(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
2024年2月1日(01.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/024372 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/36 (2006.01) *H01L 25/18* (2023.01)
F28D 7/16 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/023825

(22) 国際出願日： 2023年6月27日(27.06.2023)

(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 2022-118313 2022年7月25日(25.07.2022) JP

(71) 出願人: ローム株式会社 (**ROHM CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 富士 和則 (**FUJI Kazunori**); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 臼井 尚, 外 (**USUI Takashi** et al.); 〒5430014 大阪府大阪市天王寺区玉造元町２番３２－１３０１ Osaka (JP).

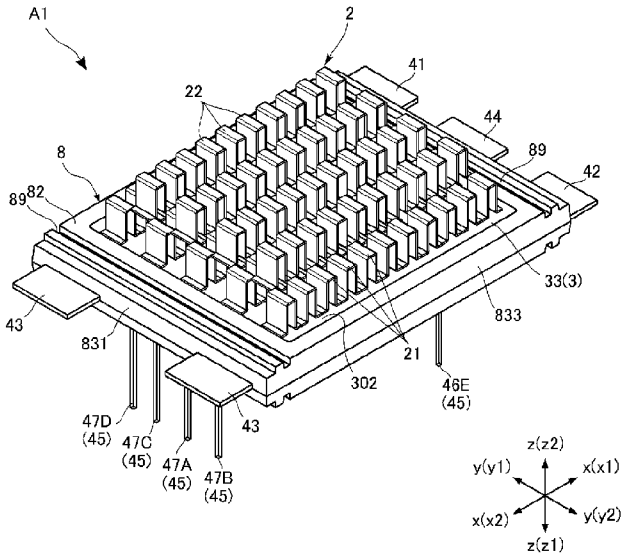
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

WO 2024/024372 A1

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

(54) 発明の名称： 半導体装置、電力変換ユニットおよび半導体装置の製造方法

FIG.2



(57) **Abstract:** This semiconductor device comprises a first semiconductor element, a second semiconductor element, a support substrate, and an encapsulating resin, the semiconductor device further comprising a heat radiation member that is located on a rear surface. The heat radiation member includes a plurality of first protruding elements, each having a first base portion, a second base portion, a first raised portion, a second raised portion, and a first tip portion. The plurality of first protruding elements are arranged in a matrix along a plane that includes a first direction and a second direction.

[続葉有]

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：半導体装置は、第１半導体素子、第２半導体素子と、支持基板と、封止樹脂と、を備え、裏面に配置された放熱部材をさらに備える。前記放熱部材は、各々が第１基部、第２基部、第１起立部、第２起立部および第１先端部を有する複数の第１凸状要素を含む。前記複数の第１凸状要素は、第１方向および第２方向とが含まれる平面に沿ってマトリクス状に配置されている。

明　細　書

発明の名称 ：

半導体装置、電力変換ユニットおよび半導体装置の製造方法

技術分野

[0001]　本開示は、半導体装置、電力変換ユニットおよび半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002]　従来、ＭＯＳＦＥＴ（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）やＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor）などの電力用スイッチング素子を備える半導体装置が知られている。このような半導体装置は、産業機器から家電や情報端末、自動車用機器まであらゆる電子機器に搭載される。特許文献１には、従来の半導体装置（パワーモジュール）が開示されている。特許文献１に記載の半導体装置は、半導体素子、および、支持基板（セラミック基板）を備えている。半導体素子は、たとえばＳｉ（シリコン）製のＩＧＢＴである。支持基板は、半導体素子を支持する。支持基板は、絶縁性の基材と、基材の両面に積層された導体層とを含む。基材は、たとえばセラミックからなる。各導体層は、たとえばＣｕ（銅）からなり、一方の導体層には、半導体素子が接合される。半導体素子は、たとえば封止樹脂により覆われている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２１－１９０５０５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　パワーモジュールの動作時には、半導体素子が発熱する。パワーモジュールが適切に動作するには、半導体素子からの熱を外部に速やかに放熱することが好ましい。

[0005] 本開示は、従来より改良が施された半導体装置、電力変換ユニットおよび半導体装置の製造方法を提供することを一の課題とする。特に本開示は、上記した事情に鑑み、より速やかに放熱することが可能な半導体装置、電力変換ユニットおよび半導体装置の製造方法を提供することをその一の課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の第１の側面によって提供される半導体装置は、半導体素子と、前記半導体素子を支持する支持基板と、前記半導体素子と前記支持基板の一部とを覆う封止樹脂と、を備える。前記支持基板は、厚さ方向の第１側を向く主面と、第２側を向き且つ前記封止樹脂から露出した裏面を有する。前記半導体素子は、前記主面に搭載されており、前記裏面に配置された放熱部材をさらに備える。前記放熱部材は、各々が第１基部、第２基部、第１起立部、第２起立部および第１先端部を有する複数の第１凸状要素を含む。前記第１基部および前記第２基部は、前記厚さ方向と直交する第１方向に互いに離隔しており、且つ前記裏面に各々が接合されている。前記第１先端部は、前記第１方向において前記第１基部および前記第２基部の間に位置し、且つ前記厚さ方向において前記第１基部および前記第２基部よりも前記第２側に位置する。前記第１起立部は、前記第１基部と前記第１先端部とに繋がっている。前記第２起立部は、前記第２基部と前記第１先端部とに繋がっている。前記複数の第１凸状要素は、前記第１方向と前記厚さ方向および前記第１方向に直交する第２方向とが含まれる平面に沿ってマトリクス状に配置されている。

[0007] 本開示の第２の側面によって提供される電力変換ユニットは、本開示の第１の側面によって提供される半導体装置と、前記半導体装置の前記厚さ方向の前記第２側に配置された冷却装置と、を備える。前記冷却装置は、前記放熱部材を収容し且つ冷却媒体を流動させる筐体を有する。

[0008] 本開示の第３の側面によって提供される半導体装置の製造方法は、金属板材料を用いて放熱部材を形成する工程と、支持基板の裏面に前記放熱部材を

配置する工程と、を備えている。前記放熱部材を形成する工程は、前記金属板材料の厚さ方向と直交する方向である第１方向に沿った複数の切断線を形成する処理と、前記金属板材料のうち前記厚さ方向および前記第１方向に直交する第２方向において隣り合う前記切断線に挟まれた部分を前記厚さ方向に突出した形状に変形させることにより、複数の第１凸状部を形成する処理と、を含む。

発明の効果

[0009] 上記構成によれば、半導体素子からの熱をより速やかに放熱することが可能である。

[0010] 本開示のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す斜視図である。

[図2]図２は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分斜視図である。

[図3]図３は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分斜視図である。

[図4]図４は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す平面図である。

[図5]図５は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分平面図である。

[図6]図６は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分側面図である。

[図7]図７は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分拡大平面図である。

[図8]図８は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分平面図である。

[図9]図９は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分平面図である。

[図10]図１０は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す側面図である。

[図11]図１１は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す底面図である。

[図12]図１２は、図５のＸＩＩ－ＸＩＩ線に沿う断面図である。

[図13]図１３は、図５のＸＩＩＩ－ＸＩＩＩ線に沿う断面図である。

[図14]図１４は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分拡大断面図である。

[図15]図１５は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置を示す部分拡大断面図である。

[図16]図１６は、図５のＸＶＩ－ＸＶＩ線に沿う断面図である。

[図17]図１７は、図５のＸＶＩＩ－ＸＶＩＩ線に沿う断面図である。

[図18]図１８は、図５のＸＶＩＩＩ－ＸＶＩＩＩ線に沿う断面図である。

[図19]図１９は、図５のＸＩＸ－ＸＩＸ線に沿う断面図である。

[図20]図２０は、図５のＸＸ－ＸＸ線に沿う断面図である。

[図21]図２１は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す部分斜視図である。

[図22]図２２は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す部分平面図である。

[図23]図２３は、図２２のＸＸＩＩＩ－ＸＸＩＩＩ線に沿う部分断面図である。

[図24]図２４は、図２２のＸＸＩＶ－ＸＸＩＶ線に沿う部分断面図である。

[図25]図２５は、図２２のＸＸＶ－ＸＸＶ線に沿う部分断面図である。

[図26]図２６は、図２２のＸＸＶＩ－ＸＸＶＩ線に沿う部分断面図である。

[図27]図２７の（ａ）は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置の放熱部材の部分正面図であり、（ｂ）は、金属板材料の部分断面図であり、（ｃ）は、金属板材料の部分平面図である。

[図28]図２８の（ａ）は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置の放熱部

材の部分斜視図であり、（ｂ）～（ｄ）は、接合平面を示す斜視図である。

[図29]図２９は、本開示の第１実施形態に係る電力変換ユニットを示す断面図である。

[図30]図３０は、本開示の第１実施形態に係る電力変換ユニットを示す断面図である。

[図31]図３１は、本開示の第２実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す部分斜視図である。

[図32]図３２は、本開示の第２実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す部分平面図である。

[図33]図３３は、図３２のＸＸＸＩＩＩ－ＸＸＸＩＩＩ線に沿う部分断面図である。

[図34]図３４は、図３２のＸＸＸＩＶ－ＸＸＸＩＶ線に沿う部分断面図である。

[図35]図３５は、図３２のＸＸＸＶ－ＸＸＸＶ線に沿う部分断面図である。

[図36]図３６は、図３２のＸＸＸＶＩ－ＸＸＸＶＩ線に沿う部分断面図である。

[図37]図３７は、本開示の第３実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す部分斜視図である。

[図38]図３８は、本開示の第３実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す部分平面図である。

[図39]図３９は、図３８のＸＸＸＩＸ－ＸＸＸＩＸ線に沿う部分断面図である。

[図40]図４０は、図３８のＸＬ－ＸＬ線に沿う部分断面図である。

[図41]図４１は、図３８のＸＬＩ－ＸＬＩ線に沿う部分断面図である。

[図42]図４２は、図３８のＸＬＩＩ－ＸＬＩＩ線に沿う部分断面図である。

[図43]図４３は、本開示の第３実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す部分斜視図である。

[図44]図４４は、本開示の第３実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示す

部分平面図である。

[図45]図４５は、図４４のＸＬＶ－ＸＬＶ線に沿う部分断面図である。

[図46]図４６は、図４４のＸＬＶＩ－ＸＬＶＩ線に沿う部分断面図である。

[図47]図４７は、図４４のＸＬＶＩＩ－ＸＬＶＩＩ線に沿う部分断面図である。

[図48]図４８は、図４４のＸＬＶＩＩＩ－ＸＬＶＩＩＩ線に沿う部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の好ましい実施の形態につき、図面を参照して具体的に説明する。

[0013] 本開示における「第１」、「第２」、「第３」等の用語は、単に識別のために用いたものであり、それらの対象物に順列を付することを意図していない。

[0014] 本開示において、「ある物Ａがある物Ｂに形成されている」および「ある物Ａがある物Ｂ上に形成されている」とは、特段の断りのない限り、「ある物Ａがある物Ｂに直接形成されていること」、および、「ある物Ａとある物Ｂとの間に他の物を介在させつつ、ある物Ａがある物Ｂに形成されていること」を含む。同様に、「ある物Ａがある物Ｂに配置されている」および「ある物Ａがある物Ｂ上に配置されている」とは、特段の断りのない限り、「ある物Ａがある物Ｂに直接配置されていること」、および、「ある物Ａとある物Ｂとの間に他の物を介在させつつ、ある物Ａがある物Ｂに配置されていること」を含む。同様に、「ある物Ａがある物Ｂ上に位置している」とは、特段の断りのない限り、「ある物Ａがある物Ｂに接して、ある物Ａがある物Ｂ上に位置していること」、および、「ある物Ａとある物Ｂとの間に他の物が介在しつつ、ある物Ａがある物Ｂ上に位置していること」を含む。また、「ある物Ａがある物Ｂにある方向に見て重なる」とは、特段の断りのない限り、「ある物Ａがある物Ｂのすべてに重なること」、および、「ある物Ａがある物Ｂの一部に重なること」を含む。また、本開示において「ある面Ａが方

向Ｂ（の一方側または他方側）を向く」とは、面Ａの方向Ｂに対する角度が９０°である場合に限定されず、面Ａが方向Ｂに対して傾いている場合を含む。

[0015] 第１実施形態：

図１～図３０は、本開示の第１実施形態に係る半導体装置および電力変換ユニットを示している。本実施形態の半導体装置Ａ１は、複数の第１半導体素子１０Ａ、複数の第２半導体素子１０Ｂ、放熱部材２、支持基板３、第１端子４１、第２端子４２、複数の第３端子４３、第４端子４４、複数の制御端子４５、制御端子支持体４８、第１導通部材５、第２導通部材６および封止樹脂８を備えている。

[0016] 図１および図２は、半導体装置Ａ１を示す斜視図である。図３は、半導体装置Ａ１を示す部分斜視図である。図４は、半導体装置Ａ１を示す平面図である。図５は、半導体装置Ａ１を示す部分平面図である。図６は、半導体装置Ａ１を示す部分側面図である。図７は、半導体装置Ａ１を示す部分拡大平面図である。図８、図９は、半導体装置Ａ１を示す部分平面図である。図１０は、半導体装置Ａ１を示す側面図である。図１１は、半導体装置Ａ１を示す底面図である。図１２は、図５のＸＩＩ－ＸＩＩ線に沿う断面図である。図１３は、図５のＸＩＩＩ－ＸＩＩＩ線に沿う断面図である。図１４、図１５は、半導体装置Ａ１を示す部分拡大断面図である。図１６は、図５のＸＶＩ－ＸＶＩ線に沿う断面図である。図１７は、図５のＸＶＩＩ－ＸＶＩＩ線に沿う断面図である。図１８は、図５のＸＶＩＩＩ－ＸＶＩＩＩ線に沿う断面図である。図１９は、図５のＸＸ－ＸＸ線に沿う断面図である。図２０は、図５のＸＸＩ－ＸＸＩ線に沿う断面図である。図２１は、半導体装置Ａ１の放熱部材２を示す部分斜視図である。図２２は、半導体装置Ａ１の放熱部材２を示す部分平面図である。図２３は、図２２のＸＸＩＩＩ－ＸＸＩＩＩ線に沿う部分断面図である。図２４は、図２２のＸＸＩＶ－ＸＸＩＶ線に沿う部分断面図である。図２５は、図２２のＸＸＩＶ－ＸＸＩＶ線に沿う部分断面図である。図２６は、図２２のＸＸＶＩ－ＸＸＶＩ線に沿う部分断面図

である。図２７の（ａ）は、半導体装置Ａ１の放熱部材２の部分正面図であり、（ｂ）は、金属板材料の部分断面図であり、（ｃ）は、金属板材料の部分平面図である。図２８の（ａ）は、半導体装置Ａ１の放熱部材２の部分斜視図であり、（ｂ）～（ｄ）は、接合平面を示す斜視図である。図２９および図３０は、電力変換ユニットＢ１を示す断面図である。

[0017] これらの図において、第１方向ｘの一方側を第１方向ｘのｘ１側、第１方向ｘの他方側を第１方向ｘのｘ２側と称する。また、第２方向ｙの一方側を第２方向ｙのｙ１側、第２方向ｙの他方側を第２方向ｙのｙ２側と称する。また、厚さ方向ｚの一方側を厚さ方向ｚのｚ１側、厚さ方向ｚの他方側を厚さ方向ｚのｚ２側と称する。

[0018] 第１半導体素子１０Ａ、第２半導体素子１０Ｂ：

複数の第１半導体素子１０Ａおよび複数の第２半導体素子１０Ｂはそれぞれ、半導体装置Ａ１の機能中枢となる電子部品である。各第１半導体素子１０Ａおよび各第２半導体素子１０Ｂの構成材料は、たとえばＳｉＣ（炭化ケイ素）を主とする半導体材料である。この半導体材料は、ＳｉＣに限定されず、Ｓｉ（シリコン）、ＧａＮ（窒化ガリウム）あるいはＣ（ダイヤモンド）などであってもよい。各第１半導体素子１０Ａおよび各第２半導体素子１０Ｂは、たとえば、ＭＯＳＦＥＴ（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）などのスイッチング機能を有するパワー半導体チップである。本実施形態においては、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０ＢがＭＯＳＦＥＴである場合を示すが、これに限定されず、ＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor；絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）などの他のトランジスタであってもよい。各第１半導体素子１０Ａおよび各第２半導体素子１０Ｂは、いずれも同一素子である。各第１半導体素子１０Ａおよび各第２半導体素子１０Ｂは、たとえばｎチャネル型のＭＯＳＦＥＴであるが、ｐチャネル型のＭＯＳＦＥＴであってもよい。

[0019] 第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂはそれぞれ、図１４、図１５に示すように、素子主面１０１および素子裏面１０２を有する。各第

１半導体素子１０Ａおよび各第２半導体素子１０Ｂにおいて、素子主面１０１と素子裏面１０２とは厚さ方向ｚに離隔する。素子主面１０１は、厚さ方向ｚのｚ１側を向き、素子裏面１０２は、厚さ方向ｚのｚ２側を向く。

[0020] 本実施形態では、半導体装置Ａ１は、４つの第１半導体素子１０Ａと４つの第２半導体素子１０Ｂとを備えているが、第１半導体素子１０Ａの数および第２半導体素子１０Ｂの数は、本構成に限定されず、半導体装置Ａ１に要求される性能に応じて適宜変更される。図８、図９の例では、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂがそれぞれ４個ずつ配置される。第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂの数は、それぞれ２個または３個でもよく、それぞれ５個以上でもよい。第１半導体素子１０Ａの数と第２半導体素子１０Ｂの数とは、等しくてもよく、異なってもよい。第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂの数は、半導体装置Ａ１が取り扱う電流容量によって決定される。

[0021] 半導体装置Ａ１は、たとえばハーフブリッジ型のスイッチング回路として構成される。この場合、複数の第１半導体素子１０Ａは、半導体装置Ａ１の上アーム回路を構成し、複数の第２半導体素子１０Ｂは、下アーム回路を構成する。上アーム回路において、複数の第１半導体素子１０Ａは互いに並列に接続され、下アーム回路において、複数の第２半導体素子１０Ｂは互いに並列に接続される。各第１半導体素子１０Ａと各第２半導体素子１０Ｂとは、直列に接続され、ブリッジ層を構成する。

[0022] 複数の第１半導体素子１０Ａはそれぞれ、図８、図９および図１９などに示すように、後述の支持基板３の第１導電部３２Ａに搭載されている。図８、図９に示す例では、複数の第１半導体素子１０Ａは、たとえば第２方向ｙに並んでおり、互いに離隔している。各第１半導体素子１０Ａは、第１導電性接合材１９Ａを介して、第１導電部３２Ａに導通接合されている。各第１半導体素子１０Ａは、第１導電部３２Ａに接合された際、素子裏面１０２が第１導電部３２Ａに対向する。なお、本実施形態とは異なり、複数の第１半導体素子１０Ａは、ＤＢＣ基板等の一部とは異なる金属部材に搭載されてい

てもよい。この場合、当該金属部材が本開示における第１導電部に相当する。この金属部材は、たとえば第１導電部３２Ａに支持されていてもよい。

[0023] 複数の第２半導体素子１０Ｂはそれぞれ、図８、図９および図１８などに示すように、後述の支持基板３の第２導電部３２Ｂに搭載されている。図８、図９に示す例では、複数の第２半導体素子１０Ｂは、たとえば第２方向ｙに並んでおり、互いに離隔している。各第２半導体素子１０Ｂは、第２導電性接合材１９Ｂを介して、第２導電部３２Ｂに導通接合されている。各第２半導体素子１０Ｂは、第２導電部３２Ｂに接合された際、素子裏面１０２が第２導電部３２Ｂに対向する。図９から理解されるように、第１方向ｘに見て、複数の第１半導体素子１０Ａと複数の第２半導体素子１０Ｂとは、重なっているが、重なっていなくてもよい。なお、本実施形態とは異なり、複数の第２半導体素子１０Ｂは、ＤＢＣ基板等の一部とは異なる金属部材に搭載されていてもよい。この場合、当該金属部材が本開示における第２導電部に相当する。この金属部材は、たとえば第２導電部３２Ｂに支持されていてもよい。

[0024] 複数の第１半導体素子１０Ａおよび複数の第２半導体素子１０Ｂはそれぞれ、第１主面電極１１、第２主面電極１２、第３主面電極１３および裏面電極１５を有する。以下で説明する第１主面電極１１、第２主面電極１２、第３主面電極１３および裏面電極１５の構成は、各第１半導体素子１０Ａおよび各第２半導体素子１０Ｂにおいて共通する。第１主面電極１１、第２主面電極１２および第３主面電極１３は、素子主面１０１に設けられている。第１主面電極１１、第２主面電極１２および第３主面電極１３は、図示しない絶縁膜により絶縁されている。裏面電極１５は、素子裏面１０２に設けられている。

[0025] 第１主面電極１１は、たとえばゲート電極であって、第１半導体素子１０Ａ（第２半導体素子１０Ｂ）を駆動させるための駆動信号（たとえばゲート電圧）が入力される。第１半導体素子１０Ａ（第２半導体素子１０Ｂ）において、第２主面電極１２は、たとえばソース電極であって、ソース電流が流

れる。本実施形態の第２主面電極１２は、ゲートフィンガー１２１を有する。ゲートフィンガー１２１は、たとえば第１方向ｘに延びる線状の絶縁体からなり、第２主面電極１２を第２方向ｙに２分割している。第３主面電極１３は、たとえばソースセンス電極であって、ソース電流が流れる。裏面電極１５は、たとえばドレイン電極であって、ドレイン電流が流れる。裏面電極１５は、素子裏面１０２の略全域を覆っている。裏面電極１５は、たとえばＡｇ（銀）めっきにより構成される。

[0026] 各第１半導体素子１０Ａ（各第２半導体素子１０Ｂ）は、第１主面電極１１（ゲート電極）に駆動信号（ゲート電圧）が入力されると、この駆動信号に応じて、導通状態と遮断状態とが切り替わる。導通状態では、裏面電極１５（ドレイン電極）から第２主面電極１２（ソース電極）に電流が流れ、遮断状態では、この電流が流れない。つまり、各第１半導体素子１０Ａ（各第２半導体素子１０Ｂ）は、スイッチング動作を行う。半導体装置Ａ１は、複数の第１半導体素子１０Ａおよび複数の第２半導体素子１０Ｂのスイッチング機能により、１つの第４端子４４と２つの第１端子４１および第２端子４２との間に入力される直流電圧をたとえば交流電圧に変換して、第３端子４３から交流電圧を出力する。

[0027] 半導体装置Ａ１では、図５、図８、図９などに示すように、サーミスタ１７を備える。サーミスタ１７は、温度検出用センサとして用いられる。なお、サーミスタ１７の他に、たとえば感温ダイオード等を備える構成であってもよいし、サーミスタ１７等を備えない構成であってもよい。

[0028] 支持基板３：

支持基板３は、複数の第１半導体素子１０Ａおよび複数の第２半導体素子１０Ｂを支持する。支持基板３の具体的構成は何ら限定されず、たとえばＤＢＣ（Direct Bonded Copper）基板またはＡＭＢ（Active Metal Brazing）基板で構成される。支持基板３は、絶縁層３１、第１金属層３２および裏面金属層３３を含む。第１金属層３２は、第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂを含む。支持基板３の厚さ方向ｚの寸法は、たとえば０．４ｍｍ以上

３．０ｍｍ以下である。

[0029] 絶縁層３１は、たとえば熱伝導性の優れたセラミックスである。このようなセラミックスとしては、たとえばＳｉＮ（窒化ケイ素）がある。絶縁層３１は、セラミックスに限定されず、絶縁樹脂シートなどであってもよい。絶縁層３１は、たとえば平面視矩形状である。絶縁層３１の厚さ方向ｚの寸法は、たとえば０．０５ｍｍ以上１．０ｍｍ以下である。

[0030] 第１導電部３２Ａは、複数の第１半導体素子１０Ａを支持し、第２導電部３２Ｂは、複数の第２半導体素子１０Ｂを支持する。第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂは、絶縁層３１の上面（厚さ方向ｚのｚ１側を向く面）に形成されている。第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂの構成材料は、たとえばＣｕ（銅）を含む。当該構成材料はＣｕ（銅）以外のたとえばＡｌ（アルミニウム）を含んでいてもよい。第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂは、第１方向ｘに離隔する。第１導電部３２Ａは、第２導電部３２Ｂの第１方向ｘのｘ１側に位置する。第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂはそれぞれ、たとえば平面視矩形状である。第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂは、第１導通部材５および第２導通部材６とともに、複数の第１半導体素子１０Ａおよび複数の第２半導体素子１０Ｂによってスイッチングされる主回路電流の経路を構成する。

[0031] 第１導電部３２Ａは、第１主面３０１Ａを有する。第１主面３０１Ａは、厚さ方向ｚのｚ１側を向く平面である。第１導電部３２Ａの第１主面３０１Ａには、第１導電性接合材１９Ａを介して複数の第１半導体素子１０Ａがそれぞれ接合されている。第２導電部３２Ｂは、第２主面３０１Ｂを有する。第２主面３０１Ｂは、厚さ方向ｚのｚ１側を向く平面である。第２導電部３２Ｂの第２主面３０１Ｂには、第２導電性接合材１９Ｂを介して複数の第２半導体素子１０Ｂが接合されている。第１導電性接合材１９Ａおよび第２導電性接合材１９Ｂの構成材料は特に限定されず、たとえば、はんだ、Ａｇ（銀）等の金属を含む金属ペースト材、あるいは、Ａｇ（銀）等の金属を含む焼結金属などである。第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂの厚さ方向

ｚの寸法は、たとえば０．１ｍｍ以上１．５ｍｍ以下である。

[0032] 裏面金属層３３は、絶縁層３１の下面（厚さ方向ｚのｚ２側を向く面）に形成されている。裏面金属層３３の構成材料は、第１金属層３２の構成材料と同じである。裏面金属層３３は、裏面３０２を有する。裏面３０２は、厚さ方向ｚのｚ２側を向く平面である。裏面３０２は、封止樹脂８から露出する。裏面金属層３３は、平面視において、第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂの双方に重なる。

[0033] 放熱部材２：

放熱部材２は、図２、図６、図１０～図１３および図１６～図２６に示すように、支持基板３の裏面金属層３３の裏面３０２に配置されている。放熱部材２は、複数の第１凸状部２１を含む。また、本実施形態の放熱部材２は、複数の第２凸状部２２をさらに含む。なお、図２１～図２６は、説明の便宜上、放熱部材２の一部分を示している。放熱部材２の材質は何ら限定されず、たとえば金属板材料を用いて形成されている。当該金属板材料は、たとえばＣｕ（銅）、Ａｌ（アルミニウム）、ステンレス等の金属、またはこれらの合金等を含む。

[0034] 複数の第１凸状部２１は、各々が、厚さ方向ｚのｚ２側に突出した形状である。複数の第１凸状部２１は、第１方向ｘおよび第２方向ｙが含まれる平面に沿ってマトリクス状に配置されている。本開示におけるマトリクス状の配置とは、第１方向ｘおよび第２方向ｙのそれぞれに沿って格子状に配置される態様、いわゆる千鳥状に配置される態様、などを含み、当該平面に沿って一定の規則性を持って配置される態様をいう。

[0035] 複数の第２凸状部２２は、各々が厚さ方向ｚのｚ２側に突出した形状である。複数の第２凸状部２２は、第１方向ｘおよび第２方向ｙが含まれる平面に沿ってマトリクス状に配置されている。第２凸状部２２のマトリクス状の配置についても、第１凸状部２１のマトリクス状の配置と同様の概念である。

[0036] 第１凸状部２１は、第１基部２１１、第２基部２１２、第１起立部２１３

、第２起立部２１４および第１先端部２１５を有する。

[0037] 第１基部２１１および第２基部２１２は、ｘ方向に互いに離隔している。本実施形態においては、第１方向ｘにおいて隣り合う第１凸状部２１の第１基部２１１と第２基部２１２とが互いに繋がっており、一体的な部位を構成している。第１基部２１１および第２基部２１２の形状は、何ら限定されず、本実施形態においては、厚さ方向ｚに視て第２方向ｙを長手方向とする長矩形状である。

[0038] 第１基部２１１および第２基部２１２は、各々が裏面３０２に接合されている。第１基部２１１および第２基部２１２を接合する手法は、何ら限定されず、レーザ溶接等の溶接手法、接着剤またははんだ等の接合層を用いた手法、超音波接合または固相拡散接合等の手法、などを適宜選択可能である。本実施形態においては、第１基部２１１および第２基部２１２は、レーザ溶接によって裏面３０２に接合されている。この結果、第１基部２１１および第２基部２１２と裏面３０２（裏面金属層３３）との一部ずつによって、複数の溶接部Ｍが形成されている。図示された例においては、１つの第１基部２１１と１つの第２基部２１２とが繋がった部分に、２つの溶接部Ｍが形成されている。２つの溶接部Ｍは、第２方向ｙに並んでいる。

[0039] 第１先端部２１５は、第１方向ｘにおいて第１基部２１１および第２基部２１２の間に位置している。また、第１先端部２１５は、厚さ方向ｚにおいて第１基部２１１および第２基部２１２よりもｚ２側に位置している。本実施形態の第１先端部２１５は、平板状である。第１先端部２１５の形状は、何ら限定されず、厚さ方向ｚに視て第２方向ｙを長手方向とする長矩形状である。

[0040] 第１起立部２１３は、第１基部２１１と第１先端部２１５とに繋がっている。より具体的には、第１起立部２１３は、第１基部２１１の第１方向ｘのｘ２側の端縁と、第１先端部２１５の第１方向ｘのｘ１側の端縁とに繋がっている。第１起立部２１３の形状は、何ら限定されず、本実施形態においては、第１方向ｘに視て矩形状である。

[0041] 第２起立部２１４は、第２基部２１２と第１先端部２１５とに繋がっている。より具体的には、第２起立部２１４は、第２基部２１２の第１方向ｘのｘ１側の端縁と、第１先端部２１５の第１方向ｘのｘ２側の端縁とに繋がっている。第２起立部２１４の形状は、何ら限定されず、本実施形態においては、第１方向ｘに視て矩形状である。

[0042] 第１凸状部２１の各部の大きさは、何ら限定されない。本実施形態においては、第１凸状部２１の厚さ方向ｚの大きさは、第１起立部２１３と第２起立部２１４との第１方向ｘにおける距離よりも大きい。

[0043] 第２凸状部２２は、第３基部２２１、第４基部２２２、第３起立部２２３、第４起立部２２４および第２先端部２２５を有する。

[0044] 第３基部２２１および第４基部２２２は、ｘ方向に互いに離隔している。本実施形態においては、第１方向ｘにおいて隣り合う第２凸状部２２の第３基部２２１と第４基部２２２とが互いに繋がっており、一体的な部位を構成している。第３基部２２１および第４基部２２２の形状は、何ら限定されず、本実施形態においては、厚さ方向ｚに視て第２方向ｙを長手方向とする長矩形状である。

[0045] 第３基部２２１および第４基部２２２は、第１凸状部２１の第１先端部２１５に繋がっている。より具体的には、第３基部２２１および第４基部２２２は、第２方向ｙにおいて隣り合う第１凸状部２１の第１先端部２１５の間に位置しており、これらの第１先端部２１５に繋がっている。第３基部２２１および第４基部２２２の厚さ方向ｚの位置は、第１先端部２１５と同じ（あるいは略同じ）である。すなわち、本実施形態においては、複数の第２凸状部２２の第３基部２２１および第４基部２２２と複数の第１凸状部２１の第１先端部２１５とが、第２方向ｙに延びる帯状部分を構成するように繋がっている。

[0046] 第２先端部２２５は、第１方向ｘにおいて第３基部２２１および第４基部２２２の間に位置している。また、第２先端部２２５は、厚さ方向ｚにおいて第３基部２２１および第４基部２２２よりもｚ２側に位置している。本実

施形態の第２先端部２２５は、平板状である。第２先端部２２５の形状は、何ら限定されず、厚さ方向ｚに視て第２方向ｙを長手方向とする長矩形状である。第２先端部２２５は、厚さ方向ｚに視て、第２方向ｙに隣り合う第１凸状部２１の第１基部２１１および第２基部２１２の間に位置している。

[0047] 第３起立部２２３は、第３基部２２１と第２先端部２２５とに繋がっている。より具体的には、第３起立部２２３は、第３基部２２１の第１方向ｘのｘ２側の端縁と、第２先端部２２５の第１方向ｘのｘ１側の端縁とに繋がっている。第３起立部２２３の形状は、何ら限定されず、本実施形態においては、第１方向ｘに視て矩形状である。

[0048] 第４起立部２２４は、第４基部２２２と第２先端部２２５とに繋がっている。より具体的には、第４起立部２２４は、第４基部２２２の第１方向ｘのｘ１側の端縁と、第２先端部２２５の第１方向ｘのｘ２側の端縁とに繋がっている。第４起立部２２４の形状は、何ら限定されず、本実施形態においては、第１方向ｘに視て矩形状である。

[0049] 第２凸状部２２の各部の大きさは、何ら限定されない。本実施形態においては、第２凸状部２２の厚さ方向ｚの大きさは、第３起立部２２３と第４起立部２２４との第１方向ｘにおける距離よりも大きい。また、本実施形態においては、第２凸状部２２の厚さ方向ｚの大きさは、第１凸状部２１の厚さ方向ｚの大きさと同じ（あるいは略同じ）である。ただし、第１凸状部２１の厚さ方向ｚの大きさと、第２凸状部２２の厚さ方向ｚの大きさとは、互いに異なっていてもよい。

