュール本体部 1 0 0 a および 1 0 0 b が配線基板 2 1 の表面上に隣接するように配置されていた上記第 5 実施形態と異なり、パワーモジュール本体部 1 0 0 a および 1 0 0 b が配線基板 2 1 の両面に配置されている。

[0067] 図 1 7 に示すように、第 6 実施形態によるパワーモジュール 1 0 7 では、パワーモジュール本体部 1 0 0 b とパワーモジュール本体部 1 0 0 a とが、配線基板 2 1 の上面と下面とにそれぞれ配置されている。これにより、パワーモジュール本体部 1 0 0 a とパワーモジュール本体部 1 0 0 b とが隣接するように配置される上記第 5 実施形態と比べて、パワーモジュール本体部 1 0 0 a とパワーモジュール本体部 1 0 0 b とを接続する配線の長さが小さくなるので、配線インダクタンスを小さくすることができる。その結果、半導体素子 2 および 3 を高周波でスイッチングさせることが可能となる。

[0068] また、パワーモジュール本体部 1 0 0 a および 1 0 0 b と、配線基板 2 1 との間を封止するように、絶縁性の樹脂材 3 7 a が設けられている。なお、樹脂材 3 7 a は、配線基板 2 1 の表面からパワーモジュール本体部 1 0 0 a および 1 0 0 b の側面の中央部までを覆うように設けられている。これにより、配線基板 2 1 と、パワーモジュール本体部 1 0 0 a およびパワーモジュール本体部 1 0 0 b とを接続している P 側ゲート金属端子 2 4、P 側ソース金属端子 2 5、P 側ドレイン金属端子 2 6、P 側アノード金属端子 2 7、N

側ゲート金属端子 28、N側ソース金属端子 29、N側ドレイン金属端子 30 および N側アノード金属端子 31 が腐食するのを抑制することが可能となる。

[0069] なお、第 6 実施形態の効果は、上記第 5 実施形態と同様である。

[0070] (第 7 実施形態)

次に、図 18 を参照して、第 7 実施形態について説明する。この第 7 実施形態では、上記樹脂材 37a がパワーモジュール本体部 100a および 100b の側面の中央部までを覆うように設けられていた上記第 6 実施形態と異なり、樹脂材 37b の上面が、パワーモジュール本体部 100a および 100b の上面と面一になるように設けられている。

[0071] 図 18 に示すように、第 7 実施形態によるパワーモジュール 108 では、封止機能を有する絶縁性の樹脂材 37b が、樹脂材 10 (図 1 参照) が設けられないパワーモジュール本体部 100a および 100b の側面の全面を覆うように設けられている。これにより、樹脂材 37b の上面が、パワーモジュール本体部 100a および 100b の上面と面一になる。その結果、パワーモジュール本体部 100a および 100b の上面 (ドレイン電極放熱板 1) に、容易に、冷却器を取り付けることが可能になる。また、パワーモジュール本体部 100a および 100b をより冷却することが可能となる。

[0072] また、第 7 実施形態の効果は、上記第 5 および第 6 実施形態と同様である。

[0073] (第 8 実施形態)

次に、図 19 を参照して、第 8 実施形態について説明する。この第 8 実施形態では、上記パワーモジュール本体部 100a および 100b と配線基板 21 とがピン状の端子で接続されていた上記第 5 実施形態と異なり、パワーモジュール本体部 100a および 100b と配線基板 21 とがバンプ電極 41 で接続されている。

[0074] 図 19 に示すように、第 8 実施形態によるパワーモジュール 109 では、パワーモジュール本体部 100a および 100b のゲート端子 4 (ソース端

子5、ドレイン端子6、アノード端子7)の上端面4a(上端面5a、上端面6a、上端面7a)(図1参照)と、配線基板21とがバンプ電極41で接続されている。なお、パワーモジュール本体部100aおよび100bと配線基板21との間には、樹脂材37cが設けられている。

[0075] 第8実施形態では、上記のように、樹脂材10の上面から露出されたゲート端子4(ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7)の略平坦な上端面4a(上端面5a、上端面6a、上端面7a)を、配線基板21とバンプ電極41により電氣的に接続する。これにより、ゲート端子4(ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7)の略平坦な上端面4a(上端面5a、上端面6a、上端面7a)と配線基板21との間の間隔を小さくすることができるので、ゲート端子4(ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7)や配線基板21が腐食するのを抑制することができる。

[0076] (第9実施形態)

次に、図20を参照して、第9実施形態について説明する。この第9実施形態では、上記パワーモジュール本体部100aおよび100bと配線基板21とがピン状の端子で接続されていた上記第6実施形態と異なり、パワーモジュール本体部100aおよび100bと配線基板21とがバンプ41で接続されている。

[0077] 図20に示すように、第9実施形態によるパワーモジュール110では、パワーモジュール本体部100aおよび100bのゲート端子4(ソース端子5、ドレイン端子6、アノード端子7)の上端面4a(上端面5a、上端面6a、上端面7a)と、配線基板21とがバンプ41で接続されている。なお、パワーモジュール本体部100aおよび100bと配線基板21の間には、樹脂材37dが設けられている。なお、パワーモジュール本体部100aおよび100bと、配線基板21とをバンプ41で接続することにより、パワーモジュール本体部100aおよび100bと配線基板21との間の間隔が小さくなる。これにより、端子などが腐食するのが抑制されるので、樹脂材37dを設けなくてもよい場合もある。

[0078] (第10実施形態)

次に、図21～図25を参照して、第10実施形態について説明する。この第10実施形態では、上記半導体素子2および半導体素子3の両方が設けられる上記第1実施形態と異なり、半導体素子2のみ、設けられている。

[0079] 図21～図23に示すように、第10実施形態によるパワーモジュール111では、半導体素子3は設けられずに、半導体素子2のみが設けられている。また、図24に示すように、パワーモジュール111の上面には、ゲート端子4の上端面4a、ソース端子5の上端面5a、および、ドレイン端子6の上端面6aが樹脂材10aから露出している。また、図25に示すように、パワーモジュール111の下面には、ドレイン電極放熱板1が樹脂材10aから露出している。

[0080] (第11実施形態)

次に、図26～図30を参照して、第11実施形態について説明する。この第11実施形態では、上記半導体素子2および半導体素子3の両方が設けられる上記第1実施形態と異なり、半導体素子3のみ、設けられている。

[0081] 図26～図28に示すように、第11実施形態によるパワーモジュール112では、半導体素子2は設けられずに、半導体素子3のみが設けられている。また、図29に示すように、パワーモジュール112の上面には、アノード端子7の上端面7aおよびドレイン端子6の上端面6aが樹脂材10bから露出している。また、図30に示すように、パワーモジュール112の下面には、ドレイン電極放熱板1が樹脂材10bから露出している。

[0082] (第12実施形態)

次に、図31～図33を参照して、第12実施形態について説明する。この第12実施形態では、上記1つの半導体素子2および1つの半導体素子3が設けられる上記第1実施形態と異なり、P側3相のパワーモジュールを構成する3つの半導体素子2が設けられている。

[0083] 図31に示すように、第12実施形態によるパワーモジュール113では、3つの半導体素子2が設けられている。これにより、パワーモジュール1

1 3 は、P 側 3 相のパワーモジュールを構成している。なお、3 つの半導体素子 2 の下面は、接合材 8 を介して、1 つの P 電位金属放熱板 1 1 3 a に接続されている。また、図 3 2 に示すように、パワーモジュール 1 1 3 の上面には、3 つの半導体素子 2 のそれぞれのゲート端子 4 の上端面 4 a、ソース端子 5 の上端面 5 a、および、ドレイン端子を兼用する P 電位金属端子 1 1 3 b の上端面が樹脂材 1 0 c から露出している。また、図 3 3 に示すように、パワーモジュール 1 1 3 の下面には、P 電位金属放熱板 1 1 3 a が樹脂材 1 0 c から露出している。なお、P 電位金属放熱板 1 1 3 a は、本発明の「放熱部材」の一例である。

[0084] (第 1 3 実施形態)

次に、図 3 4 ~ 図 3 7 を参照して、第 1 3 実施形態について説明する。この第 1 3 実施形態では、上記ゲート端子 4、ソース端子 5 およびアノード端子 7 を取り囲むようにドレイン端子 6 が設けられていた上記第 1 実施形態と異なり、ゲート端子 4、ドレイン端子 1 1 4 a およびカソード端子 1 1 4 c を取り囲むようにソース端子 1 1 4 b が設けられている。

[0085] 図 3 4 ~ 図 3 7 に示すように、第 1 3 実施形態によるパワーモジュール 1 1 4 では、ゲート端子 4、ドレイン端子 1 1 4 a および後述するカソード端子 1 1 4 c を取り囲むように、6 つのソース端子 1 1 4 b が設けられている。つまり、第 1 3 実施形態によるパワーモジュール 1 1 4 は、第 1 実施形態によるパワーモジュール 1 0 0 (図 1 参照) のソース端子 5 とドレイン端子 6 とを入れ替えた構造を有している。また、半導体素子 3 の表面上には、接合材 8 を介してカソード端子 1 1 4 c が設けられている。なお、半導体素子 2 および半導体素子 3 は、接合材 8 を介して、ソース電極放熱板 1 1 4 d の表面上に設けられている。なお、ソース電極放熱板 1 1 4 d は、本発明の「放熱部材」の一例である。また、樹脂材 1 0 d の上面において、ゲート端子 4、ドレイン端子 1 1 4 a、ソース端子 1 1 4 b およびカソード端子 1 1 4 c の上端面が露出されている。

[0086] (第 1 4 実施形態)

次に、図 38～図 40 を参照して、第 14 実施形態について説明する。この第 14 実施形態では、N 側 3 相のパワーモジュールを構成する 3 つの半導体素子 2 が設けられている。

[0087] 図 38 に示すように、第 14 実施形態によるパワーモジュール 115 では、3 つの半導体素子 2 が設けられている。これにより、パワーモジュール 115 は、N 側 3 相のパワーモジュールを構成している。なお、3 つの半導体素子 2 の下面は、接合材 8 を介して、1 つの N 電位金属放熱板 115 a に接続されている。また、図 39 に示すように、パワーモジュール 115 の上面には、3 つの半導体素子 2 のそれぞれのゲート端子 4 の上端面 4 a、ソース端子を兼用する N 電位金属端子 115 b の上端面が樹脂材 10 e から露出している。また、図 40 に示すように、パワーモジュール 115 の下面には、N 電位金属放熱板 115 a が樹脂材 10 e から露出している。なお、N 電位金属放熱板 115 a は、本発明の「放熱部材」の一例である。

[0088] (第 15 実施形態)

次に、図 41 および図 42 を参照して、第 15 実施形態について説明する。この第 15 実施形態では、上記第 12 実施形態による P 側 3 相のパワーモジュール 113 と、上記第 14 実施形態による N 側 3 相のパワーモジュール 115 とが設けられている。

[0089] 図 41 および図 42 に示すように、第 15 実施形態によるパワーモジュール 116 では、配線基板 21 の下面に P 側 3 相のパワーモジュール 113 が設けられている。また、配線基板 21 の上面に N 側 3 相のパワーモジュール 115 が設けられている。また、パワーモジュール 113 のソース端子 5 は、配線基板 21 の内部に設けられる配線 34 を介して、パワーモジュール 115 のドレイン端子 6 に接続されている。なお、配線基板 21 の下面には、P 側金属端子 32 および P 側制御信号端子 35 が設けられている。また、配線基板 21 の上面には、N 側金属端子 33 および N 側制御信号端子 36 が設けられている。

[0090] (第 16 実施形態)

次に、図 4 3 および図 4 4 を参照して、第 1 6 実施形態について説明する。この第 1 6 実施形態では、上記第 1 2 実施形態（図 3 1 ～図 3 3 参照）によるパワーモジュール 1 1 3 に、還流ダイオードを追加的に設けている。

- [0091] 図 4 3 に示すように、第 1 6 実施形態によるパワーモジュール 1 1 7 では、還流ダイオードが設けられている。パワーモジュール 1 1 7 の上面には、ゲート端子 4 の上端面 4 a、ソース端子 5 の上端面 5 a、還流ダイオードのアノード端子 7 の上端面 7 a および、ドレイン端子およびカソード端子としての機能も有する P 電位金属端子 1 1 7 a の上端面が樹脂材 1 0 f から露出している。また、図 4 4 に示すように、パワーモジュール 1 1 7 の下面には、P 電位金属放熱板 1 1 7 b が樹脂材 1 0 f から露出している。なお、P 電位金属放熱板 1 1 7 b は、本発明の「放熱部材」の一例である。

- [0092] （第 1 7 実施形態）

次に、図 4 5 および図 4 6 を参照して、第 1 7 実施形態について説明する。この第 1 7 実施形態では、上記第 1 4 実施形態（図 3 8 ～図 4 0 参照）によるパワーモジュール 1 1 5 に、還流ダイオードを追加的に設けている。

- [0093] 図 4 5 に示すように、第 1 7 実施形態によるパワーモジュール 1 1 8 では、還流ダイオードが設けられている。また、パワーモジュール 1 1 8 の上面には、ゲート端子 4 の上端面 4 a、ソース端子 5 の上端面 5 a、還流ダイオードのカソード端子 1 1 8 a および、ドレイン端子およびアノード端子としての機能も有する N 電位金属端子 1 1 8 b が樹脂材 1 0 g から露出している。また、図 4 6 に示すように、パワーモジュール 1 1 8 の下面には、N 電位金属放熱板 1 1 8 c が樹脂材 1 0 g から露出している。なお、N 電位金属放熱板 1 1 8 c は、本発明の「放熱部材」の一例である。

- [0094] （第 1 8 実施形態）

次に、図 4 7 ～図 4 9 を参照して、第 1 8 実施形態について説明する。この第 1 8 実施形態では、上記 1 枚の金属板のみからなるドレイン電極放熱板 1 の表面上に半導体素子 2 および半導体素子 3 が設けられる第 1 実施形態と異なり、絶縁回路基板 1 1 9 a の表面上に半導体素子 2 および半導体素子 3

が接合されている。

[0095] 図４７～図４９に示すように、第１８実施形態によるパワーモジュール１１９では、絶縁回路基板１１９ａの表面上に、接合材８を介して半導体素子２および半導体素子３が接合されている。なお、絶縁回路基板１１９ａは、セラミクスなどの絶縁体の両面に金属板が貼り付けられた構造を有する。そして、半導体素子２および半導体素子３から発生した熱は、ゲート端子４、ソース端子５、ドレイン端子６およびアノード端子７から上方に放熱される。また、半導体素子２および半導体素子３から発生した熱は、絶縁回路基板１１９ａの下方からも放熱される。なお、絶縁回路基板１１９ａは、本発明の「放熱部材」の一例である。また、第１８実施形態のその他の構成は、上記第１実施形態と同様である。

[0096] (第１９実施形態)

次に、図５０～図５４を参照して、第１９実施形態について説明する。この第１９実施形態では、上記樹脂材１０により外形面が形成されている第１実施形態と異なり、外形面が、ケース状の下側ヒートスプレッダ１１９ｂおよびケース状の上側ヒートスプレッダ１１９ｃにより形成されている。なお、ケース状の下側ヒートスプレッダ１１９ｂおよびケース状の上側ヒートスプレッダ１１９ｃは、導電性および熱伝導性を有する金属からなる。

[0097] 図５０および図５１に示すように、第１９実施形態によるパワーモジュール１２０では、絶縁回路基板１１９ａの表面上に、接合材８を介して半導体素子２、半導体素子３、およびドレイン端子６が接合されている。また、半導体素子２の表面上には、ゲート端子４およびソース端子５が接合材８を介して接合されている。また、半導体素子３の表面上には、接合材８を介してアノード端子７が接合されている。

[0098] また、絶縁回路基板１１９ａの下面には、放熱機能を有する下側ヒートスプレッダ１１９ｂが配置されている。下側ヒートスプレッダ１１９ｂは、底面と側面とを有する箱形状（ケース状）に形成されている。また、下側ヒートスプレッダ１１９ｂ上には、接合材８を介して上側ヒートスプレッダ１１

9 cが配置されている。上側ヒートスプレッダ119 cは、上面と側面とを有する箱形状（ケース状）に形成されている。また、上側ヒートスプレッダ119 cの上面には、図52に示すように、開口部119 dが設けられている。そして、下側ヒートスプレッダ119 bと上側ヒートスプレッダ119 cとの内部に、半導体素子2および半導体素子3が収納されるように構成されている。これにより、半導体素子2および半導体素子3から発生される熱は、下側ヒートスプレッダ119 bの下面および側面と、上側ヒートスプレッダ119 cの上面および側面とから放熱されるように構成されている。なお、下側ヒートスプレッダ119 bおよび上側ヒートスプレッダ119 cは、本発明の「ケース部」の一例である。

[0099] また、図53および図54に示すように、下側ヒートスプレッダ119 bと上側ヒートスプレッダ119 cとの側面には、樹脂注入孔119 eが設けられている。そして、樹脂注入孔119 eから樹脂を注入することにより、下側ヒートスプレッダ119 bおよび上側ヒートスプレッダ119 cと、半導体素子2および半導体素子3との間の空間が、樹脂材10 hによって充填される。なお、ゲート端子4の上端面4 a、ソース端子5の上端面5 a、ドレイン端子6の上端面6 aおよびアノード端子7の上端面7 aは、樹脂材10 hの上面（上側ヒートスプレッダ119 cの開口部119 d）から露出するように構成されている。

[0100] 第19実施形態では、上記のように、半導体素子2、半導体素子3、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6、および、アノード端子7の側面を覆うように、下側ヒートスプレッダ119 bおよび上側ヒートスプレッダ119 c内に樹脂材10 hを充填する。また、ゲート端子4の上端面4 a、ソース端子5の上端面5 a、ドレイン端子6の上端面6 aおよびアノード端子7の上端面7 aを露出させるように、下側ヒートスプレッダ119 bおよび上側ヒートスプレッダ119 c内に樹脂材10 hを充填する。これにより、半導体素子2、半導体素子3、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6、および、アノード端子7が樹脂材10 hに覆われる。また、樹脂材1

0 h がさらに下側ヒートスプレッダ 119 b および上側ヒートスプレッダ 119 c に覆われる。これにより、外部からの衝撃に起因してパワーモジュール 120 が破損するのをより抑制することができる。

[0101] (第20実施形態)

次に、図55を参照して、第20実施形態について説明する。この第20実施形態では、上記第19実施形態によるパワーモジュール120にヒートシンク121 b が設けられている。

[0102] 図55に示すように、第20実施形態によるパワーモジュール121では、上記第19実施形態によるパワーモジュール120の側面および下面を覆うように、絶縁性の熱伝導グリース121 a を介してヒートシンク121 b が接続されている。また、ヒートシンク121 b には、複数のフィン121 c が設けられている。そして、ヒートシンク121 b が設けられることにより、パワーモジュール121の熱抵抗を小さくすることができる。さらに、過負荷などに起因する急激な温度上昇による熱的飽和を緩和することができる。これにより、放熱性をより向上させることができる。

[0103] (第21実施形態)

次に、図56～図58を参照して、第21実施形態について説明する。この第21実施形態では、上記絶縁回路基板119 a の表面上に、半導体素子2などが設けられる上記第18実施形態(図48参照)と異なり、金属板122 a の表面上に、半導体素子2などが設けられている。

[0104] 図56～図58に示すように、第21実施形態によるパワーモジュール122では、金属板122 a の表面上に、接合材8を介して半導体素子2、半導体素子3、およびドレイン端子6が接合されている。また、半導体素子2の表面上には、ゲート端子4およびソース端子5が接合材8を介して接合されている。また、半導体素子3の表面上には、接合材8を介してアノード端子7が接合されている。

[0105] また、金属板122 a の表面上には、半導体素子2、半導体素子3、ゲート端子4、ソース端子5、ドレイン端子6、および、アノード端子7を取り

囲むように、上側ヒートスプレッダ 119c が設けられている。上側ヒートスプレッダ 119c と、半導体素子 2、半導体素子 3、ゲート端子 4、ソース端子 5、ドレイン端子 6、および、アノード端子 7 との間の空間は、樹脂材 10i が充填されている。この第 21 実施形態では、ケース状の下面ヒートスプレッダは設けられておらず、板状の金属板 122a により下側のヒートスプレッダ（放熱板）が形成されている。なお、金属板 122a および上側ヒートスプレッダ 119c の電位は、半導体素子 3 の金属板 122a 側（カソード側）の電位と略等しい。これにより、外部の回路基板（図示せず）と半導体素子 3 とを、容易に、電氣的に接続することが可能となる。

[0106] （第 22 実施形態）

次に、図 59 および図 60 を参照して、第 22 実施形態について説明する。この第 22 実施形態では、上記導電性金属板からなるバスバー状の配線 34 が配線基板 21 の内部に設けられる上記第 5 実施形態（図 16 参照）と異なり、配線基板 200 に微細な配線導体 206 が設けられている。

[0107] 図 59 および図 60 に示すように、第 22 実施形態による配線基板 200 では、第 1 層 201、第 2 層 202、第 3 層 203 および第 4 層 204 の合計 4 層から構成されている。各層は、通常のプリント基板に使用されるようなガラスエポキシ樹脂からなる絶縁基板 205 と、絶縁基板 205 の表面上に設けられる微細な配線導体 206 とを含んでいる。また、配線導体 206 は、同一平面（絶縁基板 205）内において複数（図 59 では、3 つ）設けられている。なお、微細な配線導体 206 は、銅などからなり、たとえば約 $100\mu\text{m}$ 以上約 $200\mu\text{m}$ 以下の幅（厚み）を有する。なお、微細な配線導体 206 の幅（厚み）は、流れる高周波電流の周波数と配線導体 206 の材質とに基づいて算出される高周波電流が流れることが可能な表面からの深さに応じて任意に設定される。また、電気容量に応じて、同一層内の配線導体 206 の数や、配線基板 200 の層の数が任意に設定される。なお、絶縁基板 205 を介して積層される 2 つの配線導体 206 は、それぞれ、本発明の「第 1 配線導体」および「第 2 配線導体」の一例である。

- [0108] また、配線導体 206 は、高周波電流の向き（X 方向）に沿って延びるように形成されている。また、配線導体 206 は、所定の間隔を隔てて複数設けられており、配線導体 206 間には、配線導体 206 間を絶縁するための樹脂などからなる絶縁層 207 が設けられている。つまり、配線導体 206 と絶縁層 207 とは、Y 方向に交互に配置されている。また、各層の配線導体 206（絶縁層 207）は、Z 方向（上下方向）に沿って並ぶように配置されている。また、配線導体 206 は、スルーホールやビア（図示せず）によって、電氣的に同電位になるように構成されている。なお、配線導体 206 と絶縁層 207 とにより、微細配線部 208 が構成されている。
- [0109] 次に、図 59 および図 60 を参照して、配線基板 200 の製造工程について説明する。
- [0110] まず、絶縁基板 205 の表面上に銅箔を接着した後に、エッチング等により複数の微細な配線導体 206 を形成する。その後、配線導体 206 間に樹脂などを注入することにより、絶縁層 207 を形成する。これにより、第 1 層 201 が形成される。その後、第 1 層 201 上にプレス方式やビルドアップ方式などにより、第 2 層 202 が形成される。さらに、同様の手順を繰り返すことにより、第 3 層 203 以降の層が順次形成される。これにより、配線基板 200 が完成される。
- [0111] 第 22 実施形態では、上記のように、高周波電流の流れる方向に沿って延びる複数の微細な配線導体 206 によって微細配線部 208 を構成する。これにより、配線導体を比較的大きな断面積を有する 1 つの配線により構成する場合と比べて、高周波電流の流れる配線の表面積が大きくなるので、配線導体 206 の表面に熱が集中するのを抑制することができる。また、高周波電流の流れる配線の表面積が大きくなる分、配線の幅（厚み）を小さくすることができるので、配線基板 200 を小型化することができる。
- [0112] また、第 22 実施形態では、上記のように、微細な配線導体 206 は、絶縁層 207 を介して積層するように配置された複数の配線導体 206 を含むことによって、配線導体 206 が、1 層である場合と異なり、配線導体 20

6の数が増えるので、1つの配線導体206を流れる電流の抵抗を小さくすることができる。その結果、配線導体206からの発熱量を少なくすることができる。

[0113] (第23実施形態)

次に、図61および図62を参照して、第23実施形態について説明する。この第23実施形態では、上記配線導体206がZ方向（上下方向）に沿って並ぶように配置されている上記第22実施形態と異なり、配線導体206と絶縁層207とがZ方向（上下方向）に沿って交互に配置されている。

[0114] 図61および図62に示すように、第23実施形態による配線基板210では、配線導体206と絶縁層207とがZ方向に沿って交互に配置されている。また、配線導体206と絶縁層207とがZ方向に沿って配置される順番は、偶数列と奇数列とで異なっている。これにより、配線導体206と絶縁層207とをX方向から見た場合、配線導体206と絶縁層207とが千鳥格子状に配置されている。なお、第23実施形態のその他の構成は、上記第22実施形態と同様である。

[0115] (第24実施形態)

次に、図63および図64を参照して、第24実施形態について説明する。この第24実施形態では、上記配線導体206間に絶縁層207が設けられている上記第22実施形態と異なり、配線導体206間に冷却管222が設けられている。

[0116] 図63および図64に示すように、第23実施形態による配線基板220では、配線導体206間に樹脂221によって外面が覆われるようにモールドされた冷却管222が配置されている。また、配線導体206（冷却管222）は、Z方向（上下方向）から見て重なるように配置されている。なお、配線導体206と、樹脂221と、冷却管222とにより、微細配線部223が構成されている。また、第24実施形態のその他の構成は、上記第22実施形態と同様である。

[0117] 次に、図63および図64を参照して、配線基板220の製造工程につい

て説明する。

[0118] まず、絶縁基板 205 の表面上に銅箔を接着した後に、エッチング等により複数の微細な配線導体 206 を形成する。その後、予め樹脂 221 によってモールドされている冷却管 222 を配線導体 206 間の絶縁基板 205 の表面に接着する。これにより、第 1 層 201 が形成される。その後、第 1 層 201 上に第 2 層 202 が形成される。さらに、同様の手順を繰り返すことにより、第 3 層 203 以降の層が順次形成される。これにより、配線基板 220 が完成される。

[0119] 第 24 実施形態では、上記のように、配線基板 220 を、隣接する配線導体 206 間に配置された冷却管 222 を含むように構成する。配線基板 220 では、配線導体 206 が積層されていることにより、内部の層である第 2 層 202 および第 3 層 203 において熱干渉により局所的に熱が発生する場合がある。この場合、熱干渉を避けるためには配線導体 206 間の間隔を大きくすることが考えられる一方、配線導体 206 間の間隔を大きくすると配線基板 220 が大きくなる。そこで、隣接する配線導体 206 間に冷却管 222 を配置して積極的に冷却することができるので、熱集中を軽減することができる。また、配線基板 220 が大きくなるのを抑制することができる。

[0120] (第 25 実施形態)

次に、図 65 および図 66 を参照して、第 25 実施形態について説明する。この第 25 実施形態では、上記配線導体 206 (冷却管 222) が Z 方向 (上下方向) から見て重なるように配置されている上記第 24 実施形態と異なり、配線導体 206 と冷却管 222 とが Z 方向 (上下方向) に沿って交互に配置されている。

[0121] 図 65 および図 66 に示すように、第 23 実施形態による配線基板 230 では、配線導体 206 と冷却管 222 とが Z 方向 (上下方向) に沿って交互に配置されている。また、配線導体 206 と冷却管 222 とが Z 方向に沿って配置される順番は、偶数列と奇数列とで異なっている。これにより、配線導体 206 と冷却管 222 とを X 方向から見た場合、配線導体 206 と冷却

管 2 2 2 とが千鳥格子状に配置されている。なお、第 2 5 施形態のその他の構成は、上記第 2 4 実施形態と同様である。

[0122] (第 2 6 実施形態)

次に、図 6 7 および図 6 8 を参照して、第 2 6 実施形態について説明する。この第 2 6 実施形態では、上記配線導体 2 0 6 が X 方向に沿って延びるように形成されている第 2 2 実施形態と異なり、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b が網目状に形成されている。

[0123] 図 6 7 に示すように、第 2 6 実施形態による配線基板 2 4 0 では、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b が網目状に形成されている。また、配線導体 2 4 1 a の網目部 2 4 2 a および配線導体 2 4 1 b の 2 4 2 b 内には、セラミクス、窒化珪素、アルミナ等の誘電率の大きい絶縁体 2 4 3 が埋め込まれるように配置されている。また、第 1 層 2 0 1 および第 3 層 2 0 3 には、略同一の網目を有する配線導体 2 4 1 a が設けられている。また、第 2 層 2 0 2 および第 4 層 2 0 4 には、第 1 層 2 0 1 および第 3 層 2 0 3 の網目の位置から Y 方向に半ピッチずれた網目を有する配線導体 2 4 1 b が設けられている。また、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b は、絶縁基板 2 0 5 を介して積層されている。そして、第 1 層 2 0 1 および第 3 層 2 0 3 は、第 2 層 2 0 2 および第 4 層 2 0 4 に対して、Y 方向に半ピッチずれて配置されている。また、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b は、絶縁基板 2 0 5 を貫通するように設けられるビア 2 4 4 によって互いに電氣的に接続されている。これにより、第 1 層 2 0 1、第 2 層 2 0 2、第 3 層 2 0 3 および第 4 層 2 0 4 に設けられる網目状の 4 層の配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b の電位は略等しくなる。なお、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b と絶縁体 2 4 3 とによって、微細配線部 2 4 5 が構成されている。また、配線導体 2 4 1 は、本発明の「第 1 配線導体」および「第 2 配線導体」の一例である。

[0124] 第 2 6 実施形態では、上記のように、絶縁基板 2 0 5 を介して積層された 4 層の配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b を、絶縁基板 2 0 5 を貫通するビア 2 4 4 によって互いに電氣的に接続する。これにより、4 層の配線導体 2 4

1 a および 2 4 1 b が電氣的に接続されているので、4 層の配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b のインピーダンスが略等しくなる。その結果、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b のインピーダンスが局所的に大きくなり、発熱量が増加するのを抑制することができる。

[0125] (第 2 7 実施形態)

次に、図 6 9 および図 7 0 を参照して、第 2 7 実施形態について説明する。この第 2 7 実施形態では、上記略同一の大きさの網目を有する配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b が各層に設けられている第 2 6 実施形態と異なり、一部に異なる大きさの網目を有する配線導体 2 5 1 a および 2 5 1 b が設けられる。

[0126] 図 6 9 および図 7 0 に示すように、第 2 7 実施形態による配線基板 2 5 0 では、第 1 層 2 0 1 および第 2 層 2 0 2 に設けられる配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b が網目状に形成されている。また、第 3 層 2 0 3 および第 4 層 2 0 4 にも、網目状に形成される配線導体 2 5 1 a および 2 5 1 b が設けられている。なお、第 3 層 2 0 3 および第 4 層 2 0 4 に設けられる配線導体 2 5 1 a および 2 5 1 b の網目の大きさは、第 1 層 2 0 1 および第 2 層 2 0 2 に設けられる配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b の網目の大きさの半分の大きさになるように形成されている。そして、第 3 層 2 0 3 は、第 4 層 2 0 4 に対して、第 3 層 2 0 3 の網目の位置から Y 方向に半ピッチずれて配置されている。また、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b と、配線導体 2 5 1 a および 2 5 1 b とは、絶縁基板 2 0 5 を貫通するように設けられるビア 2 5 2 によって接続されている。これにより、配線導体 2 4 1 a および 2 4 1 b と配線導体 2 5 1 a および 2 5 1 b との電位は略等しくなる。なお、配線導体 2 5 1 は、本発明の「第 1 配線導体」および「第 2 配線導体」の一例である。

[0127] (第 2 8 実施形態)

次に、図 7 1 ~ 図 7 4 を参照して、第 2 8 実施形態について説明する。この第 2 8 実施形態では、上記たとえば第 1 実施形態のパワーモジュール 1 0 0 (パワーモジュール本体部 1 0 0 a) を、インバータなどに採用されてい

る電力変換回路300に適用する。なお、電力変換回路300は、本発明の「電力変換装置」の一例である。

[0128] 図71に示すように、第28実施形態による電力変換回路300は、P端子301、N端子302、U端子303、V端子304、W端子305、および、6つのパワーモジュール本体部100a~100fを含んでいる。なお、6つのパワーモジュール本体部100a~100fが2つずつ3並列接続されることにより、3相フルブリッジ回路が構成されている。

[0129] 具体的には、パワーモジュール本体部100aとパワーモジュール本体部100bとは、直列に接続されている。また、パワーモジュール本体部100cとパワーモジュール本体部100dとは、直列に接続されている。また、パワーモジュール本体部100eとパワーモジュール本体部100fとは、直列に接続されている。パワーモジュール本体部100a、100c、100eのドレイン側は、P端子301に接続されている。また、パワーモジュール本体部100a、100c、100eのソース側は、それぞれ、U端子303、V端子304、および、W端子305に接続されている。また、パワーモジュール本体部100b、100d、100fのドレイン側は、N端子302に接続されている。また、パワーモジュール本体部100b、100d、100fのソース側は、それぞれ、U端子303、V端子304、および、W端子305に接続されている。

[0130] また、具体的な構造としては、図72に示すように、3つのパワーモジュール本体部100a、100c、100eが、P電位層306に接続されている。また、3つのパワーモジュール本体部100b、100d、100fが、N電位層307に接続されている。また、P電位層306とN電位層307とは、出力電位層308に接続されている。

[0131] P電位層306は、2つの絶縁基板309と、2つの微細配線部310から構成されている。なお、微細配線部310は、たとえば上記第22実施形態~第27実施形態の微細配線部が用いられる。2つの微細配線部310は、ビア311により接続されており、電氣的に同電位になっている。また、

絶縁基板 309 の上面には、パワーモジュール本体部 100 a、100 c、100 e を接続するための接続端子 312 が設けられている。また、微細配線部 310 の一方端には、P 端子 301 が設けられている。

[0132] N 電位層 307 は、2 つの絶縁基板 309 と、2 つの微細配線部 310 から構成されている。2 つの微細配線部 310 は、ビア 311 により接続されており、電氣的に同電位になっている。また、絶縁基板 309 の下面には、パワーモジュール本体部 100 b、100 d、100 f を接続するための接続端子 312 が設けられている。また、微細配線部 310 の一方端には、N 端子 302 が設けられている。

[0133] 出力電位層 308 は、図 7 4 に示すように、U 相出力配線 313、V 相出力配線 314、W 相出力配線 315、および、2 つの絶縁基板 309（図 7 2 参照）からなる。U 相出力配線 313、V 相出力配線 314 および W 相出力配線 315 は、2 つの絶縁基板 309 に挟まれるように配置されている。また、U 相出力配線 313、V 相出力配線 314 および W 相出力配線 315 の一方端には、それぞれ、U 端子 303、V 端子 304、および、W 端子 305 が設けられている。

[0134] 図 7 2 に示すように、出力電位層 308 の上面には、P 電位層 306 が積層され、接続端子 312 と、U 相出力配線 313、V 相出力配線 314 および W 相出力配線 315 とが、スルーホール 316 を介して電氣的に接続されている。また、出力電位層 308 の下面には、N 電位層 307 が積層され、接続端子 312 と、U 相出力配線 313、V 相出力配線 314 および W 相出力配線 315 とが、スルーホール 316 を介して電氣的に接続されている。そして、P 電位層 306、N 電位層 307 および出力電位層 308 により、高周波大電流基板 317 が構成される。

[0135] また、パワーモジュール本体部 100 a ~ 100 f のドレイン端子 318、ゲート端子 319、ソース端子 320 を、高周波大電流基板 317 の接続端子 312 に接続することにより、図 7 1 に示す 3 相フルブリッジ回路が構成される。なお、この 3 相フルブリッジ回路を駆動した場合、P 端子 301

とN端子302との配線ライン（P端子301から微細配線部310を介したパワーモジュール本体部100a～100fまでの間の配線ライン、N端子302から微細配線部310を介したパワーモジュール本体部100a～100fまでの間の配線ライン）には、パワーモジュール本体部100a～100fのスイッチング周波数に応じた矩形波状の高周波電流が流れる。

[0136] ここで、近年では、SiCやGaNなどの新材料による電力用半導体素子の開発が進んでいる。これらの新材料を利用した場合のスイッチング周波数は、数100Hz～1MHzになるとも言われており、配線におけるインピーダンスの不均一による配線表面部の熱集中という問題が顕在化する傾向にある。そこで、上記のように、高周波大電流基板317に微細配線部310を適用することにより、配線のインピーダンスを均一化することが可能となるので、配線表面の熱集中を軽減することが可能となる。その結果、電力変換装置を小型化することが可能となる。

[0137] （第29実施形態）

次に、図75を参照して、第29実施形態について説明する。この第29実施形態では、上記配線基板の内部に導電性金属板からなるバスバー状の配線が用いられている上記第5実施形態と異なり、配線基板に上面溝353が設けられる導体351を含む配線350が用いられている。

[0138] 図75に示すように、第29実施形態による配線350は、高周波電流の流れる方向に沿って延びる導体351と、絶縁体352とから構成されている。導体351の上面には、高周波電流の流れる方向に沿って延びる複数の上面溝353が設けられている。また、導体351は、 h_0 の厚みを有する。また、上面溝353は、 h_1 の深さと、 w_1 の幅とを有する。また、上面溝353間のピッチは、 p_1 である。

[0139] 導体351の周囲は、絶縁体352に覆われている。また、導体351は、導体351の厚み h_0 が $600\mu\text{m}$ であり、電流の駆動周波数が 100kHz の場合に、上面溝353の深さ h_1 が $h_0/3$ 、幅 w_1 が $h_0/3$ 、ピッチ p_1 が h_0 となるように溝加工が行われている。これにより、導体351は、凹凸

形状を有している。なお、導体 351 は、エッチング溶液により溝加工されてもよいし、機械的な切削により溝加工されてもよい。これにより、複数の上面溝 353 の深さ h_1 が略同じになるので、電流の駆動周波数が比較的高い 100 kHz の場合でも、導体 351 の断面の全てを電流の通電有効領域として用いることが可能となる。なお、駆動周波数が 100 kHz であり、導体 351 の厚み h_0 が $600\text{ }\mu\text{m}$ である場合、凹凸（上面溝 353）がない形状に比べて、電流の通電有効領域の断面積が約 30% 大きくなる。これにより、導通抵抗が小さくなる。

[0140] 第 29 実施形態では、上記のように、配線 350 を、高周波電流の流れる方向に沿って延びる凹凸形状を外表面に有する導体 351 を含むように構成することによって、導体 351 の外表面が平坦な場合と比べて、導体 351 の外表面近傍を流れる高周波電流が流れる領域を、表面積が大きくなる分大きくすることができるので、導体 351 を流れる高周波電流の抵抗を小さくすることができる。

[0141] また、第 29 実施形態では、上記のように、凹凸形状を有する導体 351 の周囲を取り囲むように形成された絶縁体 352 を含むように配線 350 を構成することによって、導体 351 からの漏電を絶縁体 352 により容易に抑制することができる。

[0142] （第 30 実施形態）

次に、図 76 を参照して、第 30 実施形態について説明する。この第 30 実施形態では、上記導体 351 の上面のみに上面溝 353 が設けられている。上記第 29 実施形態と異なり、導体 361 の下面にも下面溝 364 が設けられている。

[0143] 図 76 に示すように、第 30 実施形態による配線 360 は、高周波電流の流れる方向に沿って延びる導体 361 と、絶縁体 362 とから構成されている。導体 361 の上面には、高周波電流の流れる方向に沿って延びる複数の上面溝 363 が設けられている。また、下面には、高周波電流の流れる方向に沿って延びる複数の下面溝 364 が設けられている。また、導体 361 は

、 h_0 の厚みを有する。また、上面溝363は、 h_1 の深さと、 w_1 の幅とを有する。また、上面溝363間のピッチは、 p_1 である。また、下面溝364は、 h_2 の深さと、 w_2 の幅とを有する。また、下面溝364間のピッチは、 p_2 である。

[0144] 導体361の周囲は、絶縁体362に覆われている。導体361は、導体361の厚み h_0 が $600\mu\text{m}$ であり、電流の駆動周波数が 100kHz の場合に、上面溝363の深さ h_1 が $h_0/3$ 、幅 w_1 が $h_0/3$ 、ピッチ p_1 が h_0 となるように溝加工が行われている。また、導体361は、下面溝364の深さ h_2 が $h_0/3$ 、幅 w_2 が $2h_0/3$ 、ピッチ p_1 が $h_0/2$ となるように溝加工が行われている。これにより、導体361は、凹凸形状を有している。なお、導体361は、エッチング溶液により溝加工されてもよいし、機械的な切削により溝加工されてもよい。これにより、複数の上面溝363の深さ h_1 が略同じになるとともに、複数の下面溝364の深さ h_2 が略同じになるので、電流の駆動周波数が比較的高い 100kHz の場合でも、導体351の断面の全てを電流の通電有効領域として用いることが可能となる。なお、駆動周波数が 100kHz であり、導体351の厚み h_0 が $600\mu\text{m}$ である場合、凹凸（上面溝363、下面溝364）がない形状に比べて、電流の通電有効領域の断面積が約60%大きくなる。これにより、導通抵抗が小さくなる。

[0145] （第31実施形態）

次に、図77～図79を参照して、第31実施形態について説明する。この第31実施形態では、配線基板400に冷却孔407が設けられている。

[0146] 図77に示すように、第31実施形態による配線基板400には、絶縁層402、1層目の導体配線403、2層目の導体配線404、3層目の導体配線405、および、電極406から構成されている。なお、電極406には、たとえば上記第1実施形態のパワーモジュール100が接続されている。

[0147] 3層目の導体配線405の表面上には、絶縁層402を介して2層目の導

体配線 404 が配置されている。また、2 層目の導体配線 404 の表面上には、絶縁層 402 を介して 1 層目の導体配線 403 が配置されている。2 層目の導体配線 404 の上面に設けられる絶縁層 402、2 層目の導体配線 404、2 層目の導体配線 404 の下面に設けられる絶縁層 402、および、3 層目の導体配線 405 を貫通するように冷却孔 407 が設けられている。また、冷却孔 407 には、孔全体を埋めるように、銅、銀、ニッケルなどが充填されており、冷却孔 407 と充填された銅（銀、ニッケルなど）により、サーマルビアが構成されている。なお、冷却孔 407 は、本発明の「冷却構造」の一例である。

[0148] また、図 77 および図 78 に示すように、冷却孔 407 は、円形状に形成されている。また、冷却孔 407 は、3 本で 1 組とし、1 組の冷却孔 407 が 2 列配置されている。また、図 79 に示すように、2 層目の導体配線 404 には、平面的に見て、3 本に均等に分岐される分岐配線部 408 が設けられている。また、隣接する分岐配線部 408 間に、冷却孔 407 との干渉を避けるための開口部 404a が設けられている。開口部 404a には、銅などが充填される冷却孔 407 と分岐配線部 408 とを絶縁するための絶縁体が充填されている。これにより、2 層目の導体配線 404 が、冷却孔 407 を充填する銅、銀、ニッケルに接触するのが抑制される。

[0149] 第 31 実施形態では、上記のように、1 層目の導体配線 403、2 層目の導体配線 404 の近傍に冷却孔 407 を設けることによって、パワーモジュール 100 から発生される熱を、冷却孔 407 を介して放熱することができる。

[0150] （第 32 実施形態）

次に、図 80 を参照して、第 32 実施形態について説明する。この第 32 実施形態では、上記第 31 実施形態の冷却孔 407 に空冷用冷却器 412 が設けられている。

[0151] 図 80 に示すように、第 32 実施形態による配線基板 410 の冷却孔 407 の上面および下面には、それぞれ、複数のフィン 411 が設けられる空冷

用冷却器 4 1 2 が設けられている。なお、空冷用冷却器 4 1 2 は、本発明の「冷却器」の一例である。また、第 3 2 実施形態のその他の構成は、上記第 3 1 実施形態と同様である。

[0152] 第 3 2 実施形態では、上記のように、冷却孔 4 0 7 に接続された空冷用冷却器 4 1 2 を設けることによって、配線基板 4 1 0 に接続されるパワーモジュール 1 0 0 から発生する熱が、冷却孔 4 0 7 を介して空冷用冷却器 4 1 2 により空気中に放熱されるので、放熱量を増加させることができる。

[0153] (第 3 3 実施形態)

次に、図 8 1 を参照して、第 3 3 実施形態について説明する。この第 3 3 実施形態では、上記第 3 1 実施形態の冷却孔 4 0 7 に液冷用冷却器 4 2 1 が設けられている。

[0154] 図 8 1 に示すように、第 3 1 実施形態による配線基板 4 2 0 の冷却孔 4 0 7 の下面には、液冷用冷却器 4 2 1 が設けられている。なお、液冷用冷却器 4 2 1 は、本発明の「冷却器」の一例である。また、第 3 3 実施形態のその他の構成は、上記第 3 1 実施形態と同様である。

[0155] 第 3 3 実施形態では、上記のように、冷却孔 4 0 7 に接続された液冷用冷却器 4 2 1 を設けることによって、配線基板 4 2 0 に接続されるパワーモジュール 1 0 0 から発生する熱が、冷却孔 4 0 7 を介して液冷用冷却器 4 2 1 により冷却されて放熱されるので、放熱量をより増加させることができる。

[0156] また、上述した第 3 1 ～第 3 3 実施形態では、2 層目の導体配線 4 0 4 に、3 本に均等に分岐される分岐配線部 4 0 8 を設ける。そして、分岐配線部 4 0 8 を避けた状態で、3 本の分岐配線部 4 0 8 の近傍に 2 列の冷却孔 4 0 7 が配置されている。これにより、導体配線 4 0 4 の通電の抵抗を増大させることなく、導体配線 4 0 4 の分岐により熱分散が可能となるので、導体配線 4 0 4 を冷却孔 4 0 7 により効果的に冷却することが可能となる。また、熱分散が可能となる分、空冷用冷却器 4 1 2 または液冷用冷却器 4 2 1 の単位面積当たりの冷却能力を小さくしても十分に冷却可能となり、その分空冷用冷却器 4 1 2 または液冷用冷却器 4 2 1 を小型化することができる。

[0157] (第34実施形態)

次に、図82～図84を参照して、第34実施形態の液冷式冷却器500について説明する。なお、液冷式冷却器500の上面に、たとえば上記第1実施形態のパワーモジュール100が配置される。なお、液冷式冷却器500は、本発明の「冷却構造」の一例である。

[0158] 図82および図83に示すように、第34実施形態による液冷式冷却器500は、冷却板ベース501と、冷却板ベース501の上面に設けられる冷却板フタ502と、下面に設けられる冷却板底板503と、冷却板ベース501の側面に設けられるパイプ504とから構成されている。なお、パイプ504は、ジョイント（継手）でもよい。冷却板ベース501と冷却板底板503とは、冷却板ベース501の裏面501aと、冷却板底板503の口ウ付け面503aとが口ウ付けされることにより、組み合わされている。また、冷却板ベース501と冷却板フタ502とは、冷却板ベース501の表面501bと、冷却板フタ502の絶縁接着面502aとが、絶縁接着されることにより、組み合わされている。なお、冷却板ベース501と冷却板フタ502とが絶縁接着により絶縁されていることにより、液冷式冷却器500の上面に設けられる上記第1実施形態のパワーモジュール100が電位を持っている場合でも、パワーモジュール100の電位が冷却板ベース501に短絡するのが抑制される。

[0159] また、図84に示すように、冷却板ベース501の裏面側には、冷媒用流路501cが設けられている。また、冷媒用流路501cとパイプ504の内部504aとは、接続されており、液冷式冷却器500の冷媒用流路が構成されている。

[0160] (第35実施形態)

次に、図85および図86を参照して、第35実施形態について説明する。この第35実施形態では、上記冷却板ベース501および冷却板フタ502の表面が平坦な上記第34実施形態と異なり、冷却板ベース511および冷却板フタ513の表面に凹凸が設けられている。なお、液冷式冷却器51

0は、本発明の「冷却構造」の一例である。

[0161] 図85および図86に示すように、第35実施形態による液冷式冷却器510の冷却板ベース511の上面には、矩形形状の断面を有する複数の凹部512が設けられている。また、冷却板フタ513の冷却板ベース511と対向する下面には、矩形形状の断面を有する複数の凸部514が設けられている。そして、冷却板ベース511の凹部512と、冷却板フタ513の凸部514とが嵌合されるように構成されている。これにより、冷却板ベース511と冷却板フタ513との接触面積が大きくなるので、放熱量を増加させることが可能となる。なお、凹凸の形は、冷却板ベース511と冷却板フタ513との接触面積を大きくする形状であれば、矩形形状の断面に限らず、たとえばノコギリ波形状の断面でもよい。なお、第35実施形態のその他の構成は、上記第34実施形態と同様である。

[0162] (第36実施形態)

次に、図87および図88を参照して、第36実施形態について説明する。この第36実施形態では、上記冷却板フタ502が設けられる上記第34実施形態と異なり、液冷式冷却器520に冷却板フタが設けられない。なお、液冷式冷却器520は、本発明の「冷却構造」の一例である。

[0163] 図87および図88に示すように、第36実施形態による液冷式冷却器520の冷却板ベース501の上面には、冷却板フタ（図82参照）は設けられずに、直接パワーモジュール100が複数設けられている。なお、冷却板ベース501とパワーモジュール100とは、絶縁接着により組み合わされている。これにより、冷却板ベース501とパワーモジュール100とは、絶縁される。なお、第36実施形態のその他の構成は、上記第34実施形態と同様である。

[0164] 第36実施形態では、冷却板ベース501の上面に、冷却板フタ（図82参照）を設けずに、直接パワーモジュール100を複数設ける。これにより、パワーモジュール100と冷却板ベース501との間の熱抵抗を小さくすることができるので、液冷式冷却器520の放熱能力を向上させることがで

きる。

[0165] (第37実施形態)

次に、図89および図90を参照して、第37実施形態について説明する。この第37実施形態では、上記冷却板ベース511の上面が平坦な上記第36実施形態と異なり、冷却板ベース511の上面に凹部512が設けられている。なお、液冷式冷却器530は、本発明の「冷却構造」の一例である。

[0166] 図89および図90に示すように、第37実施形態による液冷式冷却器530の冷却板ベース511の上面には、断面が矩形形状の凹部512が設けられている。また、パワーモジュール100の下面（ドレイン電極放熱板1）には、冷却板ベース511の凹部512に嵌合可能であり、断面が矩形形状の凸部100gが設けられている。そして、冷却板ベース511の凹部512と、パワーモジュール100の凸部100gとが嵌合される。なお、凹凸の形は、冷却板ベース511とパワーモジュール100との接触面積を大きくする形状であれば、矩形形状の断面に限らず、たとえばノコギリ波形状の断面でもよい。なお、第37実施形態のその他の構成は、上記第36実施形態と同様である。

[0167] 第37実施形態では、上記のように、パワーモジュール100のドレイン電極放熱板1には、凸部100gが形成されており、冷却板ベース511の上面には、ドレイン電極放熱板1の凸部100gに嵌合可能な凹部512を形成する。これにより、パワーモジュール100のドレイン電極放熱板1と、冷却板ベース511とが接触する面積を大きくすることができるので、パワーモジュール100から冷却板ベース511への放熱量を増加させることができる。

[0168] (第38実施形態)

次に、図91を参照して、第38実施形態について説明する。この第38実施形態では、冷却板ベース541の内部に仕切り板543が設けられている。なお、液冷式冷却器540は、本発明の「冷却構造」の一例である。

[0169] 図91に示すように、第38実施形態による液冷式冷却器540の冷却板ベース541の上面には、凸部542が設けられている。また、パワーモジュール100のドレイン電極放熱板1の下面には、冷却板ベース541の凸部542と嵌合可能な凹部100hが形成されている。なお、ドレイン電極放熱板1の凹部100hは、半導体素子2（半導体素子3）に対応する位置に設けられている。また、冷却板ベース541の半導体素子2（半導体素子3）に対応する領域には、仕切り板543が設けられている。これにより、冷却板ベース541の内部を流れる冷媒の流れが、仕切り板543の近傍において促進されるので、液冷式冷却器540の冷却能力を向上させることが可能となる。

[0170] 第38実施形態では、上記のように、パワーモジュール100のドレイン電極放熱板1には、凹部100hが形成されており、冷却板ベース541の上面には、ドレイン電極放熱板1の凹部100hに嵌合可能な凸部542を形成する。これにより、パワーモジュール100と冷却板ベース541の冷媒との間の距離が小さくなるので、パワーモジュール100から冷却板ベース541への放熱量を増加させることができる。

[0171] （第39実施形態）

次に、図92を参照して、第39実施形態について説明する。この第39実施形態では、上記ドレイン電極放熱板1に凹部100hが設けられる上記第38実施形態と異なり、ビア552が設けられている。

[0172] 図92に示すように、第39実施形態では、パワーモジュール100の半導体素子2が設けられる基板551の下面には、上面が封止されたビア552が設けられている。なお、このビア（孔）552は、基板551内の電気的な接続を取るために予め設けられているものを利用する。そして、基板551のビア552と、液冷式冷却器560の冷却板ベース561の凸部562とが嵌合するように構成されている。これにより、パワーモジュール100に別途凹部を設けることなく、パワーモジュール100と冷却板ベース561とを嵌合することが可能となる。また、冷却板ベース561の半導体素

子 2（半導体素子 3）に対応する領域には、冷媒の流れを促進するための仕切り板 5 6 3 が設けられている。

[0173] （第 4 0 実施形態）

次に、図 9 3 および図 9 4 を参照して、第 4 0 実施形態について説明する。この第 4 0 実施形態では、上記半導体素子 2（半導体素子 3）と端子（ゲート端子 4、ソース端子 5、ドレイン端子 6、アノード端子 7）とが接合材 8 で接続される第 1 実施形態と異なり、半導体素子 6 0 2 と端子 6 0 4 とが、粒状接合材 6 0 1 により接合されている。なお、端子 6 0 4 は、たとえば、上記第 1 実施形態のゲート端子 4、ソース端子 5、ドレイン端子 6 およびアノード端子 7 である。また、半導体素子 6 0 2 は、たとえば上記第 1 実施形態の半導体素子 2 および半導体素子 3 である。

[0174] 図 9 3 に示すように、電極 6 0 0 の表面上には、粒状接合材 6 0 1 を介して、半導体素子 6 0 2 が設けられている。なお、粒状接合材 6 0 1 は、電気抵抗が小さい金属粒子 6 0 3（銀粒子、金粒子、銅粒子、アルミニウム粒子など）を含む。また、金属粒子 6 0 3 の表面に、ニッケル皮膜やスズ皮膜などを設けてもよい。また、半導体素子 6 0 2 の表面上には、粒状接合材 6 0 1 を介して端子 6 0 4 が設けられている。そして、端子 6 0 4 から半導体素子 6 0 2 を介して電極 6 0 0 に電流を流すように構成されている。なお、粒状接合材 6 0 1 は、本発明の「接合材」の一例である。また、金属粒子 6 0 3 は、本発明の「粒状金属」の一例である。

[0175] 次に、図 9 4 を参照して、高周波通電動作時の電流の流れる経路 A について説明する。

[0176] 端子 6 0 4 から半導体素子 6 0 2 を介して電極 6 0 0 に周波数 1 0 0 k H z 以上で通電する場合、電流は、表皮効果により、粒状接合材 6 0 1 に含まれる金属粒子 6 0 3 の表面を選択的に通過する。なお、粒状接合材 6 0 1 では、複数の金属粒子 6 0 3 が隣接するように配置されているので、図 9 4 に示すように、電流は、金属粒子 6 0 3 の表面を通過しながら、端子 6 0 4 から半導体素子 6 0 2 に流れるとともに、半導体素子 6 0 2 から電極 6 0 0 に

流れる。

[0177] 第40実施形態では、上記のように、端子604を、金属粒子603を含む粒状接合材601を介して半導体素子602に接合する。これにより、高周波電流は金属粒子603の表面近傍を流れるので、複数の金属粒子603により高周波電流が流れる経路Aを増やすことができる。その結果、粒状接合材601を介して大電流を流すことができる。また、粒状接合材601に含まれる金属粒子603の粒子径を調整することにより、粒状接合材601を流れる電流容量を調整することができる。

[0178] (第41実施形態)

次に、図95および図96を参照して、第41実施形態について説明する。この第41実施形態では、粒状接合材611が接合層612の中に含まれている。

[0179] 図95に示すように、電極600の表面上には、接合材610を介して、半導体素子602が設けられている。なお、接合材610は、接合材610の中に分散された電気抵抗が小さい金属粒子611と、金属粒子611以外の部分である導電性の接合層612とを含む。なお、金属粒子611は、銀粒子、金粒子、銅粒子、アルミニウム粒子などからなる。また、金属粒子611の表面に、ニッケル皮膜やスズ皮膜などを設けてもよい。また、接合層612は、スズ系半田、鉛系半田、スズや鉛を主成分とする2次元系や3次元系半田でもよいし、高温接合可能なAu-Si系のろう材でもよい。なお、電極600と半導体素子602とを、接合材610を高温で溶解させることにより接合する工程において、磁場が上方向から下方向にかけられた状態で接合させることにより、金属粒子611が上下方向に隣接した状態で配置される。また、半導体素子602の表面上には、接合材610を介して端子604が設けられている。なお、接合材610は、本発明の「接合材」の一例である。また、金属粒子611は、本発明の「粒状金属」の一例である。