[0050] 図２７は、半導体装置Ａ１の製造方法の一例における、放熱部材２を形成する工程を示している。同図（ａ）は、放熱部材２の一部を示しており、同図（ｂ），（ｃ）は、同図（ａ）に示す放熱部材２の部分の形成に用いられる金属板材料２０を示している。同図（ｃ）は、金属板材料２０の平面図である。金属板材料２０には、複数の切断線２０１が形成されている。同図（ｂ）は、切断線２０１を含むｚｘ断面図である。

[0051] 切断線２０１は、金属板材料２０を厚さ方向ｚに貫通している。切断線２

０１は、第１方向ｘに延びており、本実施形態においては直線状である。複数の切断線２０１は、ｘｙ平面に沿ってマトリクス状に配置されている。

[0052] 金属板材料２０のうち第１方向ｘに隣り合う切断線２０１の間に位置する領域は、第１先端部２１５または第３基部２２１および第４基部２２２となる領域である。金属板材料２０のうち第２方向ｙに隣り合う切断線２０１の間に位置する領域は、第１基部２１１、第２基部２１２、第１起立部２１３および第２起立部２１４となる領域、または第３起立部２２３、第４起立部２２４および第２先端部２２５となる領域、である。

[0053] 金属板材料２０のうち第１基部２１１、第２基部２１２、第１起立部２１３および第２起立部２１４となる領域に折り曲げ加工を施し、厚さ方向ｚのｚ１側に突出させることにより、複数の第１凸状部２１が形成される。また、金属板材料２０のうち第３起立部２２３、第４起立部２２４および第２先端部２２５となる領域に折り曲げ加工を施し、厚さ方向ｚのｚ２側に突出させることにより、複数の第２凸状部２２が形成される。この折り曲げ加工により、同図（ｂ）に示す金属板材料２０が同図（ａ）に示す放熱部材２となる。同図（ａ），（ｂ）から理解されるように、金属板材料２０に折り曲げ加工を施すと、第１方向ｘに縮小して放熱部材２となる。すなわち、放熱部材２の第１方向ｘの大きさは、折り曲げ加工を施す前の金属板材料２０の第１方向ｘの大きさよりも小さい。

[0054] 放熱部材２を形成した後は、支持基板３の裏面３０２に放熱部材２を配置する工程を行う。この工程では、たとえば、レーザ溶接を用いて、放熱部材２の複数の第１基部２１１および第２基部２１２を裏面３０２に接合する。これにより、放熱部材２と裏面３０２との間には、接合層等が存在せず、放熱部材２と裏面３０２とが直接接する構造となる。

[0055] 第１端子４１、第２端子４２、第３端子４３、第４端子４４：

第１端子４１、第２端子４２、複数の第３端子４３、および第４端子４４はそれぞれ、板状の金属板からなる。この金属板は、たとえばＣｕ（銅）またはＣｕ（銅）合金を含む。図１～図５、図８、図９および図１１に示す例

では、半導体装置Ａ１は、１つずつの第１端子４１、第２端子４２および第４端子４４と、２つの第３端子４３とを備えているが、各端子の個数は何ら限定されない。

[0056] 第１端子４１、第２端子４２および第４端子４４には、電力変換対象となる直流電圧が入力される。第４端子４４は正極（Ｐ端子）であり、第１端子４１および第２端子４２はそれぞれ負極（Ｎ端子）である。複数の第３端子４３から、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂにより電力変換された交流電圧が出力される。第１端子４１、第２端子４２、複数の第３端子４３、および第４端子４４はそれぞれ、封止樹脂８に覆われた部分と封止樹脂８から露出した部分とを含む。

[0057] 第４端子４４は、図１３に示すように、第１導電部３２Ａに導通接合されている。導通接合の手法は何ら限定されず、超音波接合、レーザ接合、溶接等の手法、あるいははんだ、金属ペースト、銀焼結体等を用いた手法、等が適宜採用される。第４端子４４は、図８、図９などに示すように、複数の第１半導体素子１０Ａおよび第１導電部３２Ａに対して、第１方向ｘのｘ１側に位置する。第４端子４４は、第１導電部３２Ａに導通し、かつ、第１導電部３２Ａを介して、各第１半導体素子１０Ａの裏面電極１５（ドレイン電極）に導通する。

[0058] 第１端子４１と第２端子４２とは、第２導通部材６に導通している。本実施形態においては、第１端子４１と第２導通部材６とは、一体的に形成されている。第１端子４１と第２導通部材６とが一体的に形成されているとは、たとえば単一の金属板材料に対して切断加工および折り曲げ加工等を施すことによって形成されており、互いを接合するための接合材等を含まない構成をいう。また、本実施形態においては、第２端子４２と第２導通部材６とは、一体的に形成されている。なお、第１端子４１および第２端子４２は、第２導通部材６と導通する構成であればよく、本実施形態とは異なり、互いを接合する接合部を有する構成であってもよい。第１端子４１および第２端子４２はそれぞれ、図５、図８などに示すように、複数の第１半導体素子１０

Ａおよび第１導電部３２Ａに対して、第１方向ｘのｘ１側に位置する。第１端子４１および第２端子４２はそれぞれ、第２導通部材６に導通し、かつ、第２導通部材６を介して、各第２半導体素子１０Ｂの第２主面電極１２（ソース電極）に導通する。

[0059] 図１～図５および図１１などに示すように、第１端子４１、第２端子４２および第４端子４４はそれぞれ、半導体装置Ａ１において、封止樹脂８から第１方向ｘのｘ１側に突き出ている。第１端子４１、第２端子４２および第４端子４４は、互いに離隔している。第１端子４１および第２端子４２は、第２方向ｙにおいて第４端子４４を挟んで互いに反対側に位置する。第１端子４１は、第４端子４４の第２方向ｙのｙ１側に位置し、第２端子４２は、第４端子４４の第２方向ｙのｙ２側に位置する。第１端子４１、第２端子４２および第４端子４４は、第２方向ｙに視て互いに重なる。

[0060] ２つの第３端子４３はそれぞれ、図８、図９および図１２から理解されるように、第２導電部３２Ｂに導通接合されている。導通接合の手法は何ら限定されず、超音波接合、レーザ接合、溶接等の手法、あるいははんだ、金属ペースト、銀焼結体等を用いた手法、等が適宜採用される。２つの第３端子４３はそれぞれ、図８などに示すように、複数の第２半導体素子１０Ｂおよび第２導電部３２Ｂに対して、第１方向ｘのｘ２側に位置する。各第３端子４３は、第２導電部３２Ｂに導通し、かつ、第２導電部３２Ｂを介して、各第２半導体素子１０Ｂの裏面電極１５（ドレイン電極）に導通する。なお、第３端子４３の数は、２つに限定されず、たとえば１つであってもよいし、３つ以上であってもよい。たとえば、第３端子４３が１つである場合、第２導電部３２Ｂの第２方向ｙにおける中央部分につながっていることが望ましい。

[0061] 複数の制御端子４５はそれぞれ、各第１半導体素子１０Ａおよび各第２半導体素子１０Ｂを制御するためのピン状の端子である。複数の制御端子４５は、複数の第１制御端子４６Ａ～４６Ｅおよび複数の第２制御端子４７Ａ～４７Ｄを含む。複数の第１制御端子４６Ａ～４６Ｅは、各第１半導体素子１

０Ａの制御などに用いられる。複数の第２制御端子４７Ａ～４７Ｄは、各第２半導体素子１０Ｂの制御などに用いられる。

[0062] 第１制御端子４６Ａ～４６Ｅ：

複数の第１制御端子４６Ａ～４６Ｅは、第２方向ｙに間隔を隔てて配置されている。各第１制御端子４６Ａ～４６Ｅは、図８、図１３および図２０などに示すように、制御端子支持体４８（後述の第１支持部４８Ａ）を介して、第１導電部３２Ａに支持される。各第１制御端子４６Ａ～４６Ｅは、図５および図８に示すように、第１方向ｘにおいて、複数の第１半導体素子１０Ａと、第１端子４１、第２端子４２および第４端子４４との間に位置する。

[0063] 第１制御端子４６Ａは、複数の第１半導体素子１０Ａの駆動信号入力用の端子（ゲート端子）である。第１制御端子４６Ａには、複数の第１半導体素子１０Ａを駆動させるための駆動信号が入力される（たとえばゲート電圧が印加される）。

[0064] 第１制御端子４６Ｂは、複数の第１半導体素子１０Ａのソース信号検出用の端子（ソースセンス端子）である。第１制御端子４６Ｂから、複数の第１半導体素子１０Ａの各第２主面電極１２（ソース電極）に印加される電圧（ソース電流に対応した電圧）が検出される。

[0065] 第１制御端子４６Ｃおよび第１制御端子４６Ｄは、サーミスタ１７に導通する端子である。

[0066] 第１制御端子４６Ｅは、複数の第１半導体素子１０Ａのドレイン信号検出用の端子（ドレインセンス端子）である。第１制御端子４６Ｅから、複数の第１半導体素子１０Ａの各裏面電極１５（ドレイン電極）に印加される電圧（ドレイン電流に対応した電圧）が検出される。

[0067] 複数の第２制御端子４７Ａ～４７Ｄは、第２方向ｙに間隔を隔てて配置されている。各第２制御端子４７Ａ～４７Ｄは、図８および図１３などに示すように、制御端子支持体４８（後述の第２支持部４８Ｂ）を介して、第２導電部３２Ｂに支持される。各第２制御端子４７Ａ～４７Ｄは、図５および図８に示すように、第１方向ｘにおいて、複数の第２半導体素子１０Ｂと２つ

の第３端子４３との間に位置する。

[0068] 第２制御端子４７Ａは、複数の第２半導体素子１０Ｂの駆動信号入力用の端子（ゲート端子）である。第２制御端子４７Ａには、複数の第２半導体素子１０Ｂを駆動させるための駆動信号が入力される（たとえばゲート電圧が印加される）。第２制御端子４７Ｂは、複数の第２半導体素子１０Ｂのソース信号検出用の端子（ソースセンス端子）である。第２制御端子４７Ｂから、複数の第２半導体素子１０Ｂの各第２主面電極１２（ソース電極）に印加される電圧（ソース電流に対応した電圧）が検出される。第２制御端子４７Ｃおよび第２制御端子４７Ｄは、サーミスタ１７に導通する端子である。

[0069] 複数の制御端子４５（複数の第１制御端子４６Ａ～４６Ｅおよび複数の第２制御端子４７Ａ～４７Ｄ）はそれぞれ、ホルダ４５１および金属ピン４５２を含む。

[0070] ホルダ４５１は、導電性材料からなる。ホルダ４５１は、図１４、図１５に示すように、導電性接合材４５９を介して、制御端子支持体４８（後述の第１金属層４８２）に接合されている。ホルダ４５１は、筒状部、上端鍔部および下端鍔部を含む。上端鍔部は、筒状部の上方につながり、下端鍔部は、筒状部の下方につながる。ホルダ４５１のうちの少なくとも上端鍔部および筒状部に、金属ピン４５２が挿通されている。ホルダ４５１は、封止樹脂８（後述の第２突出部８５２）に覆われている。

[0071] 金属ピン４５２は、厚さ方向ｚに延びる棒状部材である。金属ピン４５２は、ホルダ４５１に圧入されることで支持されている。金属ピン４５２は、少なくともホルダ４５１を介して、制御端子支持体４８（後述の第１金属層４８２）に導通する。図１４、図１５に示す例のように、金属ピン４５２の下端（厚さ方向ｚのｚ２側の端部）がホルダ４５１の挿通孔内で導電性接合材４５９に接している場合には、金属ピン４５２は、導電性接合材４５９を介して、制御端子支持体４８に導通する。

[0072] 制御端子支持体４８：

制御端子支持体４８は、複数の制御端子４５を支持する。制御端子支持体

４８は、厚さ方向ｚにおいて、第１主面３０１Ａおよび第２主面３０１Ｂと複数の制御端子４５との間に介在する。

[0073] 制御端子支持体４８は、第１支持部４８Ａおよび第２支持部４８Ｂを含む。第１支持部４８Ａは、第１導電部３２Ａ上に配置され、複数の制御端子４５のうちの複数の第１制御端子４６Ａ～４６Ｅを支持する。第１支持部４８Ａは、図１４に示すように、接合材４９を介して、第１導電部３２Ａに接合されている。接合材４９は、導電性でも絶縁性でもよいが、たとえばはんだが用いられる。第２支持部４８Ｂは、第２導電部３２Ｂ上に配置され、複数の制御端子４５のうちの複数の第２制御端子４７Ａ～４７Ｄを支持する。第２支持部４８Ｂは、図１５に示すように、接合材４９を介して、第２導電部３２Ｂに接合されている。

[0074] 制御端子支持体４８（第１支持部４８Ａおよび第２支持部４８Ｂのそれぞれ）は、たとえばＤＢＣ（Direct Bonded Copper）基板で構成される。制御端子支持体４８は、互いに積層された絶縁層４８１、第１金属層４８２および第２金属層４８３を有する。

[0075] 絶縁層４８１は、たとえばセラミックスからなる。絶縁層４８１は、たとえば平面視矩形状である。

[0076] 第１金属層４８２は、図１４、図１５などに示すように、絶縁層４８１の上面に形成されている。各制御端子４５は、第１金属層４８２上に立設されている。第１金属層４８２は、たとえばＣｕ（銅）またはＣｕ（銅）合金を含む。図８などに示すように、第１金属層４８２は、第１部分４８２Ａ、第２部分４８２Ｂ、第３部分４８２Ｃ、第４部分４８２Ｄ、第５部分４８２Ｅおよび第６部分４８２Ｆを含む。第１部分４８２Ａ、第２部分４８２Ｂ、第３部分４８２Ｃ、第４部分４８２Ｄ、第５部分４８２Ｅおよび第６部分４８２Ｆは、互いに離隔し、絶縁されている。

[0077] 第１部分４８２Ａは、複数のワイヤ７１が接合され、各ワイヤ７１を介して、各第１半導体素子１０Ａ（各第２半導体素子１０Ｂ）の第１主面電極１１（ゲート電極）に導通する。第１部分４８２Ａと第６部分４８２Ｆとは、

複数のワイヤ７３が接続されている。これにより、第６部分４８２Ｆは、ワイヤ７３およびワイヤ７１を介して、各第１半導体素子１０Ａ（各第２半導体素子１０Ｂ）の第１主面電極１１（ゲート電極）に導通する。図８に示すように、第１支持部４８Ａの第６部分４８２Ｆには、第１制御端子４６Ａが接合されており、第２支持部４８Ｂの第６部分４８２Ｆには、第２制御端子４７Ａが接合されている。

[0078] 第２部分４８２Ｂは、複数のワイヤ７２が接合され、各ワイヤ７２を介して、各第１半導体素子１０Ａ（各第２半導体素子１０Ｂ）の第３主面電極１３（ソースセンス電極）に導通する。図８に示すように、第１支持部４８Ａの第２部分４８２Ｂには、第１制御端子４６Ｂが接合されており、第２支持部４８Ｂの第２部分４８２Ｂには、第２制御端子４７Ｂが接合されている。

[0079] 第３部分４８２Ｃおよび第４部分４８２Ｄは、サーミスタ１７が接合されている。図８に示すように、第１支持部４８Ａの第３部分４８２Ｃおよび第４部分４８２Ｄには、第１制御端子４６Ｃ，４６Ｄが接合されており、第２支持部４８Ｂの第３部分４８２Ｃおよび第４部分４８２Ｄには、第２制御端子４７Ｃ，４７Ｄが接合されている。

[0080] 第１支持部４８Ａの第５部分４８２Ｅは、ワイヤ７４が接合され、ワイヤ７４を介して、第１導電部３２Ａに導通する。図８に示すように、第１支持部４８Ａの第５部分４８２Ｅには、第１制御端子４６Ｅが接合されている。第２支持部４８Ｂの第５部分４８２Ｅは、他の構成部位とは導通していない。上記の各ワイヤ７１～７４は、たとえばボンディングワイヤである。各ワイヤ７１～７４の構成材料は、たとえばＡｕ（金）、ＡＩ（アルミ）あるいはＣｕ（銅）のいずれかを含む。

[0081] 第２金属層４８３は、図１４、図１５などに示すように、絶縁層４８１の下面に形成されている。第１支持部４８Ａの第２金属層４８３は、図１４に示すように、接合材４９を介して、第１導電部３２Ａに接合される。第２支持部４８Ｂの第２金属層４８３は、図１５に示すように、接合材４９を介して、第２導電部３２Ｂに接合される。

[0082] 第１導通部材５、第２導通部材６：

第１導通部材５および第２導通部材６は、第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂとともに、複数の第１半導体素子１０Ａおよび複数の第２半導体素子１０Ｂによってスイッチングされる主回路電流の経路を構成する。第１導通部材５および第２導通部材６は、第１主面３０１Ａおよび第２主面３０１Ｂから厚さ方向ｚのｚ１側に離隔し、かつ、平面視において第１主面３０１Ａおよび第２主面３０１Ｂに重なる。本実施形態では、第１導通部材５および第２導通部材６はそれぞれ、金属製の板材により構成される。当該金属は、たとえばＣｕ（銅）またはＣｕ（銅）合金を含む。具体的には、第１導通部材５および第２導通部材６は、適宜折り曲げられた金属製の板材である。

[0083] 第１導通部材５は、各第１半導体素子１０Ａの第２主面電極１２（ソース電極）と第２導電部３２Ｂとに接続され、各第１半導体素子１０Ａの第２主面電極１２と第２導電部３２Ｂとを導通させる。第１導通部材５は、複数の第１半導体素子１０Ａによってスイッチングされる主回路電流の経路を構成する。第１導通部材５は、図７および図８に示すように、主部５１、複数の第１接合部５２および複数の第２接合部５３を含む。

[0084] 主部５１は、第１方向ｘにおいて、複数の第１半導体素子１０Ａと第２導電部３２Ｂとの間に位置し、平面視において第２方向ｙに延びる帯状の部位である。主部５１は、平面視において第１導電部３２Ａおよび第２導電部３２Ｂの双方に重なり、厚さ方向ｚにおいて第１主面３０１Ａおよび第２主面３０１Ｂから厚さ方向ｚのｚ１側に離隔している。図１６などに示すように、主部５１は、後述する第２導通部材６の第３経路部６６および第４経路部６７に対して厚さ方向ｚのｚ２側に位置し、第３経路部６６および第４経路部６７よりも第１主面３０１Ａおよび第２主面３０１Ｂに近接する位置にある。

[0085] 本実施形態において、主部５１は、第１主面３０１Ａおよび第２主面３０１Ｂと平行に配置されている。

[0086] 図８などに示すように、主部５１は、第２方向ｙにおいて複数の第１半導体素子１０Ａが配置された領域に対応して一連に延びている。本実施形態では、図７、図８、図１３などに示すように、主部５１には、複数の第１開口５１４が形成される。複数の第１開口５１４はそれぞれ、たとえば厚さ方向ｚ（主部５１の板厚方向）に貫通する貫通孔である。複数の第１開口５１４は、第２方向ｙに間隔を隔てて並ぶ。複数の第１開口５１４は、複数の第１半導体素子１０Ａそれぞれに対応して設けられる。本実施形態では、主部５１には４つの第１開口５１４が設けられており、これら第１開口５１４と複数（４つ）の第１半導体素子１０Ａとは、第２方向ｙにおける位置が互いに等しい。

[0087] 本実施形態では、図８、図１３などに示すように、各第１開口５１４は、平面視において、第１導電部３２Ａと第２導電部３２Ｂとの間の隙間に重なる。複数の第１開口５１４は、封止樹脂８を形成するために流動性の樹脂材料を注入する際に、主部５１（第１導通部材５）の付近において上側（厚さ方向ｚのｚ１側）と下側（厚さ方向ｚのｚ２側）との間で樹脂材料を流動しやすくするために形成される。

[0088] 図８などに示すように、複数の第１接合部５２および複数の第２接合部５３はそれぞれ、主部５１につながっており、複数の第１半導体素子１０Ａに対応して配置される。具体的には、各第１接合部５２は、主部５１に対して第１方向ｘのｘ１側に位置している。各第２接合部５３は、主部５１に対して第１方向ｘのｘ２側に位置している。図１４に示すように、各第１接合部５２とこれに対応するいずれかの第１半導体素子１０Ａの第２主面電極１２とは、導電性接合材５９を介して接合される。各第２接合部５３と第２導電部３２Ｂとは、導電性接合材５９を介して接合される。導電性接合材５９の構成材料は特に限定されず、たとえばはんだ、金属ペースト材、あるいは、焼結金属などである。本実施形態においては、第１接合部５２は、第２方向ｙに離隔した２つの部分を有する。これらの２つの部分は、第１半導体素子１０Ａの第２主面電極１２のゲートフィンガー１２１を挟んで、第２方向ｙ

の両側において第２主面電極１２に接合されている。

[0089] 第２導通部材６は、各第２半導体素子１０Ｂの第２主面電極１２（ソース電極）と第１端子４１および第２端子４２とを導通させる。第２導通部材６は、第１端子４１および第２端子４２と一体的に形成されている。第２導通部材６は、複数の第２半導体素子１０Ｂによってスイッチングされる主回路電流の経路を構成する。第２導通部材６は、図３、図５～図７、図１２、図１３、図１６～図１８に示すように、複数の第３接合部６１、第１経路部６４、第２経路部６５、複数の第３経路部６６および第４経路部６７を含む。また、図示された例においては、第２導通部材６は、第１段差部６０２および第２段差部６０３を含む。

[0090] 複数の第３接合部６１は、複数の第２半導体素子１０Ｂに個別に接合される部位である。各第３接合部６１と各第２半導体素子１０Ｂの第２主面電極１２とは、導電性接合材６９を介して接合される。導電性接合材６９の構成材料は特に限定されず、たとえばはんだ、金属ペースト材、あるいは、焼結金属などである。本実施形態において、第３接合部６１は、２つの平坦部６１１および２つの第１傾斜部６１２を有する。

[0091] ２つの平坦部６１１は、第２方向ｙに並んでいる。２つの平坦部６１１は、第２方向ｙに互いに離隔している。平坦部６１１の形状は何ら限定されず、図示された例においては、矩形状である。２つの平坦部は、第２半導体素子１０Ｂの第２主面電極１２のゲートフィンガー１２１を挟んで、第２方向ｙの両側において第２主面電極１２に接合されている。

[0092] ２つの第１傾斜部６１２は、２つの平坦部６１１の第２方向ｙの外側に繋がる。すなわち、第２方向ｙのｙ１側に位置する第１傾斜部６１２は、第２方向ｙのｙ１側に位置する平坦部６１１に対して第２方向ｙのｙ１側に繋がっている。また、第２方向ｙのｙ２側に位置する第１傾斜部６１２は、第２方向ｙのｙ２側に位置する平坦部６１１に対して第２方向ｙのｙ２側に繋がっている。第１傾斜部６１２は、第２方向ｙにおいて平坦部６１１から離隔するほど厚さ方向ｚのｚ１側に位置するように傾斜している。

[0093] 第１経路部６４は、複数の第３接合部６１と第１端子４１との間に介在している。図示された例においては、第１経路部６４は、第１段差部６０２を介して第１端子４１に繋がっている。第１経路部６４は、平面視において、第１導電部３２Ａに重なる。第１経路部６４は、全体として第１方向ｘに延びる形状である。

[0094] 第１経路部６４は、第１帯状部６４１および第１延出部６４３を含む。第１帯状部６４１は、第１端子４１に対して第１方向ｘのｘ２側に位置し、第１主面３０１Ａに対してほぼ平行である。第１帯状部６４１は、全体として、第１方向ｘに延びる形状である。図示された例においては、第１帯状部６４１は、凹部６４９を有する。凹部６４９は、第１帯状部６４１の一部が、第２方向ｙのｙ１側に凹んだ部位である。図５においては、凹部６４９を通して第１金属部３５が現れている。

[0095] 第１延出部６４３は、第１帯状部６４１の第２方向ｙのｙ１側の側端から、厚さ方向ｚのｚ２側に延出している。第１延出部６４３は、第１導電部３２Ａから離隔している。図示された例においては、第１延出部６４３は、厚さ方向ｚに沿った形状であり、第１方向ｘを長手方向とする長矩形状である。なお、第１経路部６４は、第１延出部６４３を有さない構成であってもよい。

[0096] 第２経路部６５は、複数の第３接合部６１と第２端子４２との間に介在している。図示された例においては、第２経路部６５は、第２段差部６０３を介して第２端子４２に繋がっている。第２経路部６５は、平面視において、第１導電部３２Ａに重なる。第２経路部６５は、全体として第１方向ｘに延びる形状である。

[0097] 第２経路部６５は、第２帯状部６５１および第２延出部６５３を含む。第２帯状部６５１は、第２端子４２に対して第１方向ｘのｘ２側に位置し、第１主面３０１Ａに対してほぼ平行である。第２帯状部６５１は、全体として、第１方向ｘに延びる形状である。図示された例においては、第２帯状部６５１は、凹部６５９を有する。凹部６５９は、第２帯状部６５１の一部が、

第２方向ｙのｙ２側に凹んだ部位である。図５においては、凹部６５９を通して第２金属部３６が現れている。

[0098] 第２延出部６５３は、第２帯状部６５１の第２方向ｙのｙ２側の側端から、厚さ方向ｚのｚ２側に延出している。第２延出部６５３は、第１導電部３２Ａから離隔している。図示された例においては、第２延出部６５３は、厚さ方向ｚに沿った形状であり、第１方向ｘを長手方向とする長矩形状である。なお、第２経路部６５は、第２延出部６５３を有さない構成であってもよい。

[0099] 複数の第３経路部６６は、複数の第３接合部６１に個別に繋がっている。各第３経路部６６は、第１方向ｘに延びた形状であり、第２方向ｙに互いに離隔して配列されている。複数の第３経路部６６の個数は何ら限定されず、図示された例においては、５つの第３経路部６６が配置されている。各第３経路部６６は、第２方向ｙにおいて、複数の第２半導体素子１０Ｂの間に位置するように、または複数の第２半導体素子１０Ｂよりも第２方向ｙにおける外側に位置するように配置されている。

[0100] 第２方向ｙの両外側に位置する２つの第３経路部６６には、凹部６６９が形成されている。凹部６６９は、第２方向ｙの内側から外側に向かって凹んでいる。図示された例においては、２つの第３経路部６６に１つずつの凹部６６９が形成されている。図５において、これらの凹部６６９を通して、第２導電部３２Ｂが現れている。

[0101] 本実施形態においては、第２方向ｙに隣り合う２つの第３経路部６６の間に、１つの第３接合部６１が配置されている。１つの第３接合部６１において、第２方向ｙのｙ１側に位置する第１傾斜部６１２は、第２方向ｙに隣り合う２つの第３経路部６６のうち第２方向ｙのｙ１側に位置する第３経路部６６に繋がっている。１つの第３接合部６１において、第２方向ｙのｙ２側に位置する第１傾斜部６１２は、第２方向ｙに隣り合う２つの第３経路部６６のうち第２方向ｙのｙ２側に位置する第３経路部６６に繋がっている。

[0102] 第４経路部６７は、複数の第３経路部６６の第１方向ｘのｘ１側の端に繋

がっている。第４経路部６７は、第２方向ｙに長く延びる形状である。第４経路部６７は、第１経路部６４の第１帯状部６４１および第２経路部６５の第２帯状部６５１の第１方向ｘのｘ２側の端に繋がっている。図示された例においては、第４経路部６７の第２方向ｙのｙ１側の端に第１経路部６４が繋がっている。また、第４経路部６７の第２方向ｙのｙ２側の端に第２経路部６５が繋がっている。

[0103] 封止樹脂８：

封止樹脂８は、複数の第１半導体素子１０Ａと、複数の第２半導体素子１０Ｂと、支持基板３（裏面３０２を除く）と、第１端子４１、第２端子４２、複数の第３端子４３、および第４端子４４の一部ずつと、複数の制御端子４５の一部ずつと、制御端子支持体４８と、第１導通部材５と、第２導通部材６と、複数のワイヤ７１～ワイヤ７４と、をそれぞれ覆っている。封止樹脂８は、たとえば黒色のエポキシ樹脂で構成される。封止樹脂８は、たとえばモールド成形により形成される。封止樹脂８は、たとえば第１方向ｘの寸法が３５ｍｍ～６０ｍｍ程度であり、たとえば第２方向ｙの寸法が３５ｍｍ～５０ｍｍ程度であり、たとえば厚さ方向ｚの寸法が４ｍｍ～１５ｍｍ程度である。これらの寸法は、各方向に沿う最大部分の大きさである。封止樹脂８は、樹脂主面８１、樹脂裏面８２および複数の樹脂側面８３１～８３４を有する。

[0104] 樹脂主面８１と樹脂裏面８２とは、図１０、図１２および図１８などに示すように、厚さ方向ｚに離隔する。樹脂主面８１は、厚さ方向ｚのｚ１側を向き、樹脂裏面８２は、厚さ方向ｚのｚ２側を向く。樹脂主面８１から複数の制御端子４５（複数の第１制御端子４６Ａ～４６Ｅおよび複数の第２制御端子４７Ａ～４７Ｄ）が突き出ている。樹脂裏面８２は、図１１に示すように、平面視において支持基板３の裏面３０２（裏面金属層３３の下面）を囲む枠状である。支持基板３の裏面３０２は、樹脂裏面８２から露出し、たとえば樹脂裏面８２と面一である。複数の樹脂側面８３１～８３４はそれぞれ、樹脂主面８１および樹脂裏面８２の双方につながり、かつ、厚さ方向ｚに

おいてこれらに挟まれている。図４などに示すように、樹脂側面８３１と樹脂側面８３２とは第１方向ｘに離隔する。樹脂側面８３１は第１方向ｘのｘ２側を向き、樹脂側面８３２は、第１方向ｘのｘ１側を向く。樹脂側面８３１から２つの第３端子４３が突き出ており、樹脂側面８３２から第１端子４１、第２端子４２および第４端子４４が突き出ている。図４などに示すように、樹脂側面８３３と樹脂側面８３４とは、第２方向ｙに離隔する。樹脂側面８３３は、第２方向ｙのｙ２側を向き、樹脂側面８３４は、第２方向ｙのｙ１側を向く。

[0105] 樹脂側面８３２には、図４に示すように、複数の凹部８３２ａが形成されている。各凹部８３２ａは、平面視において第１方向ｘに窪んだ部位である。複数の凹部８３２ａは、平面視において第１端子４１と第４端子４４との間に形成されたものと、第２端子４２と第４端子４４との間に形成されたものとがある。複数の凹部８３２ａは、第１端子４１と第４端子４４との樹脂側面８３２に沿う沿面距離、および、第２端子４２と第４端子４４との樹脂側面８３２に沿う沿面距離を大きくするために設けられている。

[0106] 封止樹脂８は、図１２および図１３などに示すように、複数の第１突出部８５１、複数の第２突出部８５２および樹脂空隙部８６を有する。

[0107] 複数の第１突出部８５１はそれぞれ、樹脂主面８１から厚さ方向ｚに突出している。複数の第１突出部８５１は、平面視において封止樹脂８の四隅付近に配置されている。各第１突出部８５１の先端（厚さ方向ｚのｚ１側の端部）には、第１突出端面８５１ａが形成されている。複数の第１突出部８５１における各第１突出端面８５１ａは、樹脂主面８１と略平行であり、かつ、同一平面（ｘ－ｙ平面）上にある。各第１突出部８５１は、たとえば有底中空の円錐台状である。複数の第１突出部８５１は、半導体装置Ａ１によって生成された電源を利用する機器において、その機器が有する制御用の回路基板などに半導体装置Ａ１が搭載される際に、スペーサーとして利用される。複数の第１突出部８５１は、それぞれ、凹部８５１ｂと、当該凹部８５１ｂに形成された内壁面８５１ｃとを有する。各第１突出部８５１の形状は柱

状であればよく、円柱状であることが好ましい。凹部８５１ｂの形状は円柱状であって、平面視において内壁面８５１ｃは単一の真円状であることが好ましい。

[0108] また、封止樹脂８は、溝部８９を有する。溝部８９は、樹脂裏面８２から厚さ方向ｚのｚ１側に凹む部分である。溝部８９は、樹脂裏面８２を第２方向ｙに横断している。図示された例においては、封止樹脂８は、２つの溝部８９を有する。２つの溝部８９は、ｘ方向に離れて配置されている。２つの溝部８９の間には、裏面金属層３３（裏面３０２）が位置している。

[0109] 半導体装置Ａ１は、制御用の回路基板などに対して、ねじ止めなどの方法によって機械的に固定される場合がある。この場合には、複数の第１突出部８５１における凹部８５１ｂの内壁面８５１ｃに、めねじのねじ山を形成することができる。複数の第１突出部８５１における凹部８５１ｂにインサートナットを埋め込んでもよい。

[0110] 複数の第２突出部８５２は、図１３などに示すように、樹脂主面８１から厚さ方向ｚに突出している。複数の第２突出部８５２は、平面視において複数の制御端子４５に重なる。複数の制御端子４５の各金属ピン４５２は、各第２突出部８５２から突き出ている。各第２突出部８５２は、円錐台状である。第２突出部８５２は、各制御端子４５において、ホルダ４５１と金属ピン４５２の一部とを覆う。