[0180] 次に、図96を参照して、高周波通電動作時の電流の流れる経路Aと低周波通電動作時の電流の流れる経路Bとについて説明する。

[0181] 端子604から半導体素子602を介して電極600に周波数100kHz以上で通電する場合（高周波動作時）、電流は、表皮効果により、接合材610に含まれる金属粒子611の表面（経路A）を選択的に通過する。一方、端子604から半導体素子602を介して電極600に周波数100kHz未満で通電する場合（低周波動作時）、電流は、表皮効果の影響は小さいので、金属粒子611を通過せずに、接合材610の接合層612を（経路B）を流れる。このように、高周波通電動作時および低周波通電動作時の両方において通電抵抗が小さい経路を確保することが可能となる。

[0182] 第41実施形態では、上記のように、金属粒子611が分散された導電性の接合層612を含むように接合材610を構成する。これにより、高周波動作時は、電流は、金属粒子611を介して流れる。また、低周波動作時には、電流は、接合層612を介して流れる。これにより、高周波動作時と低周波動作時との両方の動作時に電流を流すことができる。また、金属粒子611と導電性の接合層612との混合比、または、金属粒子611の粒子径を調整することにより、高周波電流の電流容量と低周波電流の電流容量とを調整することができる。

[0183] （第42実施形態）

次に、図97～図103を参照して、第42実施形態による大電流端子台700について説明する。この第42実施形態では、大電流端子台700には、たとえば上記第1実施形態のパワーモジュール100が設けられるインバータ部710およびコンバータ部720が接続される。

[0184] 図97および図98に示すように、大電流端子台700には、接続端子部701と絶縁性の樹脂部702とが設けられている。接続端子部701には、図99に示すように、2つの孔703が設けられている。また、図100に示すように、接続端子部701には、接続端子部701を貫通するように、複数のスリット704が設けられている。そして、接続端子部701と樹脂部702とが、樹脂形成により一体的に形成される際に、接続端子部701のスリット704に樹脂が充填される。また、接続端子部701は、イン

バータ部 710 と接続するための接続端子部 701a と、コンバータ部 720 と接続するための接続端子部 701b とが設けられている。なお、大電流端子台 700 は、本発明の「端子台」の一例である。また、樹脂部 702 は、本発明の「絶縁部」の一例である。また、接続端子部 701a および接続端子部 701b は、それぞれ、本発明の「第 1 接続端子部」および「第 2 接続端子部」の一例である。

[0185] また、図 97 に示すように、樹脂部 702 には、隣接する 2 つの接続端子部 701 の絶縁距離を確保するために、段差部 705 が設けられている。

[0186] また、図 102 および図 103 示すように、大電流端子台 700 は、インバータ部 710 およびコンバータ部 720 が接続されるように構成されている。なお、インバータ部 710 およびコンバータ部 720 の内部には、たとえば上記第 1 実施形態のパワーモジュール 100 が設けられている。また、インバータ部 710 およびコンバータ部 720 には、大電流でかつ高周波の電流を流すことが可能で、かつ、大電流端子台 700 と接続するための端子 711 が設けられている。端子 711 には、孔 712 が設けられている。そして、大電流端子台 700 の接続端子部 701a および接続端子部 701b を、それぞれ、インバータ部 710 およびコンバータ部 720 の端子 711 にネジ 713 によって接続することにより、大電流端子台 700 とインバータ部 710 およびコンバータ部 720 とが接続される。なお、端子 711 の孔 712 がタップ孔である場合には、ネジ 713 の裏面よりナットなどでネジ 713 と端子 711 とを締結することが可能である。

[0187] 第 42 実施形態では、上記のように、大電流端子台 700 は、金属製の複数の接続端子部 701 と、隣接する接続端子部 701 間を絶縁するための樹脂製の樹脂部 702 とを含み、接続端子部 701 と樹脂部 702 との境界に段差部 705 を形成する。これにより、接続端子部 701 と樹脂部 702 との間の絶縁距離を段差部 705 により大きくすることができるので、接続端子部 701 間のピッチを小さくすることができる。これにより、大電流端子台 700 を小さくすることができる。

[0188] また、第４２実施形態では、上記のように、大電流端子台７００の接続端子部７０１が、スリット７０４を含み、スリット７０４に、樹脂部７０２を構成する樹脂と同じ樹脂を充填することによって、スリット７０４に充填される樹脂により、容易に、接続端子部７０１を大電流端子台７００に固定することができる。

[0189] また、第４２実施形態では、上記のように、大電流端子台７００の接続端子部７０１を、インバータ部７１０が接続される接続端子部７０１ａと、コンバータ部７２０が接続される接続端子部７０１ｂとを含むように構成する。これにより、インバータ部７１０とコンバータ部７２０とを、それぞれ、接続端子部７０１ａと接続端子部７０１ｂとを介して、容易に、大電流端子台７００に接続することができる。

[0190] （第４３実施形態）

次に、図１０４～図１１２を参照して、第４３実施形態について説明する。この第４３実施形態では、接続端子部７３１にバネ端子７３４が設けられている。

[0191] 図１０４～図１０６に示すように、大電流端子台７３０には、接続端子部７３１と樹脂部７３２とが設けられている。接続端子部７３１には、図１０９および図１１０に示すように、４つの溝部７３３が設けられている。そして、図１０６に示すように、接続端子部７３１の溝部７３３には、バネ端子７３４が取り付けられている。なお、図１０４に示すように、樹脂部７３２には、取り付け用の孔７３５が設けられている。また、大電流端子台７３０は、本発明の「端子台」の一例である。また、樹脂部７３２は、本発明の「絶縁部」の一例である。

[0192] また、図１１１および図１１２示すように、大電流端子台７３０は、インバータ部７１０およびコンバータ部７２０を覆うケースや冷却器（図示せず）などの筐体にネジ７３６により取り付けられる。そして、大電流端子台７３０は、インバータ部７１０およびコンバータ部７２０の端子７１１に接触するように（押し付けられるように）構成されている。これにより、大電流

端子台 730 とインバータ部 710 およびコンバータ部 720 の端子 711 とを接続するためのネジが不要になる。一方、大電流端子台 730 とインバータ部 710 およびコンバータ部 720 の端子 711 とが固定されていないので、大電流端子台 730 と端子 711 との接触圧がばらつく。しかしながら、バネ端子 734 が設けられることにより、大電流端子台 730 と端子 711 との電氣的な接続を安定させることが可能となる。

[0193] なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0194] たとえば、上記第 1 ～第 43 実施形態では、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）の略平坦な上端面が樹脂材から露出する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）のうちの少なくとも 1 つの略平坦な上端面が樹脂材から露出していればよい。

[0195] また、上記第 1 ～第 43 実施形態では、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）の略平坦な上端面が互いに同じ高さを有する例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）の略平坦な上端面の高さが互いに異なってもよい。

[0196] また、上記第 1 ～第 43 実施形態では、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）が柱形状を有する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）が柱形状以外の形状を有していてもよい。

[0197] また、上記第 1 ～第 43 実施形態では、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）の略平坦な上端面が樹脂材の上面と略同じ高さを有する例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえ

ば、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子（カソード端子）の略平坦な上端面が樹脂材の上面から突出していてもよい。

[0198] また、上記第1～第43実施形態では、ドレイン端子が、ゲート端子、ソース端子およびアノード端子から離間している例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、ゲート端子、ソース端子、ドレイン端子およびアノード端子が近接していてもよい。

[0199] また、上記第1～第43実施形態では、半導体素子として、炭化ケイ素（SiC）を主成分とするSiC基板上に形成され、高周波スイッチング可能なFETを用いる例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、半導体素子として、窒化ガリウム（GaN）を主成分とするGaN基板上に形成され、高周波スイッチング可能なFETを用いてもよい。また、半導体素子として、シリコン（Si）を主成分とするSi基板上に形成されるMOSFET（金属酸化膜型電界効果トランジスタ）を用いてもよい。また、半導体素子として、IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）を用いてもよい。

[0200] また、上記第1～第43実施形態では、還流ダイオードとして、ファーストリカバリーダイオード（FRD）を用いる例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、半導体素子として、ショットキーバリアダイオード（SBD）を用いてもよい。さらに、還流ダイオードであれば、その他のダイオードでもよい。

[0201] また、上記第1～第39実施形態では、接合材が、Au-20Sn、Zn-30Sn、Pb-5Sn、有機層被服ナノAg粒子などからなる例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、接合材として、半田箔やクリーム半田を用いてもよい。

[0202] また、上記第31～第33実施形態では、冷却孔に、銅、銀、ニッケルなどが充填されている例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、銅、銀、ニッケルなどが充填されずに冷却孔だけでもよい。

[0203] また、上記第42および第43実施形態では、インバータ部およびコンバ

一タ部に電力変換装置としてのパワーモジュールが設けられる例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、インバータ部およびコンバータ部以外の電子機器に、本発明の電力変換装置としてのパワーモジュールを設けてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 電極を有する電力変換用半導体素子と、
前記電力変換用半導体素子の電極に電氣的に接続され、側面と略平坦な上端面とを有する電極用導体と、
前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体の側面とを覆う樹脂からなる封止材とを備え、
前記封止材は、前記封止材の上面において、前記電極用導体の略平坦な上端面を露出させるとともに、露出された前記電極用導体の前記上端面において外部との電氣的接続が行われるように構成されている、電力変換装置。
- [請求項2] 前記電極用導体は、複数設けられ、
前記複数の電極用導体の前記封止材の上面から露出される略平坦な上端面は、互いに略同じ高さを有する、請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記電極用導体は、上方に延びる柱形状を有するとともに、前記柱形状の上端面が略平坦に形成されている、請求項1または2に記載の電力変換装置。
- [請求項4] 前記封止材の上面から露出される前記電極用導体の略平坦な上端面は、前記封止材の上面と略同じ高さを有する、請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項5] 前記電力変換用半導体素子の電極は、前記電力変換用半導体素子の主表面に設けられた表面電極と、前記電力変換用半導体素子の裏面に設けられた裏面電極とを含み、
前記電極用導体は、
前記電力変換用半導体素子の主表面において前記表面電極に接合材を介して接続された状態で上方に延びるとともに、前記封止材の上面から露出される略平坦な上端面を有する第1電極用導体と、
前記電力変換用半導体素子の裏面の前記裏面電極に電氣的に接続さ

れた状態で前記電力変換用半導体素子から離間した位置から上方に延びるとともに、前記封止材の上面から露出される略平坦な上端面を有する第2電極用導体とを含む、請求項1～4のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[請求項6]

前記電力変換用半導体素子は、制御電極と第1電極と第2電極とを有する電圧駆動型トランジスタ素子を含み、

前記第1電極用導体は、前記電圧駆動型トランジスタ素子の主表面において、前記制御電極および前記第1電極の少なくともいずれかからなる前記表面電極に前記接合材を介して接続された状態で上方に延びるとともに、前記略平坦な上端面を有する第1トランジスタ電極用導体を含み、

前記第2電極用導体は、前記電圧駆動型トランジスタ素子の裏面の前記第2電極からなる前記裏面電極に電氣的に接続された状態で、前記電圧駆動型トランジスタ素子から離間した位置から上方に延びるとともに、前記略平坦な上端面を有する第2トランジスタ電極用導体を含み、

前記封止材は、前記電圧駆動型トランジスタ素子と、前記第1トランジスタ電極用導体および前記第2トランジスタ電極用導体の側面とを覆うとともに、前記封止材の上面において、前記第1トランジスタ電極用導体および前記第2トランジスタ電極用導体の略平坦な上端面を露出させるように形成されている、請求項5に記載の電力変換装置。

[請求項7]

前記第1電極はソース電極であり、前記第2電極はドレイン電極であり、

前記第1トランジスタ電極用導体は、前記電圧駆動型トランジスタ素子の主表面において前記制御電極および前記ソース電極にそれぞれ接続され、上方に延びるとともに、略平坦な上端面を有する制御電極用導体およびソース電極用導体を含み、

前記第2トランジスタ電極用導体は、前記電力変換用半導体素子の裏面の前記ドレイン電極に電氣的に接続された状態で、前記電圧駆動型トランジスタ素子から離間した位置から上方に延びるとともに、略平坦な上端面を有するドレイン電極用導体を含む、請求項6に記載の電力変換装置。

[請求項8] 前記封止材は、前記制御電極用導体および前記ソース電極用導体の側面を取り囲むように覆うとともに、前記ドレイン電極用導体の側面の少なくとも一部を覆うように形成されており、

前記制御電極用導体、前記ソース電極用導体および前記ドレイン電極用導体の略平坦な上端面は、前記封止材の上面から露出されるように形成されている、請求項7に記載の電力変換装置。

[請求項9] 前記電圧駆動型トランジスタ素子と前記電極用導体と前記封止材とを含む電力変換装置本体部をさらに備え、

前記ドレイン電極用導体は、前記電力変換装置本体部の端部近傍に配置されている、請求項6～8のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[請求項10] 前記電力変換用半導体素子は、第1ダイオード電極および第2ダイオード電極とを有する還流ダイオード素子をさらに含み、

前記第1電極用導体は、前記還流ダイオード素子の主表面において前記第1ダイオード電極からなる前記表面電極に前記接合材を介して接続された状態で、上方に延びるとともに、前記略平坦な上端面を有する第1ダイオード電極用導体を含み、

前記第2電極用導体は、前記還流ダイオード素子の裏面の前記第2ダイオード電極からなる前記裏面電極に電氣的に接続された状態で、前記還流ダイオード素子から離間した位置から上方に延びるとともに、前記略平坦な上端面を有する第2ダイオード電極用導体を含み、

前記封止材は、前記還流ダイオード素子と、前記第1ダイオード電極用導体および前記第2ダイオード電極用導体の側面とを覆うとも

に、前記封止材の上面において、前記第 1 ダイオード電極用導体および前記第 2 ダイオード電極用導体の略平坦な上端面を露出させるように形成されている、請求項 5 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項11] 前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体と前記封止材とを含む電力変換装置本体部をさらに備え、

前記封止材は、電力変換装置本体部の外形面を構成するように設けられている、請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項12] 前記電力変換用半導体素子および前記電極用導体を取り囲むように設けられたケース部をさらに備え、

前記封止材は、前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体の側面とを覆うとともに、前記電極用導体の上端面を露出させるように、前記ケース部内に充填されている、請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項13] 前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材をさらに備える、請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項14] 前記放熱部材は、前記電力変換用半導体素子の裏面に接合材を介して接合されている、請求項 13 に記載の電力変換装置。

[請求項15] 前記放熱部材は、絶縁物を含まない金属板により構成されている、請求項 13 または 14 に記載の電力変換装置。

[請求項16] 前記封止材は、前記放熱部材を取り囲むとともに前記放熱部材の表面を露出させるように配置されている、請求項 13 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項17] 前記放熱部材に接続された冷却構造をさらに備える、請求項 13 ～ 16 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項18] 前記冷却構造は、前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材に絶縁性部材を介して接続されている、請求項 17 に記載の電力変換装置。

- [請求項19] 前記冷却構造は、ヒートシンクまたは液冷式冷却器を含む、請求項 17 または 18 に記載の電力変換装置。
- [請求項20] 前記冷却構造は、液冷式冷却器であり、
前記放熱部材の前記冷却構造側の部分には、第 1 凹凸形状が形成されており、
前記液冷式冷却器の前記放熱部材側の部分には、前記放熱部材の第 1 凹凸形状に嵌合可能な第 2 凹凸形状が形成されている、請求項 19 に記載の電力変換装置。
- [請求項21] 前記冷却構造は、液冷式冷却器であり、
前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された前記放熱部材の前記冷却構造側には、凹部が形成されており、
前記液冷式冷却器の前記放熱部材側には、前記放熱部材の凹部に嵌合可能な凸部が形成されている、請求項 19 に記載の電力変換装置。
- [請求項22] 前記電力変換用半導体素子は、SiC または GaN からなる半導体により形成されている、請求項 1 ～ 21 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。
- [請求項23] 前記封止材の上面から露出された前記電極用導体の略平坦な上端面に電氣的に接続される配線基板をさらに備える、請求項 1 ～ 22 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。
- [請求項24] 前記封止材の上面から露出された前記電極用導体の略平坦な上端面は、前記配線基板とバンプ電極により電氣的に接続されている、請求項 23 に記載の電力変換装置。
- [請求項25] 前記封止材の上面から露出された前記電極用導体の略平坦な上端面は、前記配線基板とピン状の端子により電氣的に接続されている、請求項 23 に記載の電力変換装置。
- [請求項26] 前記配線基板は、冷却構造を有する配線を含む、請求項 23 ～ 25 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。
- [請求項27] 前記冷却構造は、前記配線基板の配線近傍に形成された冷却孔を含

む、請求項 26 に記載の電力変換装置。

[請求項28] 前記冷却構造は、前記冷却孔に接続された冷却器をさらに含む、請求項 27 に記載の電力変換装置。

[請求項29] 前記配線基板は、高周波電流の流れる方向に沿って延びる微細な配線導体からなる微細配線部により構成された配線部を含む、請求項 23 ～ 28 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項30] 前記配線導体は、同一平面内で間隔を隔てて隣接するように配置された複数の配線導体を含み、前記配線基板は、隣接する前記配線導体間に配置された冷却管をさらに含む、請求項 29 に記載の電力変換装置。

[請求項31] 前記微細な配線導体からなる微細配線部は、絶縁基板を介して積層するように配置された第 1 配線導体および第 2 配線導体を含む、請求項 29 または 30 に記載の電力変換装置。

[請求項32] 前記配線基板は、前記絶縁基板を介して積層された前記第 1 配線導体と前記第 2 配線導体とを、前記絶縁基板を貫通して互いに電氣的に接続する接続配線部をさらに含む、請求項 31 に記載の電力変換装置。

[請求項33] 前記配線基板は、高周波電流の流れる方向に沿って延びる凹凸形状を外表面に有する配線導体を含む、請求項 23 に記載の電力変換装置。

[請求項34] 前記配線基板は、前記凹凸形状を有する配線導体の周囲を取り囲むように形成された絶縁体をさらに含む、請求項 33 に記載の電力変換装置。

[請求項35] 前記電極用導体は、前記電力変換用半導体素子の電極に接合材を介して接合されており、

前記接合材は、粒状金属を含む、請求項 1 ～ 34 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

[請求項36] 前記接合材は、粒状金属が分散された導電性の接合層を含む、請求

項 3 5 に記載の電力変換装置。

[請求項37] 前記電力変換用半導体素子の電極に電氣的に接続された端子部と、
前記端子部に接続される端子台とをさらに備え、
前記端子台は、金属製の複数の接続端子部と、隣接する前記接続端子部間を絶縁するための樹脂製の絶縁部とを含み、
前記接続端子部と前記絶縁部との境界には段差部が形成されている、請求項 1 ～ 3 6 に記載の電力変換装置。

[請求項38] 前記端子台の接続端子部は、スリットを含み、
前記スリットには、前記絶縁部を構成する樹脂と同じ樹脂が充填されている、請求項 3 7 に記載の電力変換装置。

[請求項39] 前記電力変換装置は、第 1 電力変換装置と第 2 電力変換装置とを含み、
前記端子台の接続端子部は、前記第 1 電力変換装置が接続される第 1 接続端子部と、前記第 2 電力変換装置が接続される第 2 接続端子部とを含む、請求項 3 7 または 3 8 に記載の電力変換装置。

[請求項40] 複数の電極を有する電力変換用半導体素子と、
前記電力変換用半導体素子の複数の電極に電氣的に接続され、上方に延びる柱形状を有するとともに略平坦な上端面を有する複数の電極用導体と、
前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材と、
前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体の側面とを覆う樹脂からなる封止材とを備え、
前記封止材は、前記封止材の上面において、前記柱形状を有する複数の電極用導体の略平坦な上端面を露出させるとともに、露出された前記電極用導体の前記上端面において外部との電氣的接続が行われるように構成されており、
前記電力変換用半導体素子の主表面側に配置された前記複数の電極用導体の略平坦な上端面と、前記電力変換用半導体素子の裏面側に配

置された放熱部材との両方から前記電力変換用半導体素子で発生した熱の放熱が可能なように構成されている、電力変換装置。

補正された請求の範囲
[2010年10月25日(25.10.2010)国際事務局受理]

【請求項 1】(補正後)

電力変換装置本体部と、

前記電力変換装置本体部に電氣的に接続される配線基板とを備え、

前記電力変換装置本体部は、電極を有する電力変換用半導体素子と、前記電力変換用半導体素子の電極に電氣的に接続され、側面と略平坦な上端面とを有する電極用導体と、前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体の側面とを覆う樹脂からなる封止材とを含み、

前記封止材は、前記封止材の上面において、前記電極用導体の前記略平坦な上端面を露出させるとともに、露出された前記電極用導体の前記略平坦な上端面において外部との電氣的接続が行われるように構成されており、

前記配線基板は、前記封止材の上面から露出された前記電極用導体の前記略平坦な上端面に電氣的に接続されている、電力変換装置。

【請求項 2】(補正後)

前記電極用導体は、複数設けられ、

前記複数の電極用導体の前記封止材の上面から露出される前記略平坦な上端面は、互いに略同じ高さを有する、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記電極用導体は、上方に延びる柱形状を有するとともに、前記柱形状の上端面が略平坦に形成されている、請求項 1 または 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】(補正後)

前記封止材の上面から露出される前記電極用導体の前記略平坦な上端面は、前記封止材の上面と略同じ高さを有する、請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記電力変換用半導体素子の電極は、前記電力変換用半導体素子の主表面に設けられた表面電極と、前記電力変換用半導体素子の裏面に設けられた裏面電極とを含み、

前記電極用導体は、

前記電力変換用半導体素子の主表面において前記表面電極に接合材を介して接続された状態で上方に延びるとともに、前記封止材の上面から露出される略平坦な上端面を有する第 1 電極用導体と、

前記電力変換用半導体素子の裏面の前記裏面電極に電氣的に接続された状態で前記電力

変換用半導体素子から離間した位置から上方に延びるとともに、前記封止材の上面から露出される略平坦な上端面を有する第2電極用導体とを含む、請求項1～4のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項6】(削除)

【請求項7】(削除)

【請求項8】(削除)

【請求項9】(削除)

【請求項10】(削除)

【請求項11】(補正後)

前記封止材は、前記電力変換装置本体部の外形面を構成するように設けられている、請求項1～5のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項12】(補正後)

前記電力変換用半導体素子および前記電極用導体を取り囲むように設けられたケース部をさらに備え、

前記封止材は、前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体の側面とを覆うとともに、前記電極用導体の前記略平坦な上端面を露出させるように、前記ケース部内に充填されている、請求項1～5のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項13】(補正後)

前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材をさらに備える、請求項1～5、11および12のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項14】(削除)

【請求項15】(削除)

【請求項16】(削除)

【請求項17】(補正後)

前記放熱部材に接続された冷却構造をさらに備える、請求項13に記載の電力変換装置。

【請求項18】(削除)

【請求項19】(補正後)

前記冷却構造は、ヒートシンクまたは液冷式冷却器を含む、請求項17に記載の電力変換装置。

【請求項20】

前記冷却構造は、液冷式冷却器であり、
前記放熱部材の前記冷却構造側の部分には、第1凹凸形状が形成されており、
前記液冷式冷却器の前記放熱部材側の部分には、前記放熱部材の第1凹凸形状に嵌合可能な第2凹凸形状が形成されている、請求項19に記載の電力変換装置。

【請求項21】

前記冷却構造は、液冷式冷却器であり、
前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された前記放熱部材の前記冷却構造側には、凹部が形成されており、
前記液冷式冷却器の前記放熱部材側には、前記放熱部材の凹部に嵌合可能な凸部が形成されている、請求項19に記載の電力変換装置。

【請求項22】(補正後)

前記電力変換用半導体素子は、SiCまたはGaNからなる半導体により形成されている、請求項1～5、11～13、17および19～21のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項23】(削除)

【請求項24】(補正後)

前記封止材の上面から露出された前記電極用導体の前記略平坦な上端面は、前記配線基板とバンプ電極により電気的に接続されている、請求項1に記載の電力変換装置。

【請求項25】(補正後)

前記封止材の上面から露出された前記電極用導体の前記略平坦な上端面は、前記配線基板とピン状の端子により電気的に接続されている、請求項1に記載の電力変換装置。

【請求項26】(補正後)

前記配線基板は、冷却構造を有する配線を含む、請求項1～5、11～13、17、19～22、24および25のいずれか1項に記載の電力変換装置。

【請求項27】

前記冷却構造は、前記配線基板の配線近傍に形成された冷却孔を含む、請求項26に記載の電力変換装置。

【請求項28】

前記冷却構造は、前記冷却孔に接続された冷却器をさらに含む、請求項27に記載の電力変換装置。

【請求項 29】(補正後)

前記配線基板は、高周波電流の流れる方向に沿って延びる微細な配線導体からなる微細配線部により構成された配線部を含む、請求項 1～5、11～13、17、19～22 および 24～28 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 30】

前記配線導体は、同一平面内で間隔を隔てて隣接するように配置された複数の配線導体を含み、前記配線基板は、隣接する前記配線導体間に配置された冷却管をさらに含む、請求項 29 に記載の電力変換装置。

【請求項 31】

前記微細な配線導体からなる微細配線部は、絶縁基板を介して積層するように配置された第 1 配線導体および第 2 配線導体を含む、請求項 29 または 30 に記載の電力変換装置。

【請求項 32】

前記配線基板は、前記絶縁基板を介して積層された前記第 1 配線導体と前記第 2 配線導体とを、前記絶縁基板を貫通して互いに電氣的に接続する接続配線部をさらに含む、請求項 31 に記載の電力変換装置。

【請求項 33】(補正後)

前記配線基板は、高周波電流の流れる方向に沿って延びる凹凸形状を外表面に有する配線導体を含む、請求項 1～5、11～13、17、19～22 および 24～32 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 34】

前記配線基板は、前記凹凸形状を有する配線導体の周囲を取り囲むように形成された絶縁体をさらに含む、請求項 33 に記載の電力変換装置。

【請求項 35】(補正後)

前記電極用導体は、前記電力変換用半導体素子の電極に接合材を介して接合されており、前記接合材は、粒状金属を含む、請求項 1～5、11～13、17、19～22 および 24～34 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 36】

前記接合材は、粒状金属が分散された導電性の接合層を含む、請求項 35 に記載の電力変換装置。

【請求項 37】(補正後)

前記電力変換用半導体素子の電極に電氣的に接続された端子部と、
前記端子部に接続される端子台とをさらに備え、
前記端子台は、金属製の複数の接続端子部と、隣接する前記接続端子部間を絶縁するための樹脂製の絶縁部とを含み、
前記接続端子部と前記絶縁部との境界には段差部が形成されている、請求項 1 ～ 5、11 ～ 13、17、19 ～ 22 および 24 ～ 36 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 38】

前記端子台の接続端子部は、スリットを含み、
前記スリットには、前記絶縁部を構成する樹脂と同じ樹脂が充填されている、請求項 37 に記載の電力変換装置。

【請求項 39】

前記電力変換装置は、第 1 電力変換装置と第 2 電力変換装置とを含み、
前記端子台の接続端子部は、前記第 1 電力変換装置が接続される第 1 接続端子部と、前記第 2 電力変換装置が接続される第 2 接続端子部とを含む、請求項 37 または 38 に記載の電力変換装置。

【請求項 40】

複数の電極を有する電力変換用半導体素子と、
前記電力変換用半導体素子の複数の電極に電氣的に接続され、上方に延びる柱形状を有するとともに略平坦な上端面を有する複数の電極用導体と、
前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材と、
前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体の側面とを覆う樹脂からなる封止材とを備え、
前記封止材は、前記封止材の上面において、前記柱形状を有する複数の電極用導体の略平坦な上端面を露出させるとともに、露出された前記電極用導体の前記上端面において外部との電氣的接続が行われるように構成されており、
前記電力変換用半導体素子の主表面側に配置された前記複数の電極用導体の略平坦な上端面と、前記電力変換用半導体素子の裏面側に配置された放熱部材との両方から前記電力変換用半導体素子で発生した熱の放熱が可能なように構成されている、電力変換装置。

PCT 19条(1)の規定に基づく説明書

1. 請求の範囲の請求項1に、「電力変換装置本体部と、前記電力変換装置本体部に電氣的に接続される配線基板とを備え、前記電力変換装置本体部は、」を追加した。また、「前記配線基板は、前記封止材の上面から露出された前記電極用導体の略平坦な上端面に電氣的に接続されている」を追加した。請求項1の6行目の「略平坦な上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。請求項1の7行目の「前記上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。請求項1の9行目の「略平坦な上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。
2. 請求の範囲の請求項2の2行目の「略平坦な上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。
3. 請求の範囲の請求項4の1行目の「略平坦な上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。
4. 請求の範囲の請求項6～10を削除した。
5. 請求の範囲の請求項11の「前記電力変換用半導体素子と前記電極用導体と前記封止材とを含む電力変換装置本体部をさらに備え、」を削除した。請求の範囲の請求項11の従属先を「請求項1～10」から「請求項1～5」に変更した。
6. 請求の範囲の請求項12の4行目の「上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。請求の範囲の請求項12の従属先を「請求項1～10」から「請求項1～5」に変更した。
7. 請求の範囲の請求項13の従属先を「請求項1～12」から「請求項1～5、11および12」に変更した。
8. 請求の範囲の請求項14～16を削除した。
9. 請求の範囲の請求項17の従属先を「請求項13～16」から「請求項13」に変更した。
10. 請求の範囲の請求項18を削除した。
11. 請求の範囲の請求項19の従属先を「請求項17または18」から「請求項17」に変更した。
12. 請求の範囲の請求項22の従属先を「請求項1～21」から「請求項1～5、11～13、17および19～21」に変更した。
13. 請求の範囲の請求項23を削除した。

14. 請求の範囲の請求項24の1行目の「略平坦な上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。請求の範囲の請求項24の従属先を「請求項23」から「請求項1」に変更した。

15. 請求の範囲の請求項25の1行目の「略平坦な上端面」を「前記略平坦な上端面」に補正した。請求の範囲の請求項25の従属先を「請求項23」から「請求項1」に変更した。

16. 請求の範囲の請求項26の従属先を「請求項1～25」から「請求項1～5、11～13、17、19～22、24および25」に変更した。

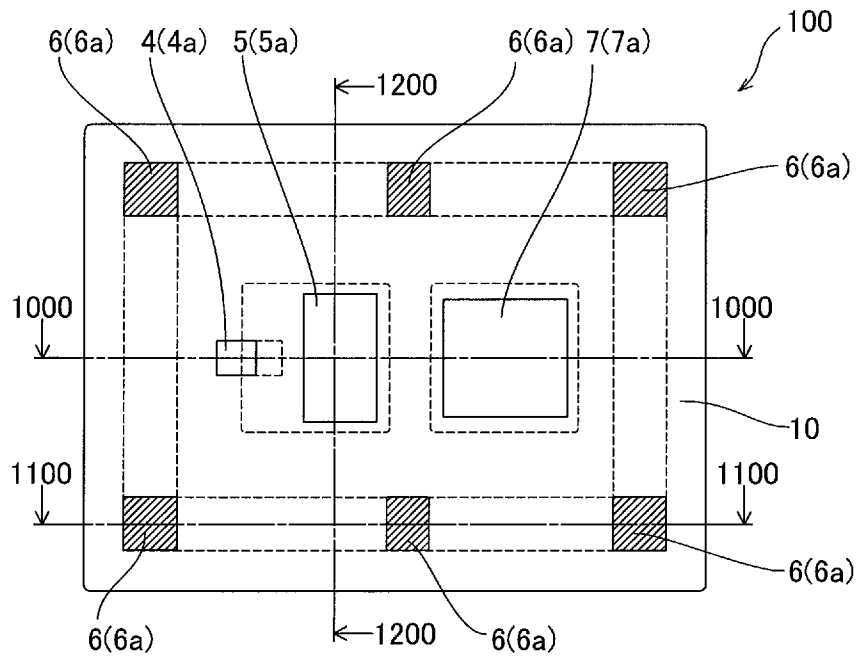
17. 請求の範囲の請求項29の従属先を「請求項1～28」から「請求項1～5、11～13、17、19～22および24～28」に変更した。

18. 請求の範囲の請求項33の従属先を「請求項23」から「請求項1～5、11～13、17、19～22および24～32」に変更した。

19. 請求の範囲の請求項35の従属先を「請求項1～34」から「請求項1～5、11～13、17、19～22および24～34」に変更した。

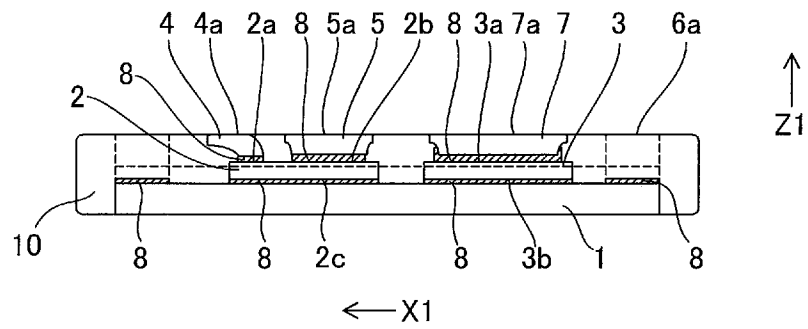
20. 請求の範囲の請求項37の従属先を「請求項1～36」から「請求項1～5、11～13、17、19～22および24～36」に変更した。

[図1]



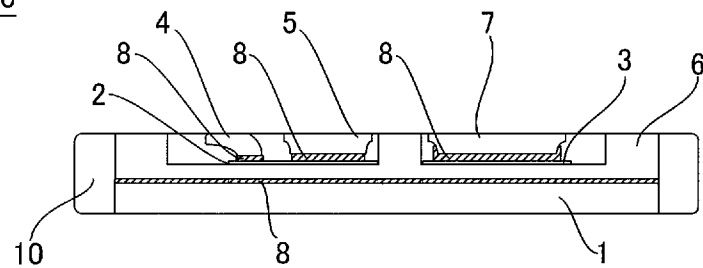
[図2]

1000-1000



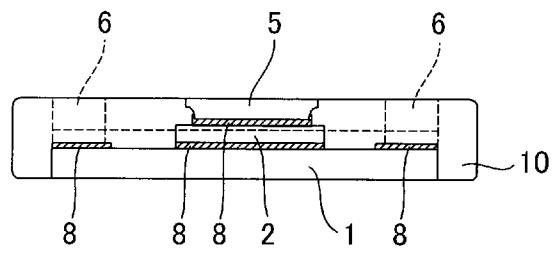
[図3]

1100-1100

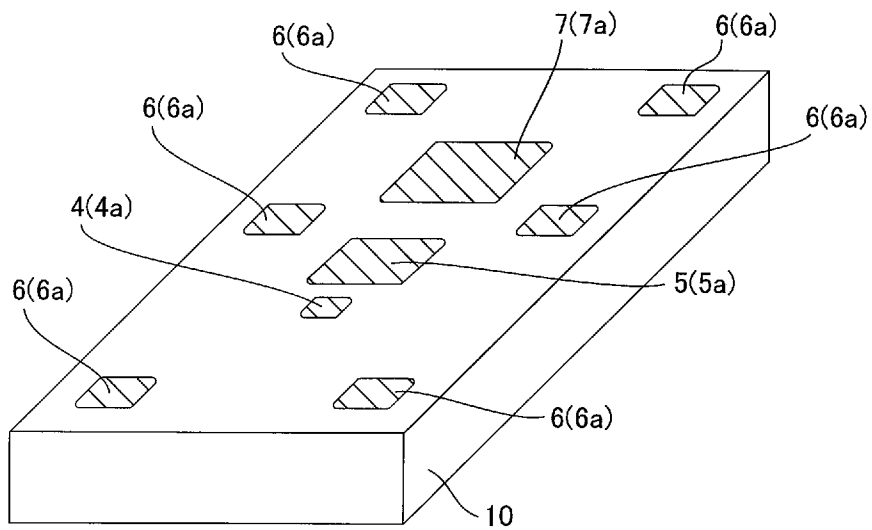


[図4]

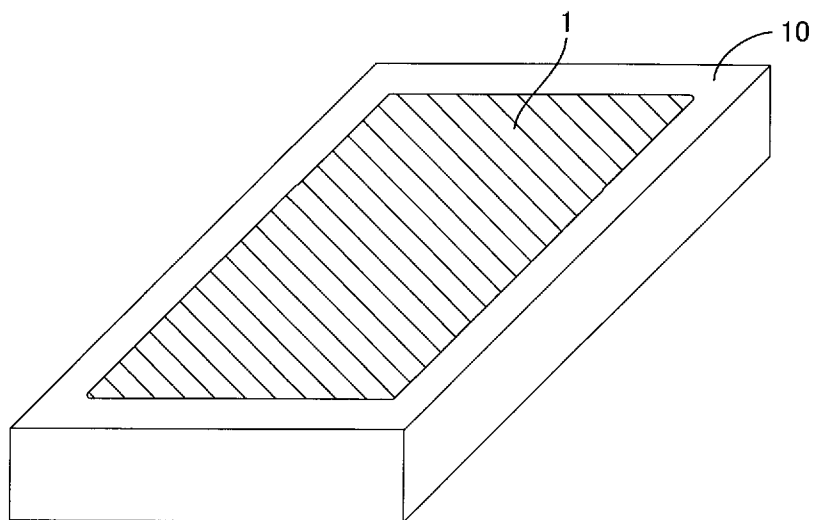
1200-1200



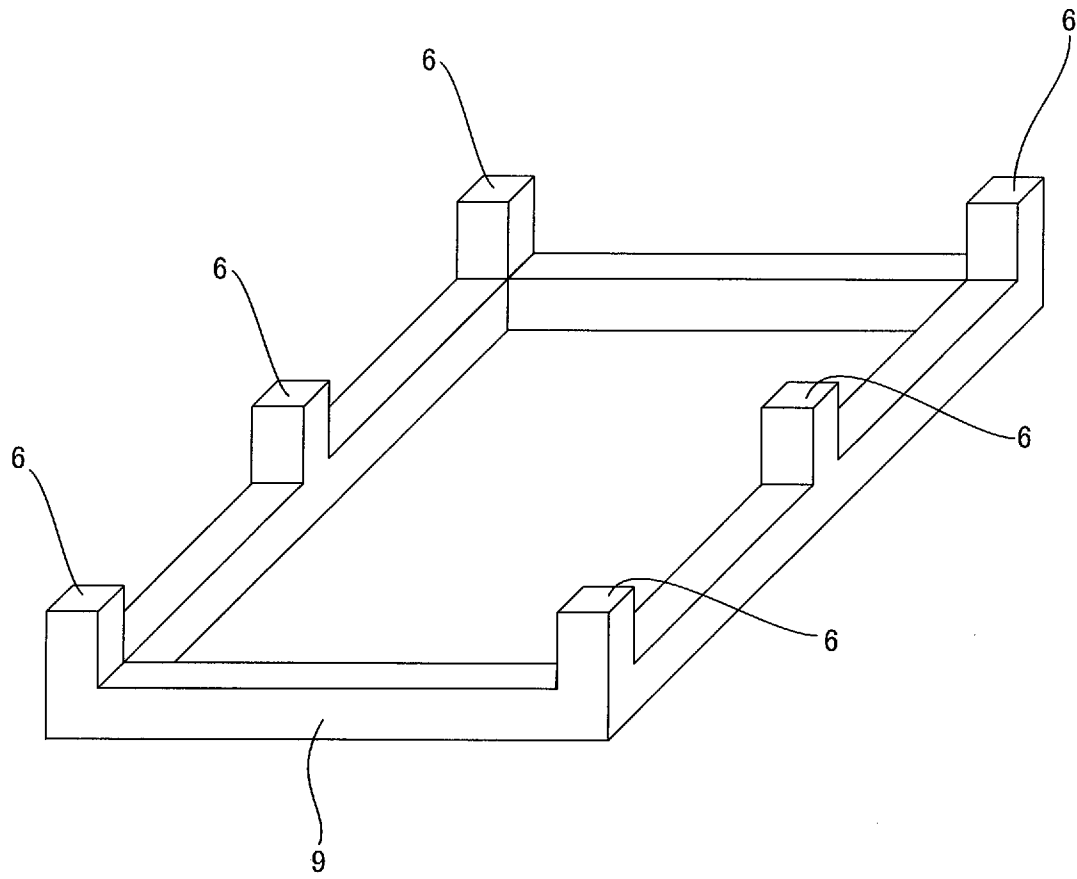
[図5]



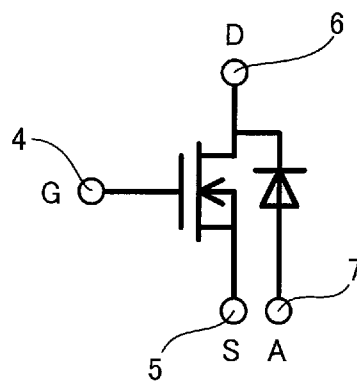
[図6]



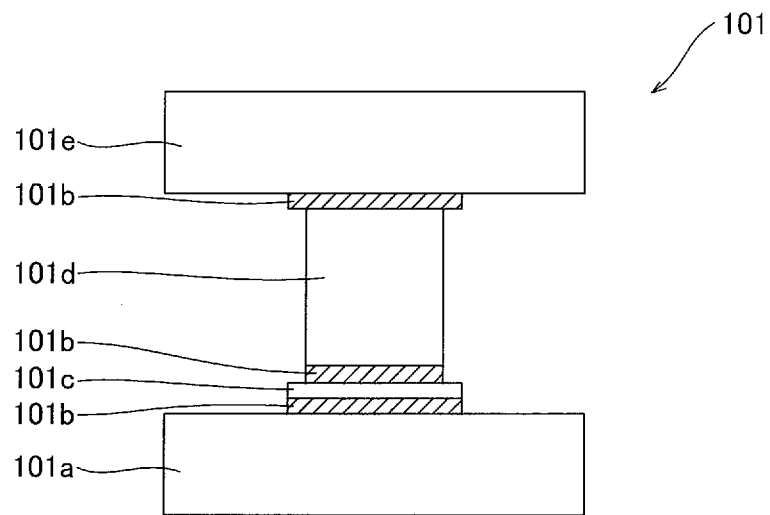
[図7]



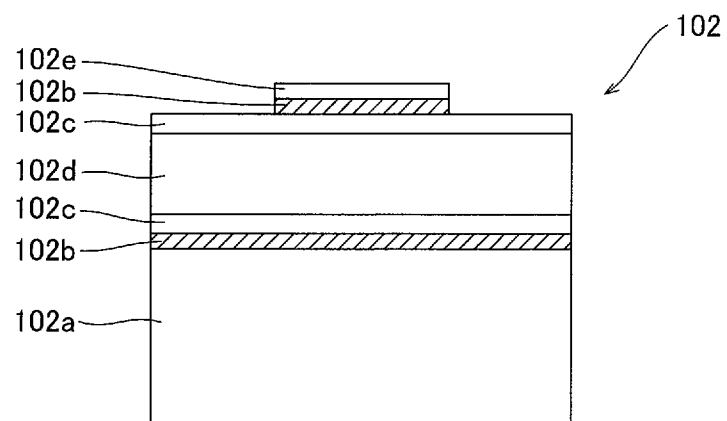
[図8]



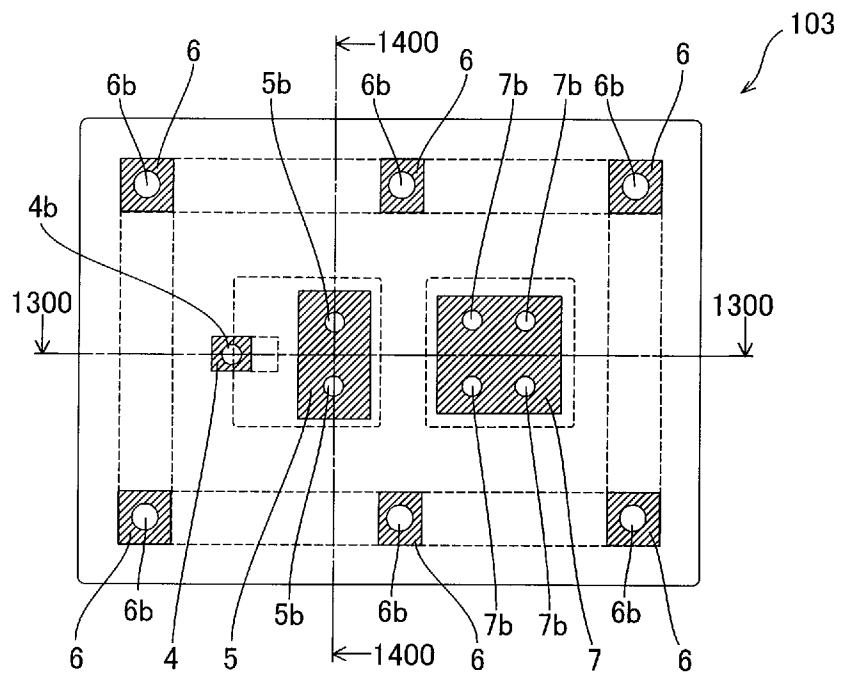
[図9]



[図10]

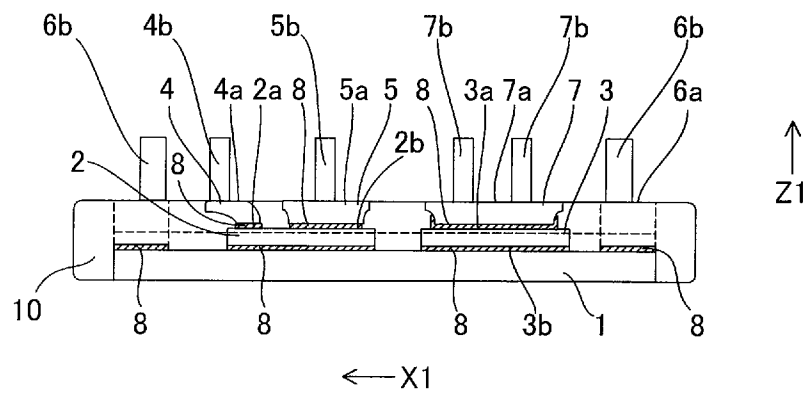


[図11]



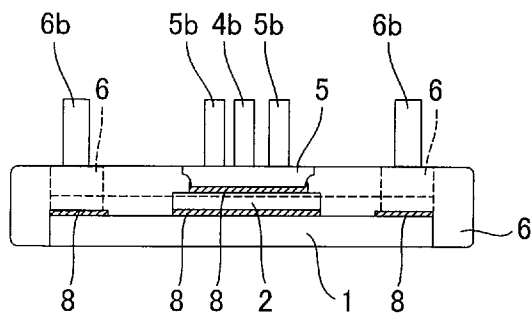
[図12]

1300-1300

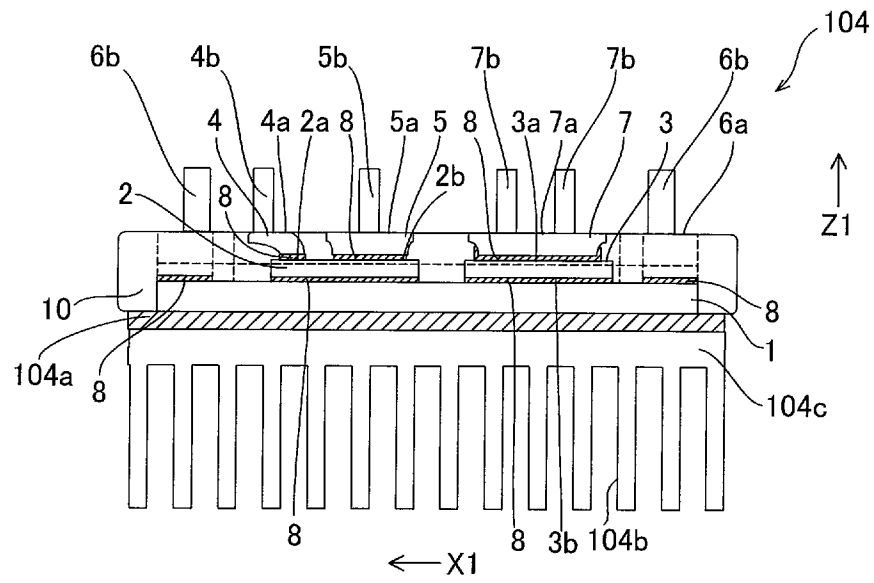


[図13]

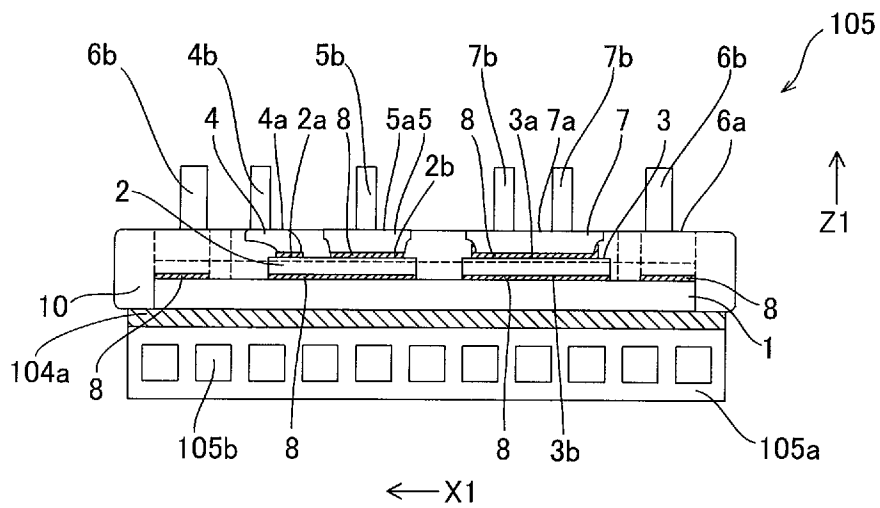
1400-1400



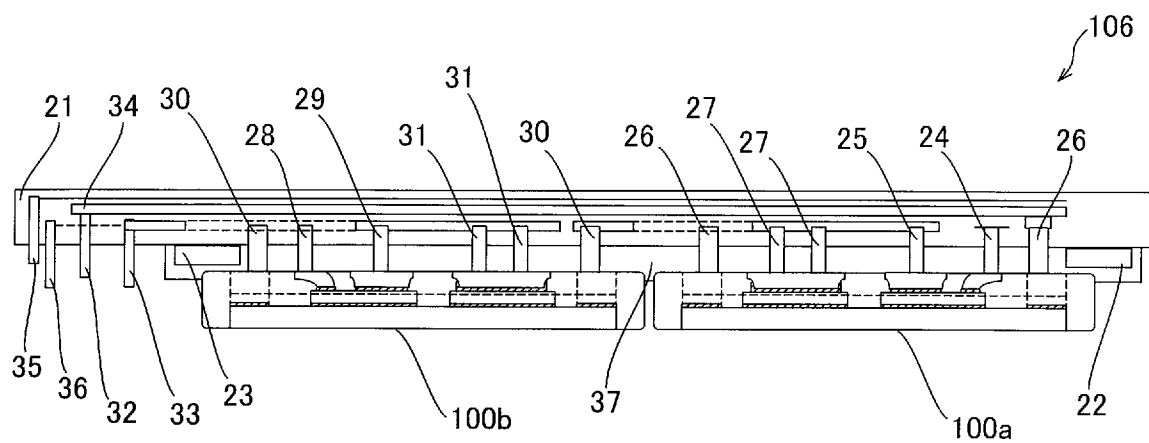
[図14]



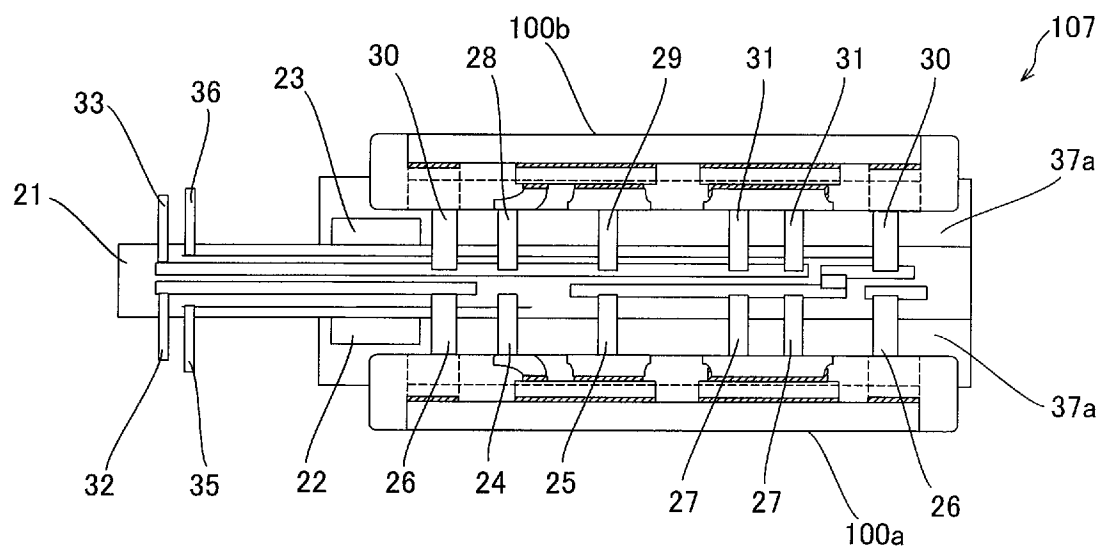
[図15]



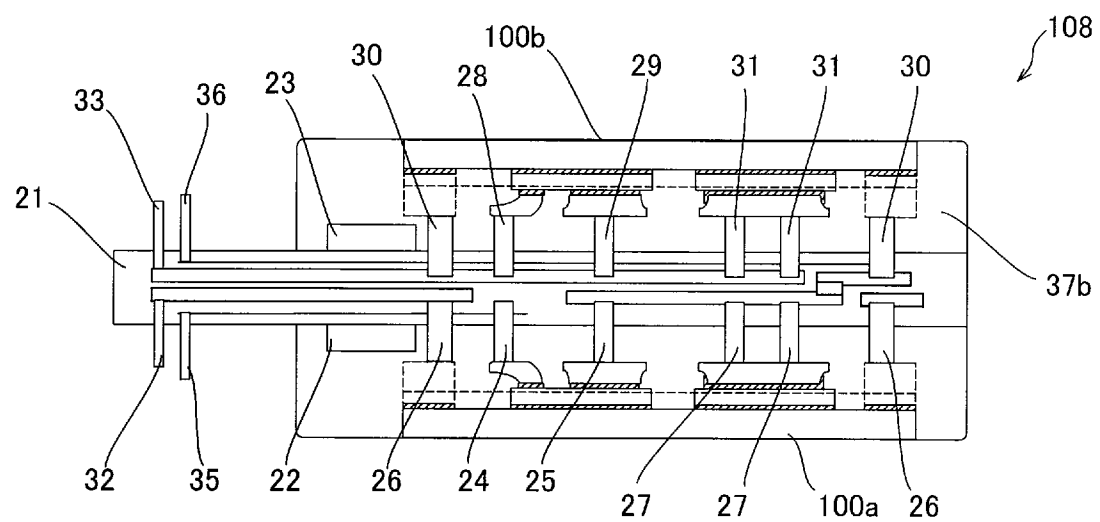
[図16]



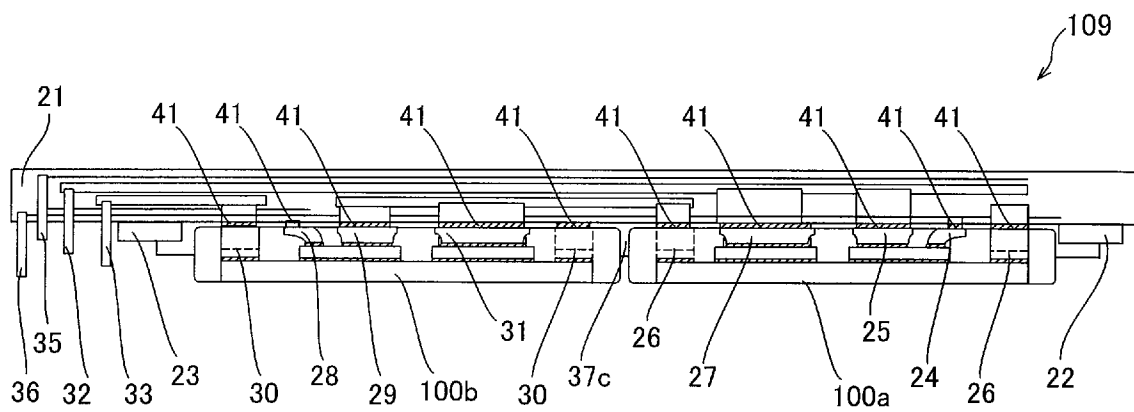
[図17]