[0111] 図２９および図３０に示すように、電力変換ユニットＢ１は、半導体装置Ａ１および冷却装置９を備える。

[0112] 冷却装置９は、半導体装置Ａ１の厚さ方向ｚのｚ２側に配置されている。冷却装置９は、筐体９１を有する。

[0113] 筐体９１は、金属または樹脂等からなる箱状の部材である。筐体９１は、放熱部材２を収容している。本実施形態においては、筐体９１は、シール材９１９を介して半導体装置Ａ１に取り付けられている。シール材９１９は、筐体９１の端部と封止樹脂８の樹脂裏面８２とに挟まれており、筐体９１の内部空間の気密状態を保つ。

[0114] 筐体９１には、冷却媒体Ｃｍが満たされる。筐体９１内において、冷却媒体Ｃｍが流動する。本実施形態においては、冷却装置９は、供給部９２および排出部９３を有する。供給部９２および排出部９３は、筐体９１の第１方向ｘの両側に分かれて取り付けられている。供給部９２からは、冷却媒体Ｃｍが筐体９１に供給される。排出部９３からは、筐体９１を流動した冷却媒体Ｃｍが排出される。これにより、筐体９１内においては、冷却媒体Ｃｍが第２方向ｙに流動する。なお、冷却媒体Ｃｍが第２方向ｙに流動するとは、第２方向ｙの流速成分のみが存在することを意味するものではなく、第１方向ｘおよび厚さ方向ｚの流速成分を含みつつ、第２方向ｙに冷却媒体Ｃｍが全体として移動する態様を含む。

[0115] 次に、本実施形態の作用について説明する。

[0116] 放熱部材２は、複数の第１凸状部２１を含む。第１凸状部２１は、厚さ方向ｚにおいて裏面３０２からｚ２側に突出した形状である。これら複数の２１が、第１方向ｘおよび第２方向ｙを含む平面にそってマトリクス状に配置されている。これにより、たとえば冷却媒体Ｃｍを用いた冷却において、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂから支持基板３を介して放熱部材２に伝わってきた熱を、冷却媒体Ｃｍへとより効率よく伝熱することが可能である。したがって、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂからの熱をより速やかに放熱することができる。

[0117] 図２７を参照して説明した通り、放熱部材２は、金属板材料２０よりも第１方向ｘにおける大きさが縮小した構成である。たとえば、本実施形態とは異なり、各々がＶ字状の複数の切断線を金属板材料形成し、これらの切断線に囲まれた部位を起立させることにより、複数の起立片を有する放熱部材が得られる。この放熱部材は、金属板材料と厚さ方向に視た大きさおよび形状が同じ（あるいは略同じ）であり、何ら縮小したものとはならない。このような複数の単なる起立片を有する放熱部材と比べて、本実施形態の放熱部材２は、３次元的により複雑な形状となる。これにより、冷却媒体Ｃｍを流動させた場合の接触面積を顕著に拡大することが可能であり、放熱効率を高め

るのに好ましい。

[0118] 複数の第１凸状部２１が第１起立部２１３、第２起立部２１４および第１先端部２１５を有することにより、第１凸状部２１が、第２方向ｙに視て空洞部分を有する構造となっている。これにより、複数の第１凸状部２１がマトリクス状に配置された放熱部材２は、冷却媒体Ｃｍを第２方向ｙに沿って流動させやすい構成となっている。したがって、電力変換ユニットＢ１において、冷却媒体Ｃｍを第２方向ｙにスムーズに流動させることができる。

[0119] 本実施形態の放熱部材２は、複数の第１凸状部２１に加えて、複数の第２凸状部２２をさらに含む。複数の第２凸状部２２は、複数の第１凸状部２１の第１先端部２１５から、厚さ方向ｚにさらに突出した形状である。これにより、放熱部材２の厚さ方向ｚの大きさをさらに大きくすることが可能であり、冷却媒体Ｃｍとの接触面積をより拡大することが可能である。したがって、放熱効率を高めるのに好適である。

[0120] 図２８（ａ）は、放熱部材２の接合平面Ｐ２を示している。接合平面Ｐ２は、放熱部材２が支持基板３の裏面３０２に接合される際に、裏面３０２と対向する部分に沿った平面である。本実施形態においては、接合平面Ｐ２は、複数の第１凸状部２１の第１基部２１１および第２基部２１２に沿った平面である。

[0121] 本実施形態においては、放熱部材２は、マトリクス状に配置された複数の第１凸状部２１を有しており、金属板材料２０よりも第１方向ｘの大きさが小さい形状である。このため、放熱部材２は、たとえば金属板材料２０と比べて、３次元的な曲げ変形や捻り変形が容易な構成となっている。たとえば、同図（ｂ）は、接合平面Ｐ２の第１方向ｘの中央部分が厚さ方向ｚに持ち上げられるような曲げ変形であり、同図（ｃ）は、接合平面Ｐ２の第２方向ｙの中央部分が厚さ方向ｚに持ち上げられるような曲げ変形である。また、同図（ｄ）は、接合平面Ｐ２の第１方向ｘの両端が互いに異なる方向に回転されるような捻り変形である。これら（ｂ）～（ｄ）に示した曲げ変形や捻り変形に、放熱部材２は、十分に追従する柔軟性あるいは可撓性を有してい

る。

[0122] 仮に、製造過程における製造誤差や、使用時の熱変形等によって、支持基板３の裏面３０２に、図２８（ｂ）～（ｄ）に対応するような変形が生じたとしても、放熱部材２をこれらの変形に追従させることにより、放熱部材２の裏面３０２に適切に固定することが可能である。特に、複数の第１凸状部２１の第１基部２１１および第２基部２１２の各々を、レーザ溶接等によって裏面３０２に接合することにより、図２８（ｂ）～（ｄ）に示すよな変形が生じたとしても、放熱部材２と裏面３０２との間に、意図しない隙間が生じることを抑制することができる。

[0123] 図３１～図４８は、本開示の他の実施形態を示している。なお、これらの図において、上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付している。また、各実施形態における各部の構成は、技術的な矛盾を生じない範囲において相互に適宜組み合わせ可能である。

[0124] 第２実施形態：

図３１～図３６は、本開示の第２実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示している。本実施形態の放熱部材２は、複数の第１凸状部２１を含み、複数の第２凸状部２２を含んでいない。

[0125] 本実施形態においては、複数の第１凸状部２１が、第１方向ｘおよび第２方向ｙに沿って並んでいる。第１方向ｘに隣り合う第１凸状部２１の第１基部２１１および第２基部２１２は、互いに繋がっており、一体的な部位を構成している。また、第２方向ｙに隣り合う第１凸状部２１の第１基部２１１および第２基部２１２は、互いに繋がっている。これにより、第２方向ｙに並ぶ複数の第１凸状部２１の第１基部２１１および第２基部２１２は、厚さ方向ｚに視て全体として第２方向ｙに沿う帯状を呈している。

[0126] 第２方向ｙに隣り合う第１凸状部２１の第１起立部２１３、第２起立部２１４および第１先端部２１５は、互いに繋がっていない。本実施形態においては、放熱部材２には、複数のスリット２３が形成されている。スリット２３は、厚さ方向ｚに視て、第１方向ｘに延びる細長い形状であり、第２方向

ｙに隣り合う第１凸状部２１の間に位置している。

[0127] 本実施形態においては、第２方向ｙに隣り合う第１凸状部２１同士が、第２方向ｙにおいて互いにずれた配置とされている。すなわち、第２方向ｙに並ぶ複数の第１凸状部２１は、厚さ方向ｚに視てジグザグ状に配置されている。

[0128] 本実施形態によっても、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂからの熱をより速やかに放熱することができる。また、本実施形態においては、第２方向ｙに並ぶ複数の第１凸状部２１は、厚さ方向ｚに視てジグザグ状に配置されている。これにより、本実施形態の放熱部材２が用いられた電力変換ユニットにおいては、上述の冷却媒体Ｃｍが蛇行するような流動が実現される。これにより、冷却媒体Ｃｍの流動経路を延長することが可能であり、放熱効率を高めることができる。

[0129] また、本実施形態から理解されるように、本開示の放熱部材２は、複数の第１凸状部２１と複数の第２凸状部２２との双方を有する構成に限定されず、複数の第１凸状部２１を有し、複数の第２凸状部２２を有さない構成であってもよい。

[0130] 第３実施形態：

図３７～図４２は、本開示の第３実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示している。本実施形態の放熱部材２は、複数の第１凸状部２１を含む。

[0131] 本実施形態においては、第１凸状部２１の第１起立部２１３と第２起立部２１４との距離が、上述の実施形態よりも小さい。たとえば第１起立部２１３と第２起立部２１４との距離は、第１起立部２１３および第２起立部２１４それぞれの厚さよりも小さく、第１方向ｘに隣り合う第１凸状部２１の距離よりも顕著に小さい。

[0132] 本実施形態の第１先端部２１５は、折り返し形状である。すなわち、第１起立部２１３と第２起立部２１４との距離が顕著に近いことにより、第１先端部２１５の第１方向ｘの寸法が上述の実施形態よりも顕著に小さい。

[0133] 本実施形態においても、第２方向ｙに隣り合う第１凸状部２１の間にスリ

ット２３が形成されている。

[0134] 本実施形態によっても、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂからの熱をより速やかに放熱することができる。また、本実施形態から理解されるように、第１凸状部２１は、第２方向ｙに視て第１起立部２１３、第２起立部２１４および第１先端部２１５がコの字状を呈する構成に限定されず、第１起立部２１３と第２起立部２１４がごく接近した、平べったい形状であってもよい。このような構成であっても、隣り合う第１凸状部２１の間の空間を冷却媒体Ｃｍが流動することにより、放熱効率を高めることができる。また、第１先端部２１５の形状は、何ら限定されず、平板状、折り返し形状の他、厚さ方向ｚのｚ２側に膨出した曲面状であってもよい。

[0135] 第４実施形態：

図４３～図４８は、本開示の第４実施形態に係る半導体装置の放熱部材を示している。本実施形態の放熱部材２は、複数の第１凸状部２１を含む。

[0136] 本実施形態においては、第１凸状部２１の第１先端部２１５は、厚さ方向ｚに視て湾曲形状である。また、第１起立部２１３および第２起立部２１４は、曲面状である。

[0137] より具体的には、ある第１凸状部２１の第１先端部２１５は、第２方向ｙの中央部分が、第２方向ｙの両端部分よりも第１方向ｘのｘ１側に位置するように湾曲している。この第１凸状部２１においては、第１起立部２１３および第２起立部２１４は、厚さ方向ｚに視て、第２方向ｙの中央部分が、第２方向ｙの両端部分よりも第１方向ｘのｘ１側に位置するように湾曲した曲面状である。

[0138] また、他の第１凸状部２１の第１先端部２１５は、第２方向ｙの中央部分が、第２方向ｙの両端部分よりも第１方向ｘのｘ２側に位置するように湾曲している。この第１凸状部２１においては、第１起立部２１３および第２起立部２１４は、厚さ方向ｚに視て、第２方向ｙの中央部分が、第２方向ｙの両端部分よりも第１方向ｘのｘ２側に位置するように湾曲した曲面状である。

[0139] 本実施形態においては、上述の２種類の第１凸状部２１が、第２方向ｙに交互に配置されている。これにより、第２方向ｙに並んだ複数の第１凸状部２１の第１先端部２１５は、厚さ方向ｚに視て第２方向ｙに蛇行する帯状を呈している。また、第１方向ｘに並ぶ複数の第１凸状部２１は、同じ側に湾曲している。

[0140] 本実施形態においても、第２方向ｙに隣り合う第１凸状部２１の間にスリット２３が形成されている。

[0141] 本実施形態によっても、第１半導体素子１０Ａおよび第２半導体素子１０Ｂからの熱をより速やかに放熱することができる。また、本実施形態によれば、第２方向ｙに並ぶ複数の第１凸状部２１が、第２方向ｙに蛇行した流路を構成している。これにより、冷却媒体Ｃｍの流動経路を延長することが可能であり、放熱効率を高めることができる。また、第１方向ｘにおいて複数の第１凸状部２１の間に位置する空間が、第２方向ｙに蛇行した流路を構成している。これによっても、放熱効率を高めることができる。

[0142] また、本実施形態から理解されるように、第１先端部２１５は、第２方向ｙに平行な辺を有する矩形状等に限定されず、曲線の辺を有する湾曲した形状であってもよい。また、第１起立部２１３および第２起立部２１４は、平板状の構成に限定されず、曲面状であってもよい。

[0143] 本開示に係る半導体装置、電力変換ユニットおよび半導体装置の製造方法は、上述した実施形態に限定されるものではない。本開示に係る半導体装置、電力変換ユニットおよび半導体装置の製造方法の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。本開示は、以下の付記に記載した実施形態を含む。

[0144] 付記１．

半導体素子と、

前記半導体素子を支持する支持基板と、

前記半導体素子と前記支持基板の一部とを覆う封止樹脂と、を備え、

前記支持基板は、厚さ方向の第１側を向く主面と、第２側を向き且つ前記封止樹脂から露出した裏面を有し、

前記半導体素子は、前記主面に搭載されており、

前記裏面に配置された放熱部材をさらに備え、

前記放熱部材は、各々が第１基部、第２基部、第１起立部、第２起立部および第１先端部を有する複数の第１凸状要素を含み、

前記第１基部および前記第２基部は、前記厚さ方向と直交する第１方向に互いに離隔しており、且つ前記裏面に各々が接合されており、

前記第１先端部は、前記第１方向において前記第１基部および前記第２基部の間に位置し、且つ前記厚さ方向において前記第１基部および前記第２基部よりも前記第２側に位置し、

前記第１起立部は、前記第１基部と前記第１先端部とに繋がっており、

前記第２起立部は、前記第２基部と前記第１先端部とに繋がっており、

前記複数の第１凸状要素は、前記第１方向と前記厚さ方向および前記第１方向に直交する第２方向とが含まれる平面に沿ってマトリクス状に配置されている、半導体装置。

付記２．

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１起立部は、互いに離隔している、付記１に記載の半導体装置。

付記３．

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第２起立部は、互いに離隔している、付記２に記載の半導体装置。

付記４．

前記第１方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の一方の前記第１基部と他方の前記第２基部とが、繋がっている、付記３に記載の半導体装置。

付記５．

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１基部は、互いに離隔しており、

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第２基部は、互いに離隔している、付記４に記載の半導体装置。

付記６．

前記放熱部材は、各々が第３基部、第４基部、第３起立部、第４起立部および第２先端部を有する複数の第２凸状要素をさらに含み、

前記第３基部は、前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１先端部に繋がっており、

前記第４基部は、前記第２方向に隣り合う他の２つの前記第１凸状要素の前記第１先端部に繋がっており、

前記第２先端部は、前記第１方向において前記第３基部および前記第４基部の間に位置し、且つ前記厚さ方向において前記第３基部および前記第４基部よりも前記第２側に位置し、

前記第３起立部は、前記第３基部と前記第２先端部とに繋がっており、

前記第３起立部は、前記第４基部と前記第２先端部とに繋がっている、付記５に記載の半導体装置。

付記７．

前記第２凸状要素の前記厚さ方向の大きさは、前記第３起立部と前記第４起立部との前記第１方向における距離よりも大きい、付記６に記載の半導体装置。

付記８．

前記第１凸状要素の前記厚さ方向の大きさは、前記第１起立部と前記第２起立部との前記第１方向における距離よりも大きい、付記１ないし７のいずれかに記載の半導体装置。

付記９．

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１基部は、繋がっており、

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第２基部は、繋がっている、付記４に記載の半導体装置。

付記１０．

前記第２方向において互いに隣り合う前記第１凸状要素は、前記第２方向

において互いにずれて配置されている、付記９に記載の半導体装置。

付記１１．

前記第１先端部は、前記厚さ方向に視て湾曲形状であり、

前記第１起立部および前記第２起立部は、曲面状である、付記９に記載の半導体装置。

付記１２．

前記放熱部材は、前記第２方向に隣り合う前記第１凸状要素の前記第１起立部、前記第２起立部および前記第１先端部の間に位置するスリットを有する、付記９ないし１１のいずれかに記載の半導体装置。

付記１３．

前記第１先端部は、平板状である、付記１ないし１２のいずれかに記載の半導体装置。

付記１４．

前記第１先端部は、折り返し形状である、付記１ないし１２のいずれかに記載の半導体装置。

付記１５．

前記第１基部および前記第２基部は、溶接により前記裏面に接合されている、付記１ないし１４のいずれかに記載の半導体装置。

付記１６．

付記１ないし１５のいずれかに記載の半導体装置と、

前記半導体装置の前記厚さ方向の前記第２側に配置された冷却装置と、を備え、

前記冷却装置は、前記放熱部材を収容し且つ冷却媒体を流動させる筐体を有する、電力変換ユニット。

付記１７．

前記筐体内において、前記冷却媒体が前記第２方向に流動する、付記１６に記載の電力変換ユニット。

付記１８．

金属板材料を用いて放熱部材を形成する工程と、

支持基板の裏面に前記放熱部材を配置する工程と、を備えており、

前記放熱部材を形成する工程は、

前記金属板材料の厚さ方向と直交する方向である第１方向に沿った複数の切断線を形成する処理と、

前記金属板材料のうち前記厚さ方向および前記第１方向に直交する第２方向において隣り合う前記切断線に挟まれた部分を前記厚さ方向に突出した形状に変形させることにより、複数の第１凸状部を形成する処理と、を含む、半導体装置の製造方法。

付記１９．

前記放熱部材の前記第１方向の大きさは、前記金属板材料の前記第１方向の大きさよりも小さい、付記１８に記載の半導体装置の製造方法。

付記２０．

前記支持基板の前記裏面に前記放熱部材を配置する工程においては、レーザ溶接を用いて前記放熱部材を前記裏面に接合する、付記１８または１９に記載の半導体装置の製造方法。

符号の説明

[0145] Ａ１：半導体装置　　Ｂ１：電力変換ユニット

２：放熱部材　　３：支持基板

５：第１導通部材　　６：第２導通部材

８：封止樹脂　　９：冷却装置

１０Ａ：第１半導体素子　　１０Ｂ：第２半導体素子

１１：第１主面電極　　１２：第２主面電極

１３：第３主面電極　　１５：裏面電極

１７：サーミスタ　　１９Ａ：第１導電性接合材

１９Ｂ：第２導電性接合材　　２０：金属板材料

２１：第１凸状部　　２２：第２凸状部

２３：スリット　　３１：絶縁層

３２：第１金属層　　３２Ａ：第１導電部

３２Ｂ：第２導電部　　３３：裏面金属層

３５：第１金属部　　３６：第２金属部

４１：第１端子　　４２：第２端子

４３：第３端子　　４４：第４端子

４５：制御端子

４６Ａ，４６Ｂ，４６Ｃ，４６Ｄ，４６Ｅ：第１制御端子

４７Ａ，４７Ｂ，４７Ｃ，４７Ｄ：第２制御端子

４８：制御端子支持体　　４８Ａ：第１支持部

４８Ｂ：第２支持部　　４９：接合材

５１：主部　　５２：第１接合部

５３：第２接合部　　５９：導電性接合材

６１：第３接合部　　６４：第１経路部

６５：第２経路部　　６６：第３経路部

６７：第４経路部　　６９：導電性接合材

７１，７２，７３，７４：ワイヤ　　８１：樹脂主面

８２：樹脂裏面　　８６：樹脂空隙部

８９：溝部　　９１：筐体

９２：供給部　　９３：排出部

１０１：素子主面　　１０２：素子裏面

１２１：ゲートフィンガー　　２０１：切断線

２１１：第１基部　　２１２：第２基部

２１３：第１起立部　　２１４：第２起立部

２１５：第１先端部　　２２１：第３基部

２２２：第４基部　　２２３：第３起立部

２２４：第４起立部　　２２５：第２先端部

３０１Ａ：第１主面　　３０１Ｂ：第２主面

３０２：裏面　　４５１：ホルダ

４５２：金属ピン　　４５９：導電性接合材

４８１：絶縁層　　４８２：第１金属層

４８２Ａ：第１部分　　４８２Ｂ：第２部分

４８２Ｃ：第３部分　　４８２Ｄ：第４部分

４８２Ｅ：第５部分　　４８２Ｆ：第６部分

４８３：第２金属層　　５１４：第１開口

６０２：第１段差部　　６０３：第２段差部

６１１：平坦部　　６１２：第１傾斜部

６４１：第１帯状部　　６４３：第１延出部

６４９：凹部　　６５１：第２帯状部

６５３：第２延出部　　６５９，６６９：凹部

８３１，８３２：樹脂側面　　８３２ａ：凹部

８３３：樹脂側面　　８３４：樹脂側面

８５１：第１突出部　　８５１ａ：第１突出端面

８５１ｂ：凹部　　８５１ｃ：内壁面

８５２：第２突出部　　９１９：シール材

Ｃｍ：冷却媒体　　Ｍ：溶接部

ｘ：第１方向　　ｙ：第２方向

ｚ：厚さ方向

請求の範囲

[請求項1] 半導体素子と、

前記半導体素子を支持する支持基板と、

前記半導体素子と前記支持基板の一部とを覆う封止樹脂と、を備え、

前記支持基板は、厚さ方向の第１側を向く主面と、第２側を向き且つ前記封止樹脂から露出した裏面を有し、

前記半導体素子は、前記主面に搭載されており、

前記裏面に配置された放熱部材をさらに備え、

前記放熱部材は、各々が第１基部、第２基部、第１起立部、第２起立部および第１先端部を有する複数の第１凸状要素を含み、

前記第１基部および前記第２基部は、前記厚さ方向と直交する第１方向に互いに離隔しており、且つ前記裏面に各々が接合されており、

前記第１先端部は、前記第１方向において前記第１基部および前記第２基部の間に位置し、且つ前記厚さ方向において前記第１基部および前記第２基部よりも前記第２側に位置し、

前記第１起立部は、前記第１基部と前記第１先端部とに繋がっており、

前記第２起立部は、前記第２基部と前記第１先端部とに繋がっており、

前記複数の第１凸状要素は、前記第１方向と前記厚さ方向および前記第１方向に直交する第２方向とが含まれる平面に沿ってマトリクス状に配置されている、半導体装置。

[請求項2] 前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１起立部は、互いに離隔している、請求項１に記載の半導体装置。

[請求項3] 前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第２起立部は、互いに離隔している、請求項２に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記第１方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の一方の前記第１

基部と他方の前記第２基部とが、繋がっている、請求項３に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１基部は、互いに離隔しており、

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第２基部は、互いに離隔している、請求項４に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記放熱部材は、各々が第３基部、第４基部、第３起立部、第４起立部および第２先端部を有する複数の第２凸状要素をさらに含み、

前記第３基部は、前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１先端部に繋がっており、

前記第４基部は、前記第２方向に隣り合う他の２つの前記第１凸状要素の前記第１先端部に繋がっており、

前記第２先端部は、前記第１方向において前記第３基部および前記第４基部の間に位置し、且つ前記厚さ方向において前記第３基部および前記第４基部よりも前記第２側に位置し、

前記第３起立部は、前記第３基部と前記第２先端部とに繋がっており、

前記第３起立部は、前記第４基部と前記第２先端部とに繋がっている、請求項５に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記第２凸状要素の前記厚さ方向の大きさは、前記第３起立部と前記第４起立部との前記第１方向における距離よりも大きい、請求項６に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記第１凸状要素の前記厚さ方向の大きさは、前記第１起立部と前記第２起立部との前記第１方向における距離よりも大きい、請求項１ないし７のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項9] 前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第１基部は、繋がっており、

前記第２方向に隣り合う２つの前記第１凸状要素の前記第２基部は

、繋がっている、請求項４に記載の半導体装置。

[請求項10] 前記第２方向において互いに隣り合う前記第１凸状要素は、前記第２方向において互いにずれて配置されている、請求項９に記載の半導体装置。

[請求項11] 前記第１先端部は、前記厚さ方向に視て湾曲形状であり、

前記第１起立部および前記第２起立部は、曲面状である、請求項９に記載の半導体装置。

[請求項12] 前記放熱部材は、前記第２方向に隣り合う前記第１凸状要素の前記第１起立部、前記第２起立部および前記第１先端部の間に位置するスリットを有する、請求項９ないし１１のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項13] 前記第１先端部は、平板状である、請求項１ないし１２のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項14] 前記第１先端部は、折り返し形状である、請求項１ないし１２のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項15] 前記第１基部および前記第２基部は、溶接により前記裏面に接合されている、請求項１ないし１４のいずれかに記載の半導体装置。

[請求項16] 請求項１ないし１５のいずれかに記載の半導体装置と、

前記半導体装置の前記厚さ方向の前記第２側に配置された冷却装置と、を備え、

前記冷却装置は、前記放熱部材を収容し且つ冷却媒体を流動させる筐体を有する、電力変換ユニット。

[請求項17] 前記筐体内において、前記冷却媒体が前記第２方向に流動する、請求項１６に記載の電力変換ユニット。

[請求項18] 金属板材料を用いて放熱部材を形成する工程と、

支持基板の裏面に前記放熱部材を配置する工程と、を備えており、

前記放熱部材を形成する工程は、

前記金属板材料の厚さ方向と直交する方向である第１方向に沿った

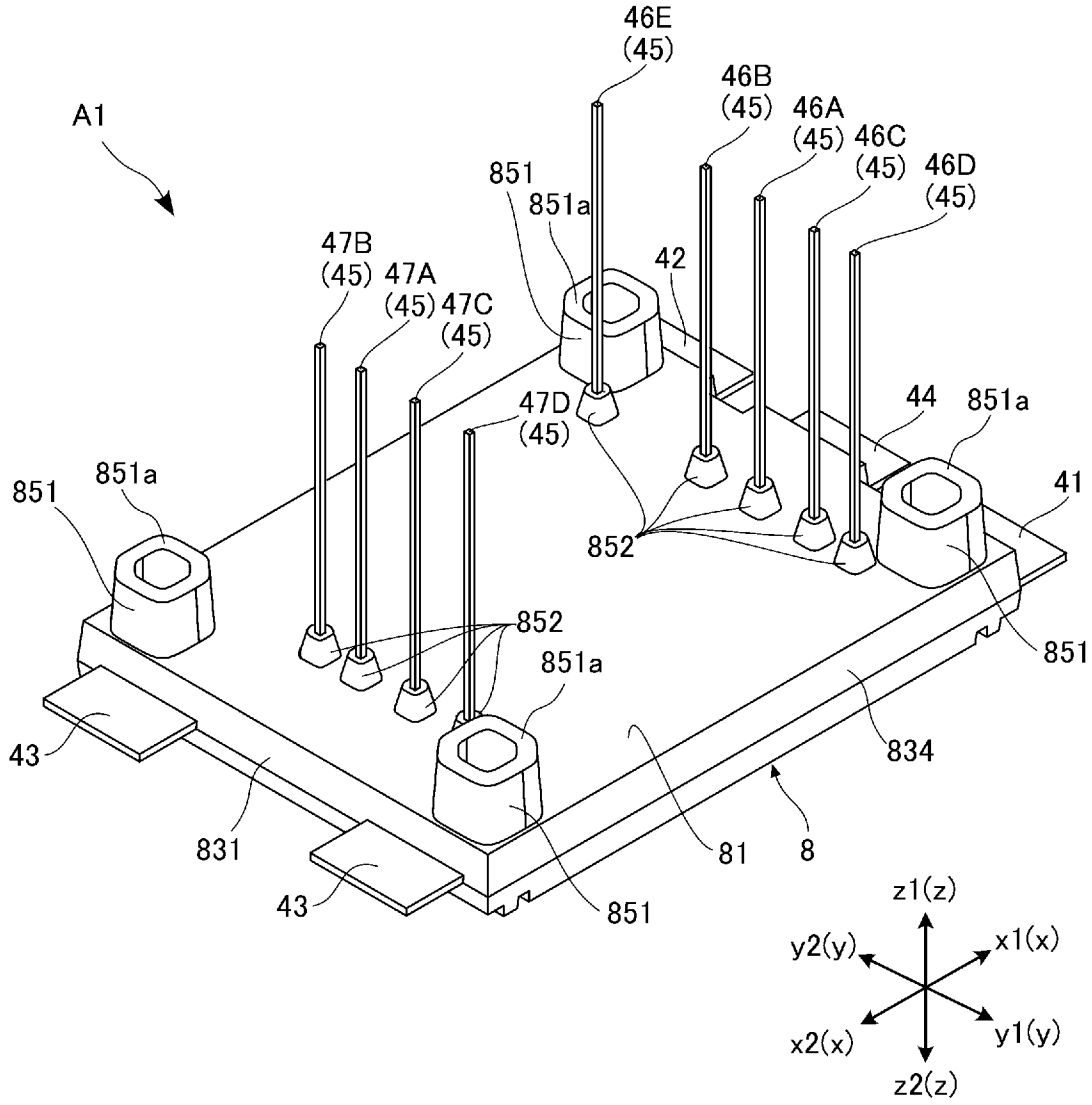
複数の切断線を形成する処理と、

前記金属板材料のうち前記厚さ方向および前記第１方向に直交する第２方向において隣り合う前記切断線に挟まれた部分を前記厚さ方向に突出した形状に変形させることにより、複数の第１凸状部を形成する処理と、を含む、半導体装置の製造方法。

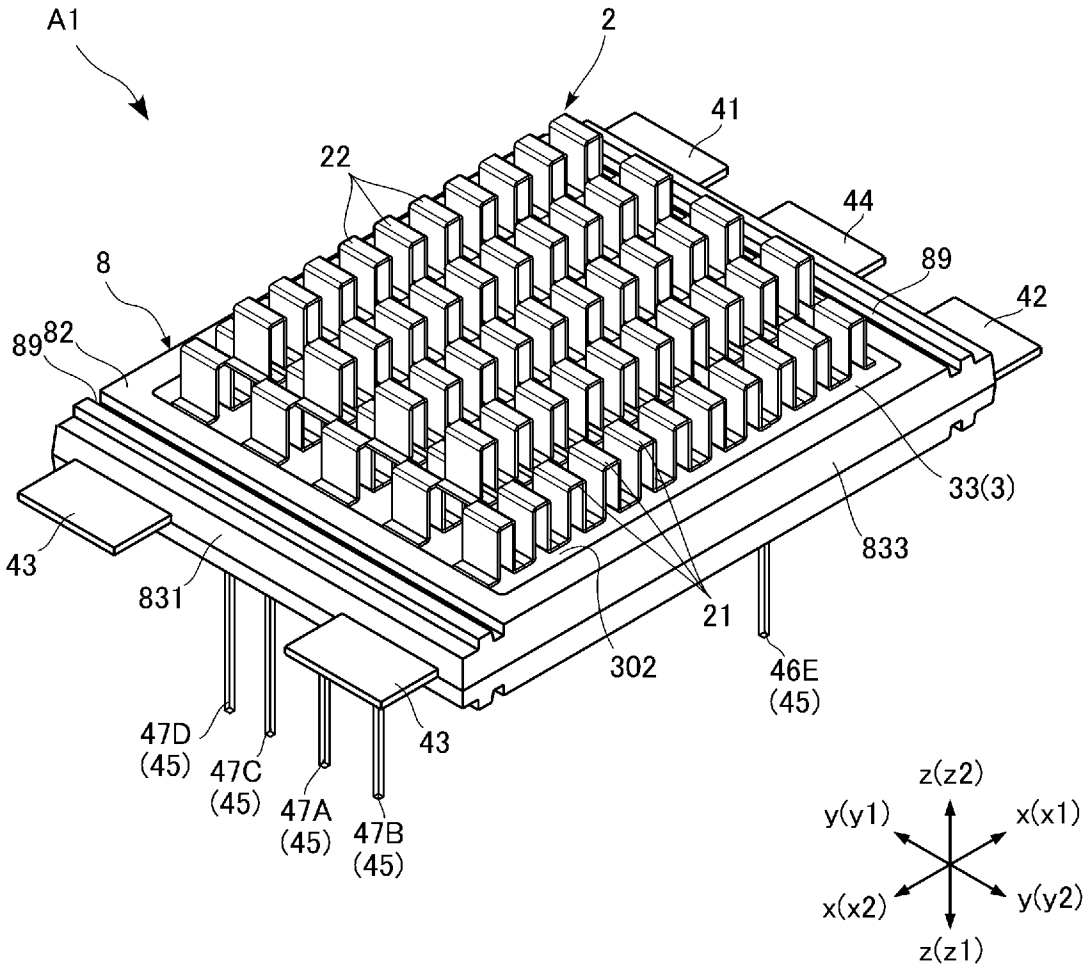
[請求項19] 前記放熱部材の前記第１方向の大きさは、前記金属板材料の前記第１方向の大きさよりも小さい、請求項１８に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項20] 前記支持基板の前記裏面に前記放熱部材を配置する工程においては、レーザ溶接を用いて前記放熱部材を前記裏面に接合する、請求項１８または１９に記載の半導体装置の製造方法。