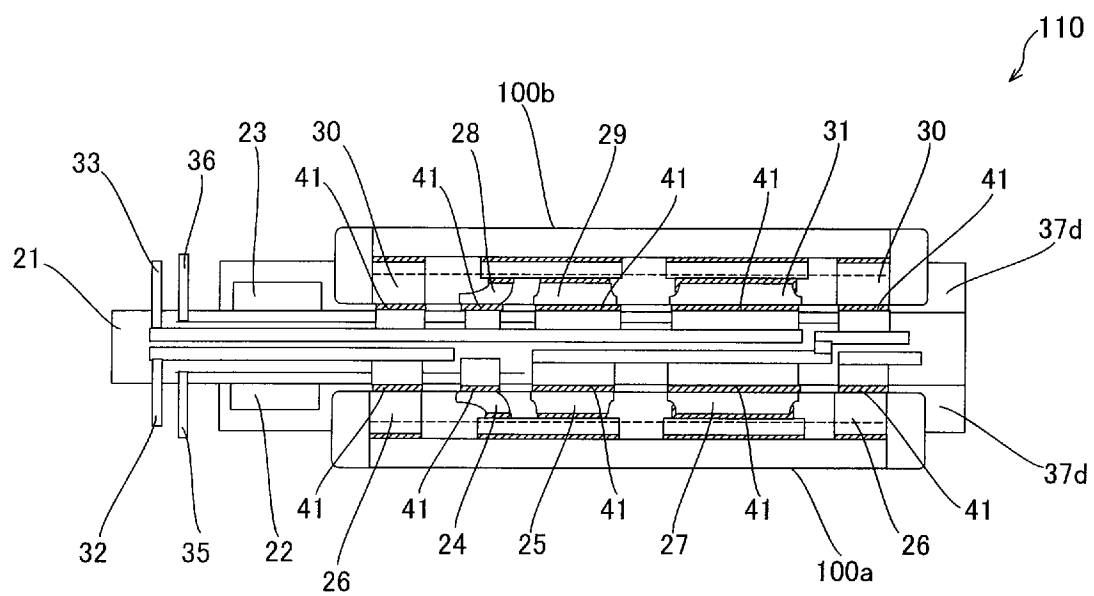
[図18]



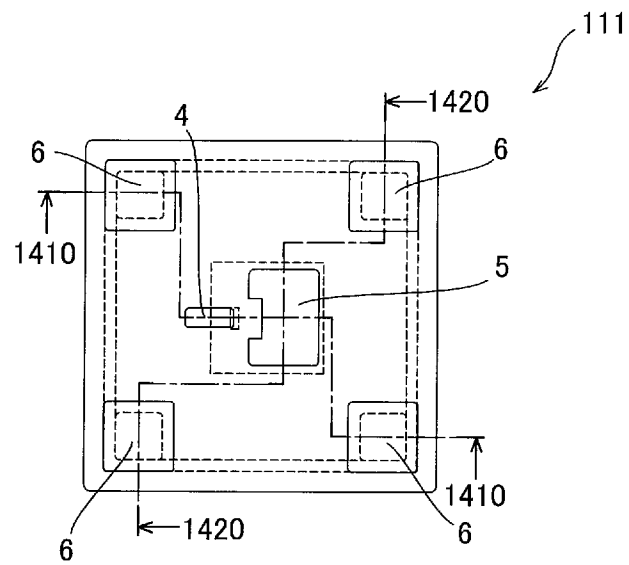
[図19]



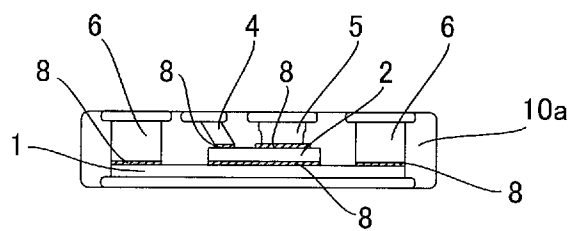
[図20]



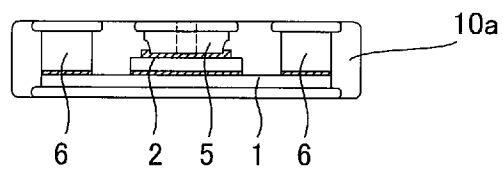
[図21]



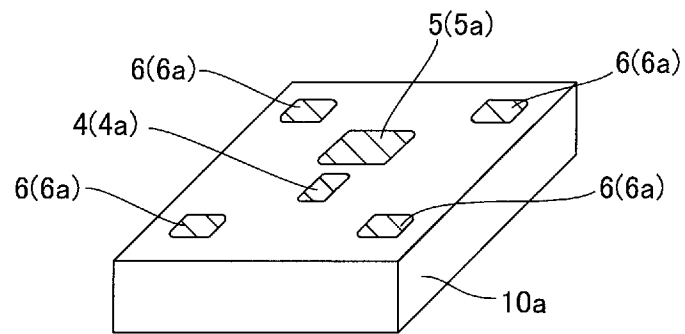
[図22]

1410-1410

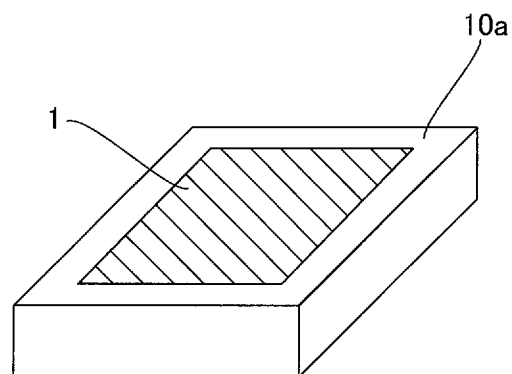
[図23]

1420-1420

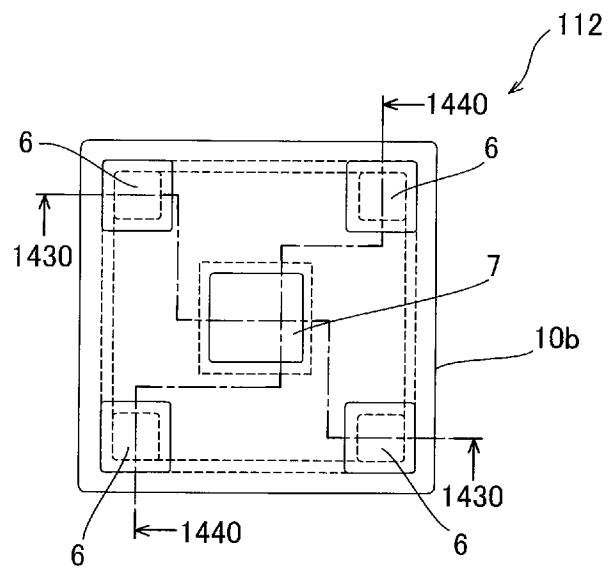
[図24]



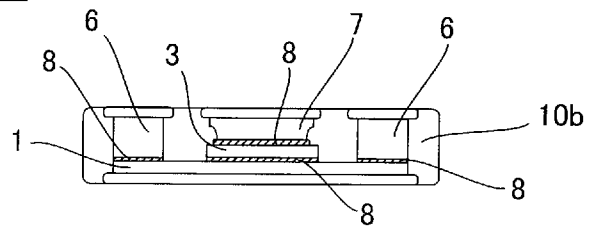
[図25]



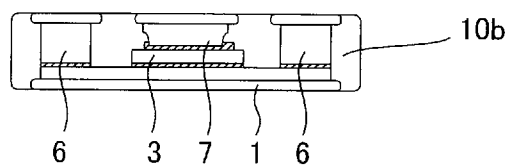
[図26]



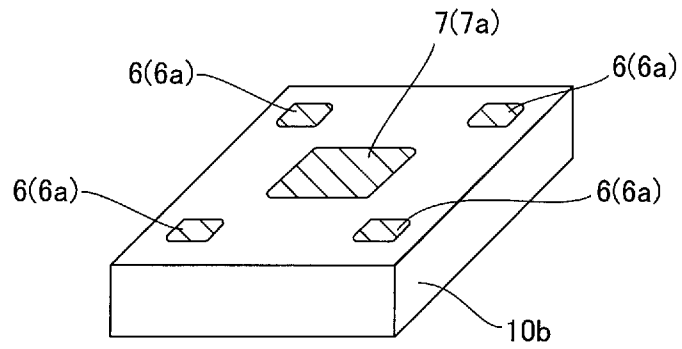
[図27]

1430-1430

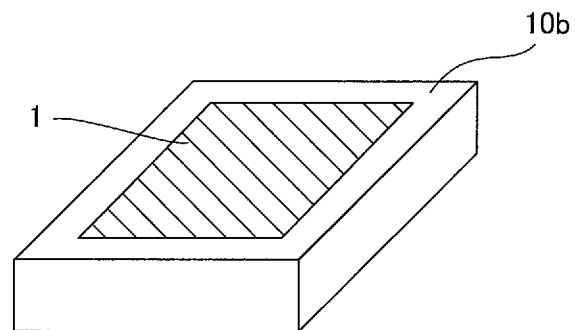
[図28]

1440-1440

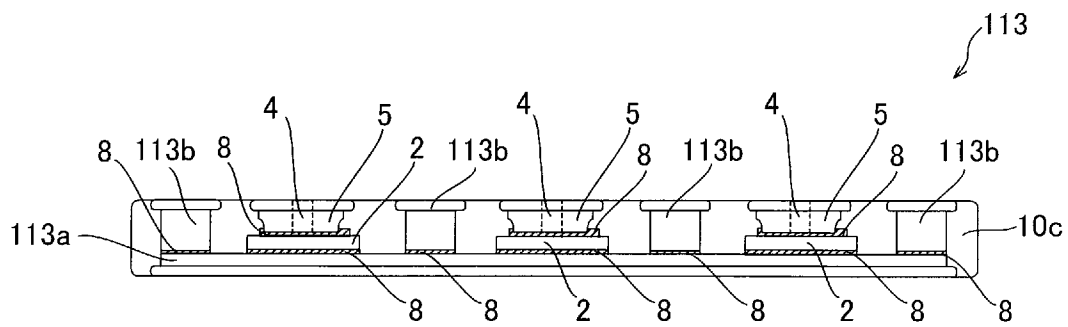
[図29]



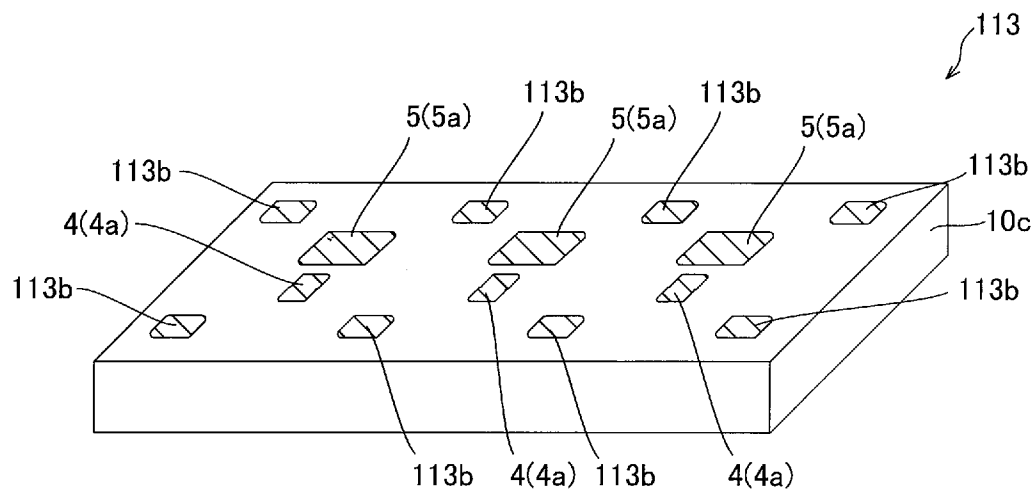
[図30]



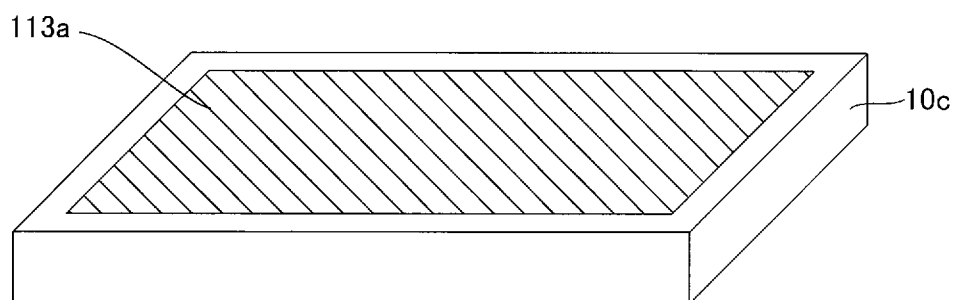
[図31]



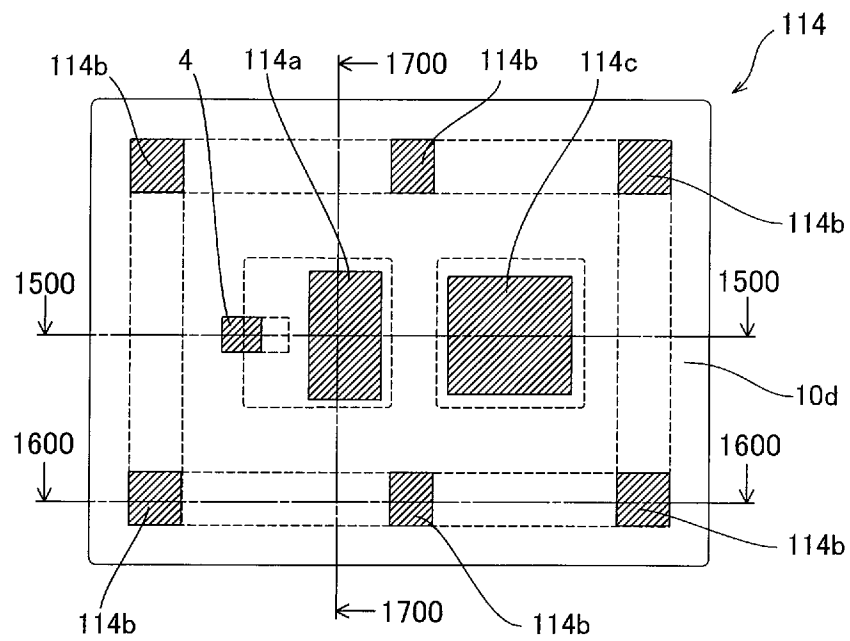
[図32]



[図33]

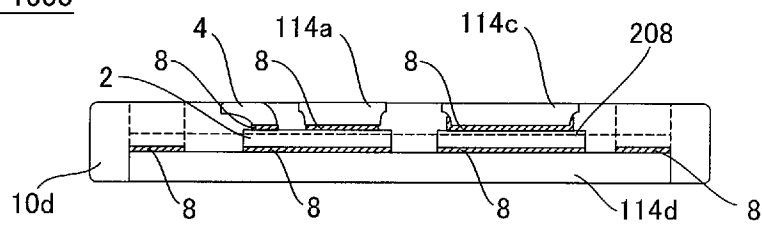


[図34]



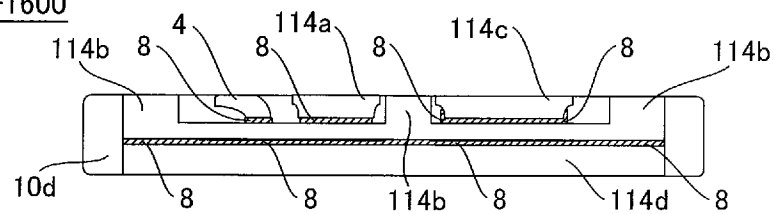
[図35]

1500-1500



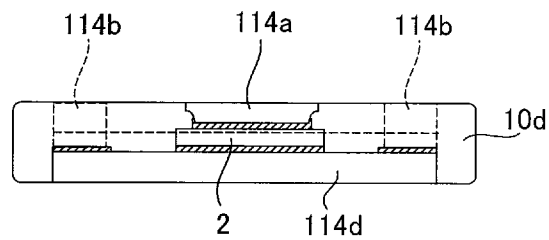
[図36]

1600-1600

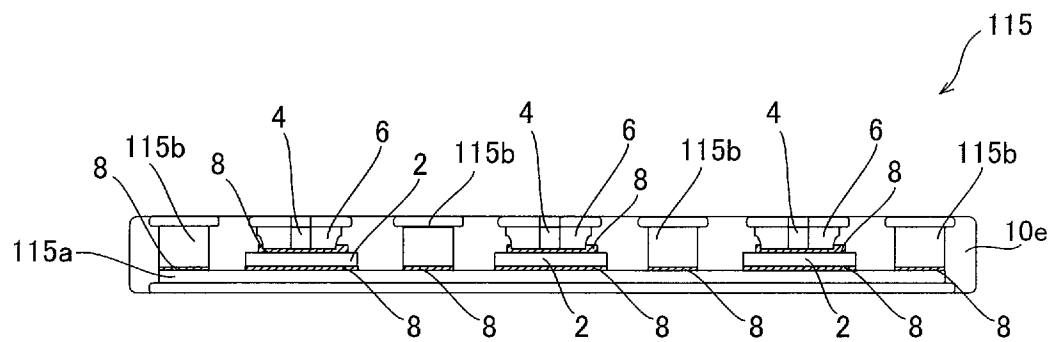


[図37]

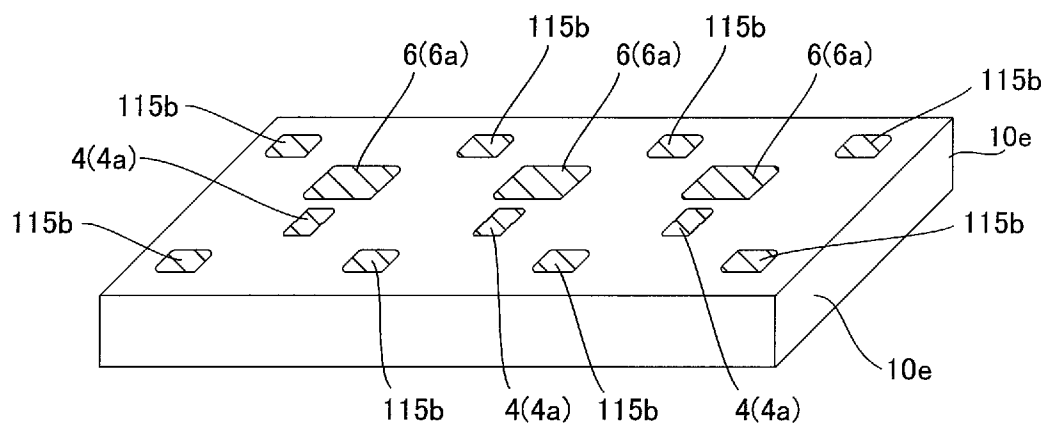
1700-1700



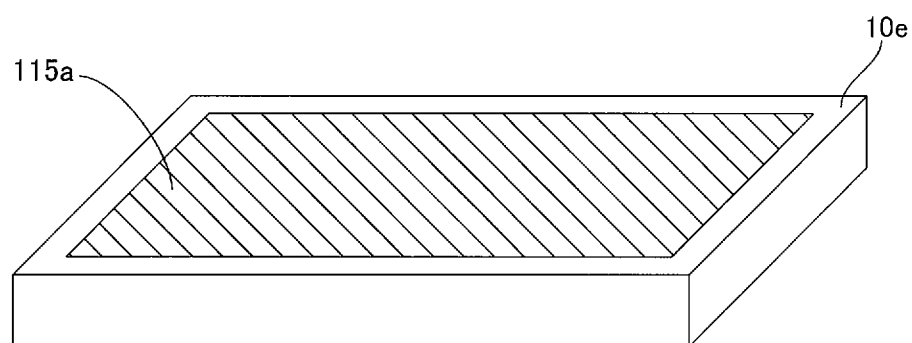
[図38]



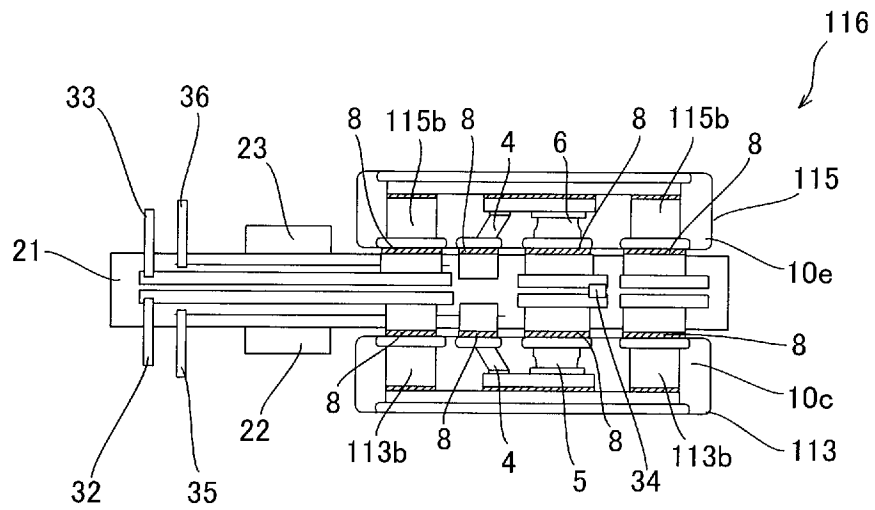
[図39]



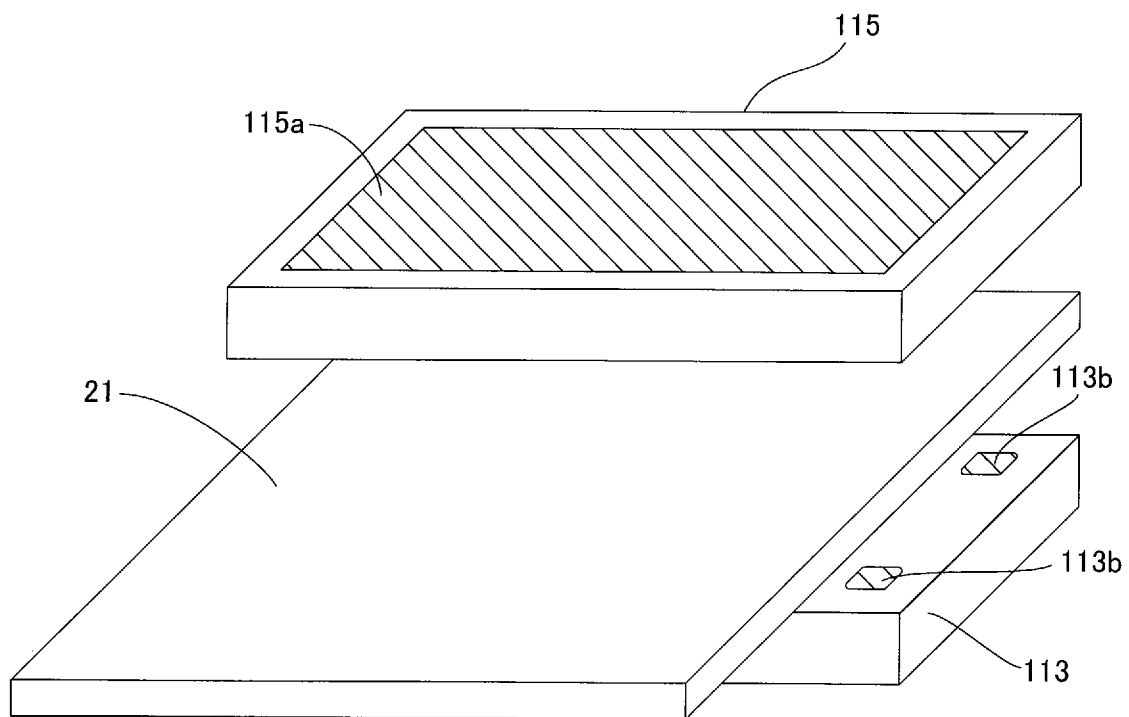
[図40]



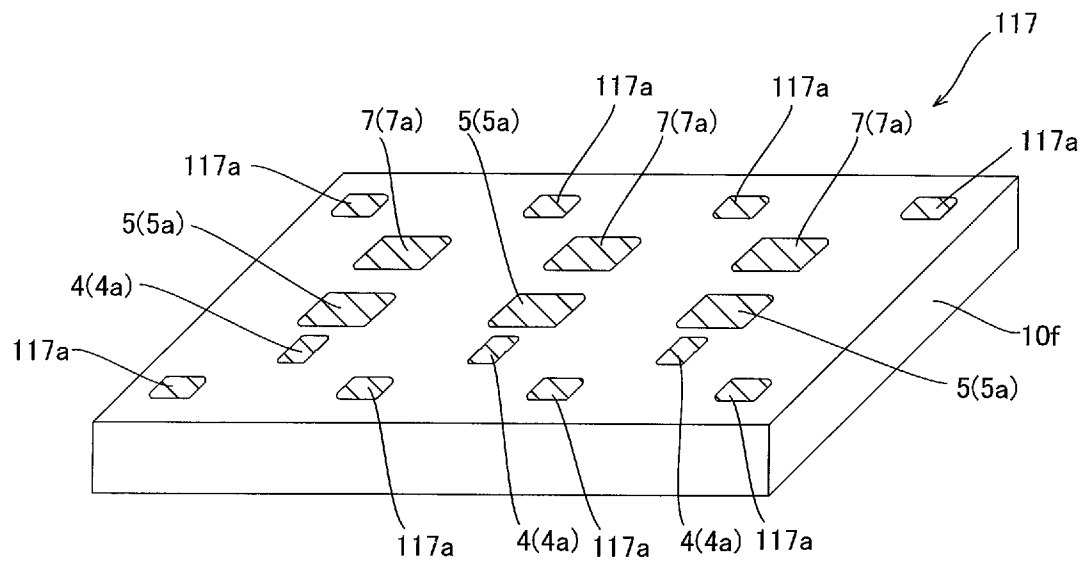
[図41]



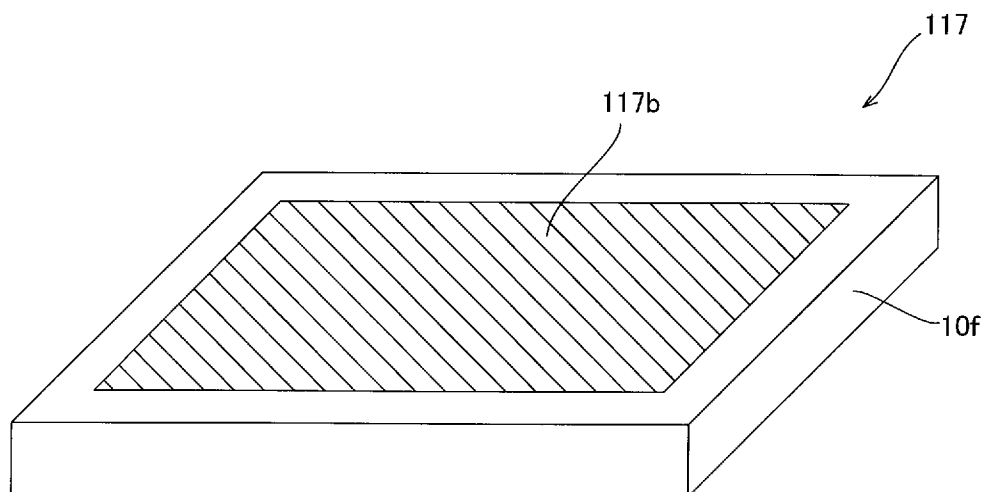
[図42]



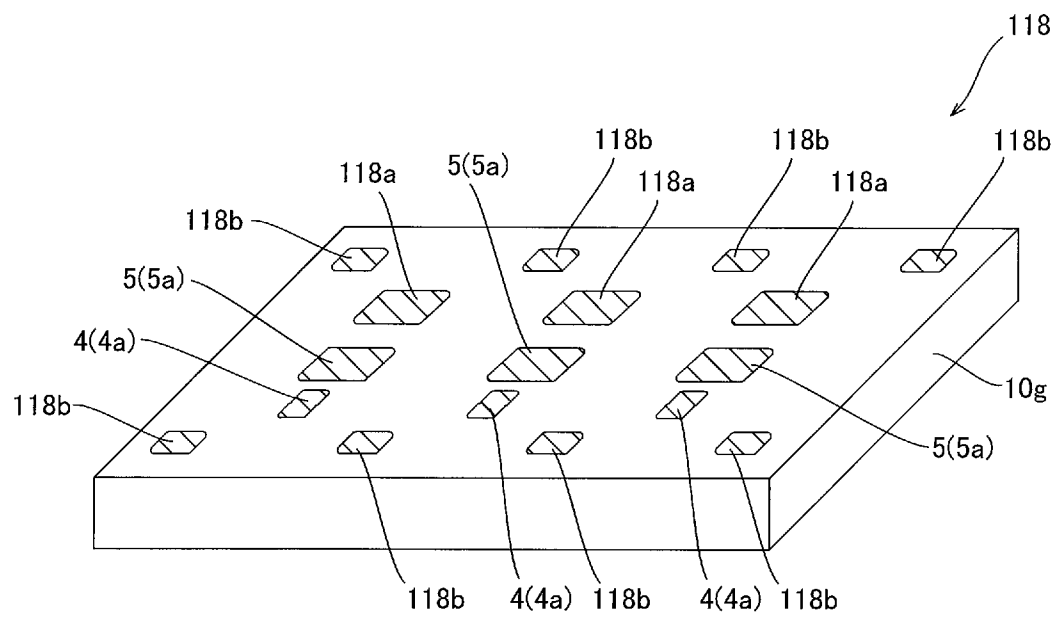
[図43]



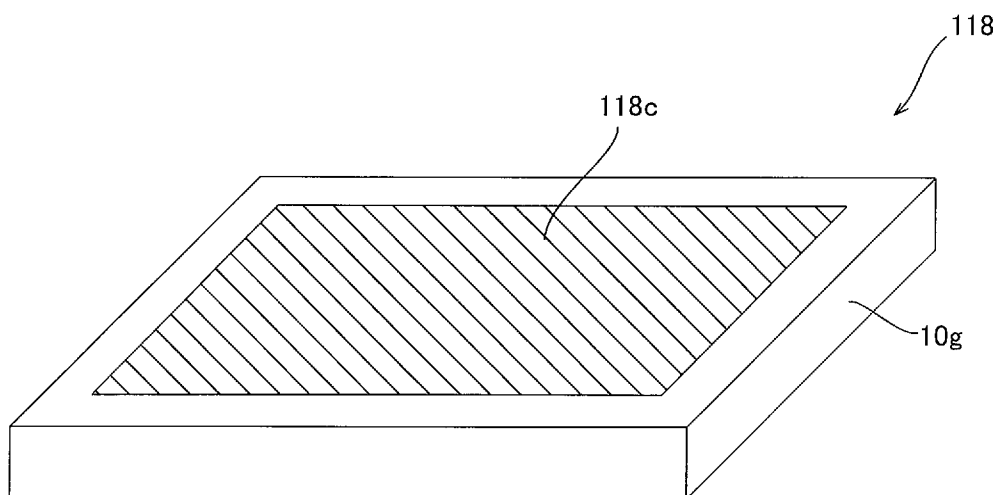
[図44]



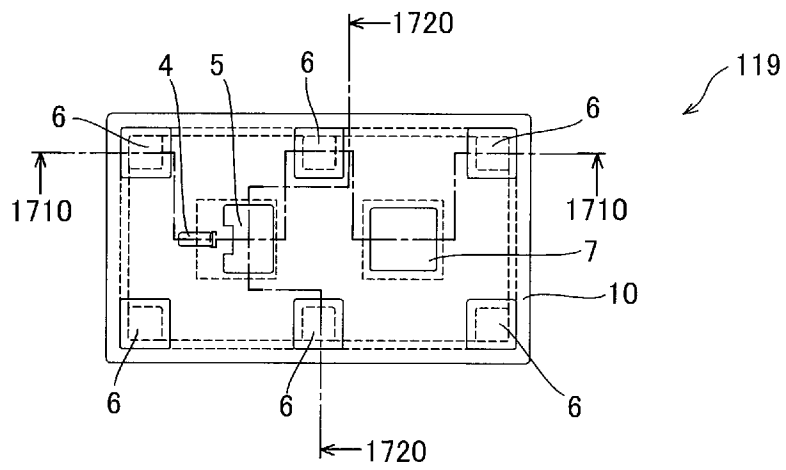
[図45]



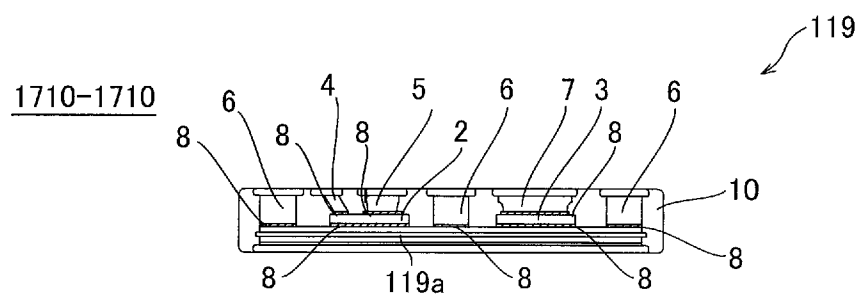
[図46]



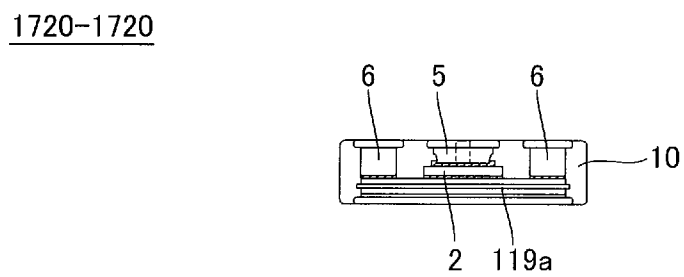
[図47]



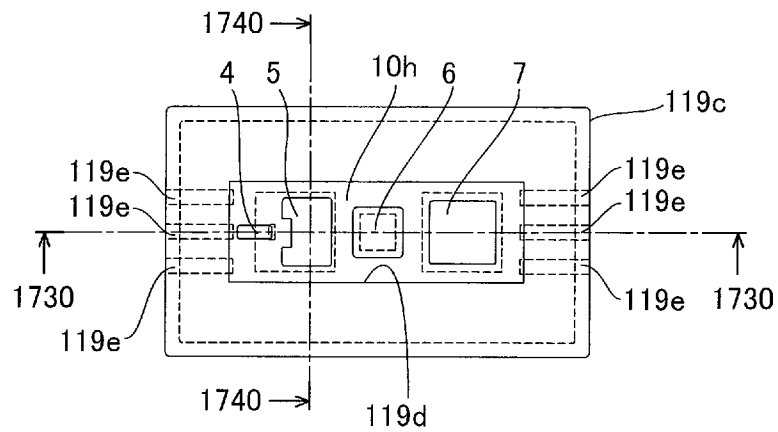
[図48]



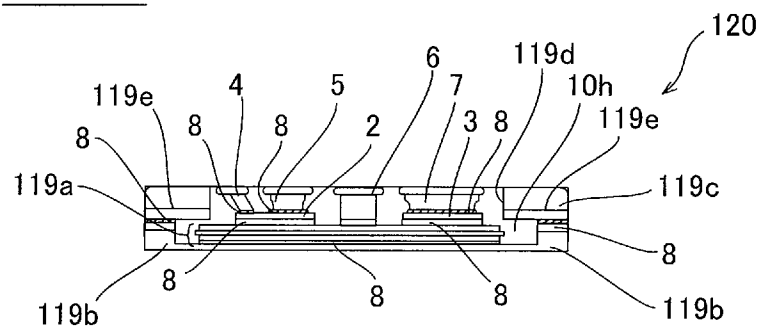
[図49]



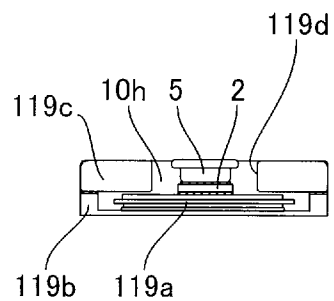
[図50]



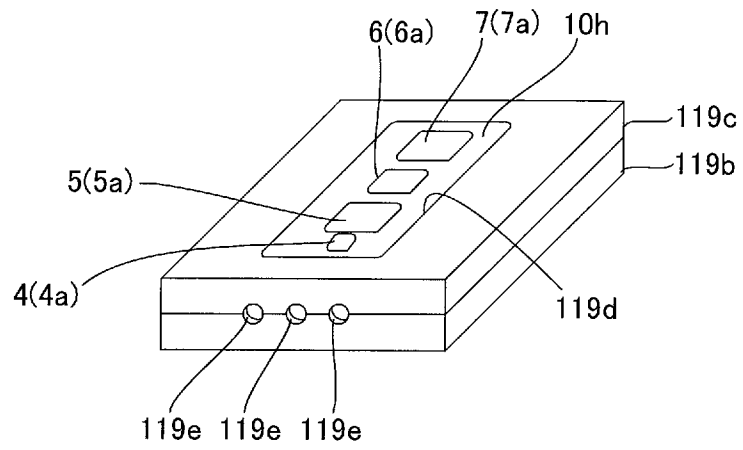
[図51]

1730-1730

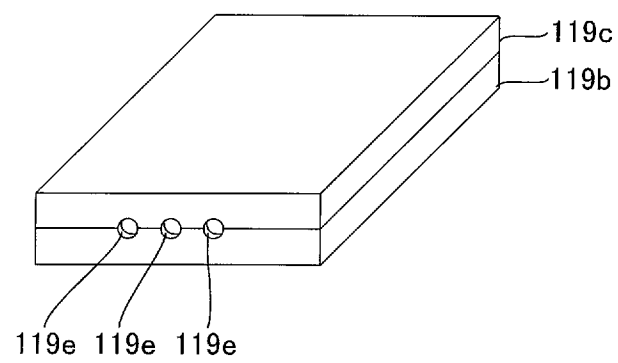
[図52]

1740-1740

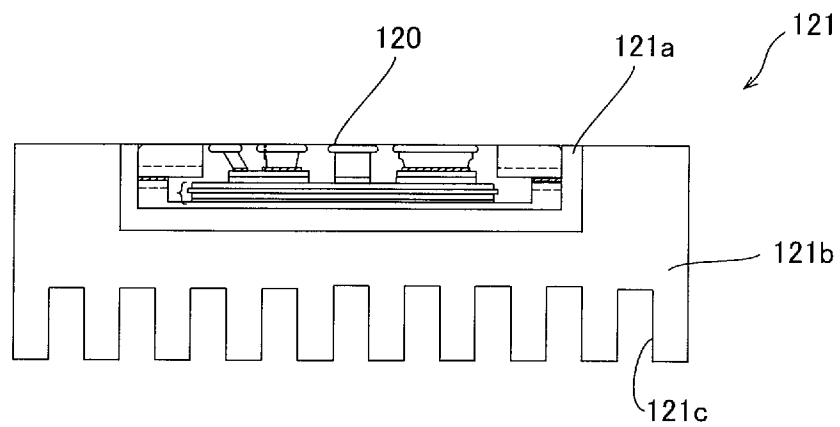
[図53]



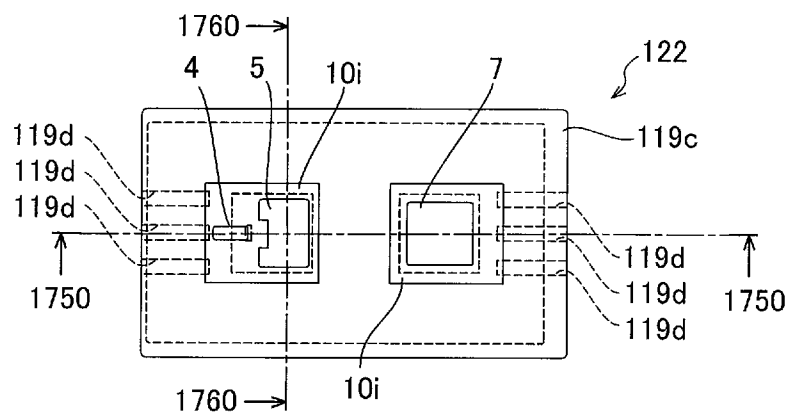
[図54]



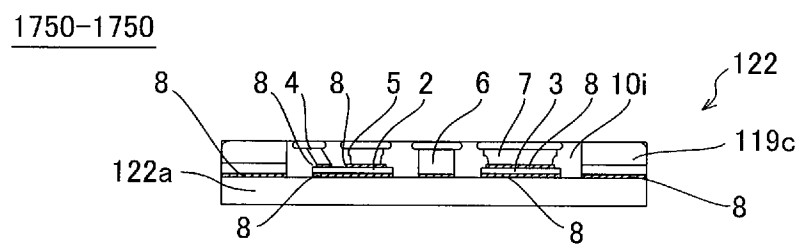
[図55]



[図56]

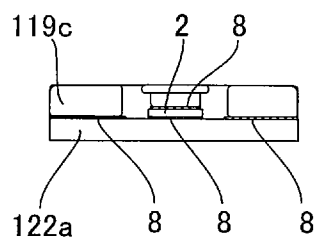


[図57]

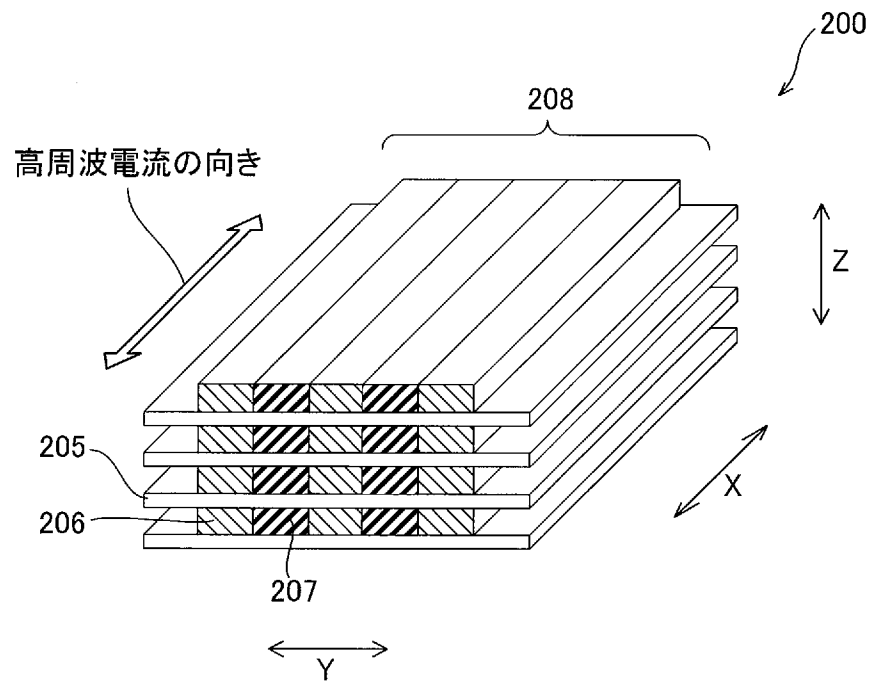


[図58]

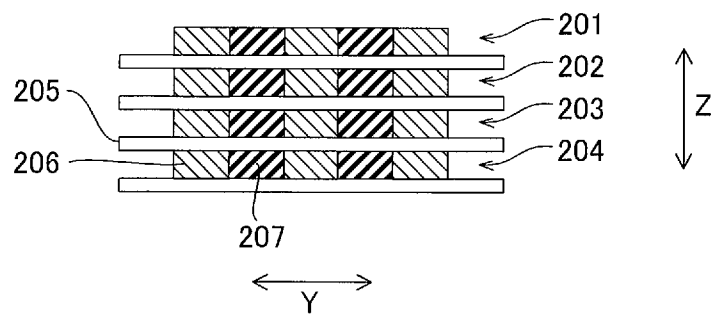
1760-1760



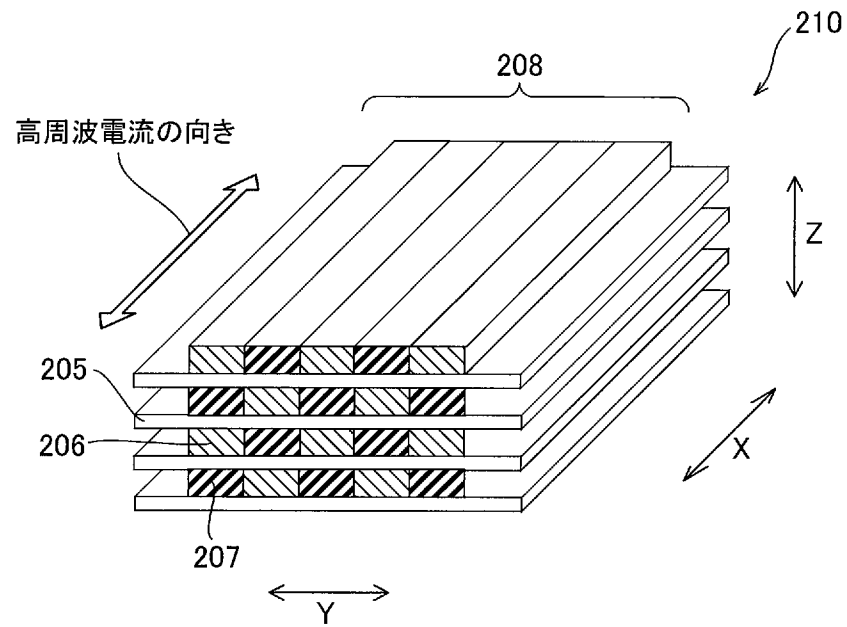
[図59]



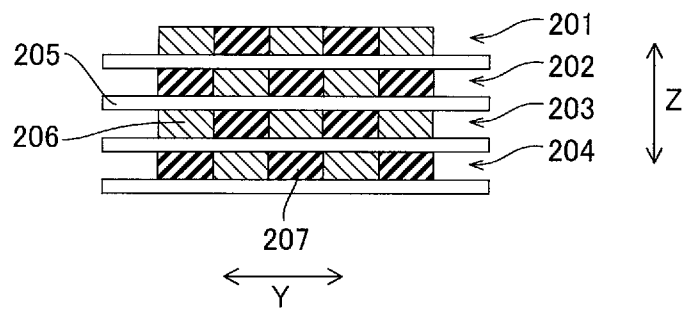
[図60]



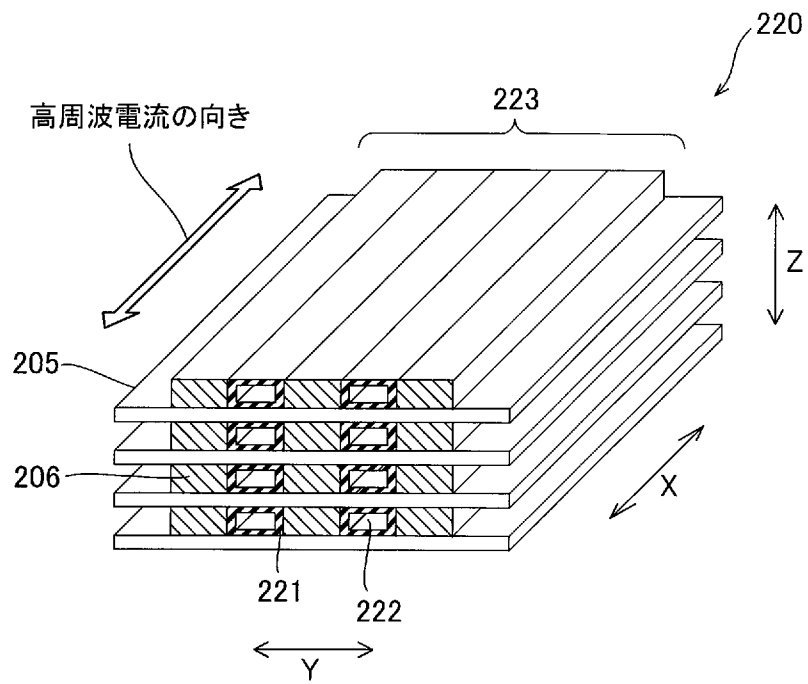
[図61]



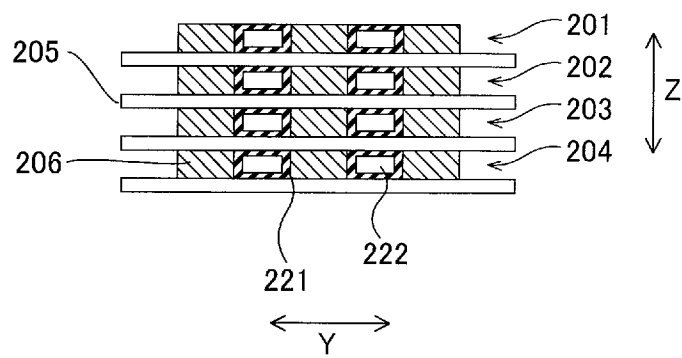
[図62]



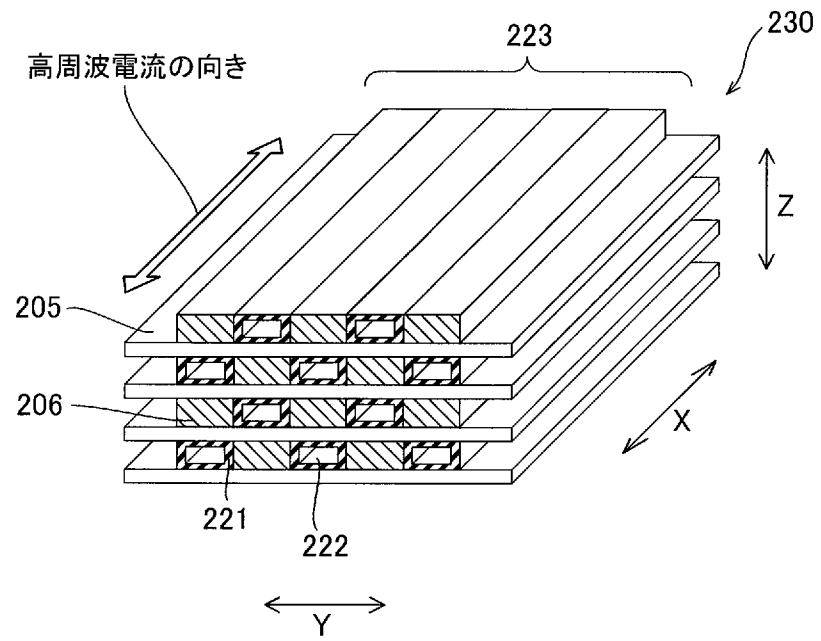
[図63]



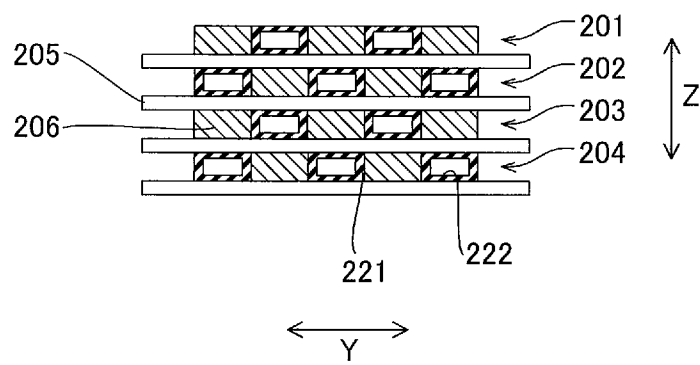
[図64]



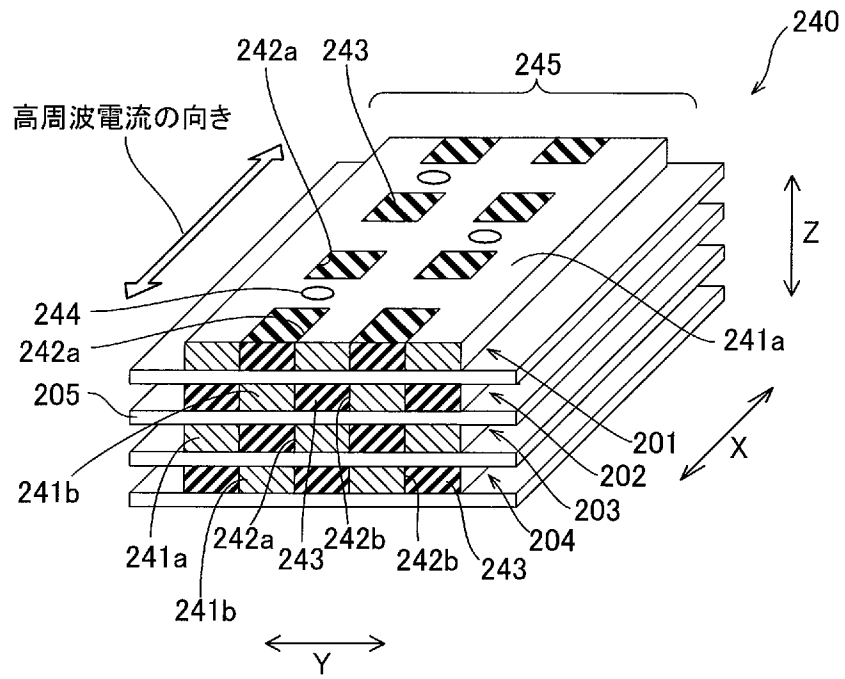
[図65]



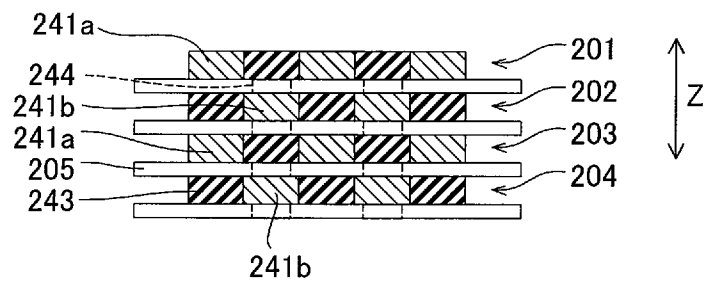
[図66]



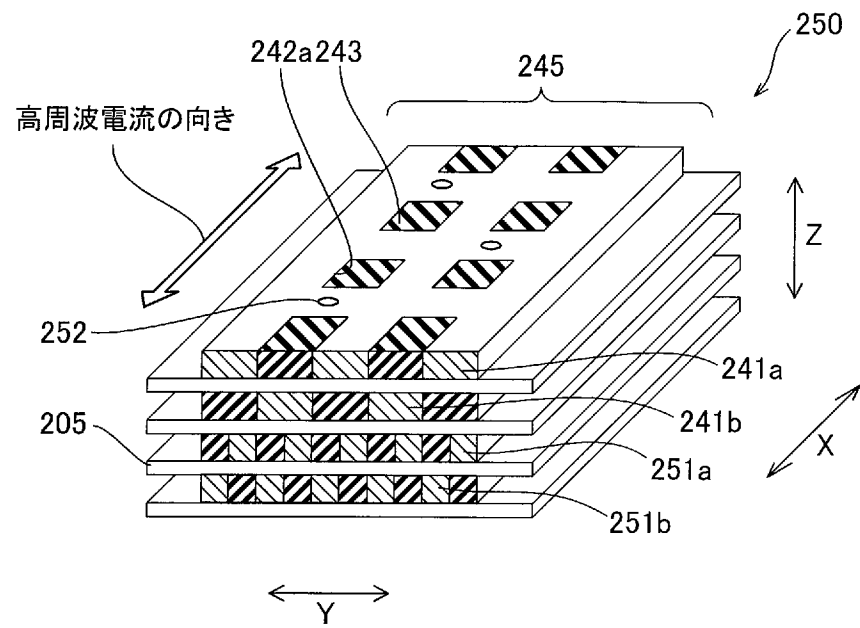
[図67]



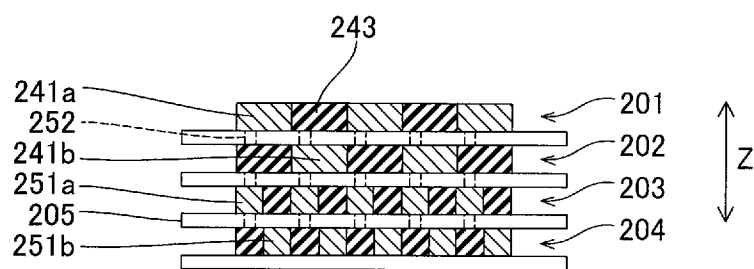
[図68]



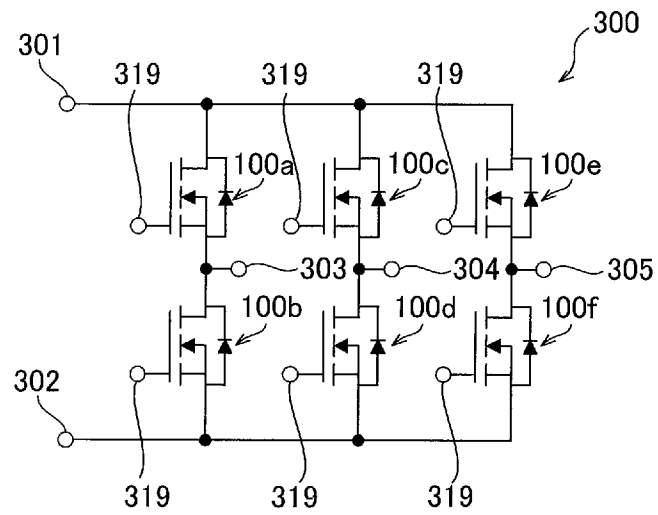
[図69]