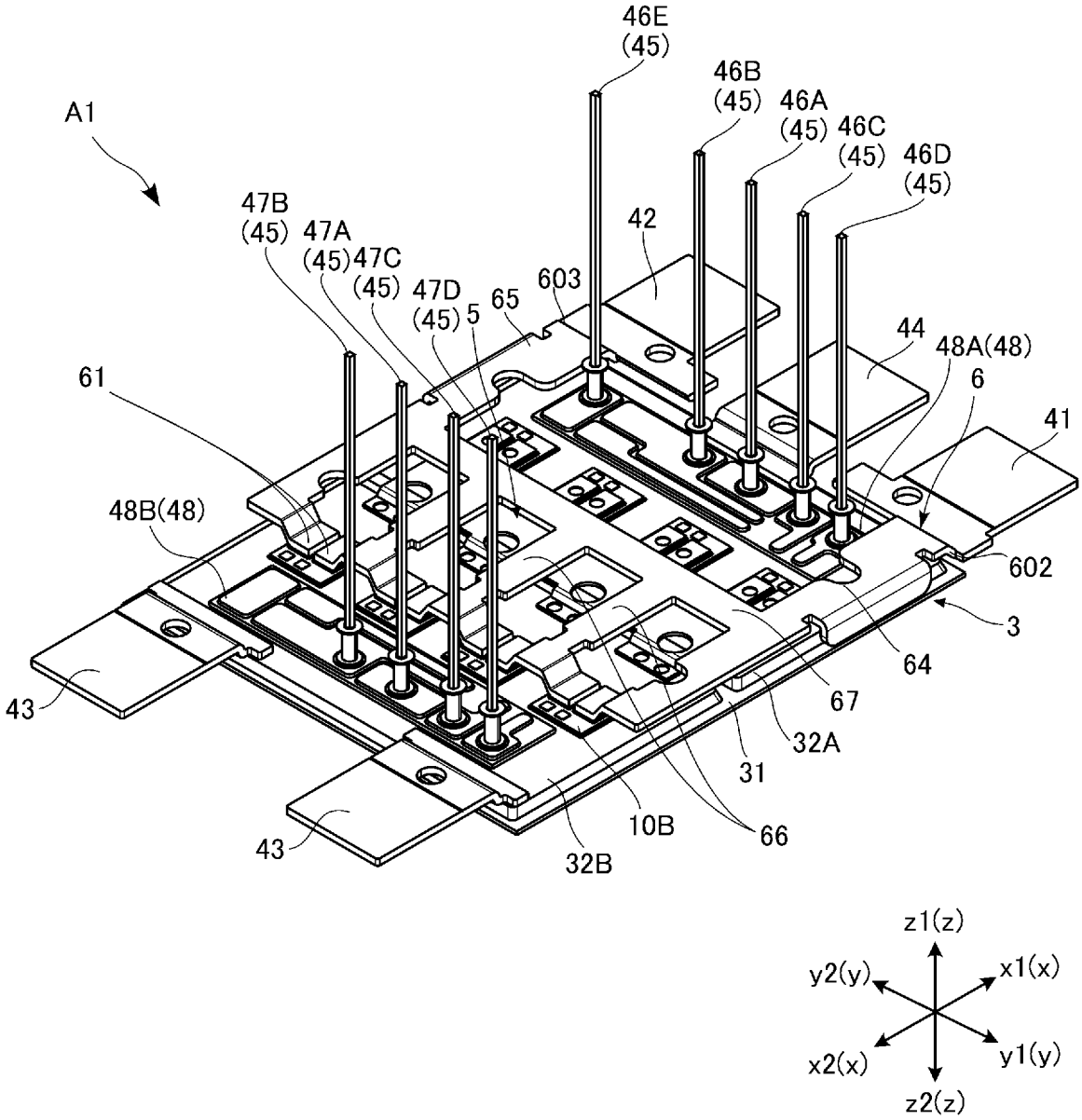
[図1]
FIG.1


A1
46E
(45)
46B
(45)
46A
(45)
46C
(45)
46D
(45)
851
851a
42
47B
(45)
47A
(45)
47C
(45)
47D
(45)
44
851a
41
851
851a
852
852
851a
851
43
831
43
851
81
8
834
z1(z)
y2(y)
x1(x)
x2(x)
y1(y)
z2(z)

[図2]
FIG.2


A1
2
41
22
44
8
89
42
89
82
33(3)
43
831
833
21
302
46E
(45)
47D
(45)
47C
(45)
47A
(45)
47B
(45)
43
z(z2)
y(y1)
x(x1)
x(x2)
y(y2)
z(z1)

[図3]
FIG.3


A1
46E
(45)
46B
(45)
46A
(45)
46C
(45)
46D
(45)
47B
(45)
47A
(45)
47C
(45)
47D
(45)
5
65
603
42
44
48A(48)
6
41
61
48B(48)
602
3
64
67
32A
31
10B
66
32B
43
43
z1(z)
y2(y)
x1(x)
x2(x)
y1(y)
z2(z)

[図4]

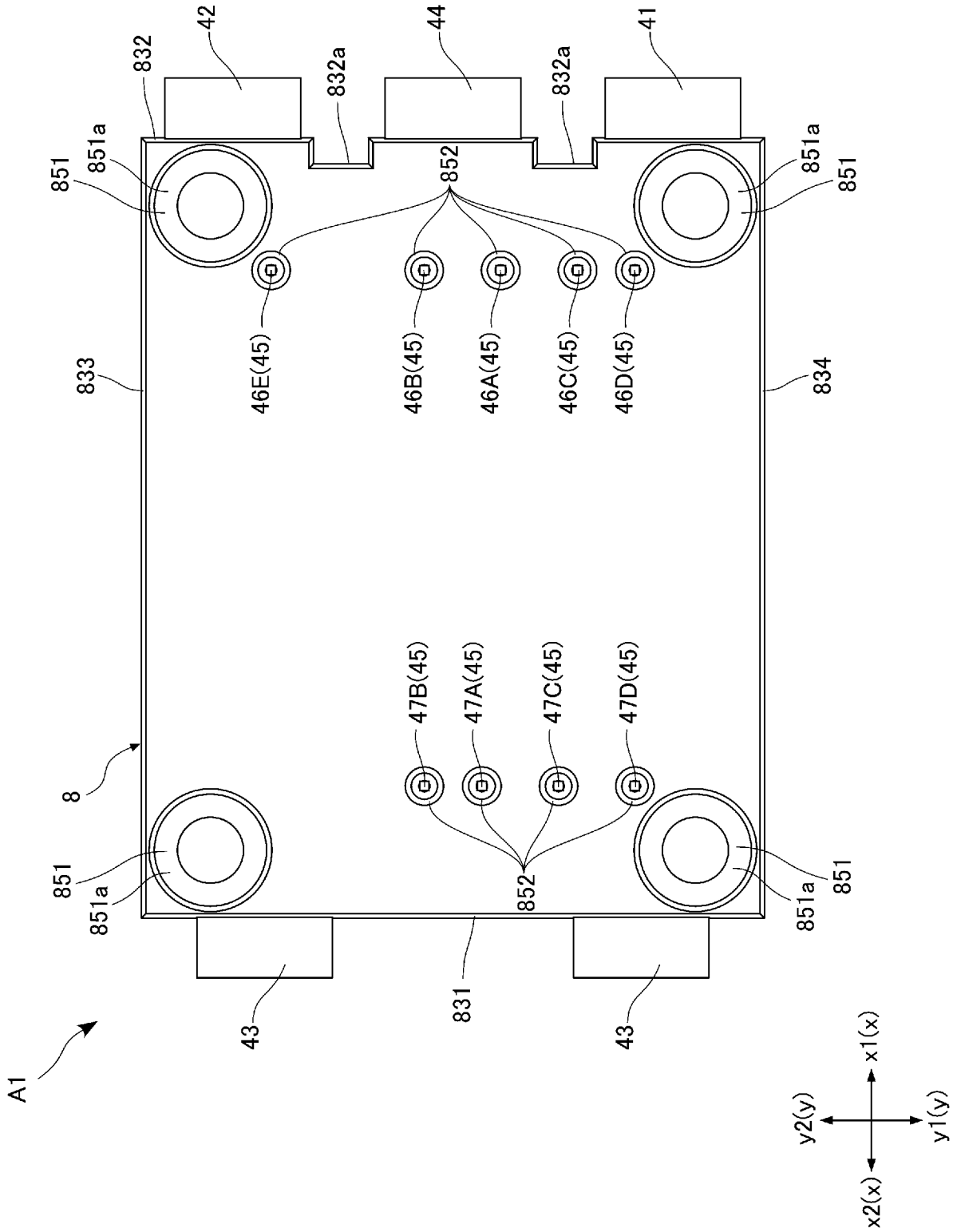

42
44
41
832
832a
832a
851
851a
852
851a
851
46E(45)
46B(45)
46A(45)
46C(45)
46D(45)
833
834
47B(45)
47A(45)
47C(45)
47D(45)
8
851
851a
852
851a
851
43
831
43
A1
x1(x)
y2(y)
y1(y)
x2(x)

FIG.4

[図5]

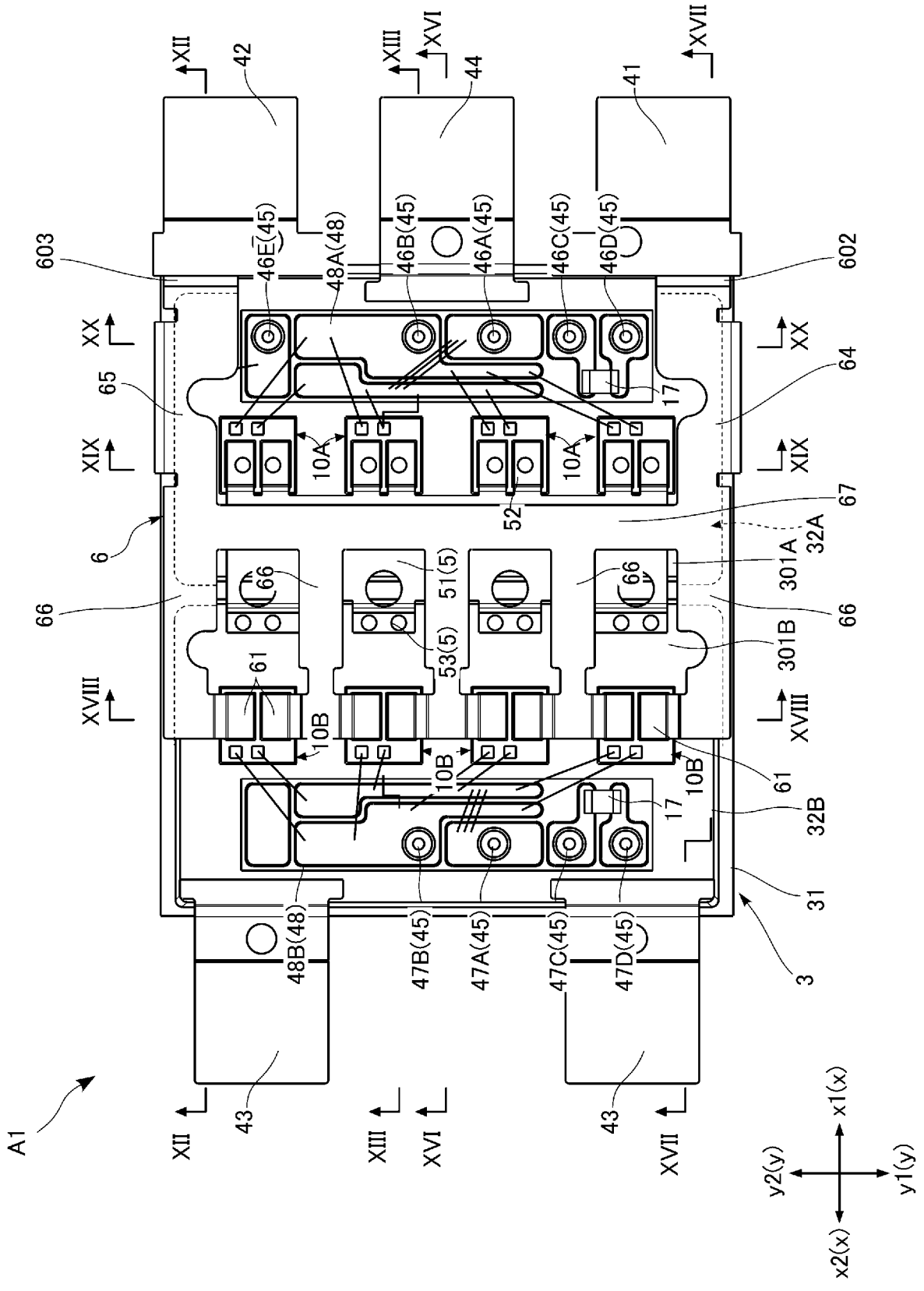

A1
XII
XIII
XVI
XVII
XX
XIX
XVIII
42
44
41
603
602
46E(45)
48A(48)
46B(45)
46A(45)
46C(45)
46D(45)
65
64
17
10A
52
67
6
32A
301A
66
51(5)
53(5)
301B
61
10B
32B
31
3
48B(48)
47B(45)
47A(45)
47C(45)
47D(45)
43
x1(x)
x2(x)
y1(y)
y2(y)

FIG.5

[図6]

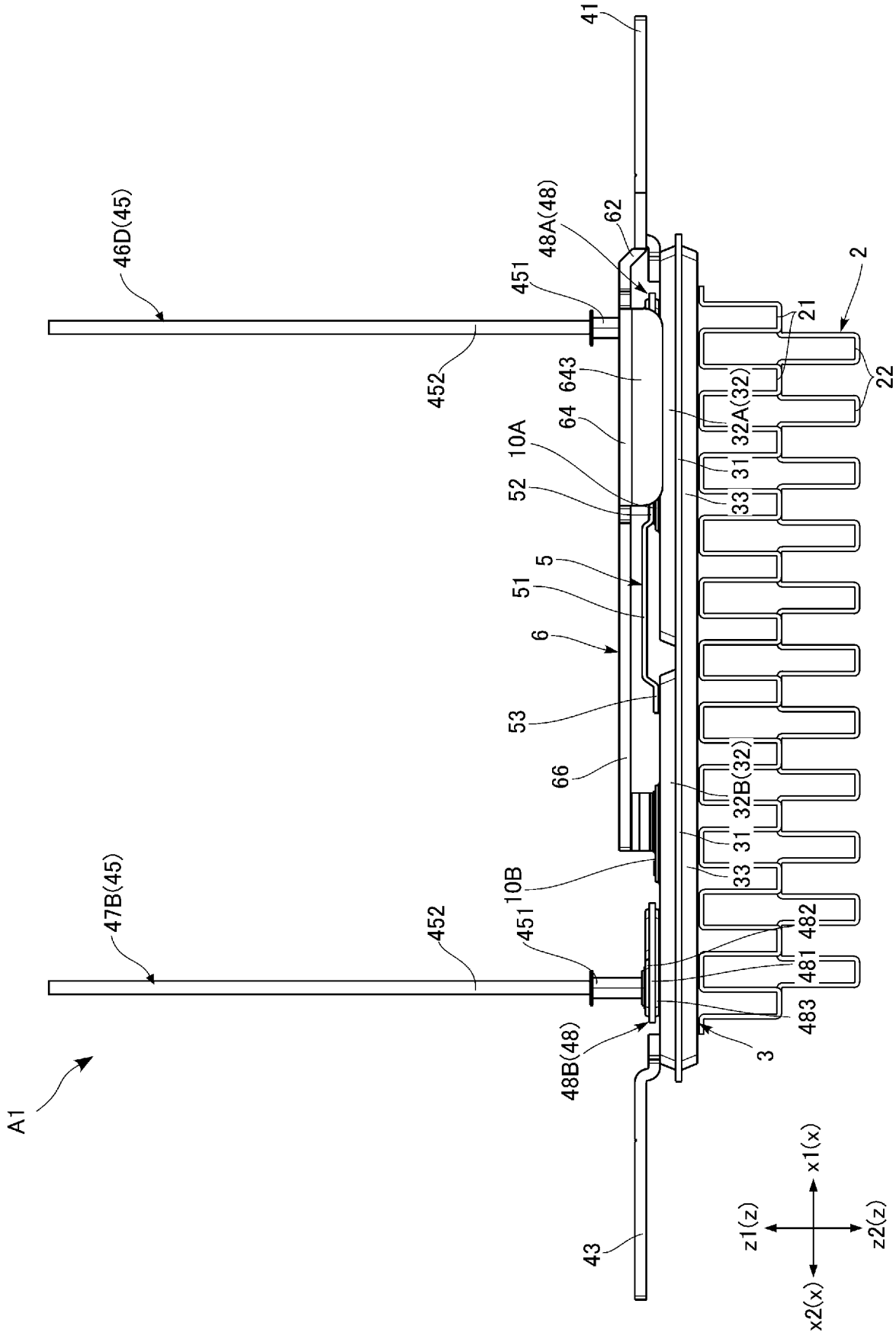

41
46D(45)
48A(48)
62
451
2
452
21
643
22
64
32A(32)
10A
31
52
33
5
51
6
53
66
32B(32)
31
33
10B
47B(45)
452
451
482
481
483
48B(48)
3
43
A1
x1(x)
z1(z)
z2(z)
x2(x)

FIG.6

[図7]

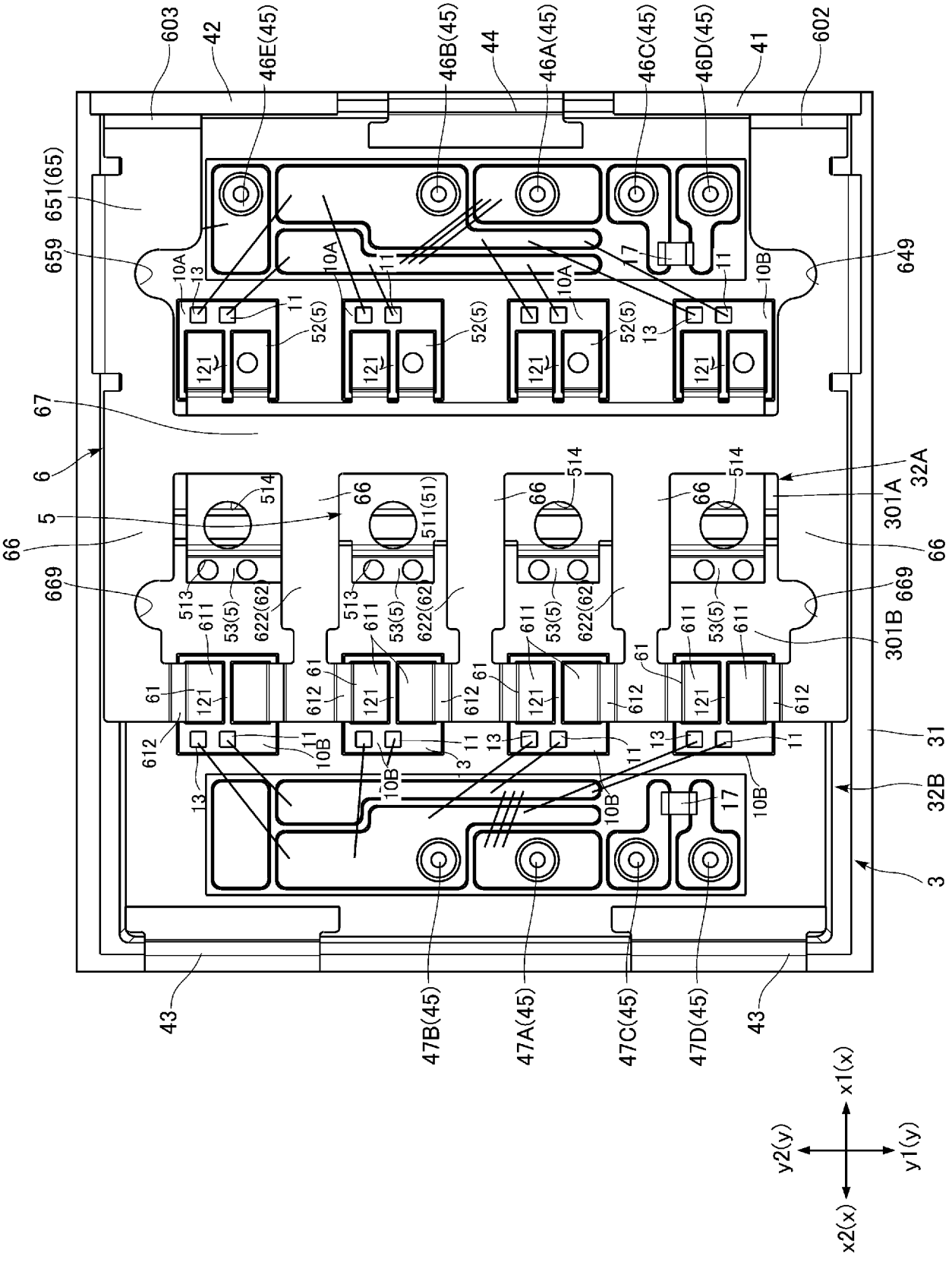

603
42
46E(45)
46B(45)
44
46A(45)
46C(45)
46D(45)
41
602
651(65)
659
649
67
6
5
66
669
301A
32A
301B
31
32B
3
43
47B(45)
47A(45)
47C(45)
47D(45)
x1(x)
x2(x)
y1(y)
y2(y)

FIG.7

[図8]

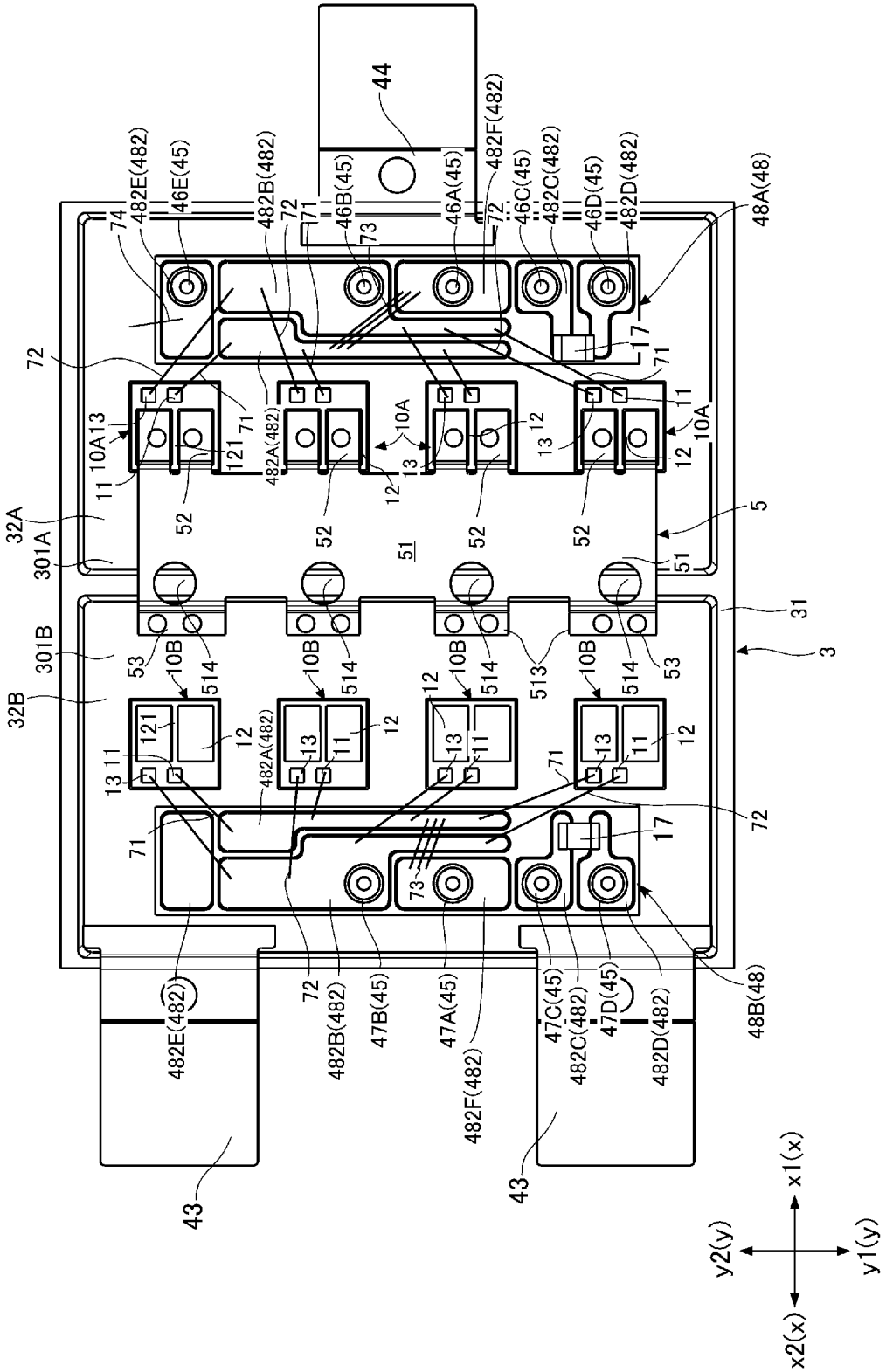

44
482F(482)
482E(482)
46E(45)
482B(482)
46B(45)
46A(45)
46C(45)
482C(482)
46D(45)
482D(482)
48A(48)
72
74
71
73
17
11
10A
13
12
121
482A(482)
52
51
5
32A
301A
301B
32B
31
3
53
10B
514
513
43
47B(45)
47A(45)
47C(45)
47D(45)
48B(48)
x1(x)
x2(x)
y1(y)
y2(y)

FIG.8

[図9]

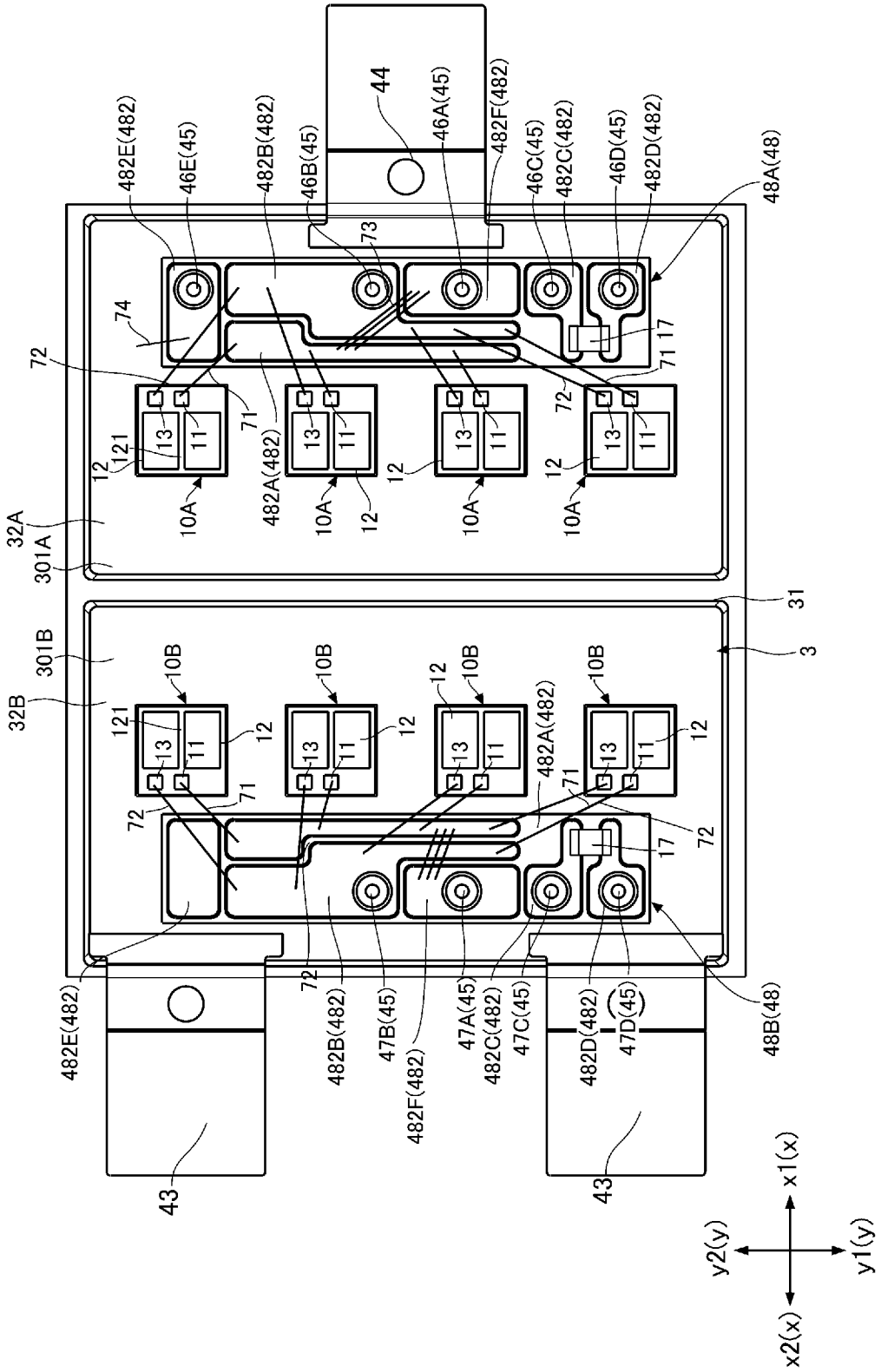

44
482E(482)
46E(45)
482B(482)
46B(45)
46A(45)
482F(482)
46C(45)
482C(482)
46D(45)
482D(482)
48A(48)
73
74
72
71
17
13
11
121
12
10A
482A(482)
32A
301A
31
3
301B
10B
32B
482E(482)
482B(482)
47B(45)
482F(482)
47A(45)
482C(482)
47C(45)
482D(482)
47D(45)
48B(48)
43
x1(x)
y2(y)
y1(y)
x2(x)

FIG.9

[図10]

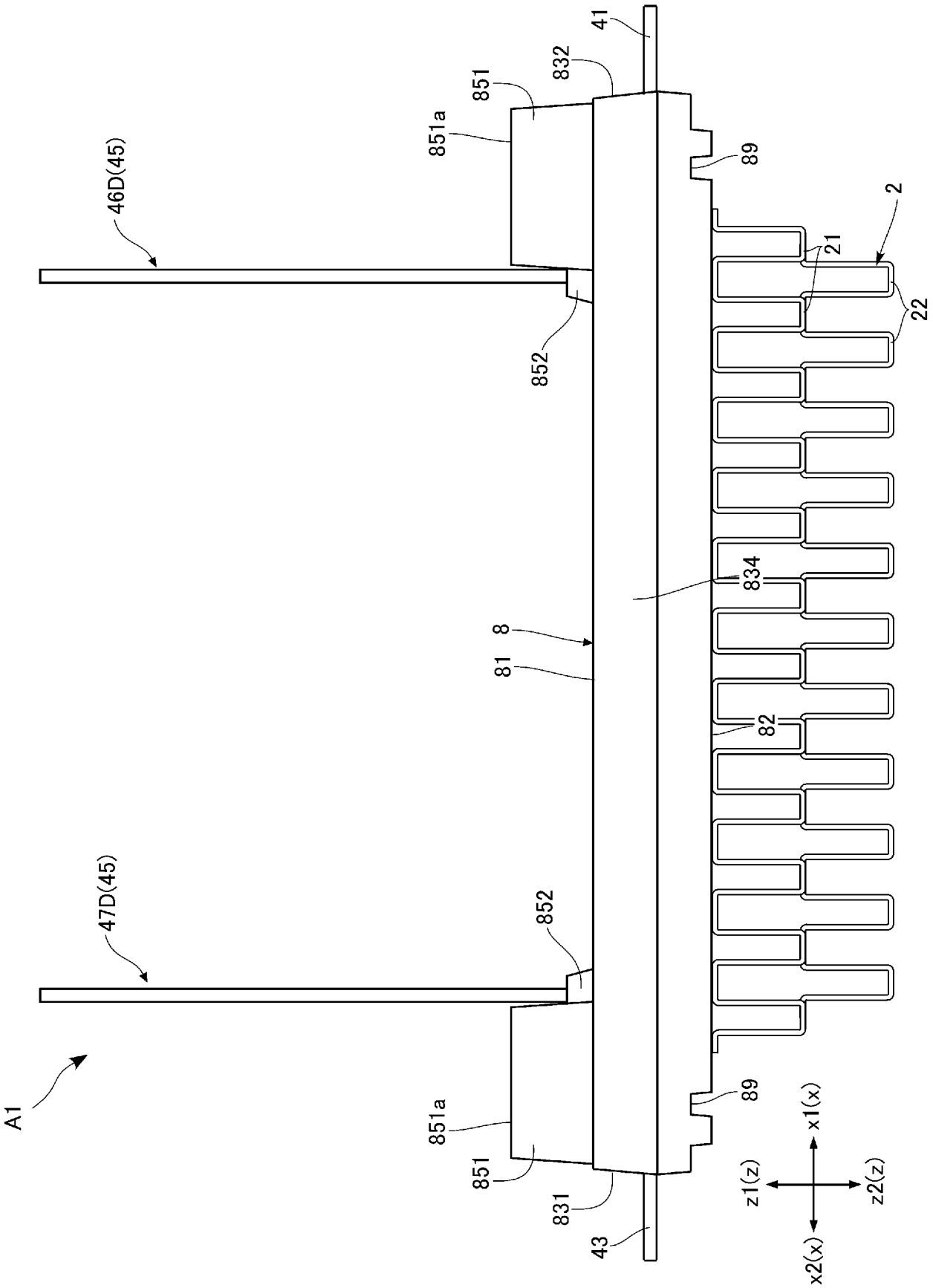

41
832
851
851a
46D(45)
89
2
21
22
852
834
8
81
82
47D(45)
852
A1
851a
89
851
831
43
x1(x)
z1(z)
z2(z)
x2(x)

FIG.10

[図11]

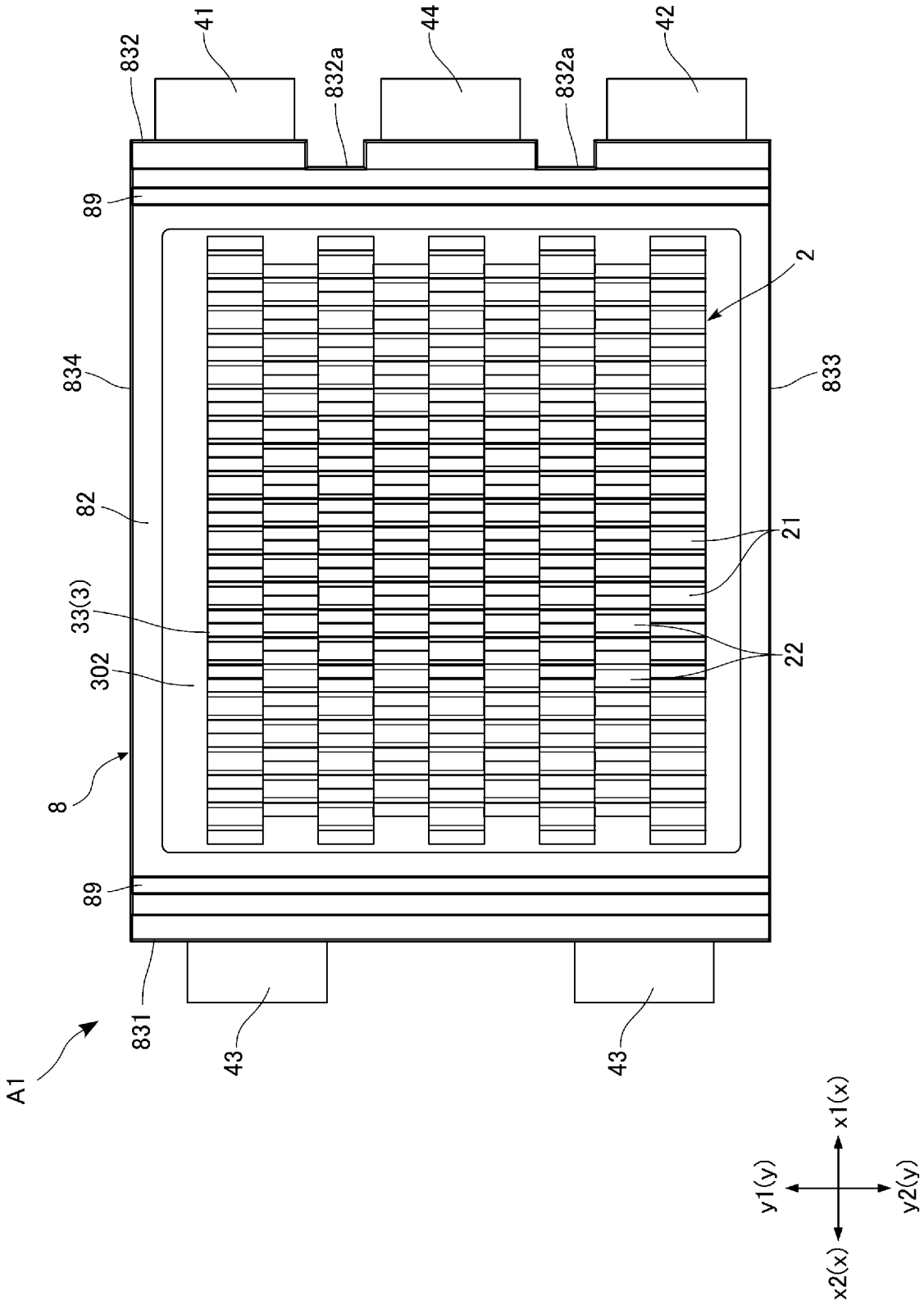

832
41
832a
44
832a
42
89
2
834
833
82
21
33(3)
22
302
8
89
831
43
43
A1
x1(x)
y1(y)
y2(y)
x2(x)

FIG.11

[図12]

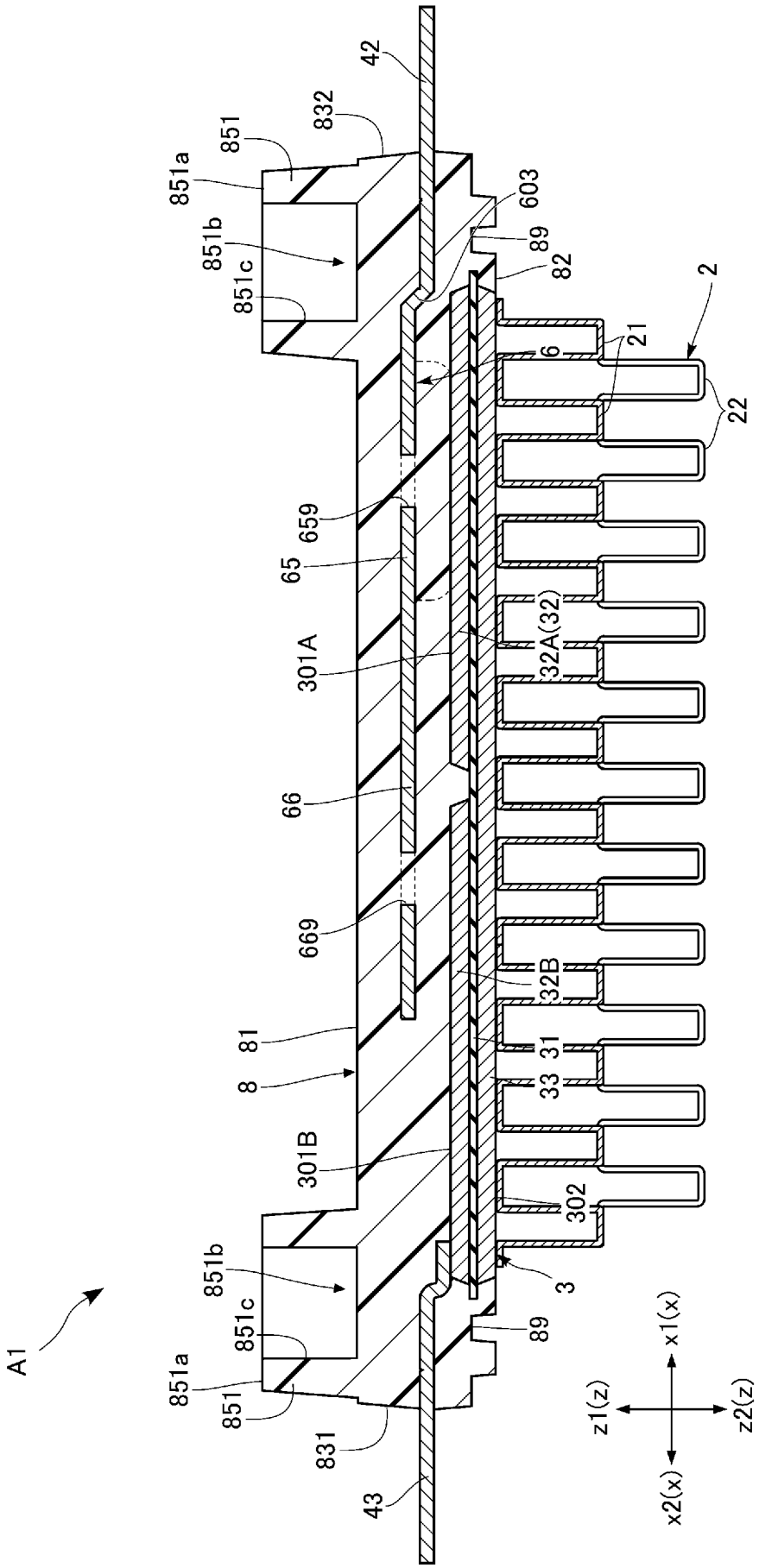

42
832
851
851a
851b
851c
603
89
82
2
21
6
22
659
65
301A
32A(32)
66
669
32B
81
8
31
33
301B
302
3
89
851b
851c
851a
851
831
43
A1
x1(x)
z1(z)
z2(z)
x2(x)

FIG.12

[図13]

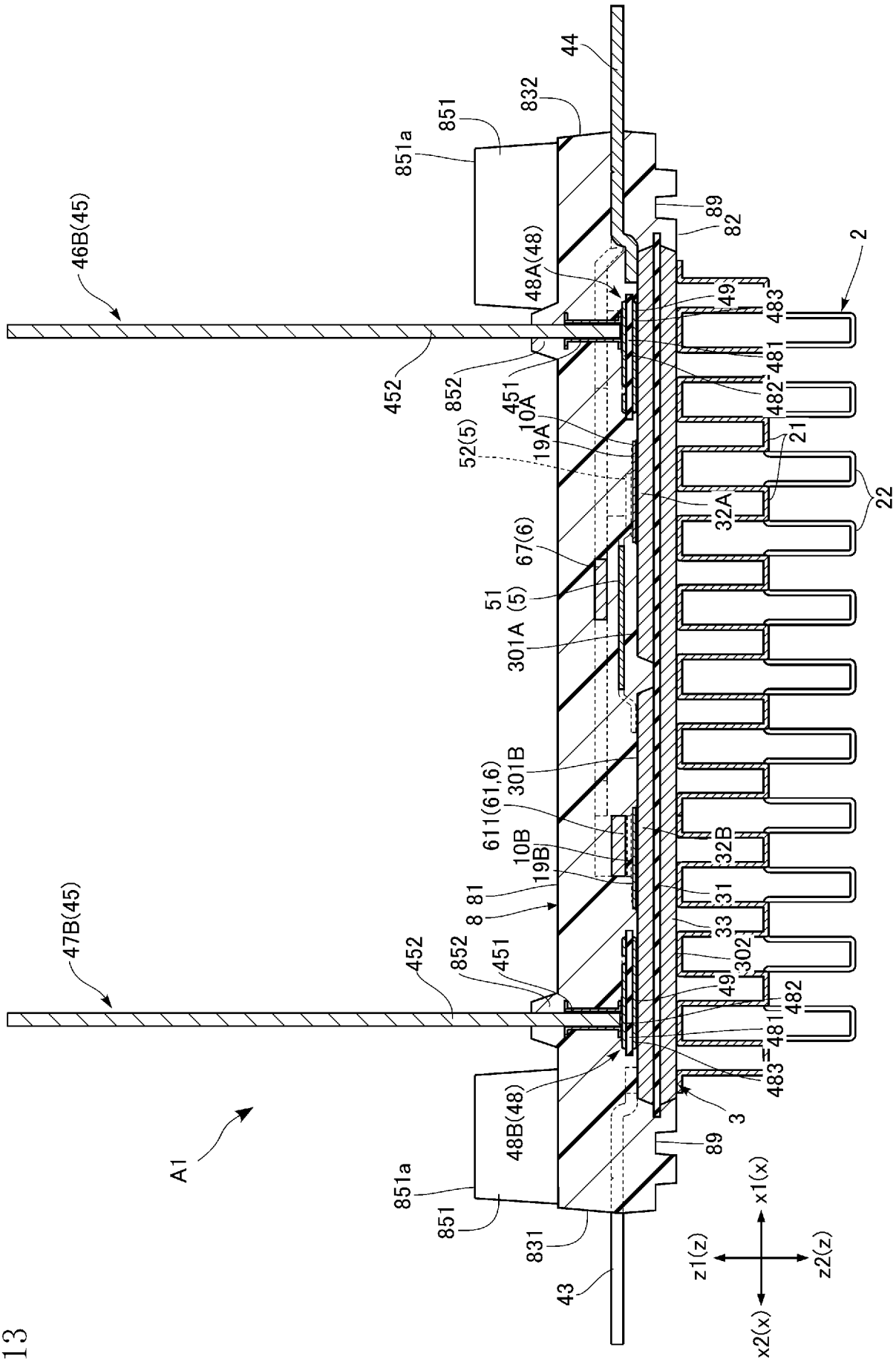
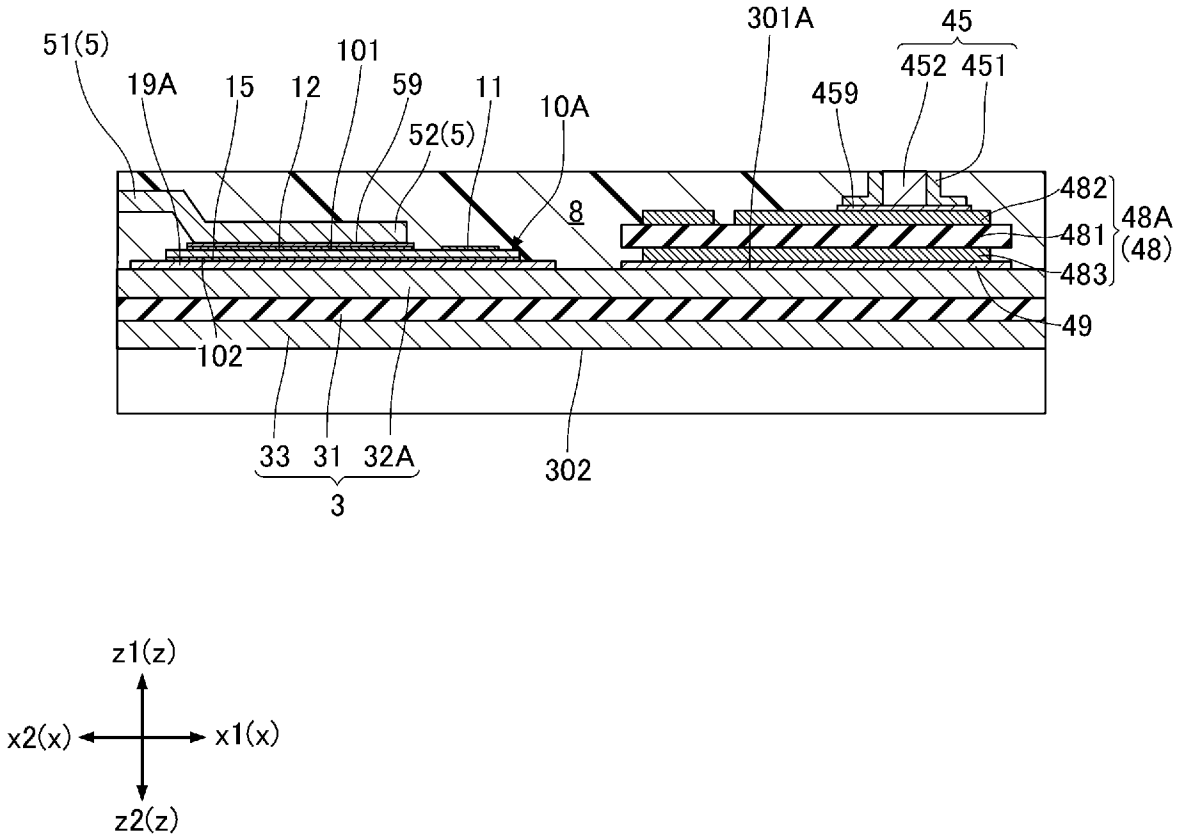
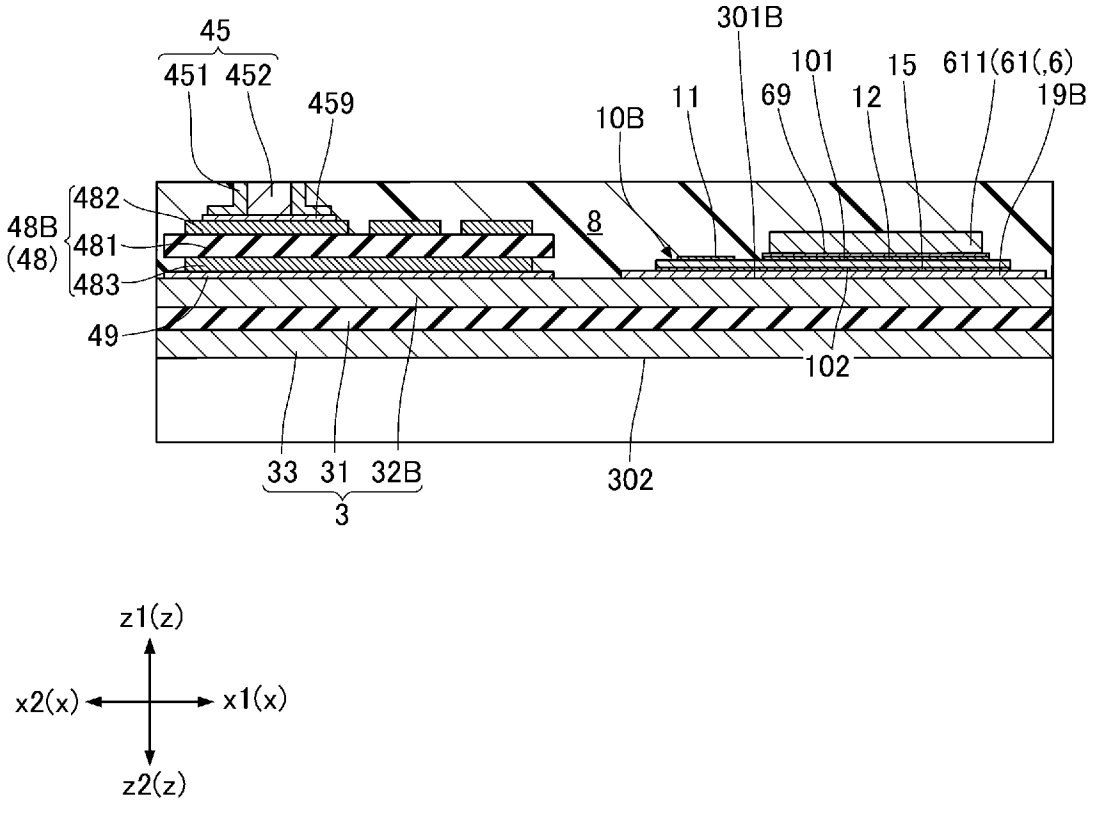

44
832
851
851a
89
82
2
46B(45)
48A(48)
49
483
481
482
21
22
452
852
451
10A
19A
52(5)
32A
67(6)
51
301A
(5)
301B
611(61,6)
10B
19B
32B
81
8
31
33
302
47B(45)
48B(48)
3
A1
831
43
z1(z)
z2(z)
x1(x)
x2(x)

FIG.13

[図14]
FIG.14



[図15]
FIG.15



[図16]

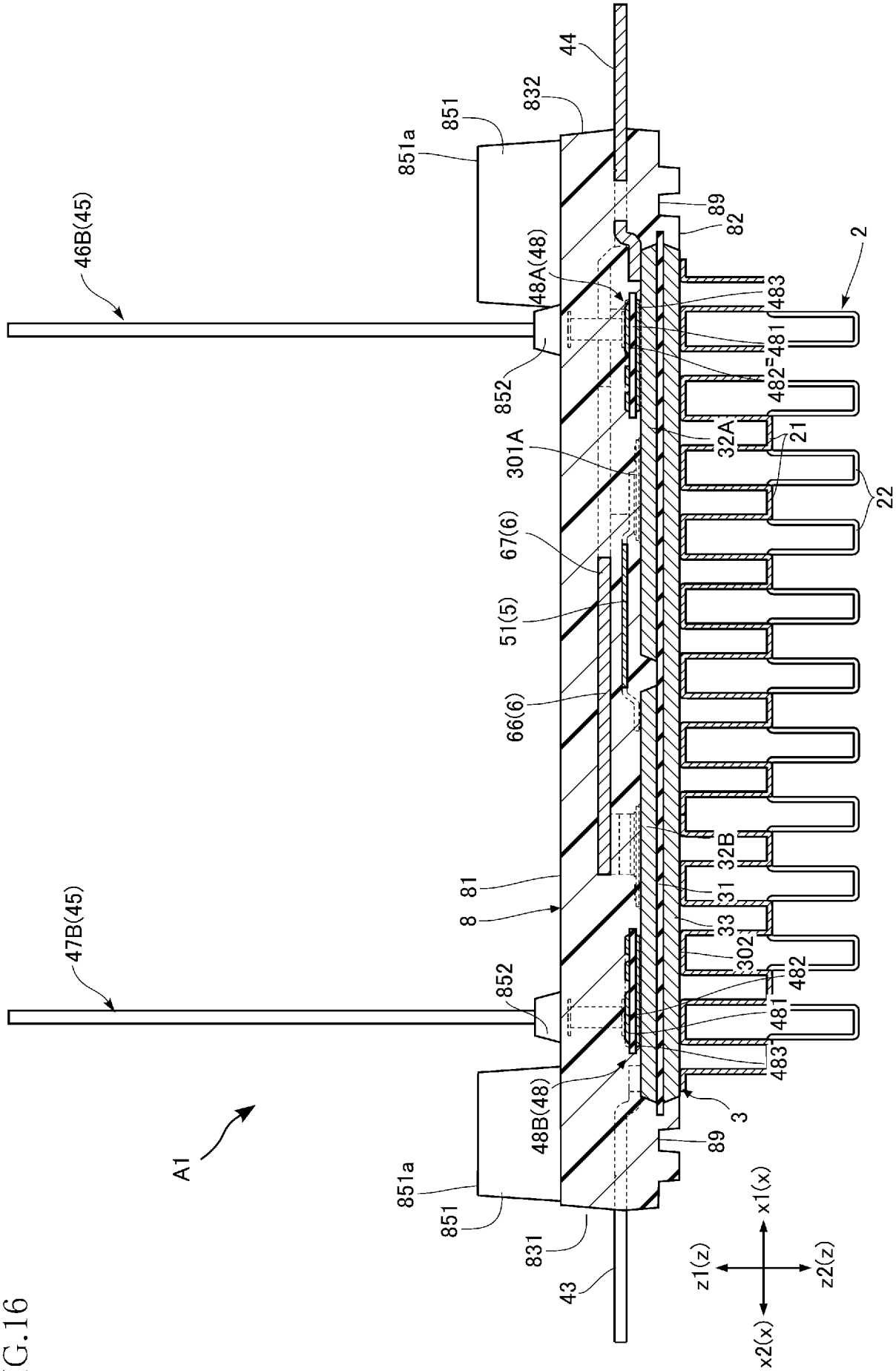

44
832
851
851a
89
82
2
46B(45)
48A(48)
483
481
482
852
32A
21
301A
22
67(6)
51(5)
66(6)
32B
81
8
31
33
302
47B(45)
852
482
481
483
48B(48)
3
A1
89
851a
851
831
43
x1(x)
z1(z)
z2(z)
x2(x)

FIG.16

[図17]

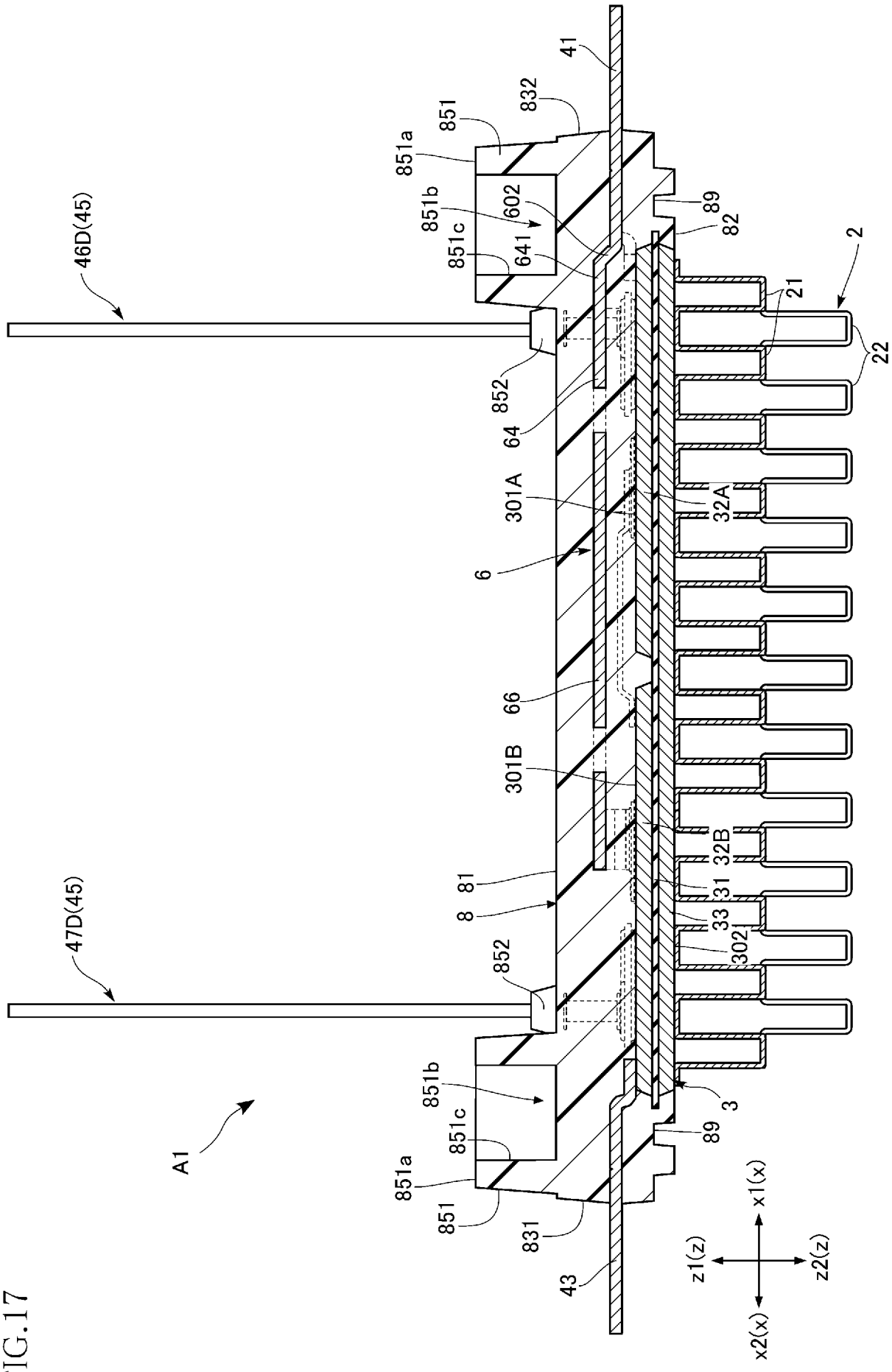

46D(45)
47D(45)
A1
851a
851b
851c
851
832
41
602
641
89
82
2
21
22
852
64
301A
32A
6
66
301B
32B
81
8
31
33
302
3
831
43
x1(x)
x2(x)
z1(z)
z2(z)

FIG.17

[図18]

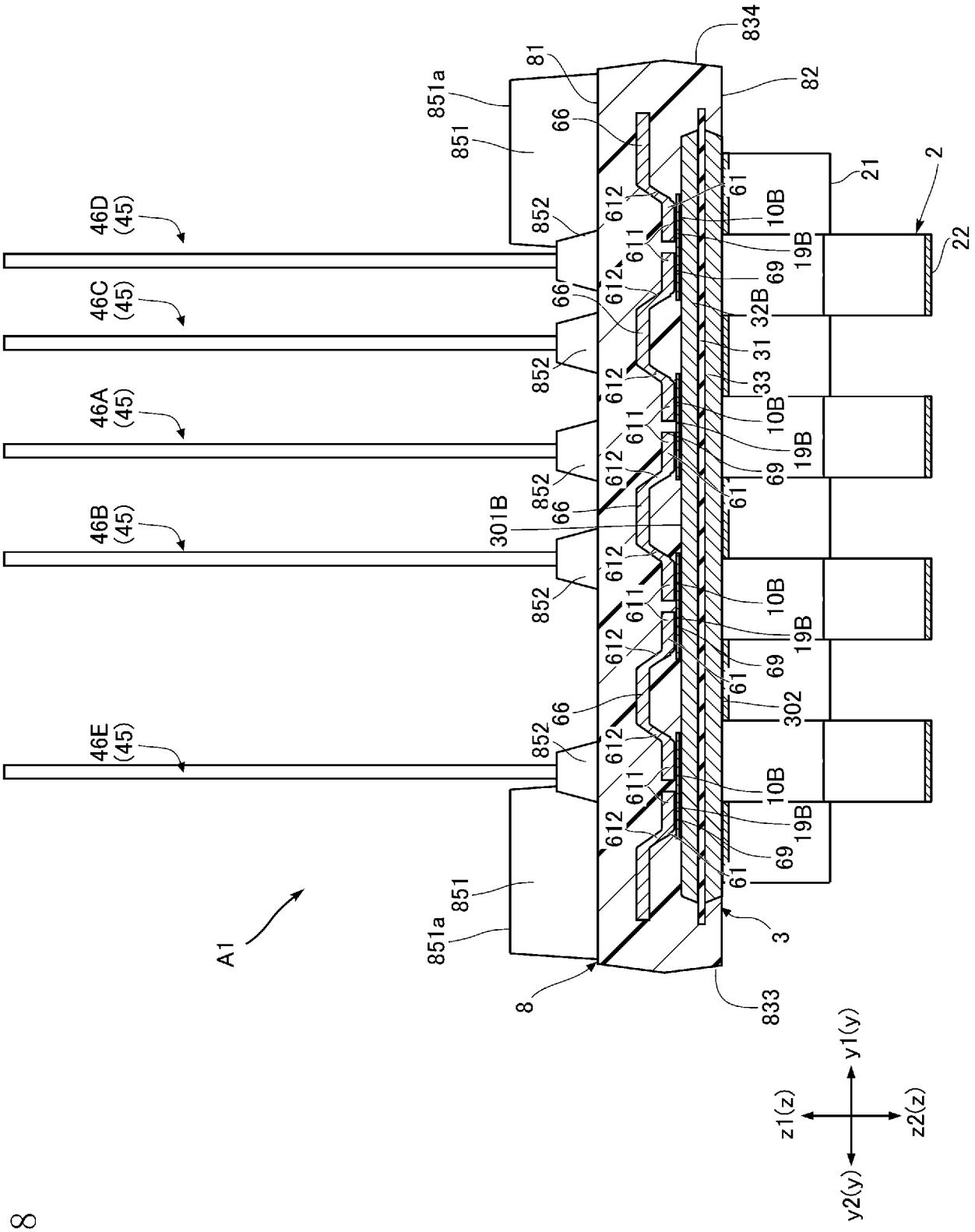

834
81
82
851a
851
66
46D (45)
46C (45)
46A (45)
46B (45)
46E (45)
852
612
611
61
10B
19B
69
21
2
22
32B
31
33
301B
302
3
A1
8
833
y1(y)
y2(y)
z1(z)
z2(z)

FIG.18

[図19]

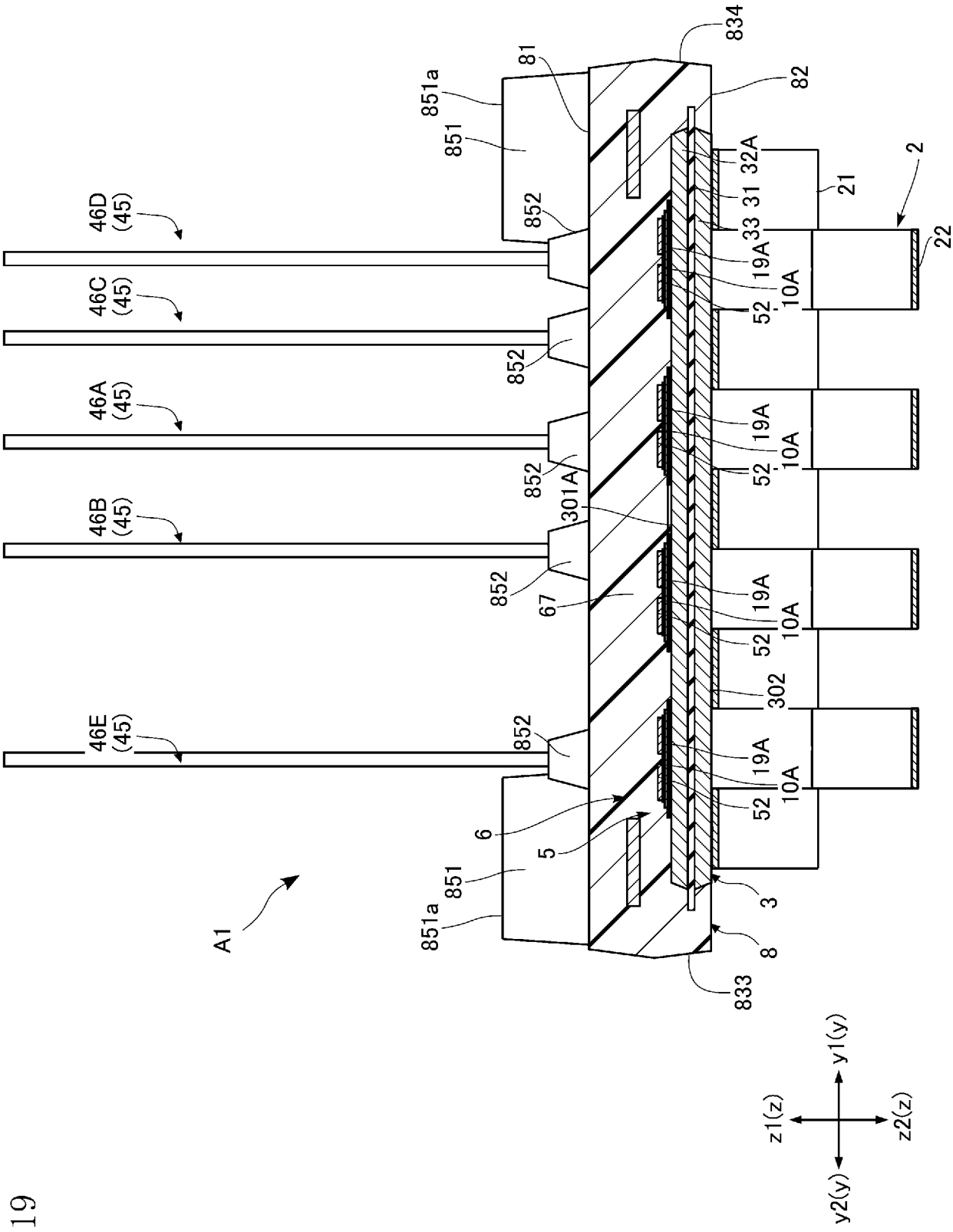

834
81
82
851a
851
852
46D (45)
46C (45)
46A (45)
46B (45)
46E (45)
32A
31
33
21
2
22
19A
10A
52
301A
67
302
6
5
3
8
833
A1
y1(y)
y2(y)
z1(z)
z2(z)