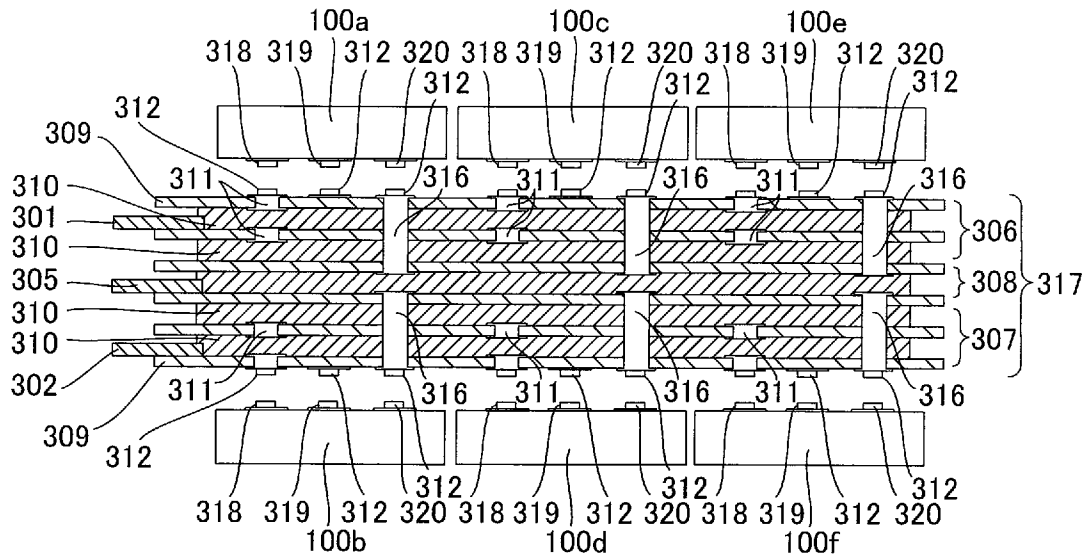
[図70]



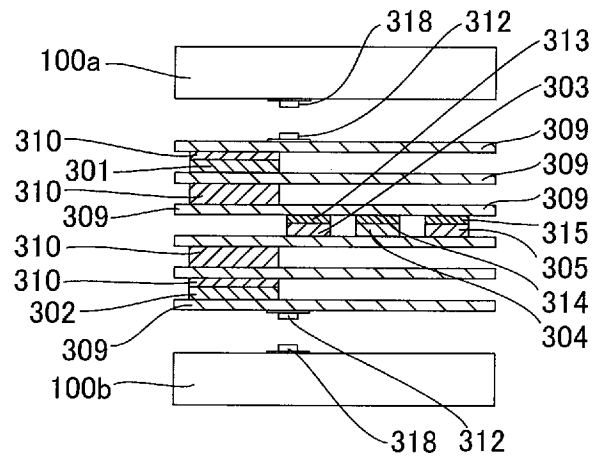
[図71]



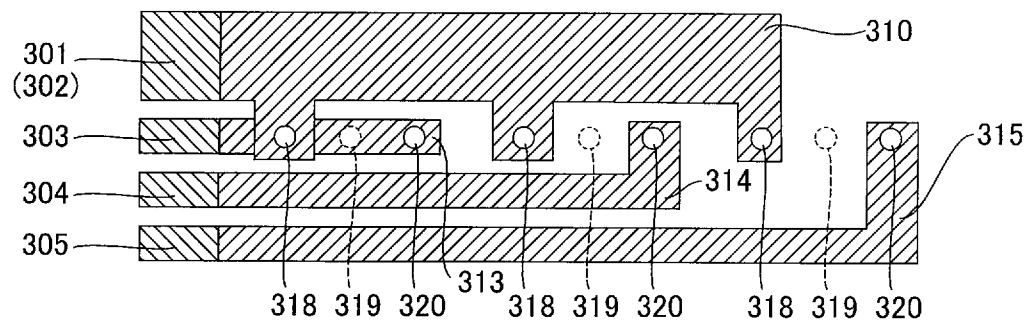
[図72]



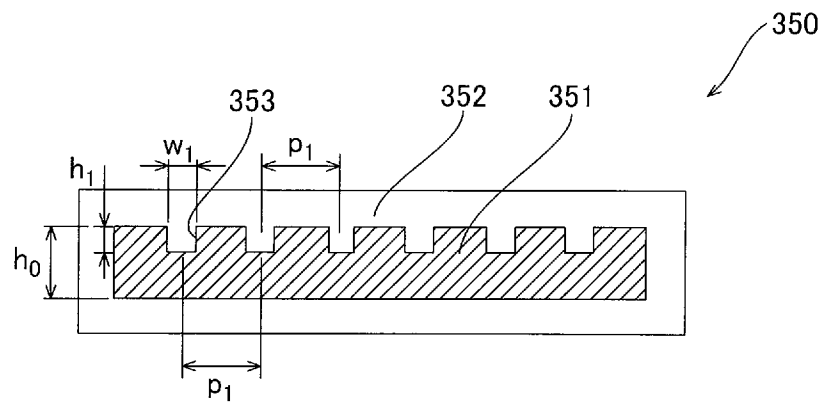
[図73]



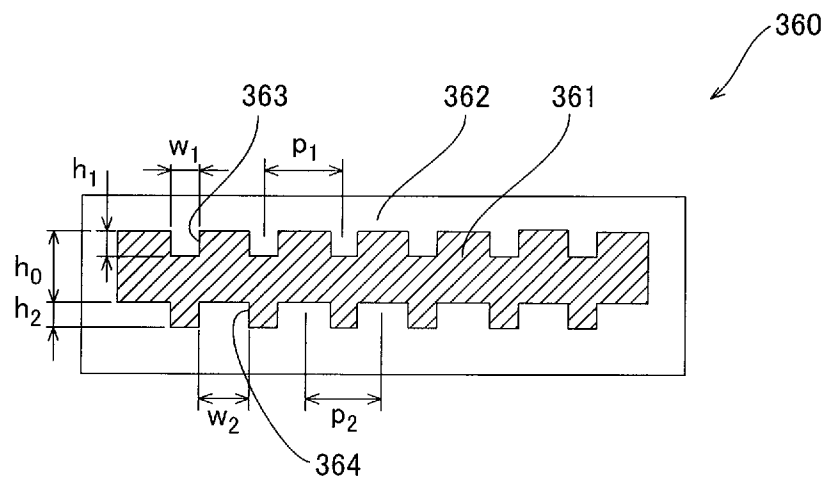
[図74]



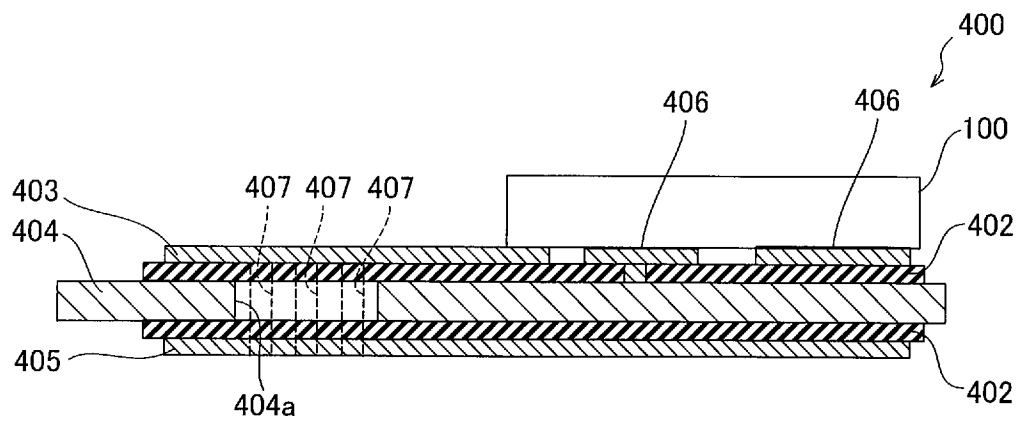
[図75]



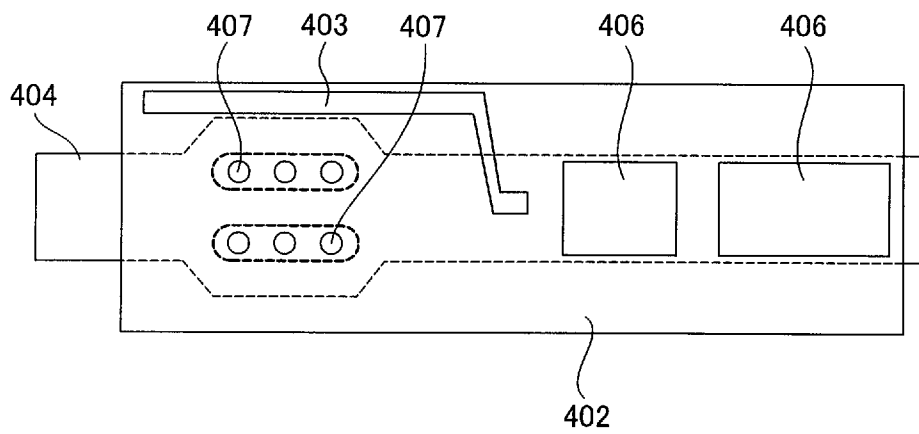
[図76]



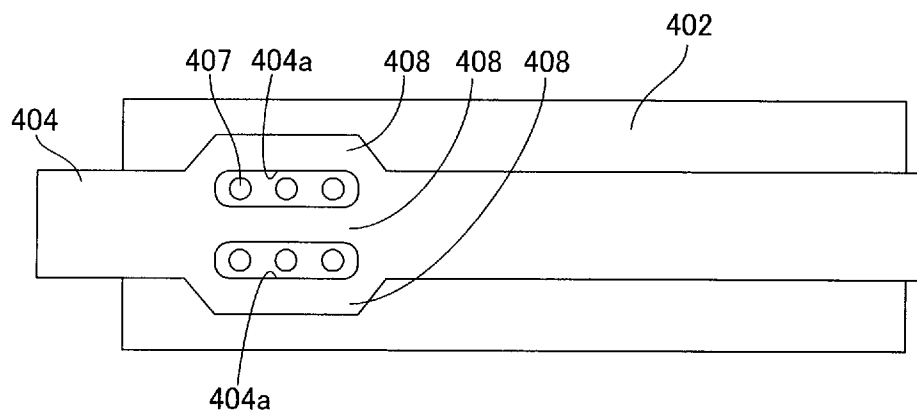
[図77]

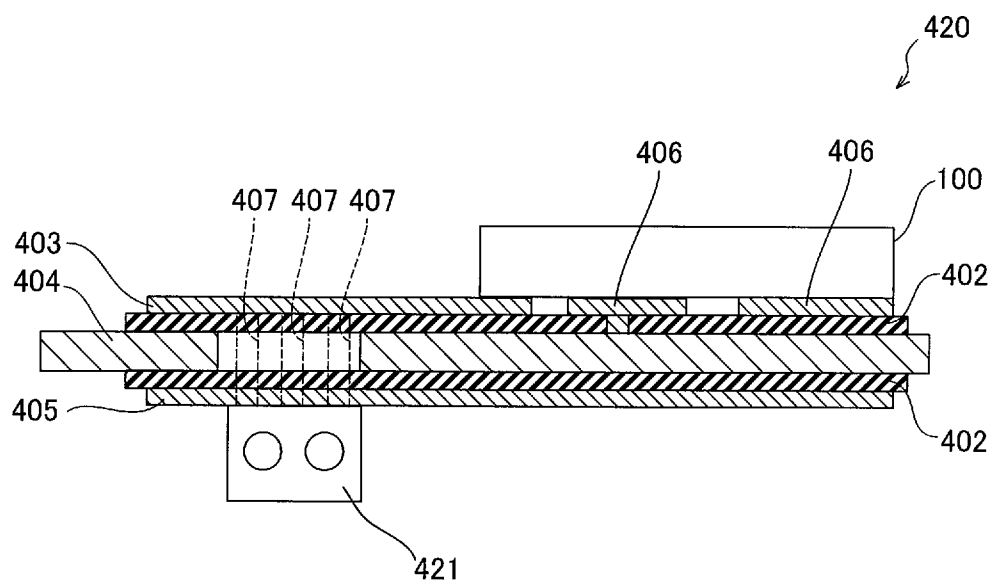


[図78]

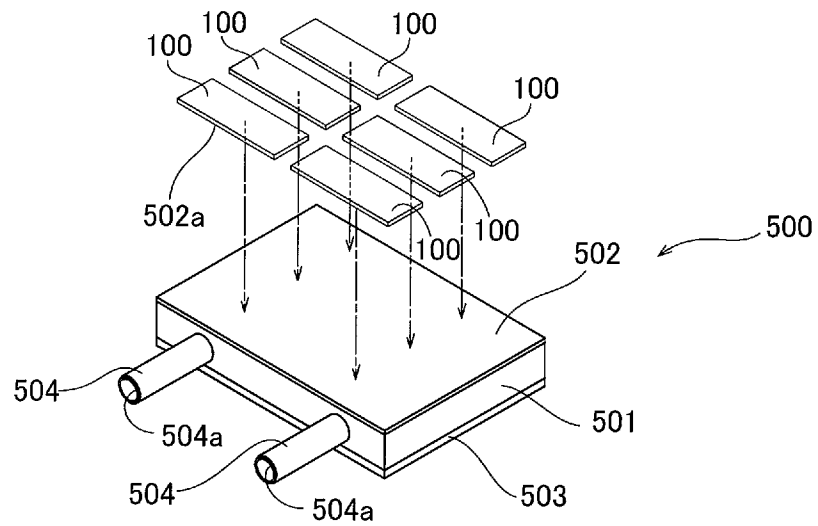


[図79]

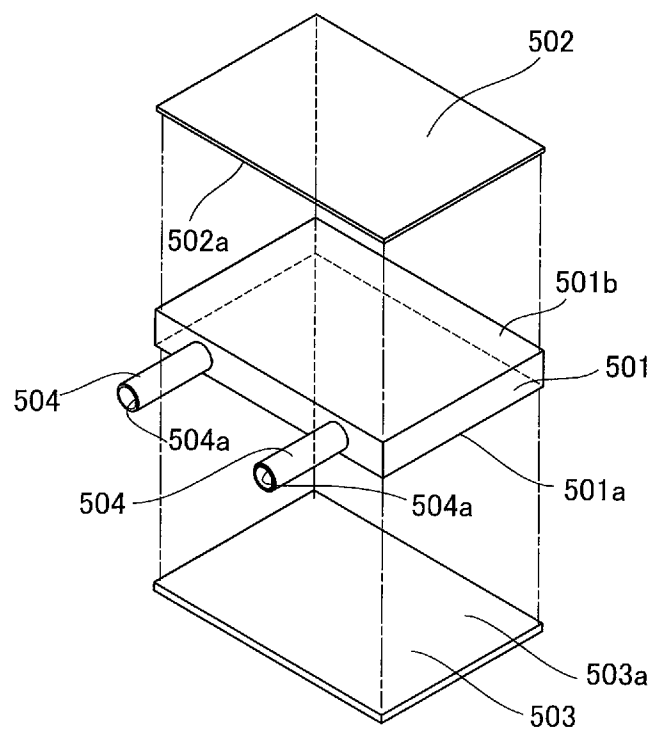




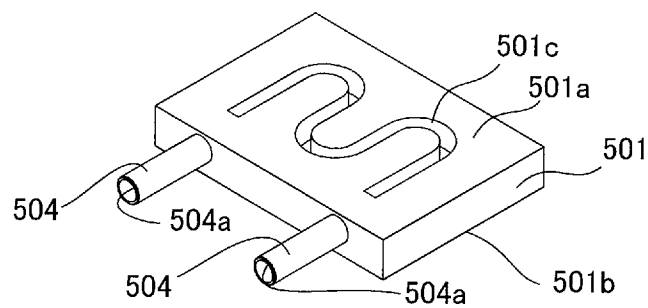
[図82]



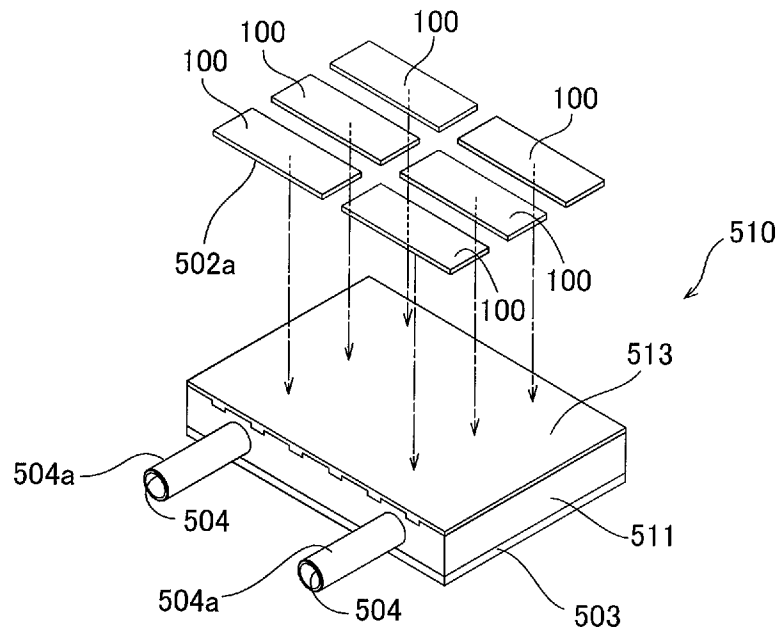
[図83]



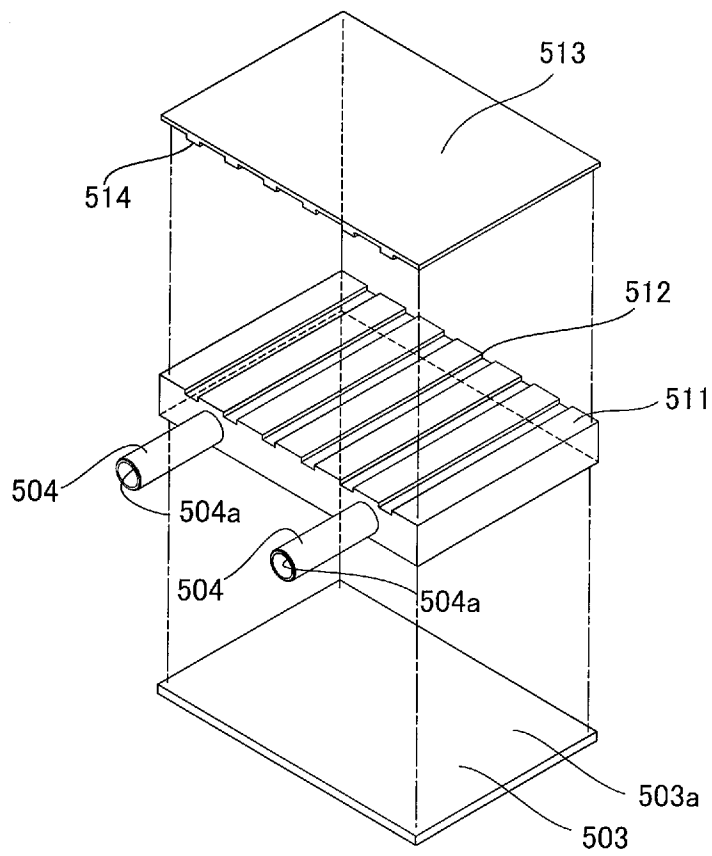
[図84]



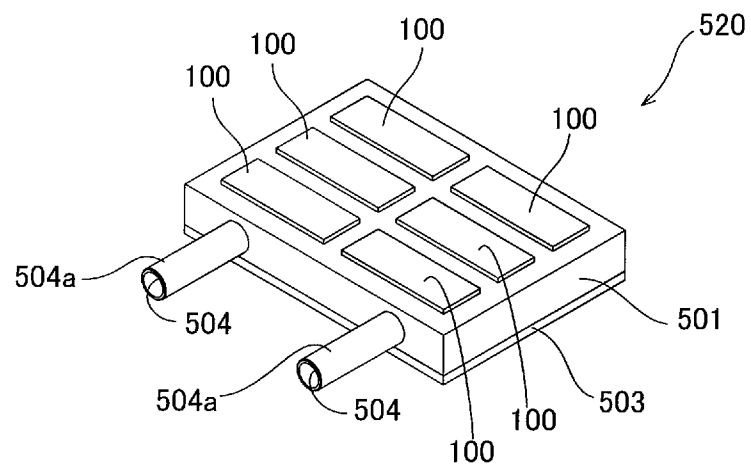
[図85]



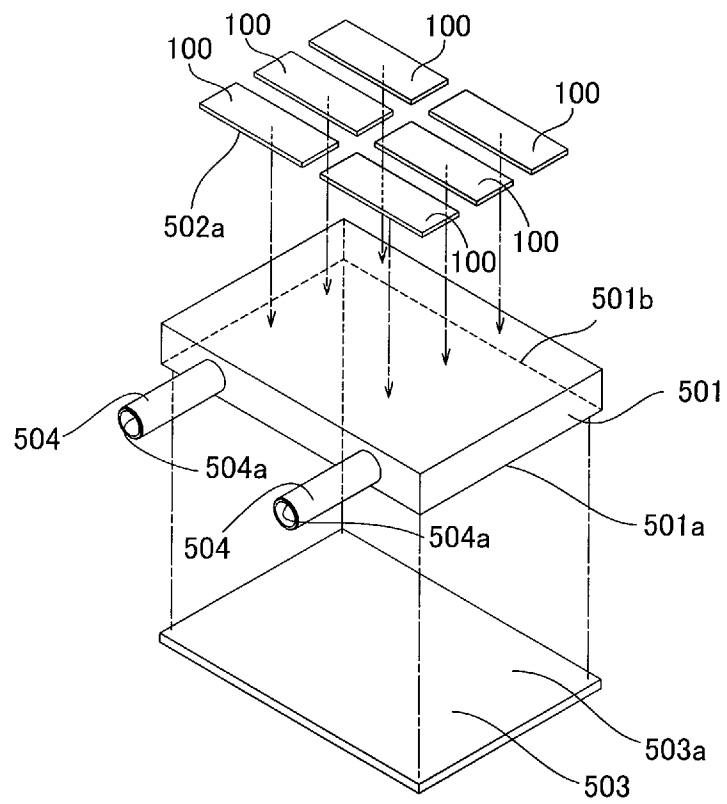
[図86]



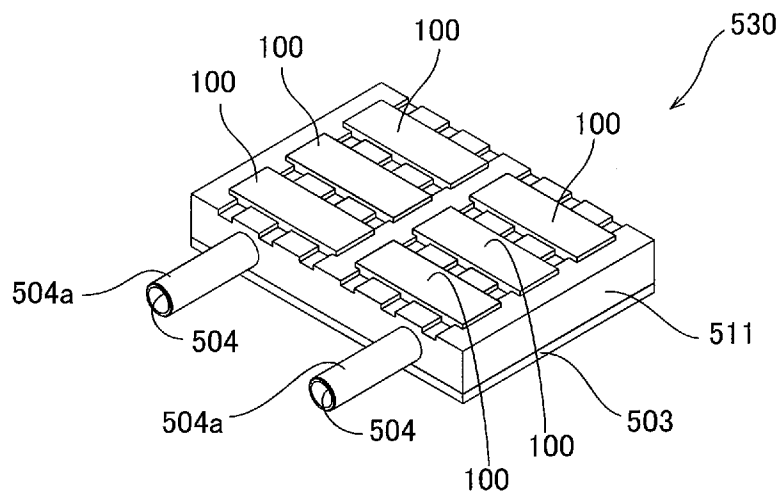
[図87]



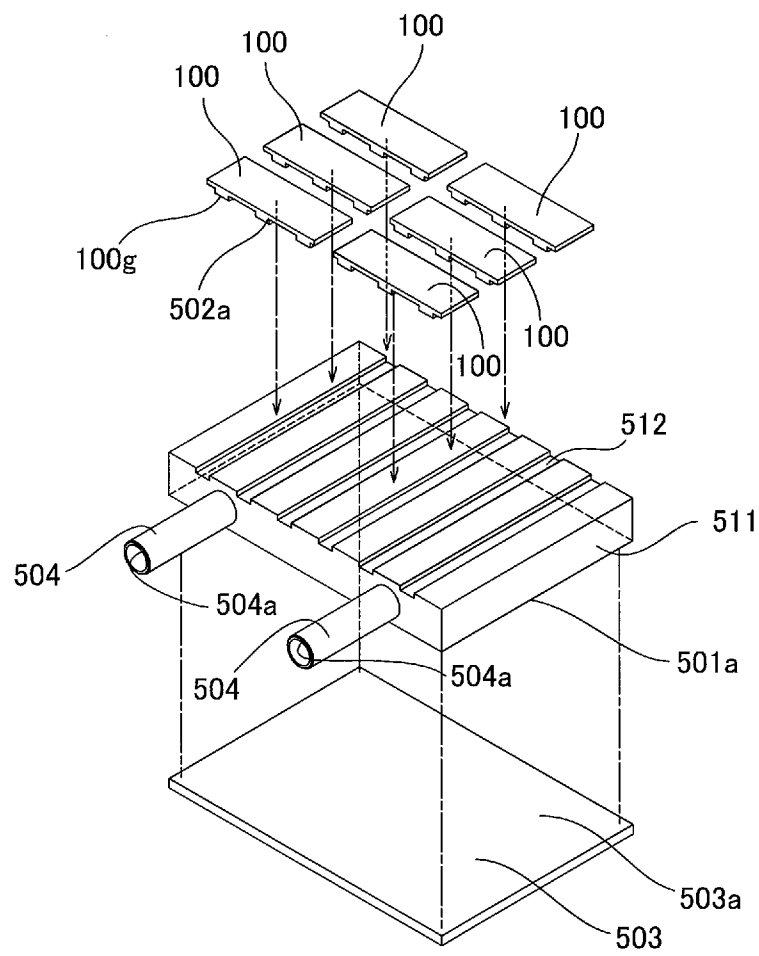
[図88]



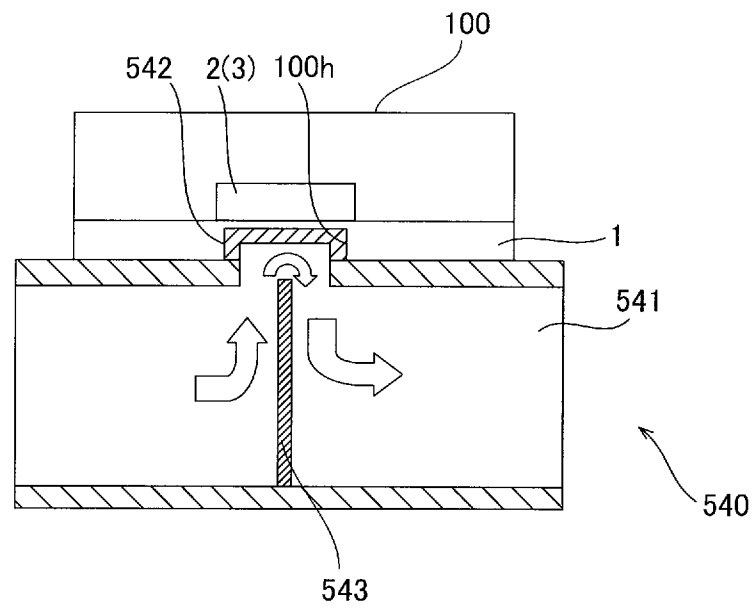
[図89]



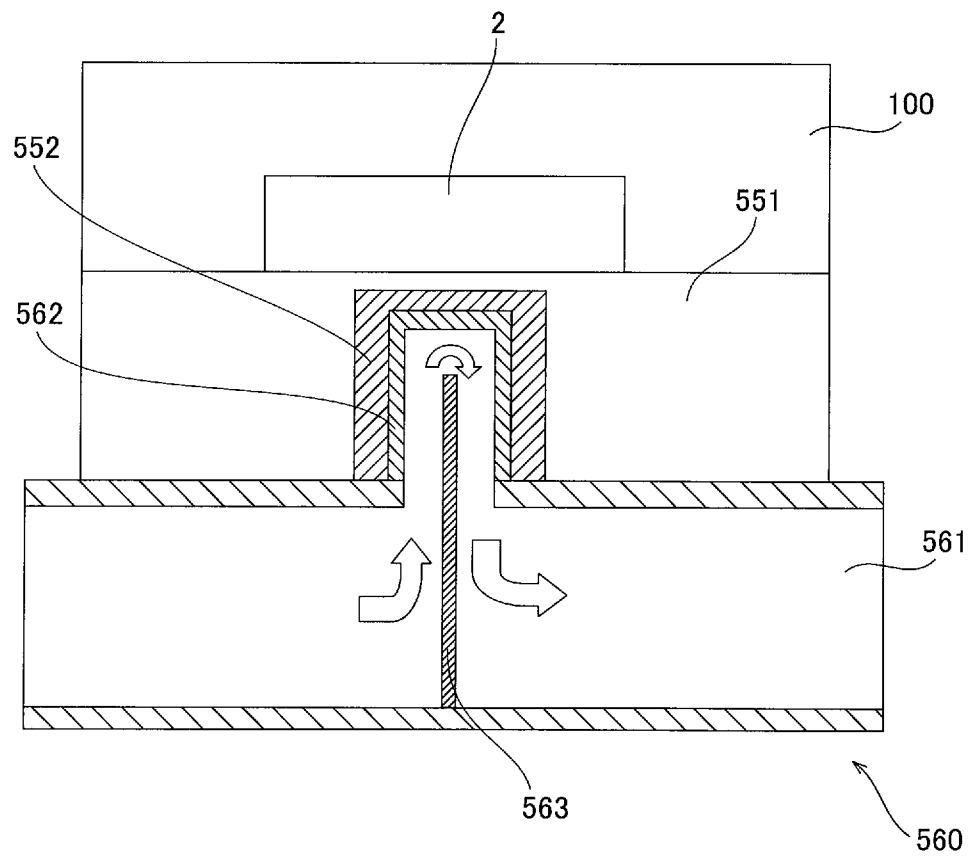
[図90]



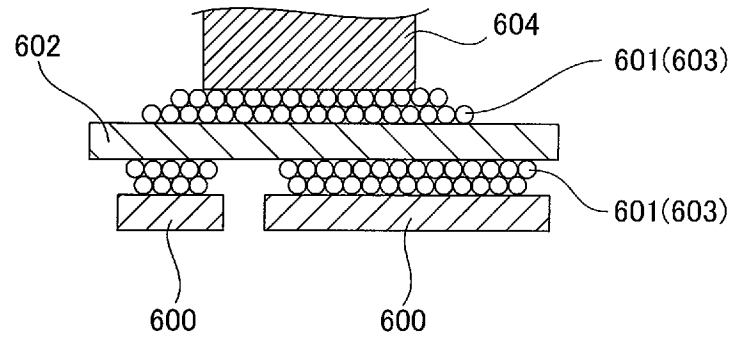
[図91]



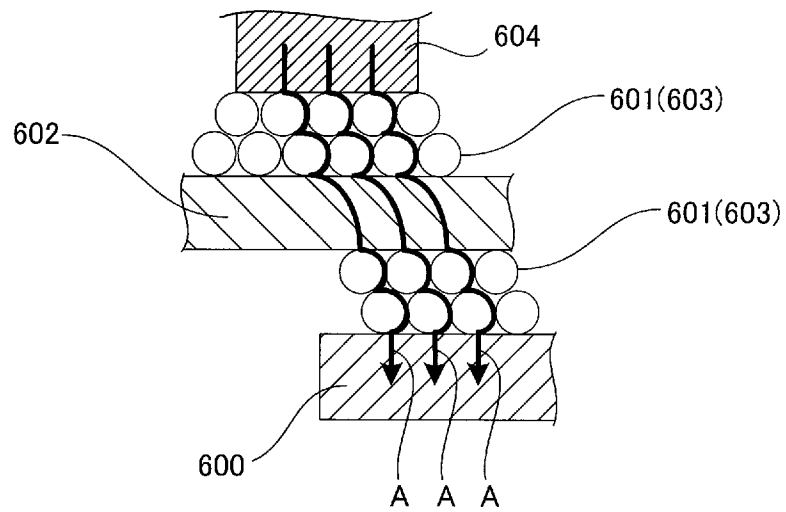
[図92]



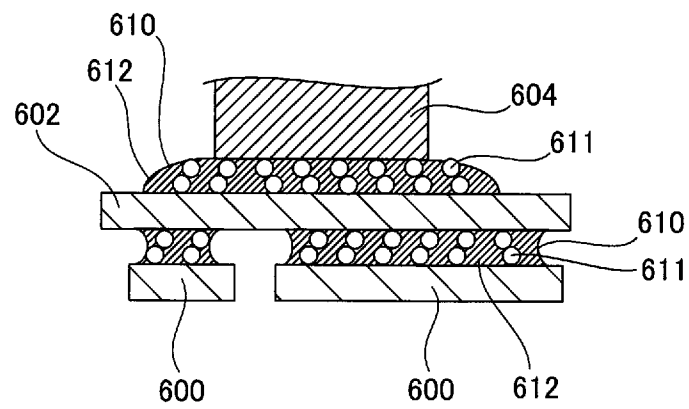
[図93]



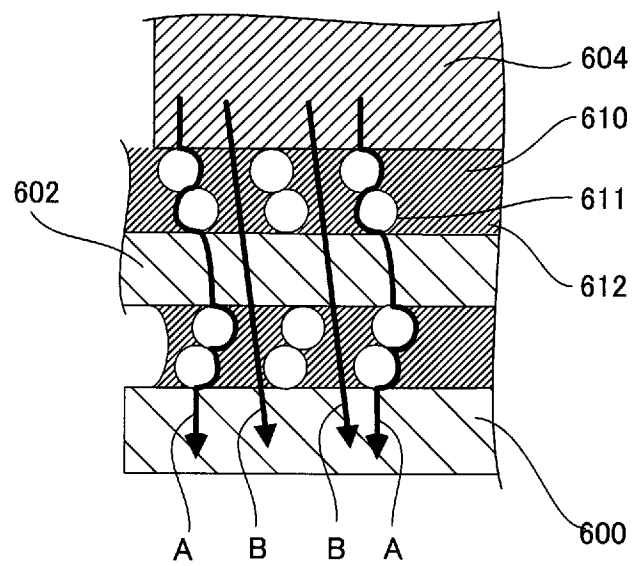
[図94]



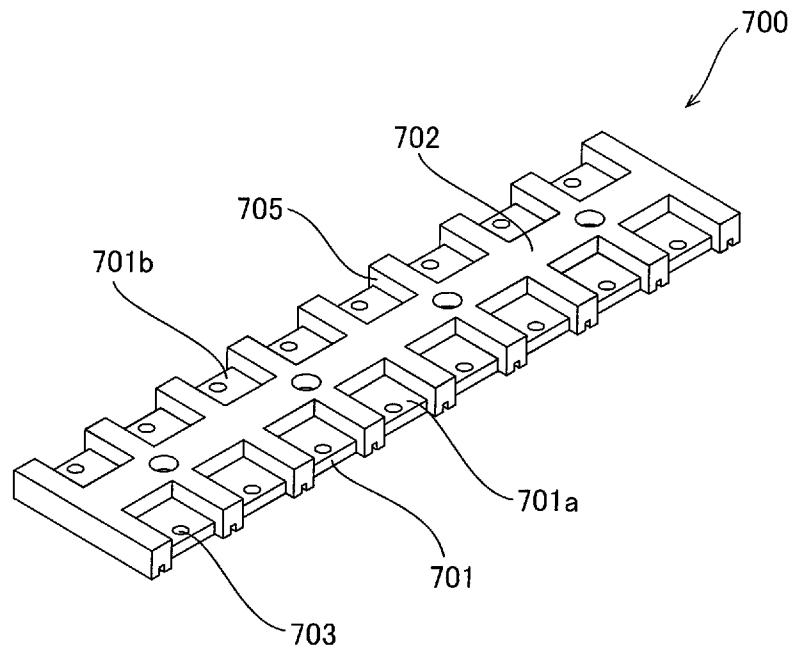
[図95]



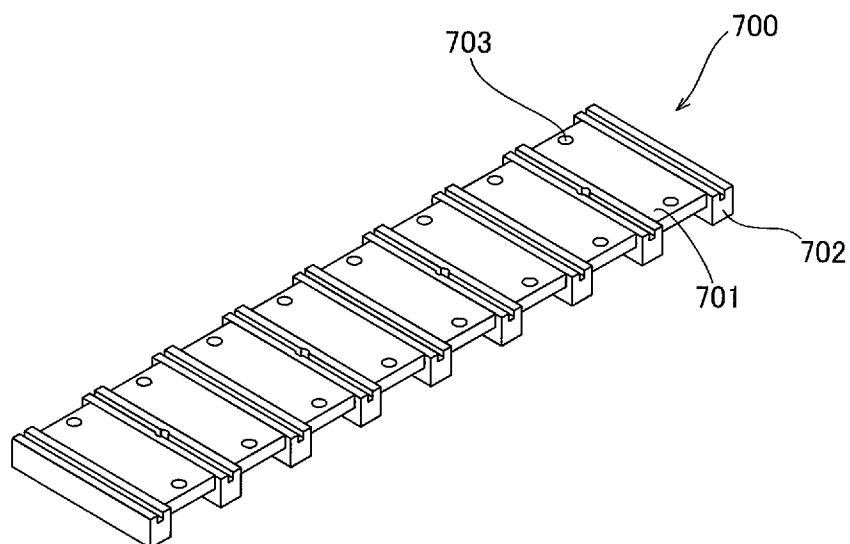
[図96]



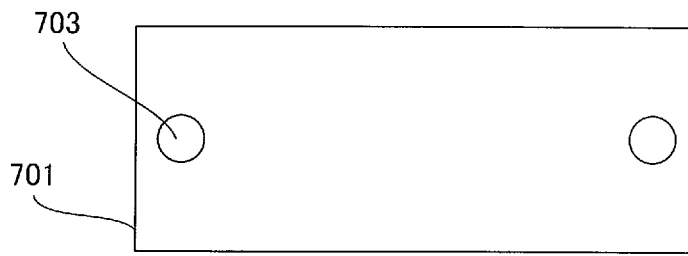
[図97]



[図98]

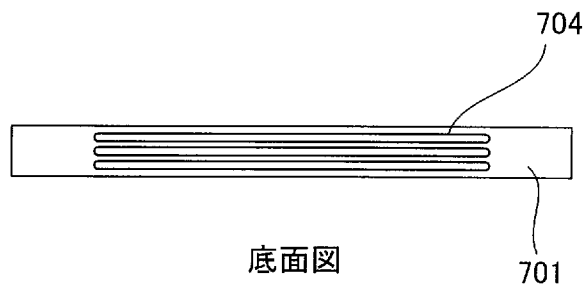


[図99]



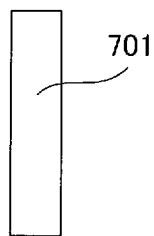
正面図

[図100]



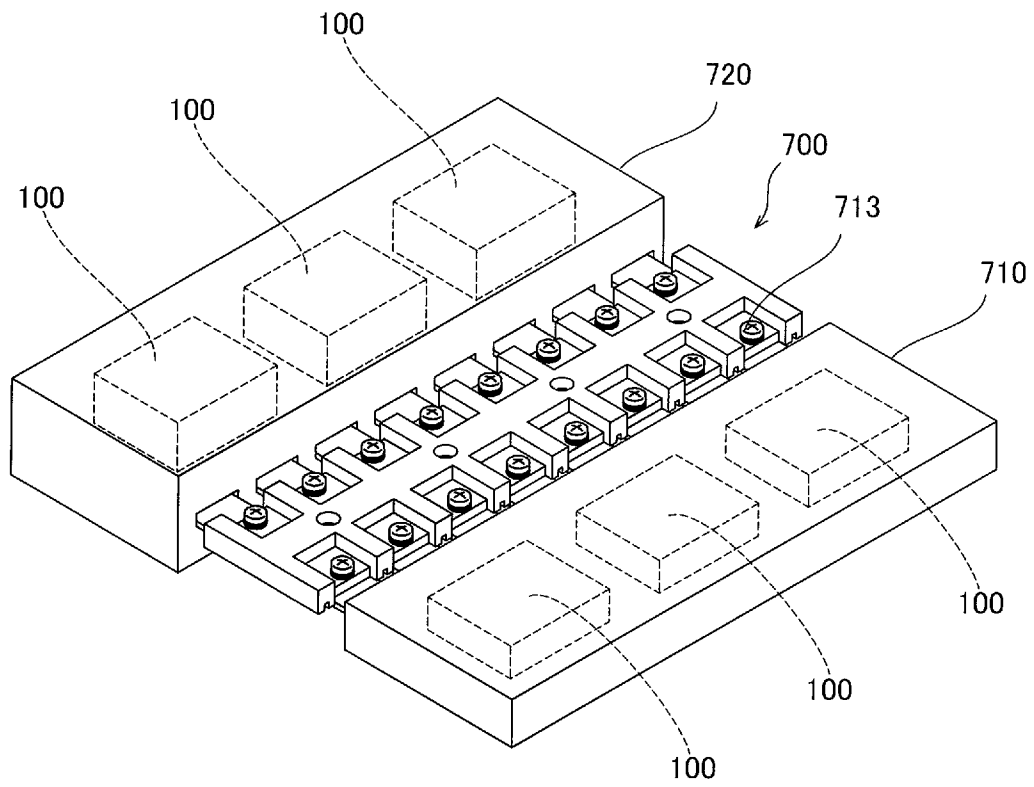
底面図

[図101]

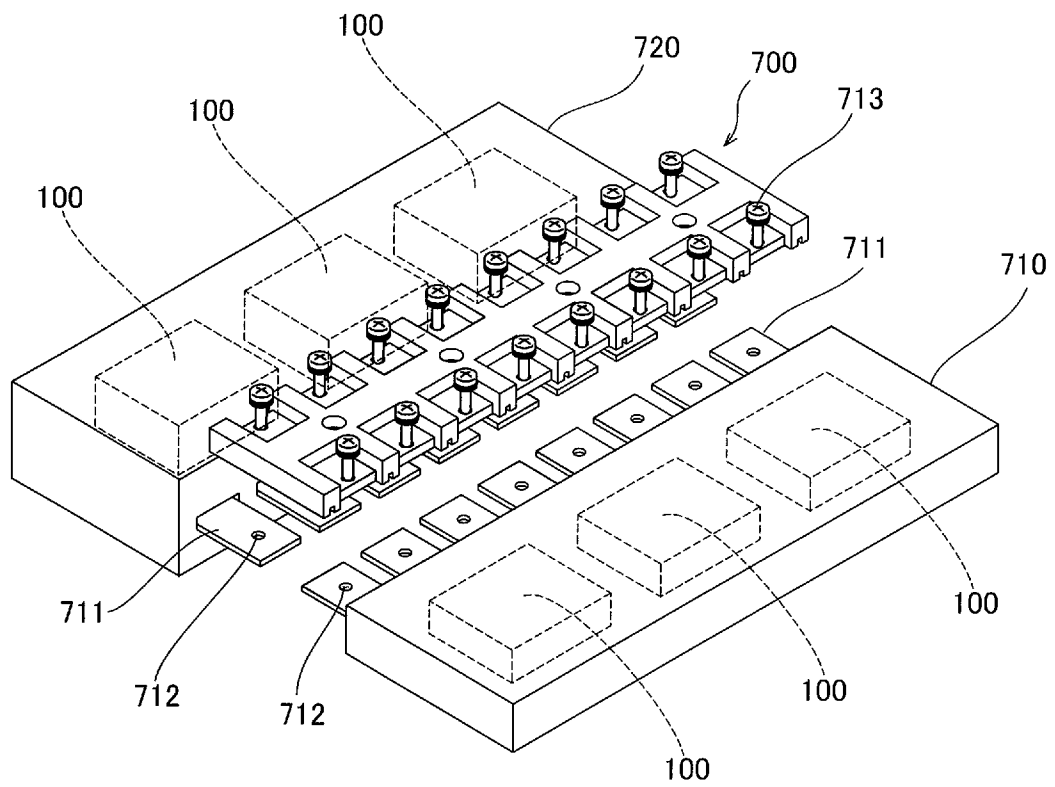


側面図

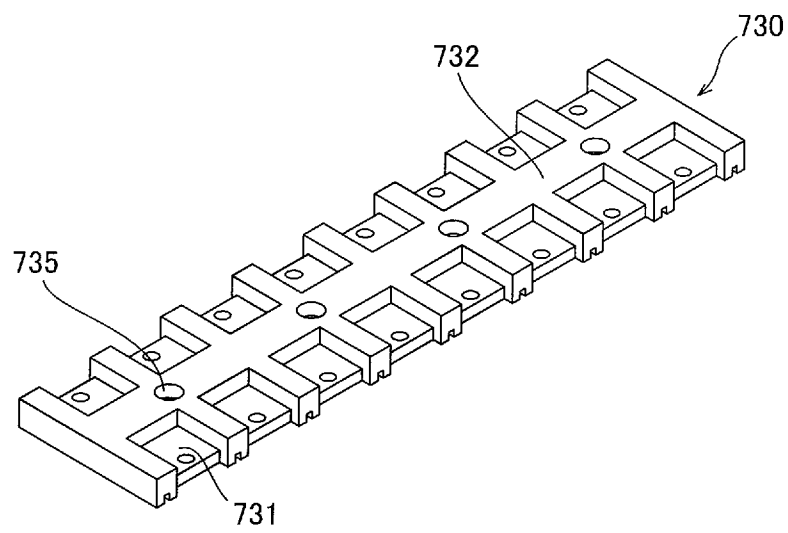
[図102]



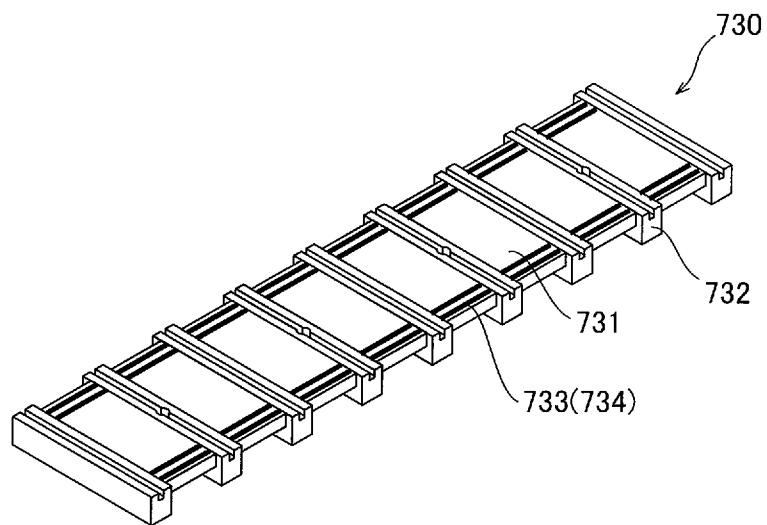
[図103]



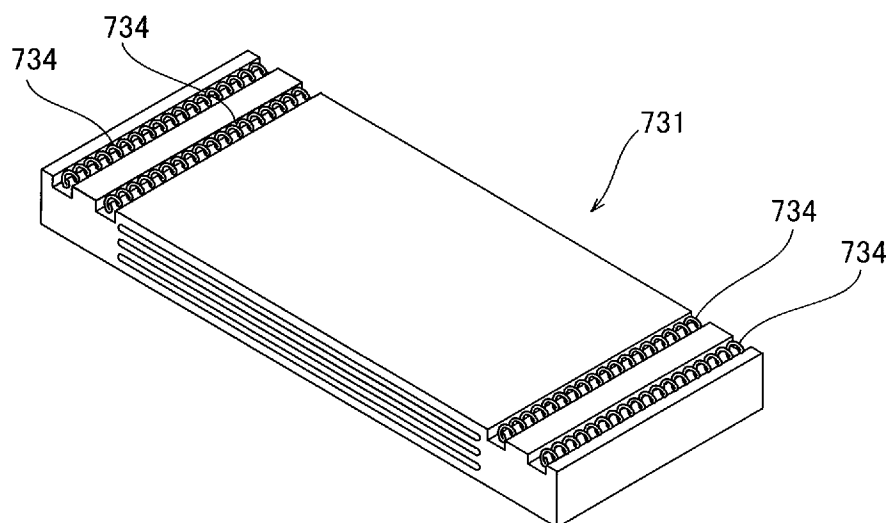
[図104]



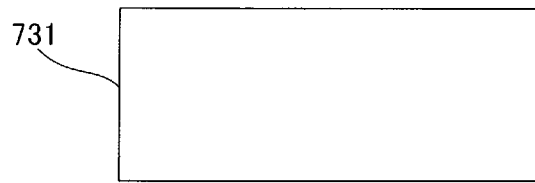
[図105]



[図106]

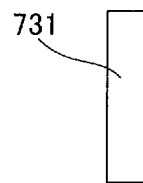


[図107]



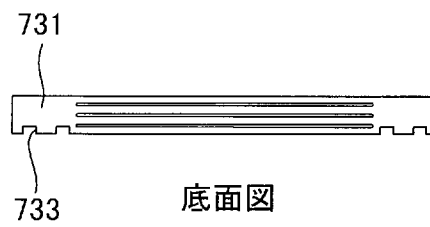
正面図

[図108]



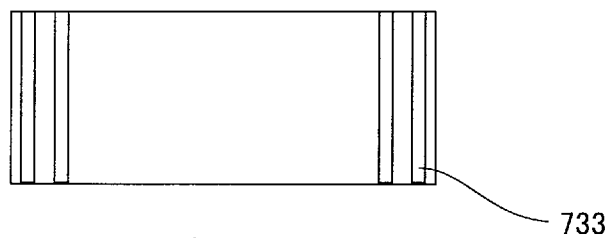
側面図

[図109]



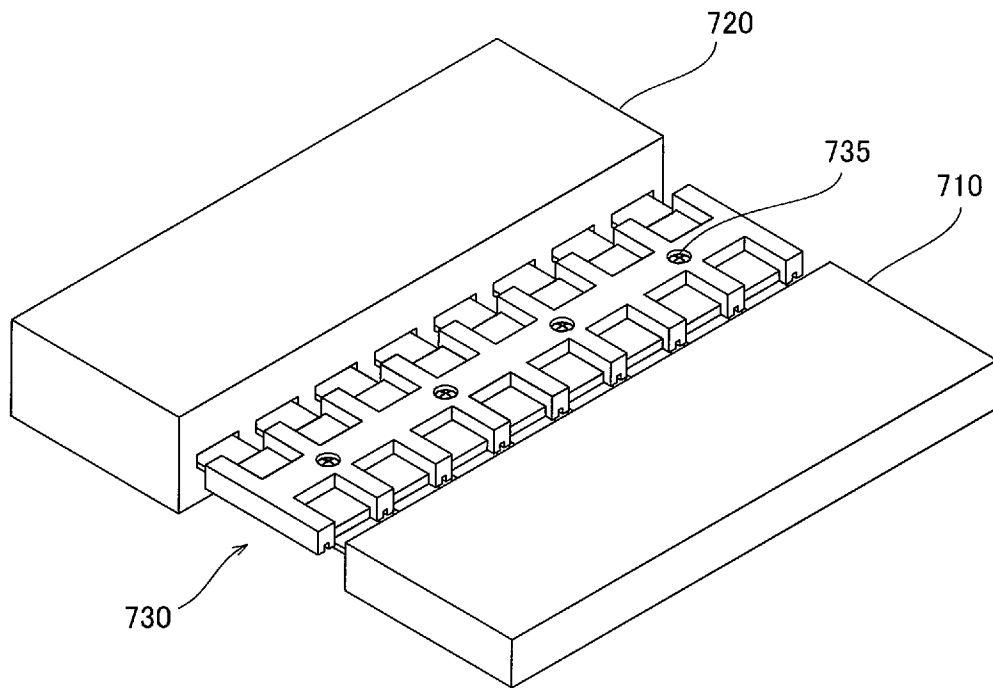
底面図

[図110]

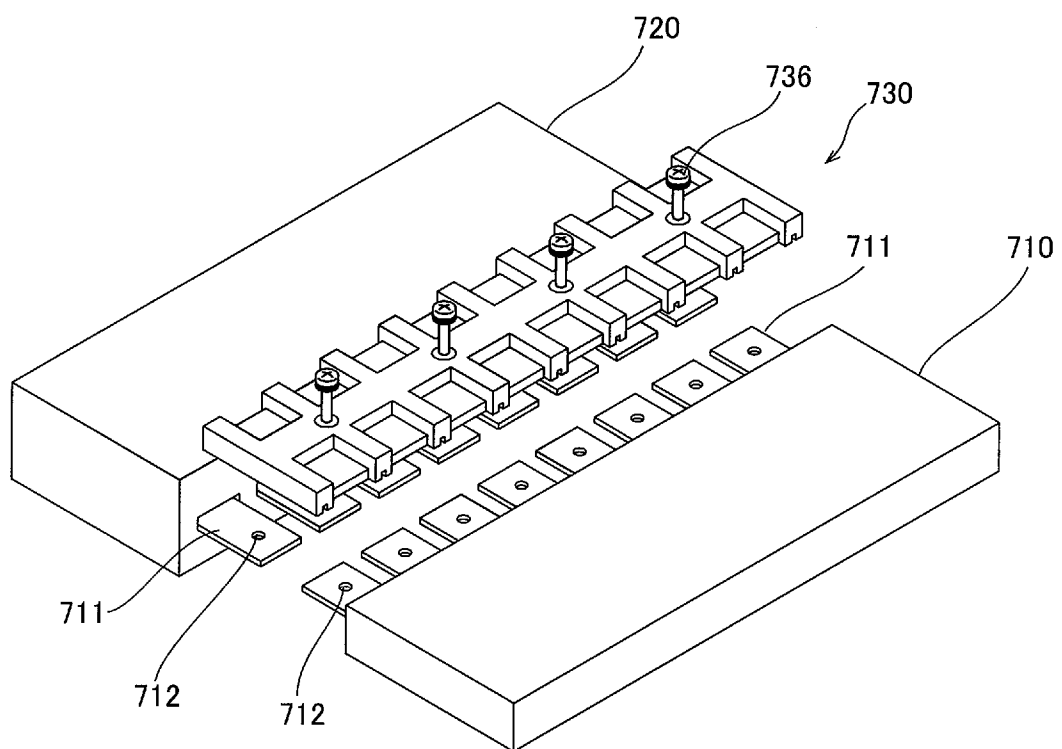


裏面図

[図111]



[図112]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L25/07(2006.01)i, H01L23/48(2006.01)i, H01L25/18(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)

H01L25/07, H01L23/48, H01L25/18

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 <u>Y</u>	JP 2000-243887 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 08 September 2000 (08.09.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-8, 11, 22-25, 35-39 <u>9-10, 12-21,</u> <u>26-34, 40</u>
Y	JP 2009-43820 A (Rohm Co., Ltd.), 28 February 2009 (28.02.2009), entire text; all drawings & WO 2009/020061 A1	9, 10
Y	JP 6-132424 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 13 May 1994 (13.05.1994), entire text; all drawings (Family: none)	12



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
03 September, 2010 (03.09.10)Date of mailing of the international search report
14 September, 2010 (14.09.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060336

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-125826 A (Hitachi, Ltd.), 15 May 1998 (15.05.1998), entire text; all drawings (Family: none)	12-21, 40
Y	JP 2008-270297 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text; all drawings (Family: none)	19-21
Y	JP 2002-270743 A (NEC Corp.), 20 September 2002 (20.09.2002), entire text; all drawings & US 6670699 B2	26-32
Y	JP 11-112113 A (Hitachi, Ltd.), 23 April 1999 (23.04.1999), entire text; all drawings (Family: none)	33-34

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060336

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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:

The inventions in claims 1 - 40 are considered to be linked by only such a matter that "in a conductor for an electrode having the upper end surface substantially parallel to the side surface connected to an electrode of a semiconductor element for conversion of electric power, said upper end surface is exposed on the upper surface of a sealing material".

(continued to extra 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

International application No.

PCT/JP2010/060336

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

However, the above-said matter cannot be a special technical feature as disclosed in JP 2000-243887 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 8 September 2000 (08.09.2000), fig. 1. Therefore, among the inventions set forth in claims 1 - 40, there is no special technical feature for so linking the inventions as to form a single general inventive concept.

Consequently, it is obvious that the inventions in claims 1 - 40 do not comply with the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L25/07(2006.01)i, H01L23/48(2006.01)i, H01L25/18(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. H01L25/07, H01L23/48, H01L25/18			
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 1 9 7 1 - 2 0 1 0 年 1 9 9 6 - 2 0 1 0 年 1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2000-243887 A（三洋電機株式会社）2000.09.08, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-8, 11, 22-25, 35-39	
<u>Y</u>		<u>9-10, 12-21,</u> <u>26-34, 40</u>	
Y	JP 2009-43820 A（ローム株式会社）2009.02.28, 全文, 全図 & WO 2009/020061 A1	9, 10	
☒ 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 3 . 0 9 . 2 0 1 0		国際調査報告の発送日 1 4 . 0 9 . 2 0 1 0	
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 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 石野 忠志 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1	4 R 3 5 4 7

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
Y	JP 6-132424 A (富士電機株式会社) 1994. 05. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	12
Y	JP 10-125826 A (株式会社日立製作所) 1998. 05. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	12-21, 40
Y	JP 2008-270297 A (住友電気工業株式会社) 2008. 11. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	19-21
Y	JP 2002-270743 A (日本電気株式会社) 2002. 09. 20, 全文, 全図 & US 6670699 B2	26-32
Y	JP 11-112113 A (株式会社日立製作所) 1999. 04. 23, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	33-34

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

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。

請求項1-40に係る発明は、「電力変換用半導体素子の電極に接続された側面と略平面な上端面とを有する電極用導体の、上端面が封止材の上面において露出する」という事項でのみ関連していると認める。

しかし、上記事項は文献JP 2000-243887 A（三洋電機株式会社）2000.09.08, 図1に開示されており、特別な技術的特徴とはなり得ないから、請求項1-40に記載される発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように関連させるための、特別な技術的特徴は存在しない。
よって、請求項1-40に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

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。