FIG.19

[図20]

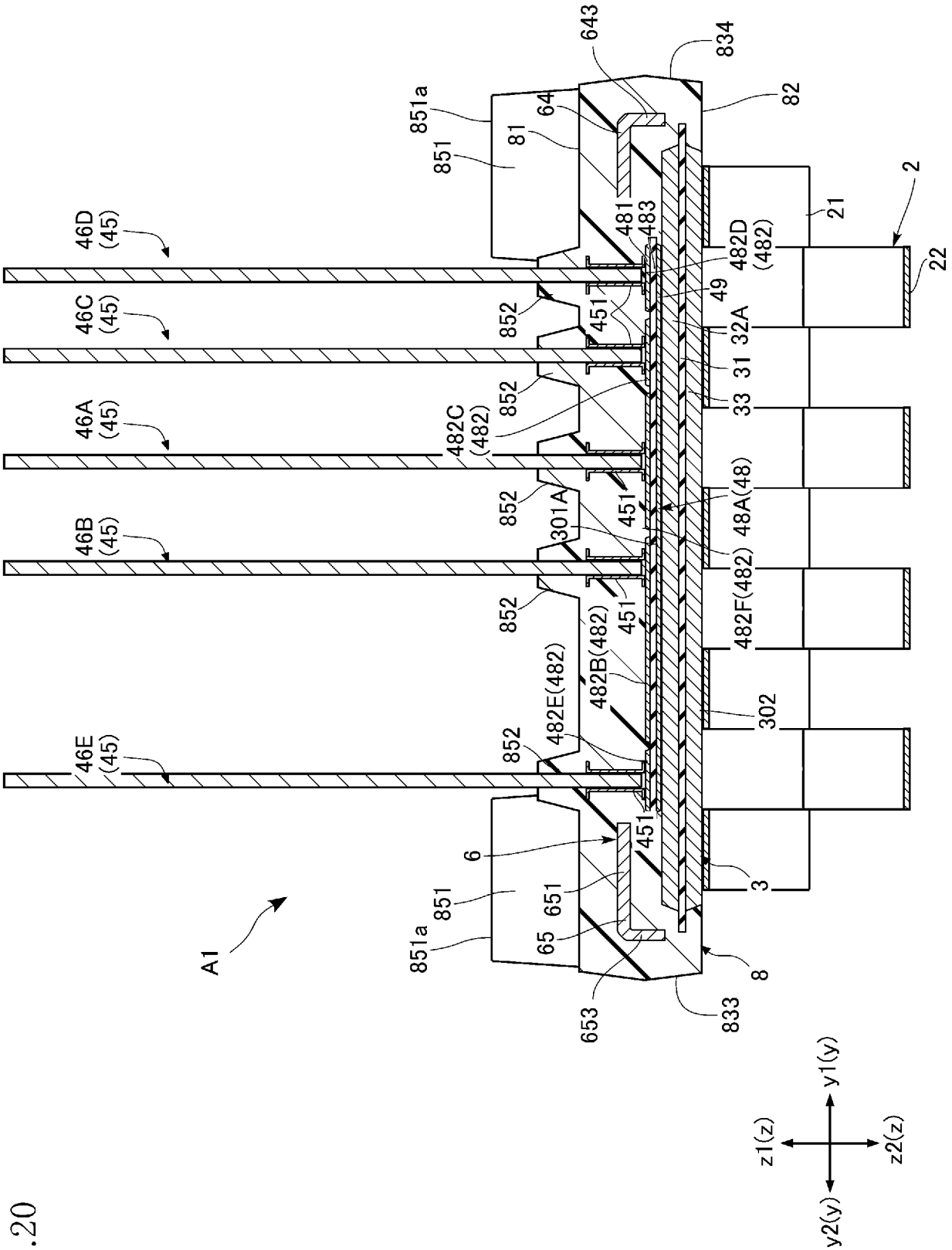
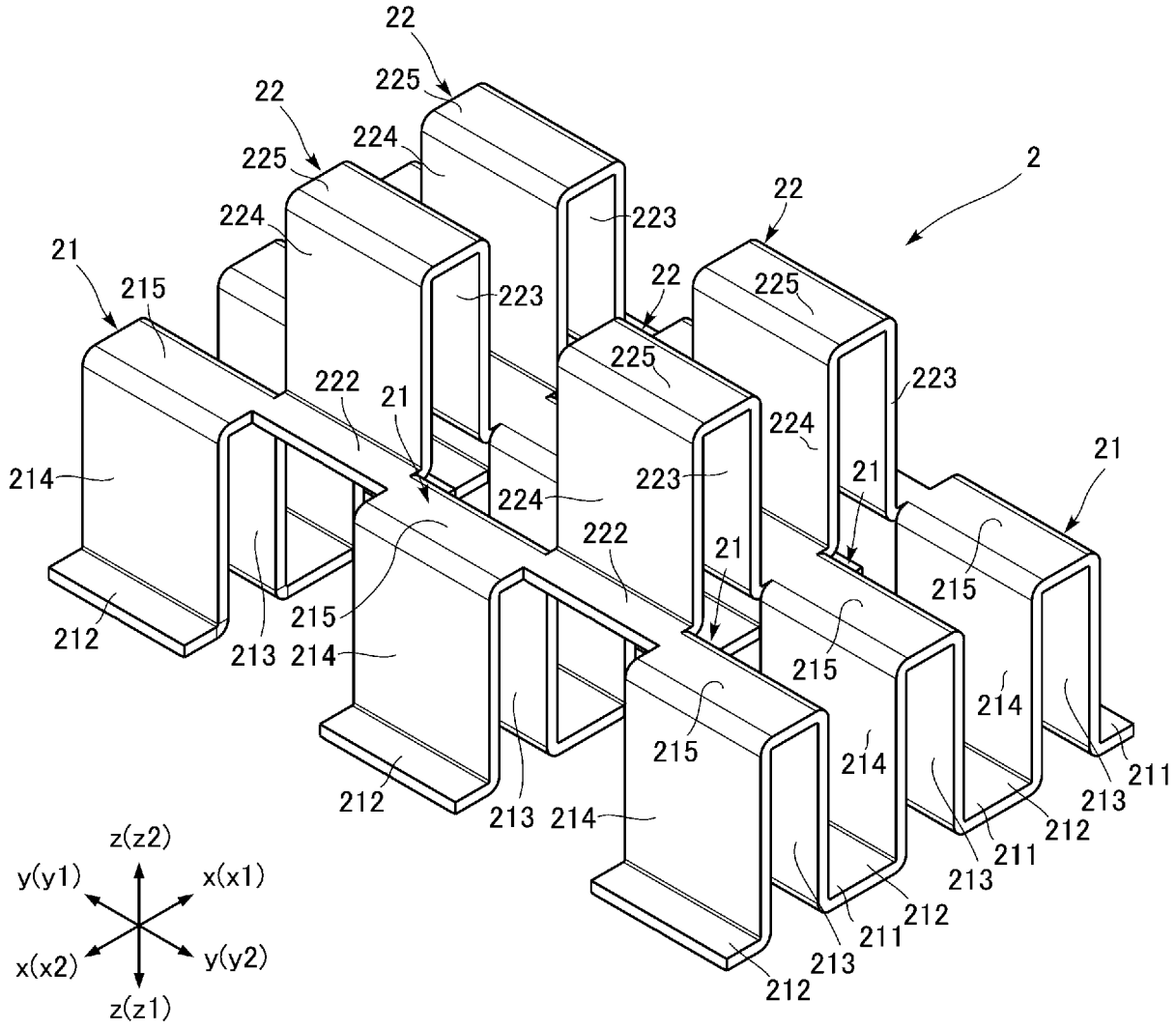
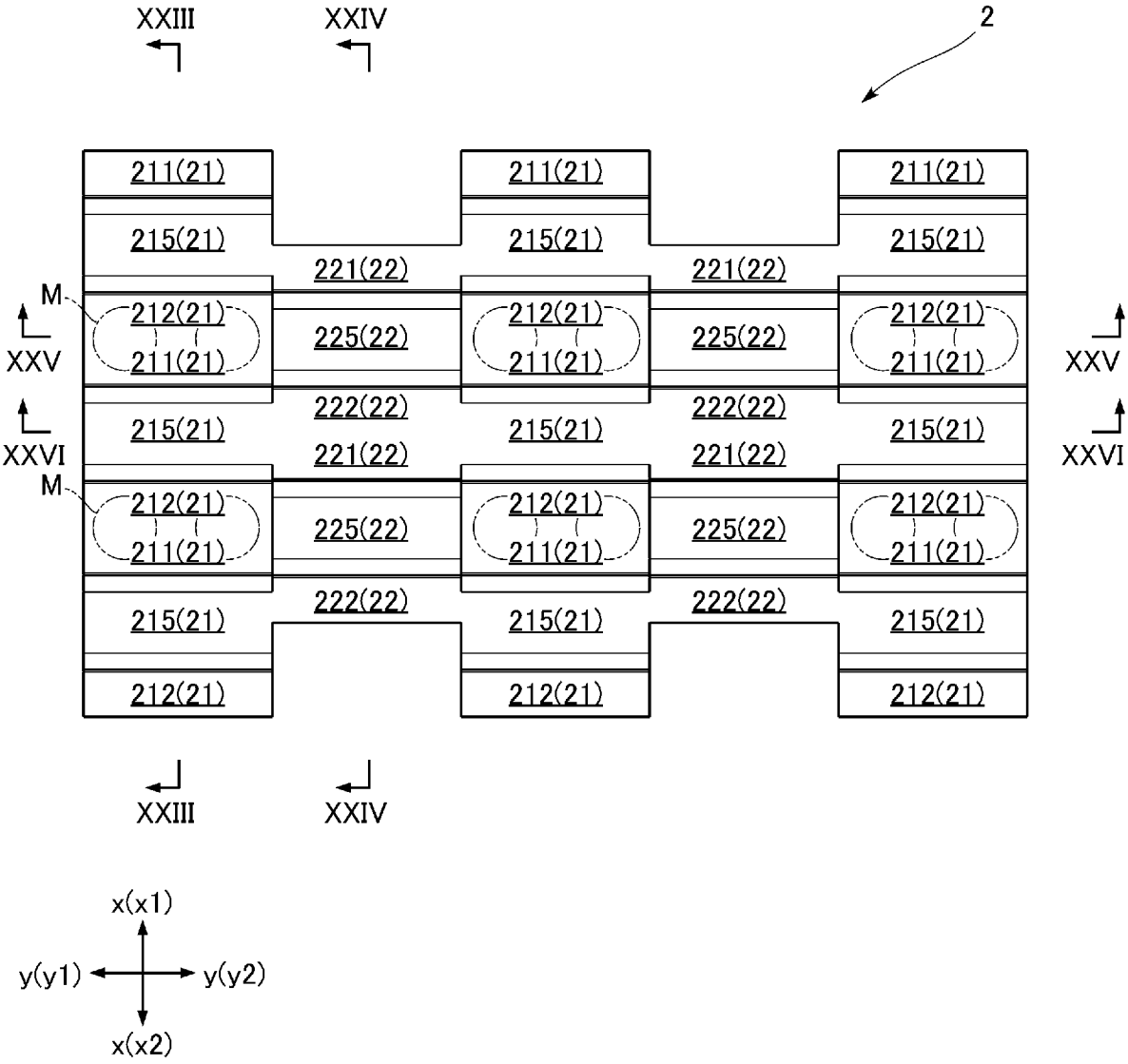

643
834
851a
851
64
81
82
2
21
22
46D (45)
46C (45)
46A (45)
46B (45)
46E (45)
481
483
482D (482)
49
451
852
32A
31
33
482C (482)
301A
48A(48)
482F(482)
482B(482)
482E(482)
302
6
651
65
3
8
653
833
A1
z1(z)
z2(z)
y1(y)
y2(y)

FIG.20

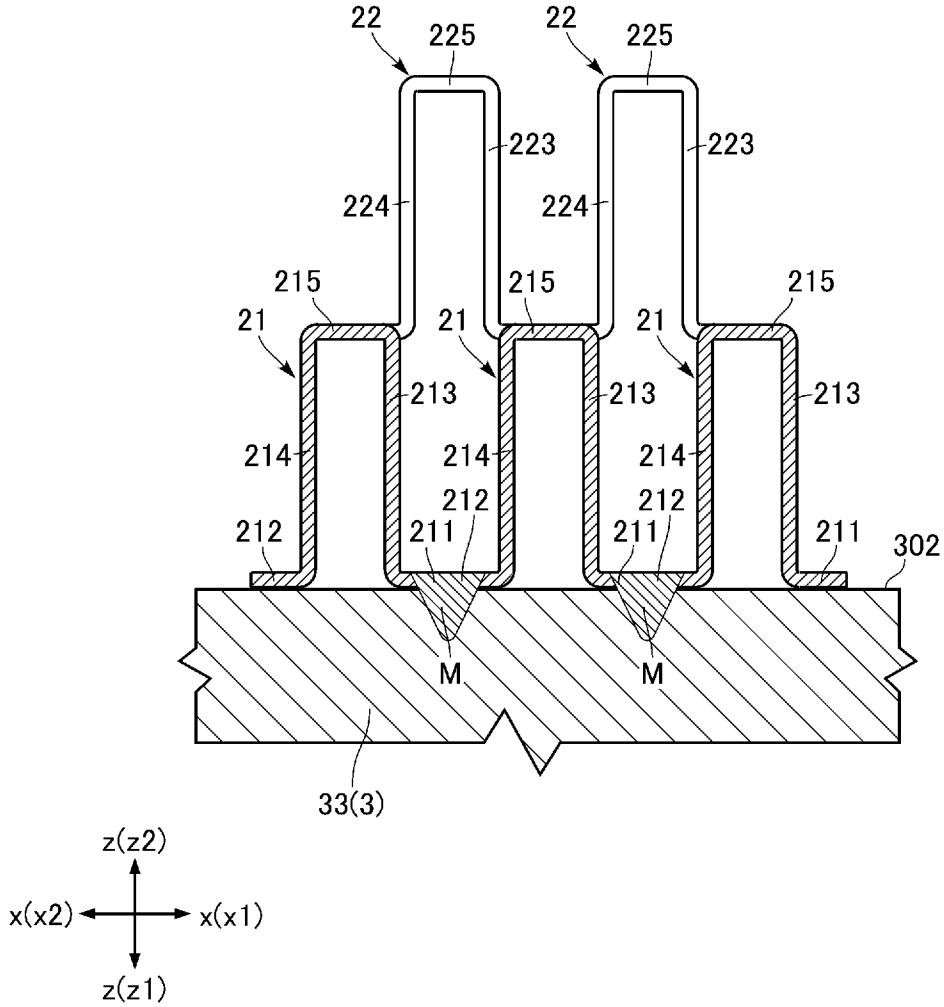
[図21]
FIG.21


22
225
22
224
225
2
224
223
22
21
215
223
22
225
225
223
222
21
224
21
214
223
224
21
222
21
215
215
212
213
214
215
214
214
211
212
213
212
211
213
212
211
213
212
z(z2)
y(y1)
x(x1)
x(x2)
y(y2)
z(z1)

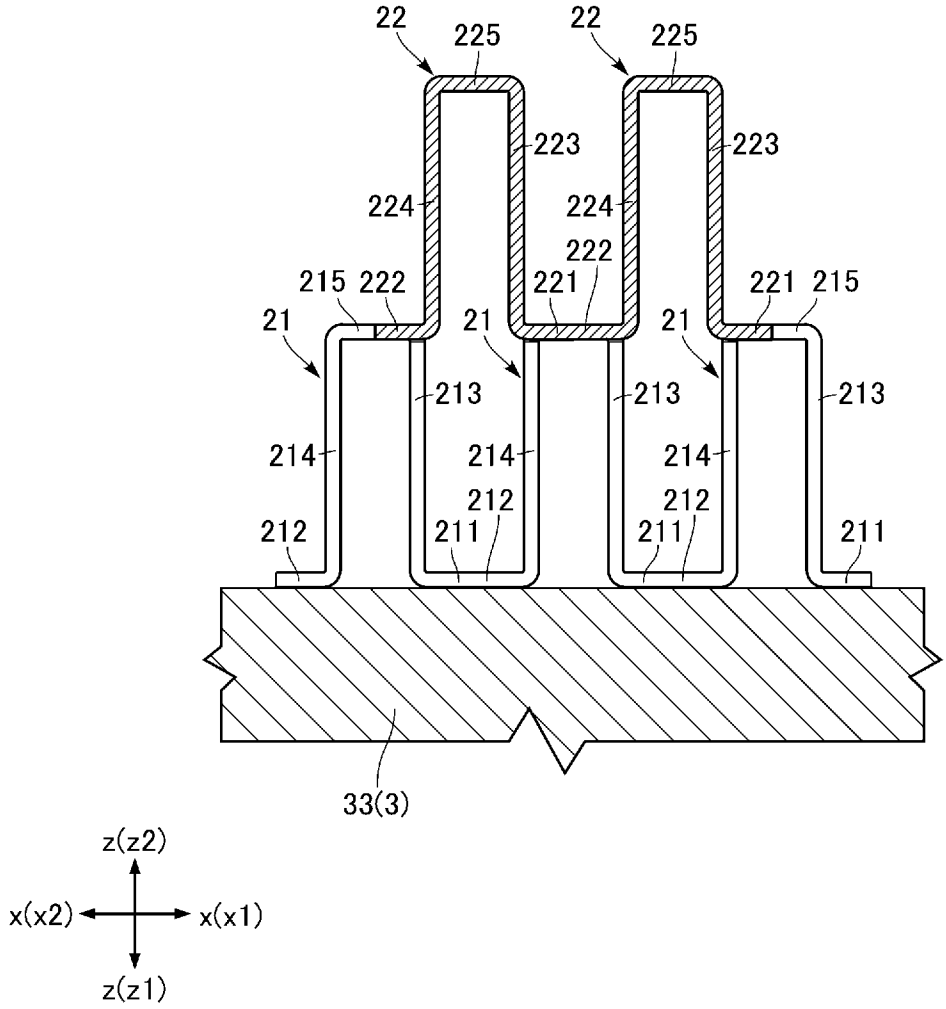
[図22]
FIG.22


XXIII
XXIV
2
211(21)
215(21)
221(22)
212(21)
225(22)
222(22)
M
XXV
XXVI
x(x1)
y(y1)
y(y2)
x(x2)

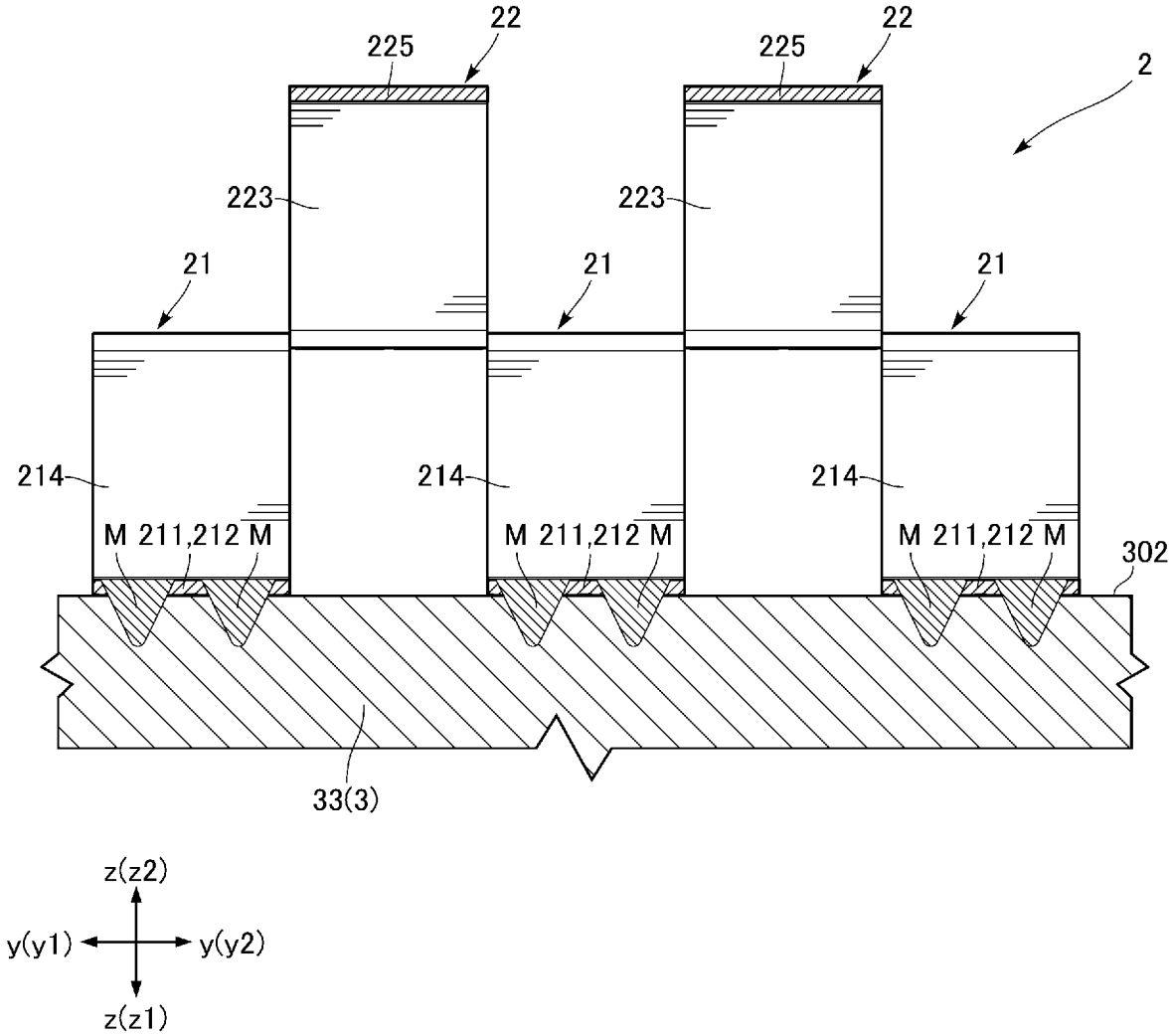
[図23]
FIG.23


22
225
22
225
223
223
224
224
215
215
215
21
21
21
213
213
213
214
214
214
212
212
212
211
211
211
302
M
M
33(3)
z(z2)
x(x2)
x(x1)
z(z1)

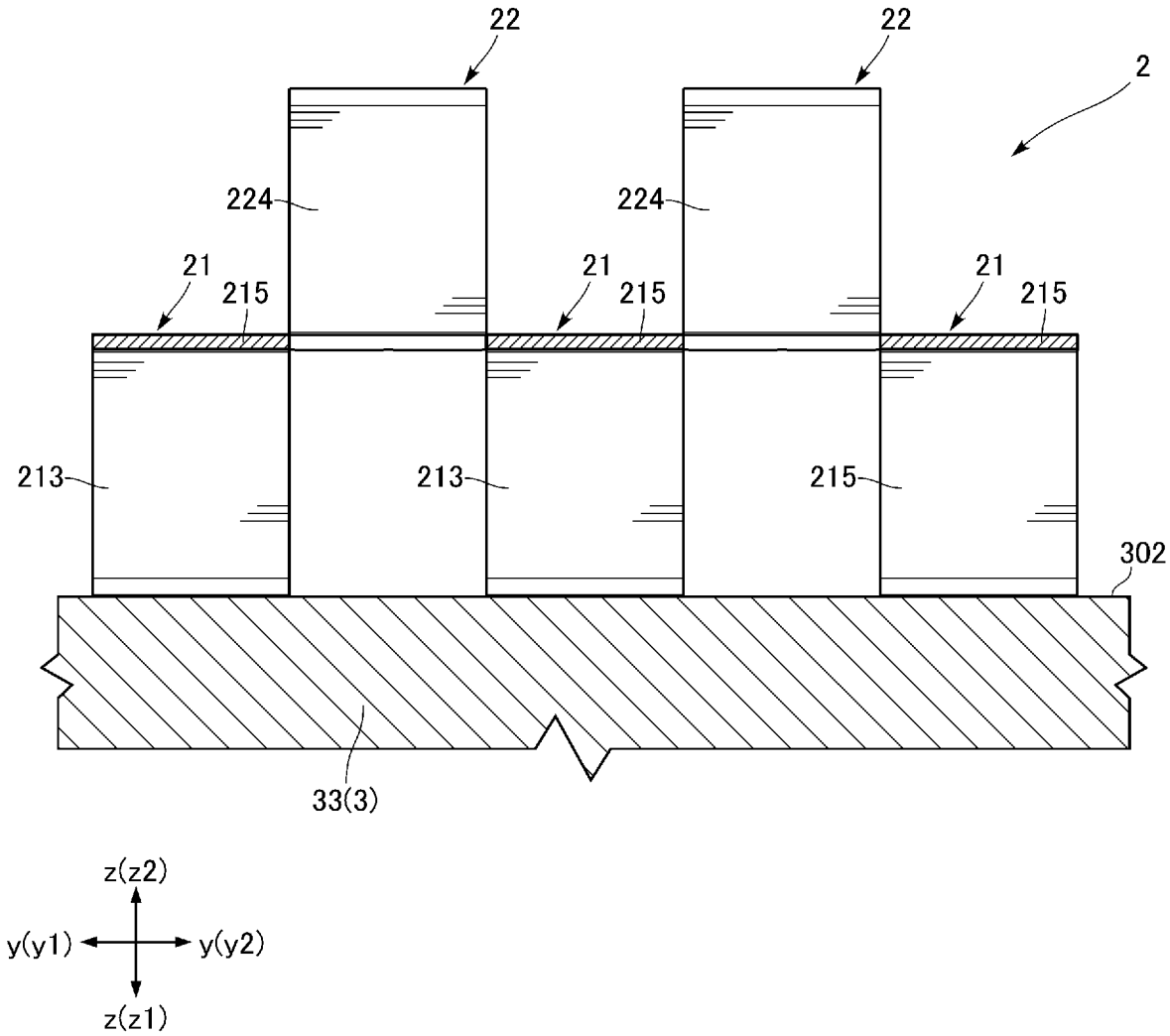
[図24]
FIG.24


22
225
22
225
223
223
224
224
222
215
222
221
221
215
21
21
21
213
213
213
214
214
214
212
212
212
211
211
211
33(3)
z(z2)
x(x2)
x(x1)
z(z1)

[図25]
FIG.25


22
225
22
225
2
223
223
21
21
21
214
214
214
M 211,212 M
M 211,212 M
M 211,212 M
302
33(3)
z(z2)
y(y1)
y(y2)
z(z1)

[図26]
FIG.26


22
22
2
224
224
21
215
21
215
21
215
213
213
215
302
33(3)
z(z2)
y(y1)
y(y2)
z(z1)

[図27]

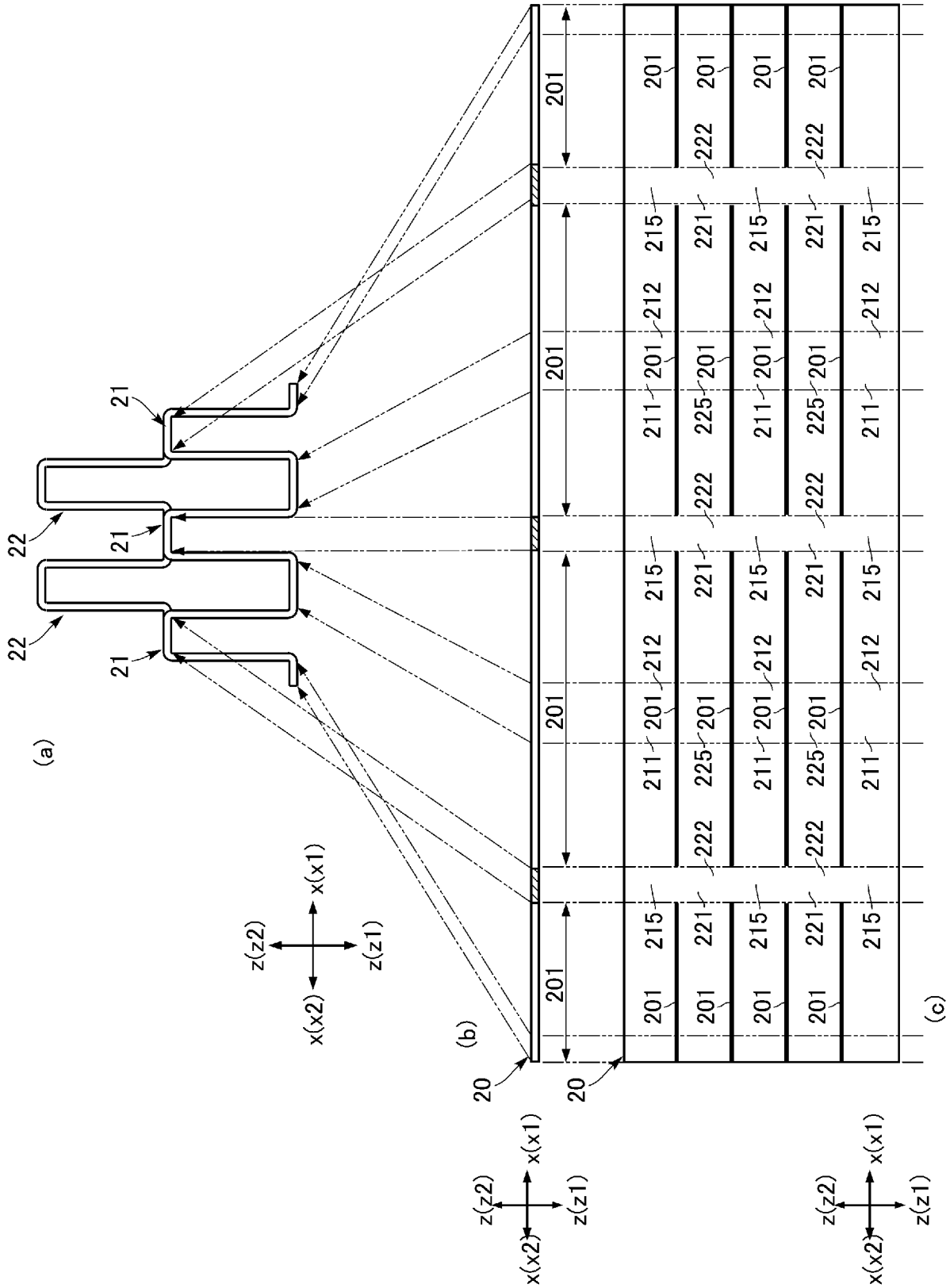
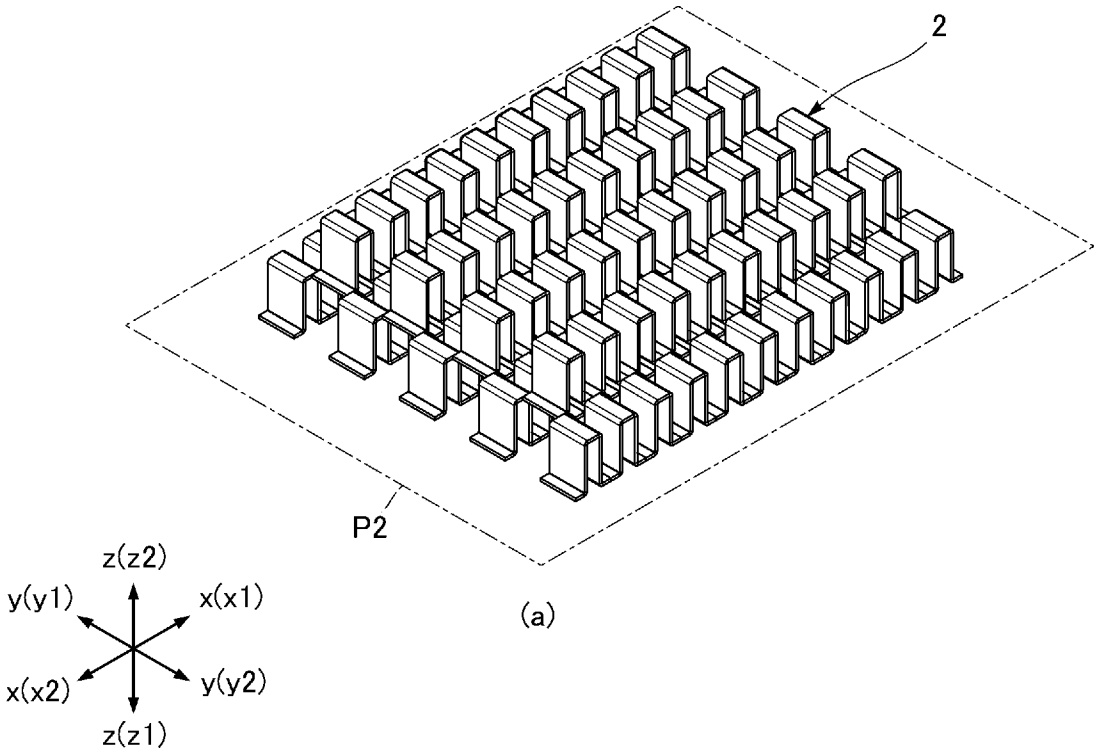


FIG.27

[図28]
FIG.28



[図29]

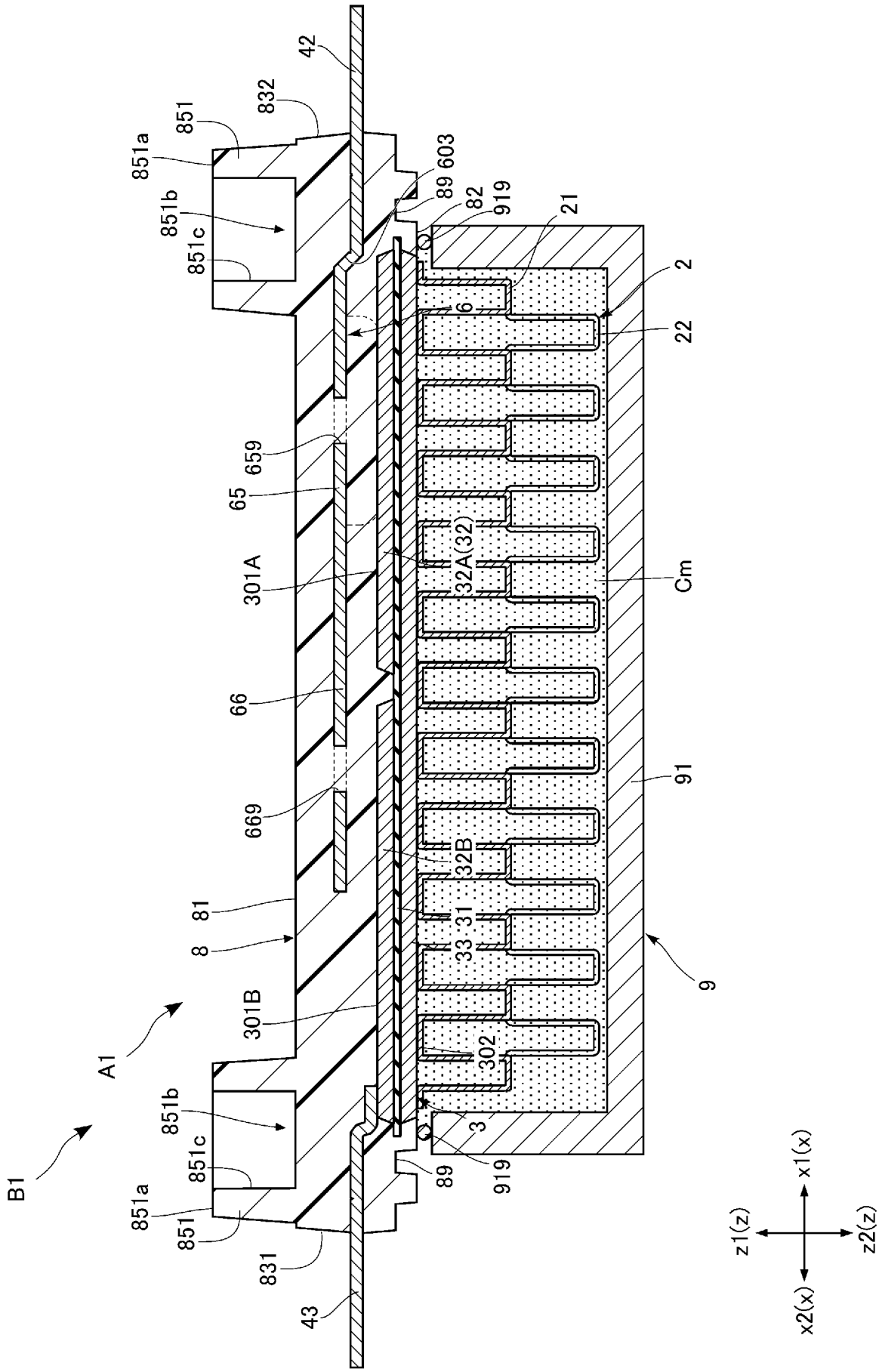

42
832
851
851a
851b
851c
603
89
82
919
21
2
6
22
659
65
301A
32A(32)
Cm
66
669
91
32B
81
8
33
31
301B
302
3
A1
B1
9
831
43
x1(x)
z1(z)
z2(z)
x2(x)

FIG.29

[図30]

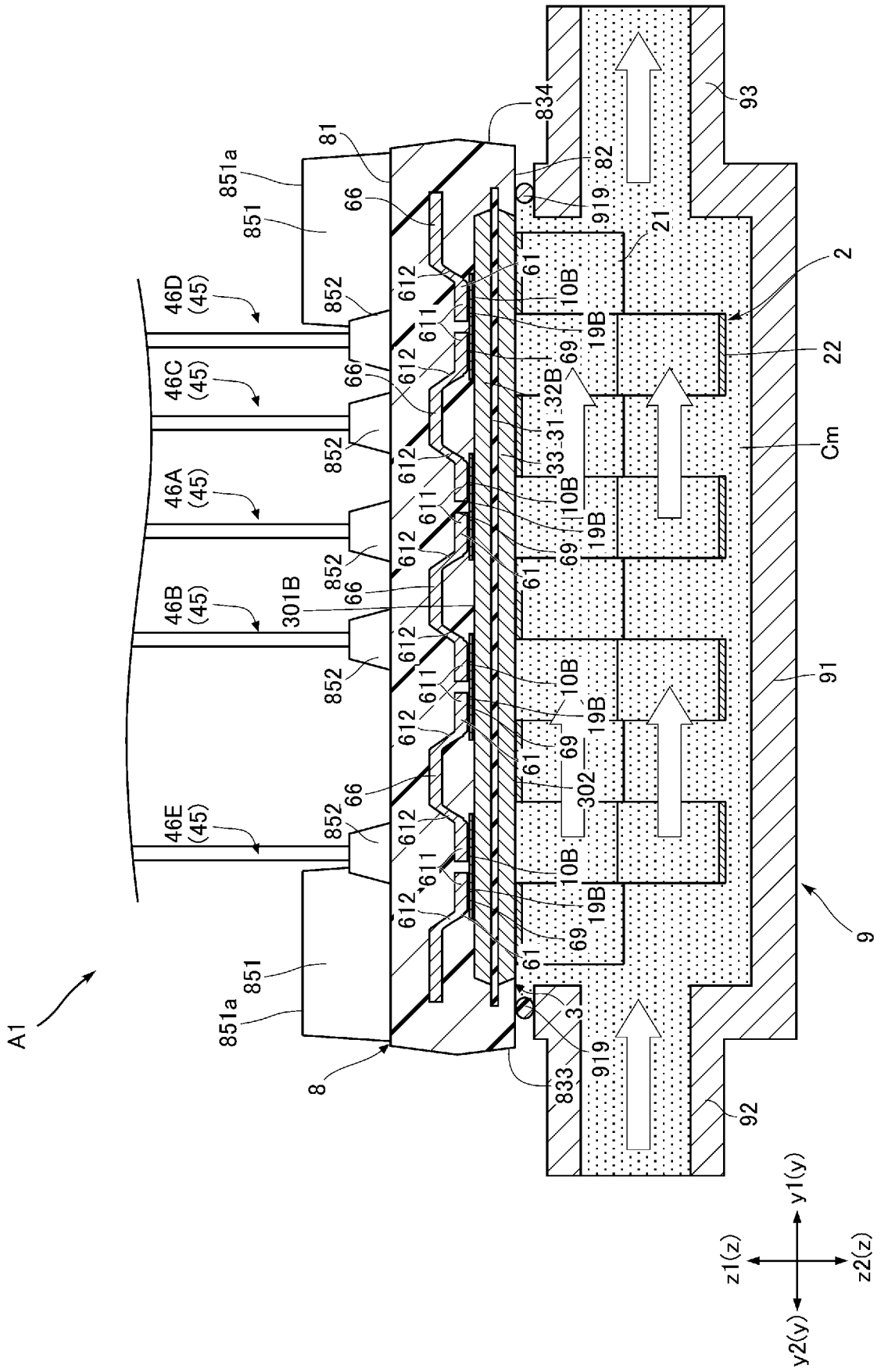
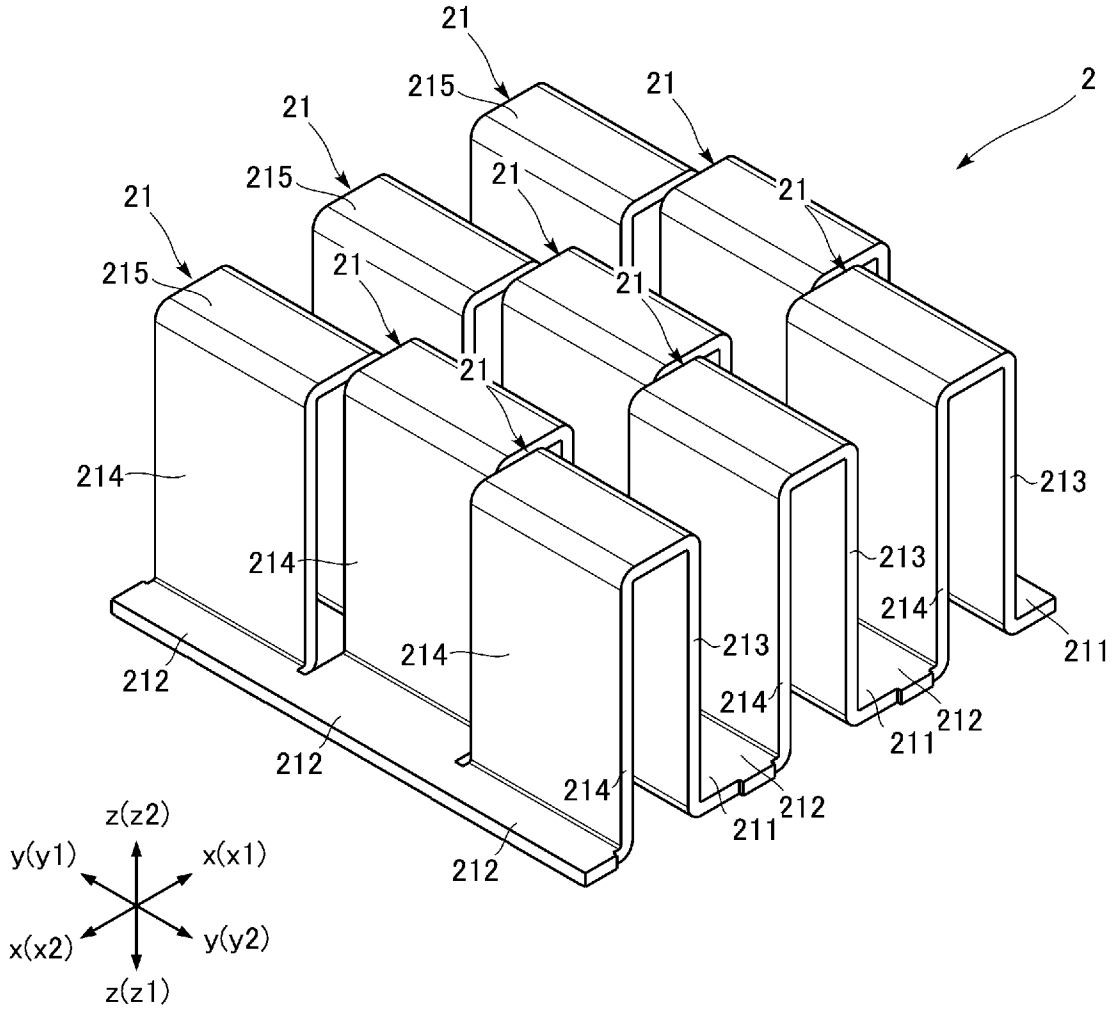
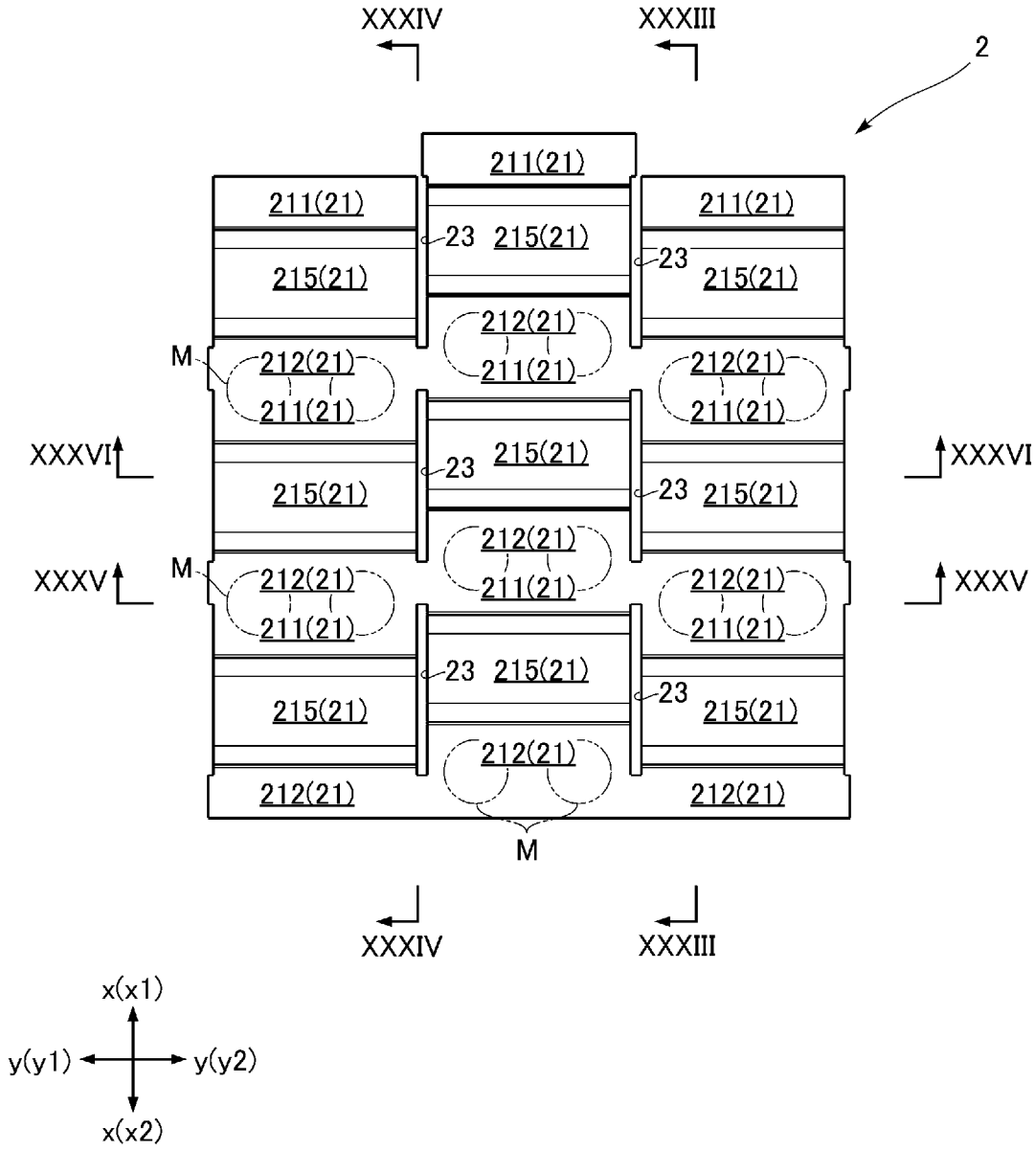

A1
8
851a
851
81
66
852
46D (45)
46C (45)
46A (45)
46B (45)
46E (45)
301B
612
611
61
69
10B
19B
32B
33
31
302
834
833
919
82
21
2
22
Cm
91
9
92
93
3
y1(y)
y2(y)
z1(z)
z2(z)

FIG.30

[図31]
FIG.31

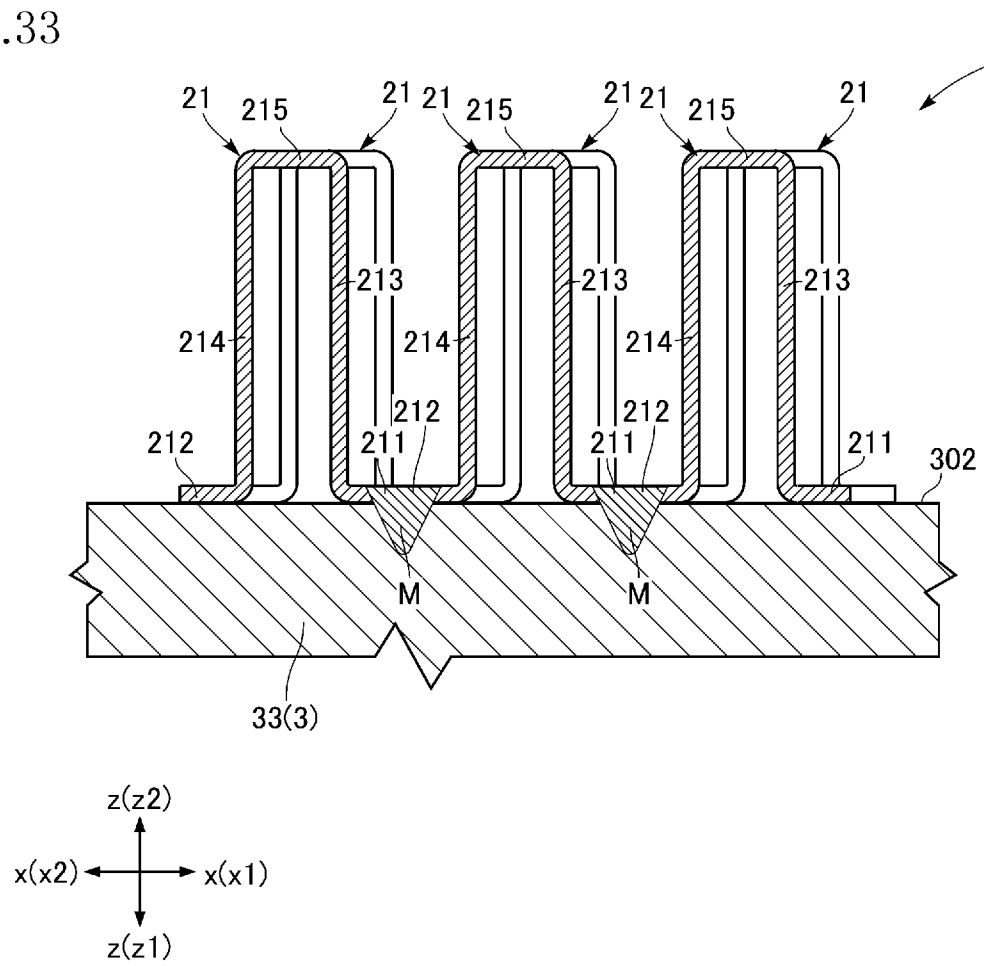

21
215
21
21
215
21
21
21
215
21
21
21
21
2
214
214
214
212
212
212
213
213
213
214
214
214
211
212
211
212
211
z(z2)
y(y1)
x(x1)
x(x2)
y(y2)
z(z1)

[図32]
FIG.32


XXXIV
XXXIII
2
211(21)
211(21)
211(21)
23
215(21)
215(21)
23
215(21)
212(21)
211(21)
M
212(21)
211(21)
212(21)
211(21)
XXXVI
XXXVI
215(21)
23
215(21)
215(21)
23
215(21)
212(21)
211(21)
XXXV
M
212(21)
211(21)
212(21)
211(21)
XXXV
23
215(21)
23
215(21)
215(21)
215(21)
212(21)
212(21)
212(21)
M
XXXIV
XXXIII
x(x1)
y(y1)
y(y2)
x(x2)

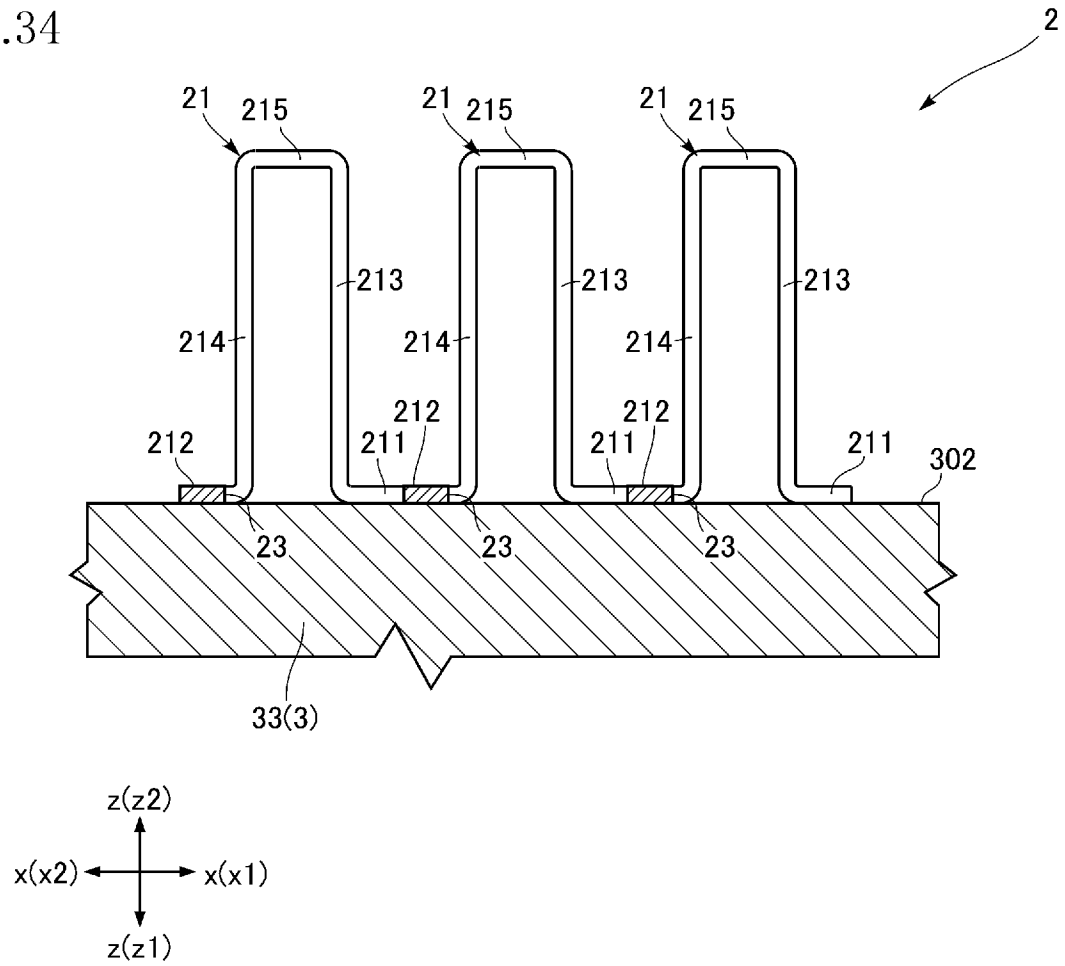
[図33]

FIG.33



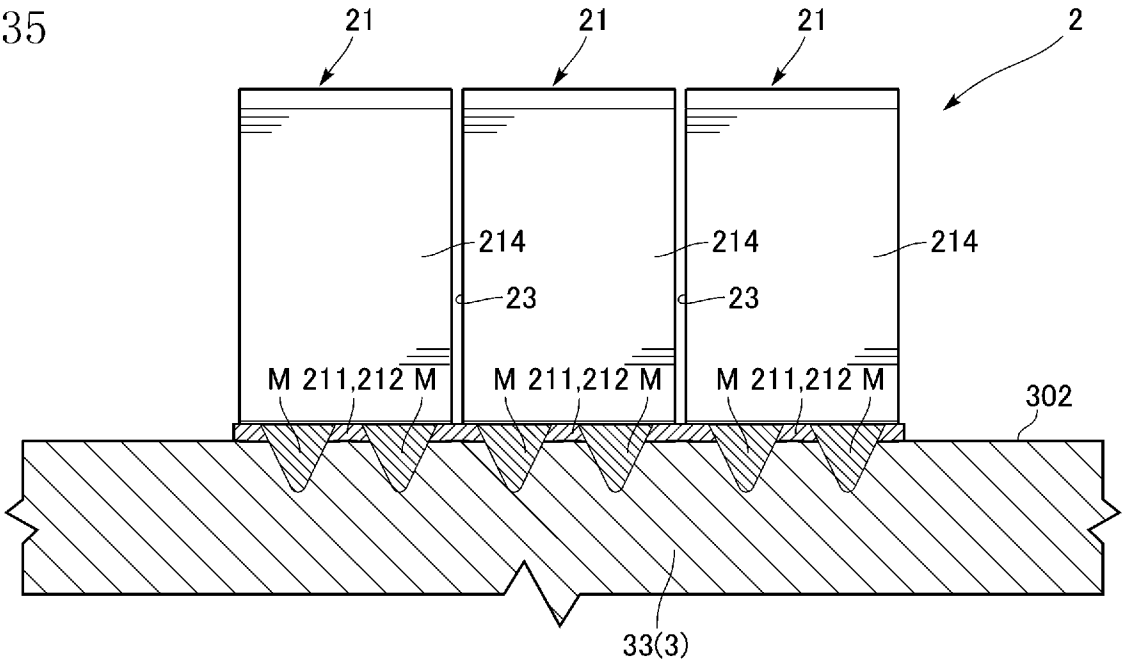
[図34]

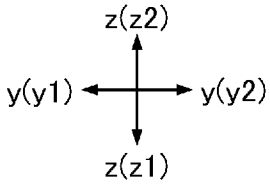
FIG.34



[図35]

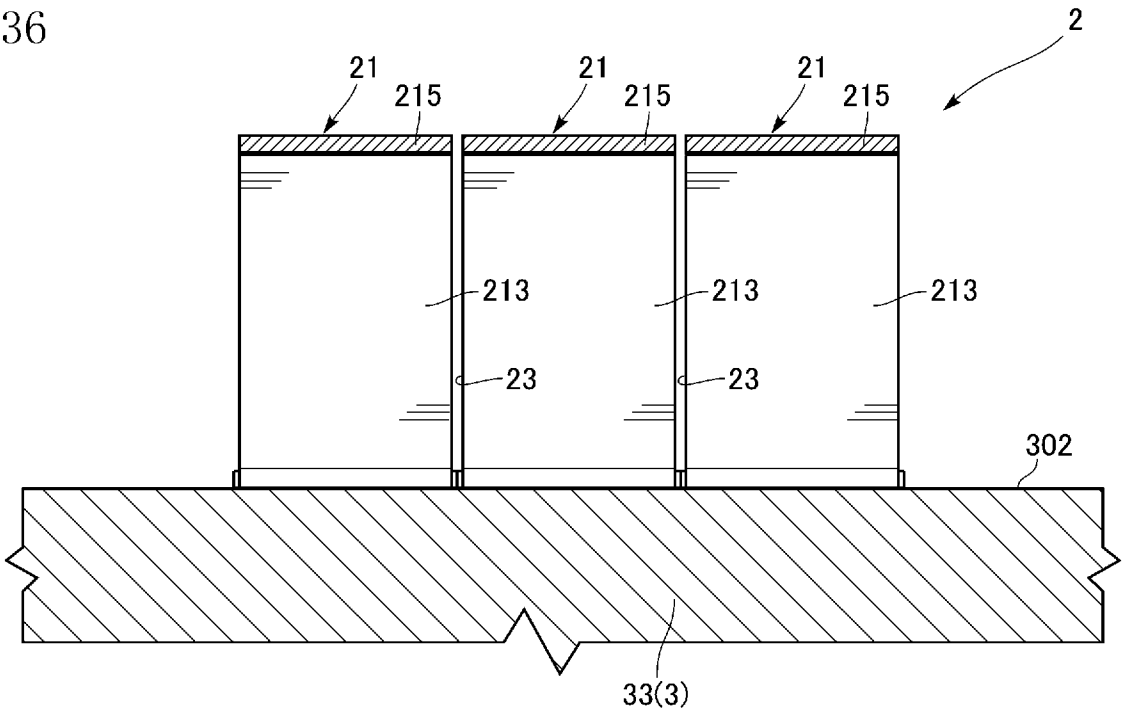
FIG.35

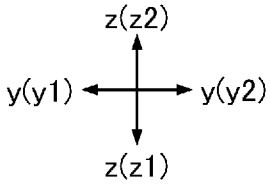

21
21
21
2
214
214
214
23
23
M 211,212 M
M 211,212 M
M 211,212 M
302
33(3)


z(z2)
y(y1)
y(y2)
z(z1)

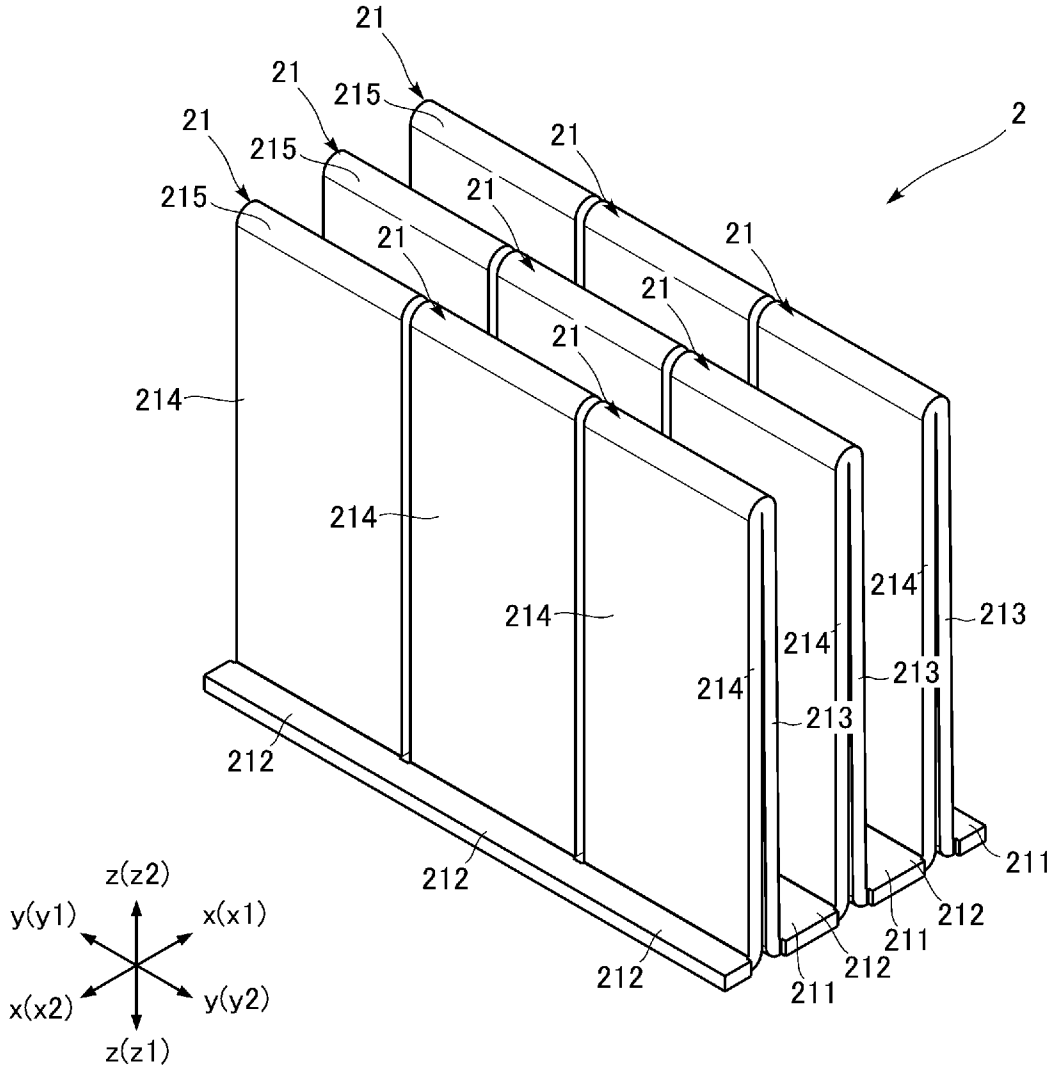
[図36]

FIG.36

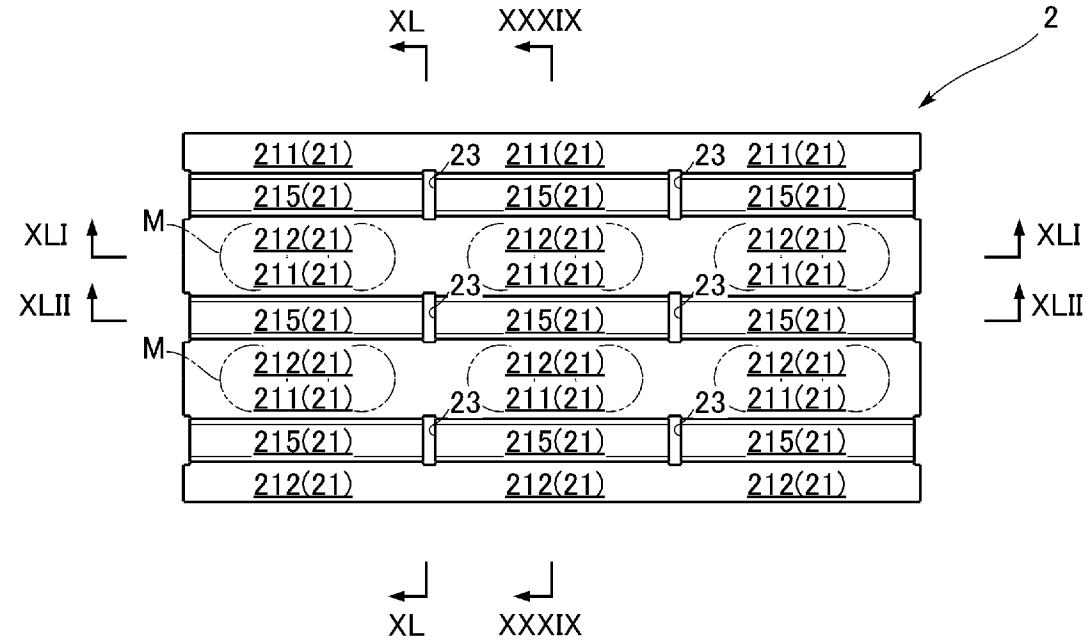


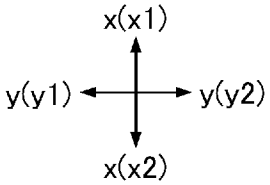


[図37]
FIG.37

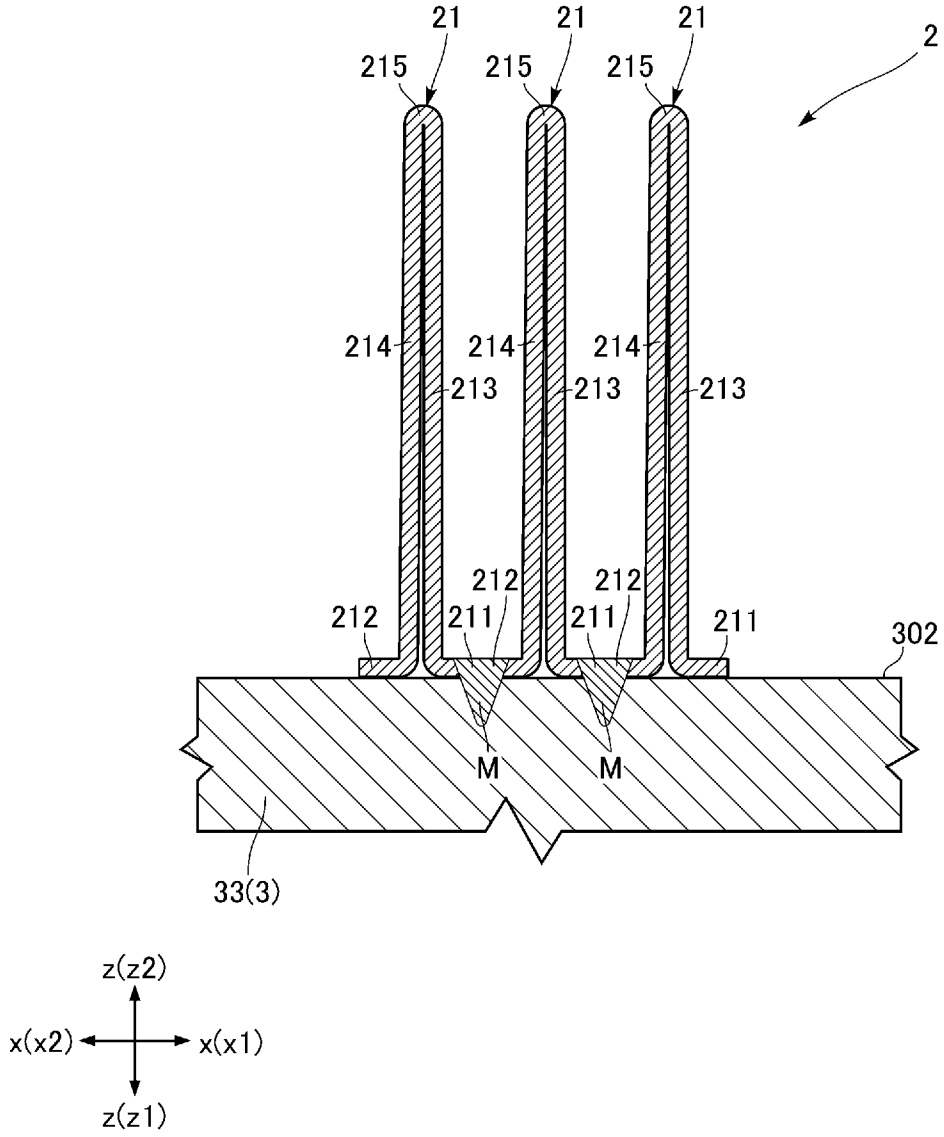


[図38]
FIG.38

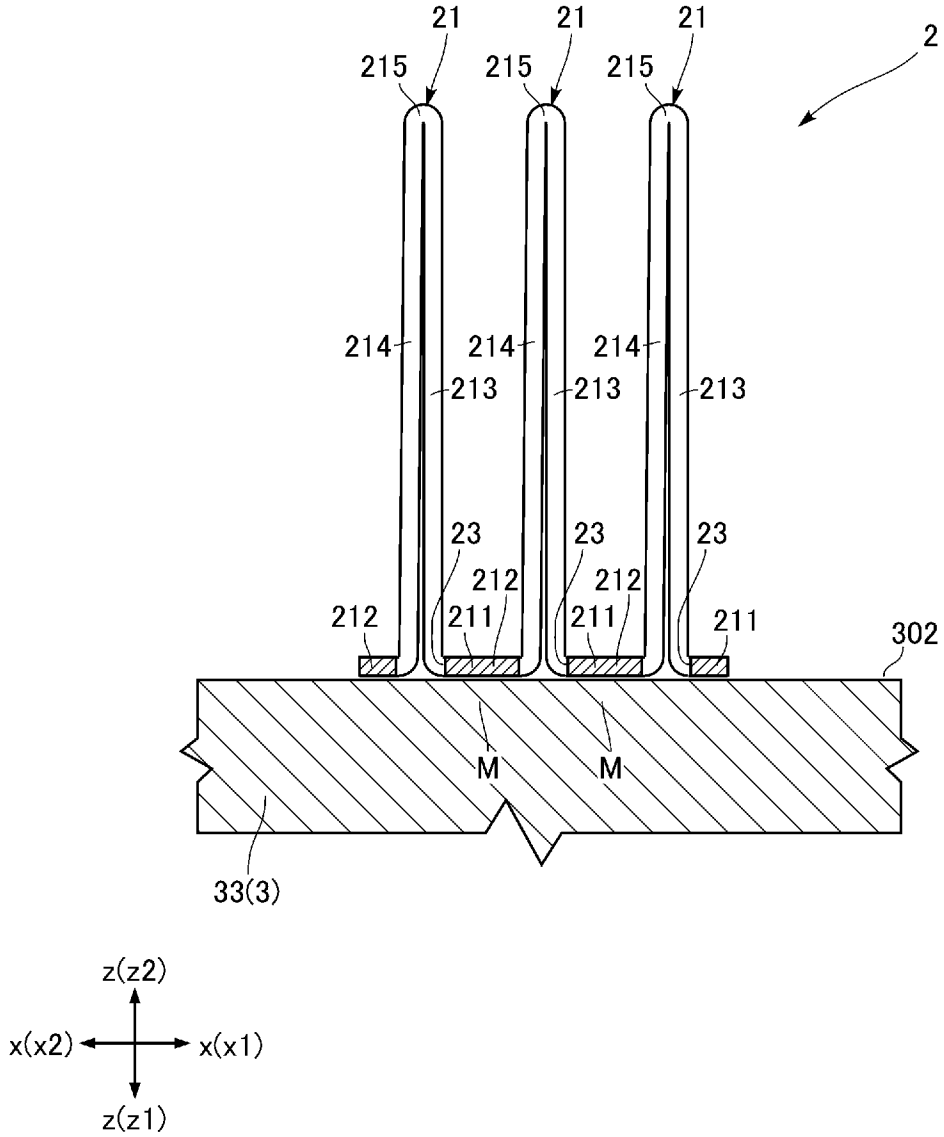




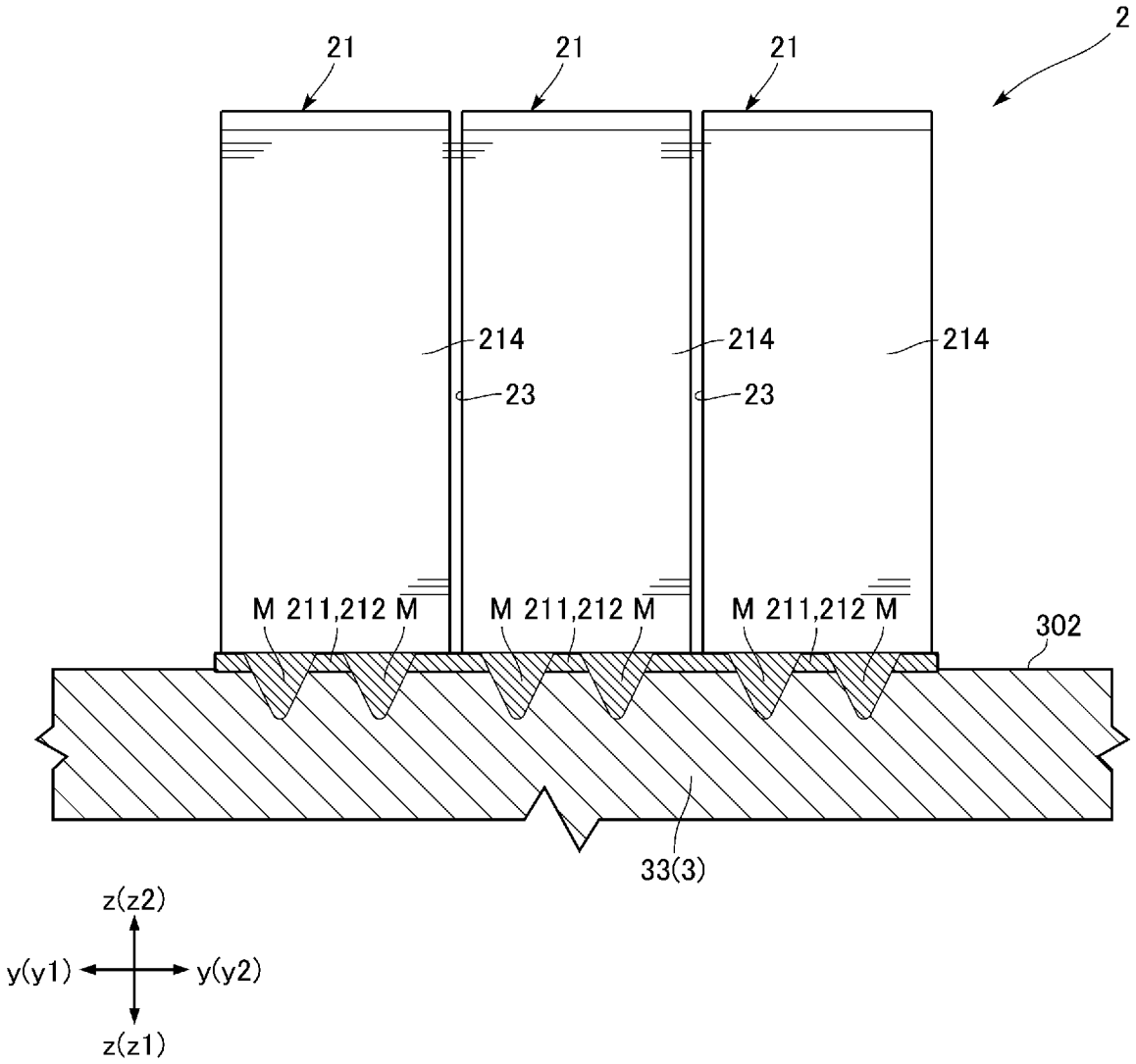
[図39]
FIG.39


21
21
21
215
215
215
2
214
214
214
213
213
213
212
212
212
211
211
211
302
M
M
33(3)
z(z2)
x(x2)
x(x1)
z(z1)

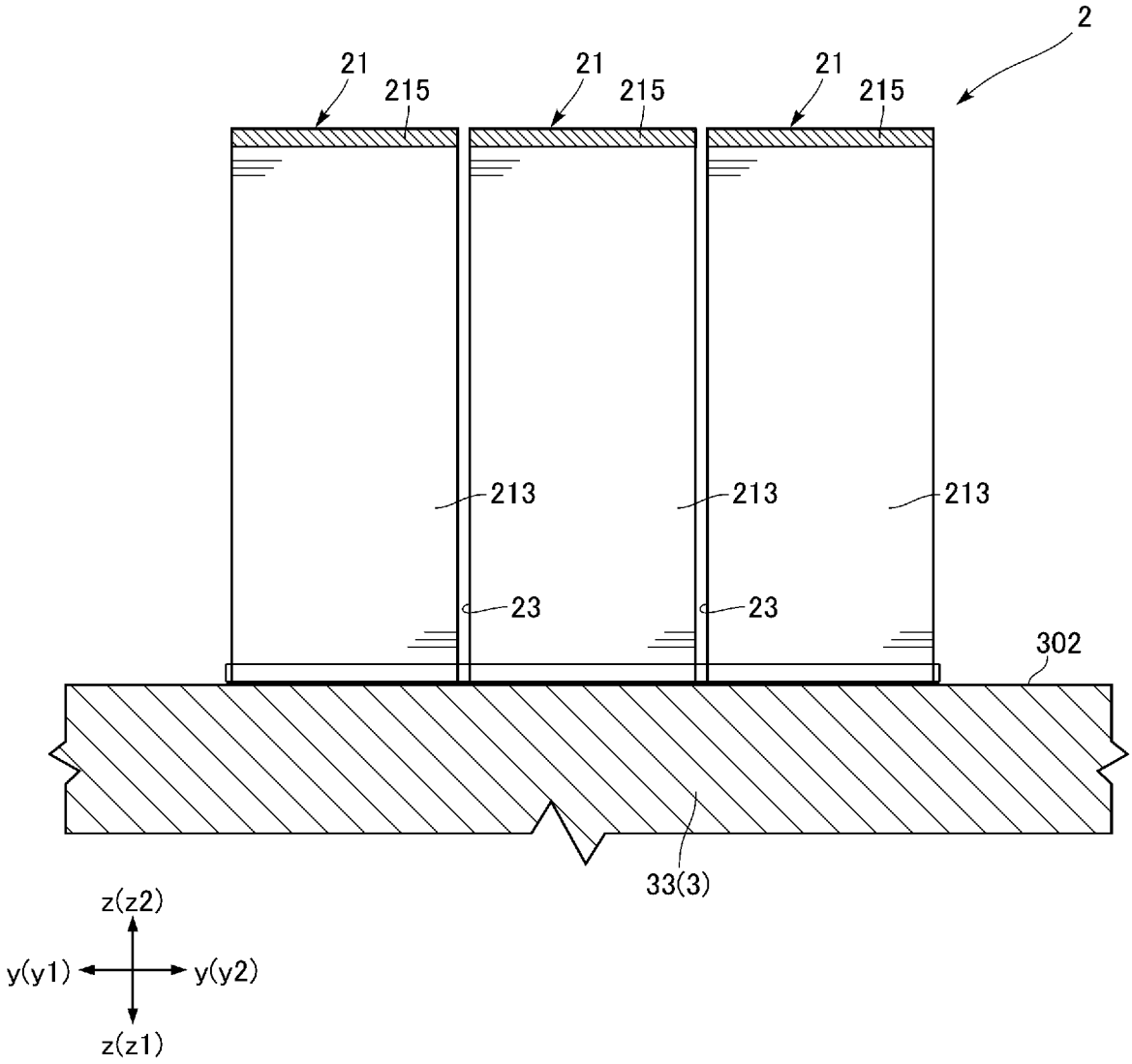
[図40]
FIG.40


21
21
21
2
215
215
215
214
214
214
213
213
213
23
23
23
212
212
212
211
211
211
302
M
M
33(3)
z(z2)
x(x2)
x(x1)
z(z1)

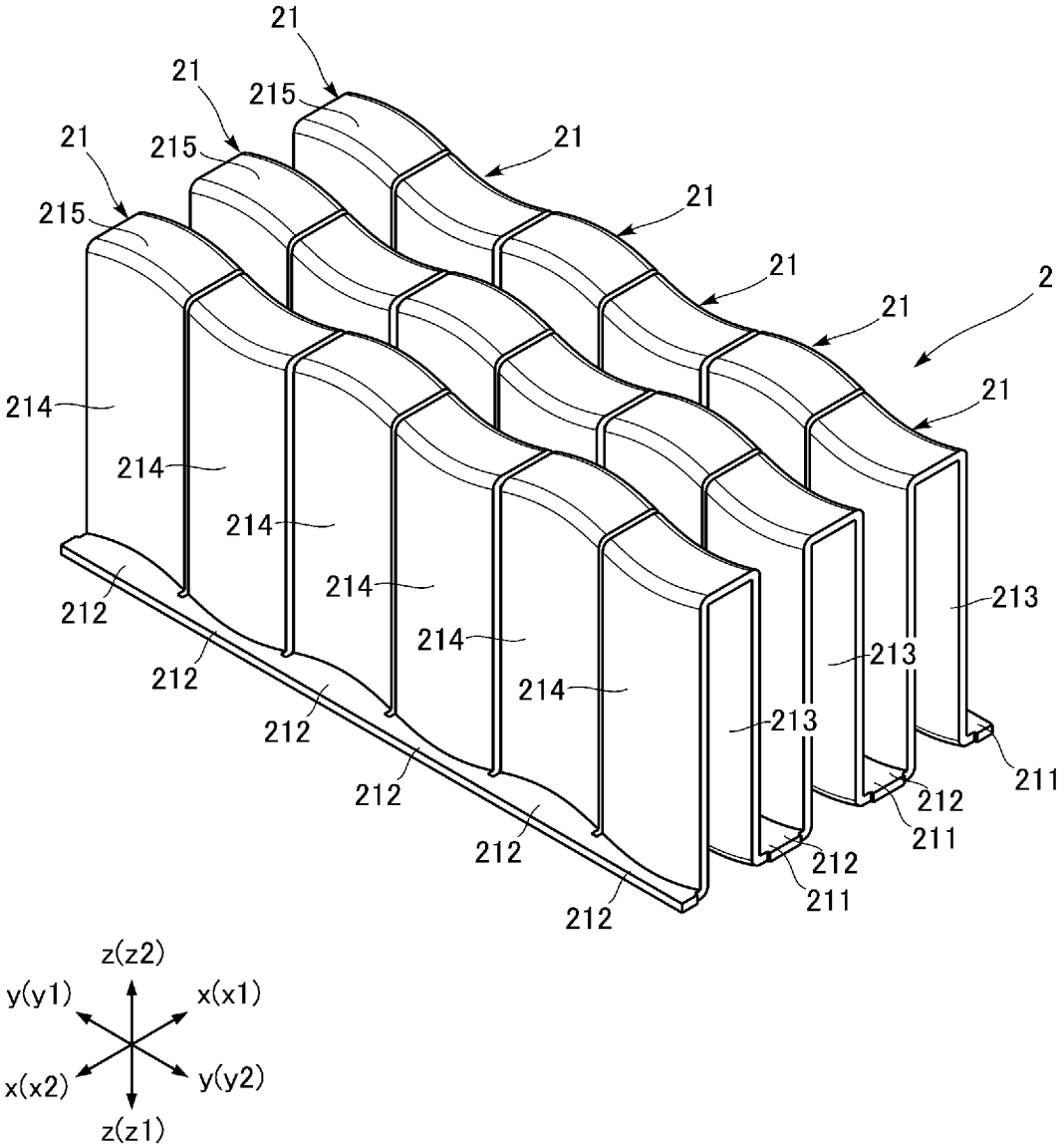
[図41]
FIG.41


2
21
21
21
214
214
214
23
23
M 211,212 M
M 211,212 M
M 211,212 M
302
33(3)
z(z2)
y(y1)
y(y2)
z(z1)

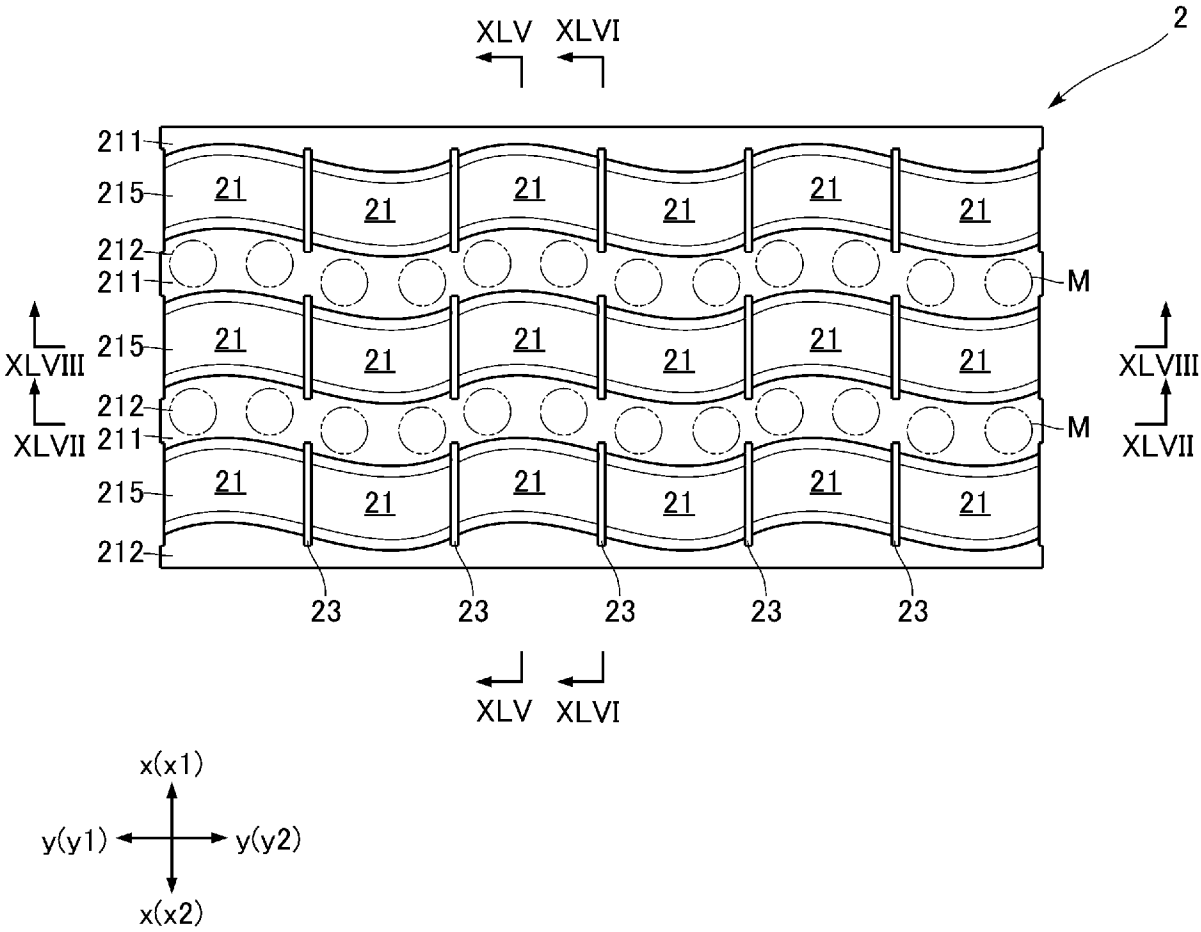
[図42]
FIG.42



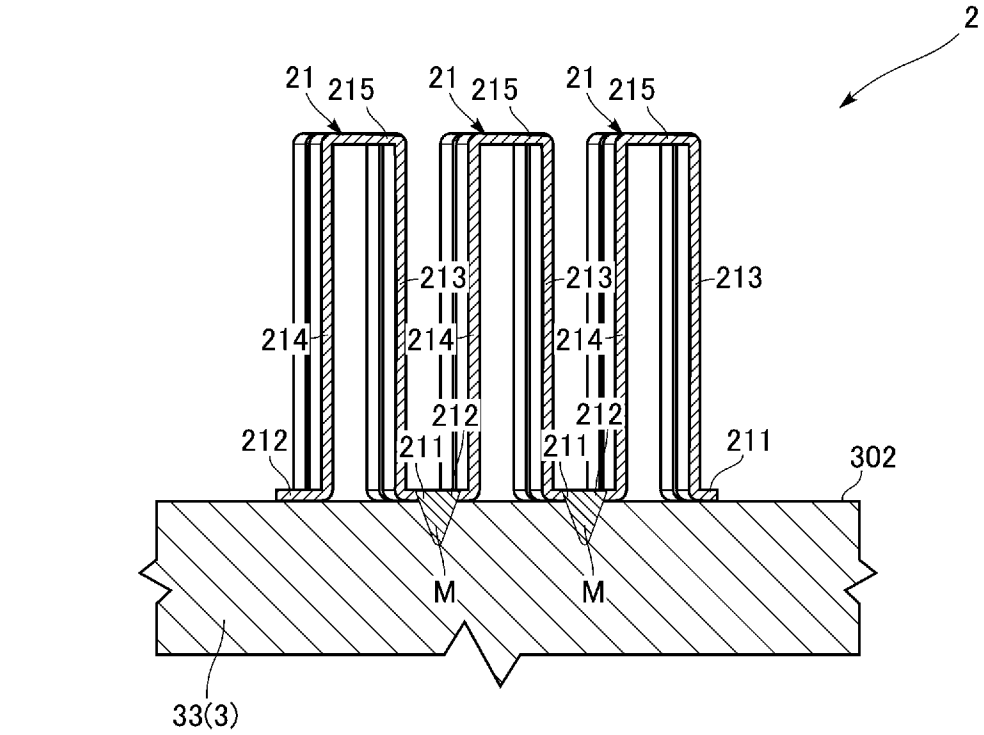
[図43]
FIG.43

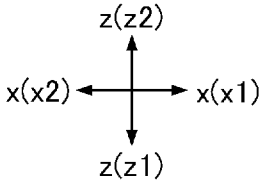


[図44]
FIG.44

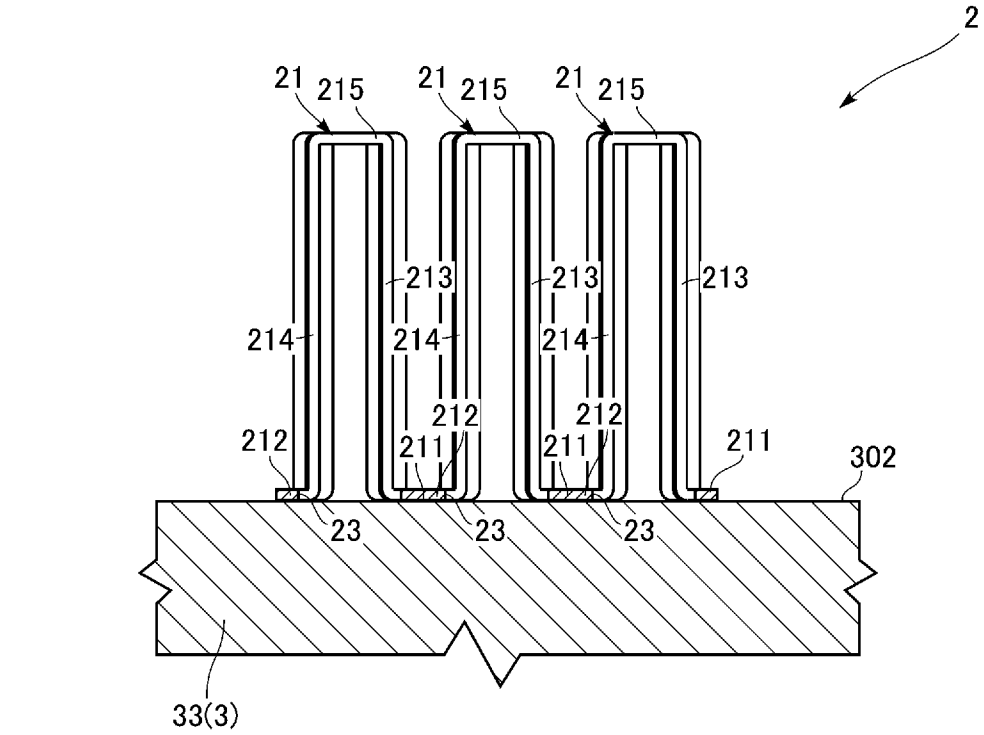

XLV
XLVI
2
211
215
212
211
215
212
211
215
212
21
M
XLVIII
XLVII
23
x(x1)
y(y1)
y(y2)
x(x2)

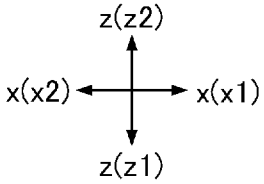
[図45]
FIG.45


2
21
215
21
215
21
215
213
213
213
214
214
214
212
212
212
211
211
211
302
M
M
33(3)

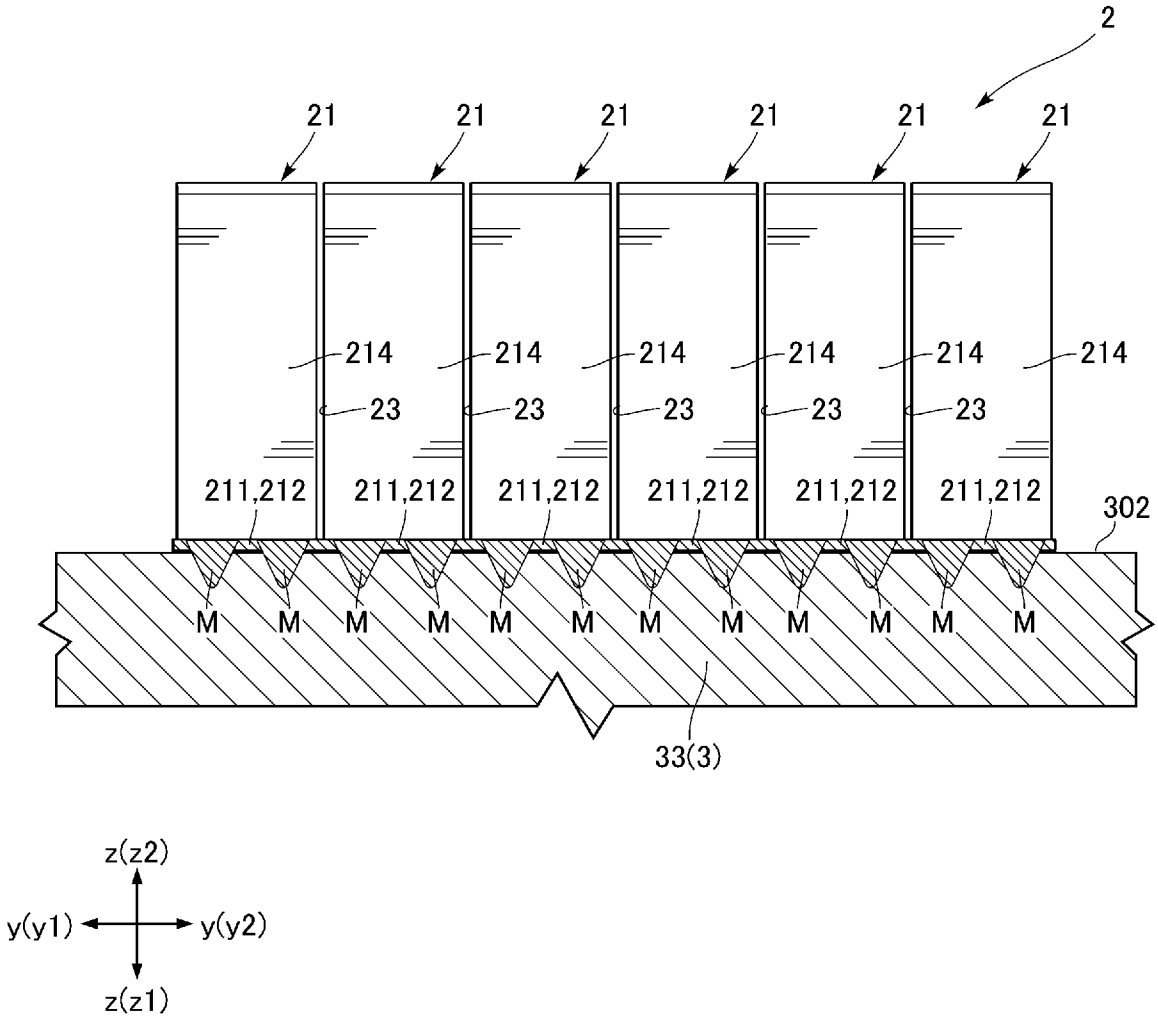

z(z2)
x(x2)
x(x1)
z(z1)

[図46]
FIG.46

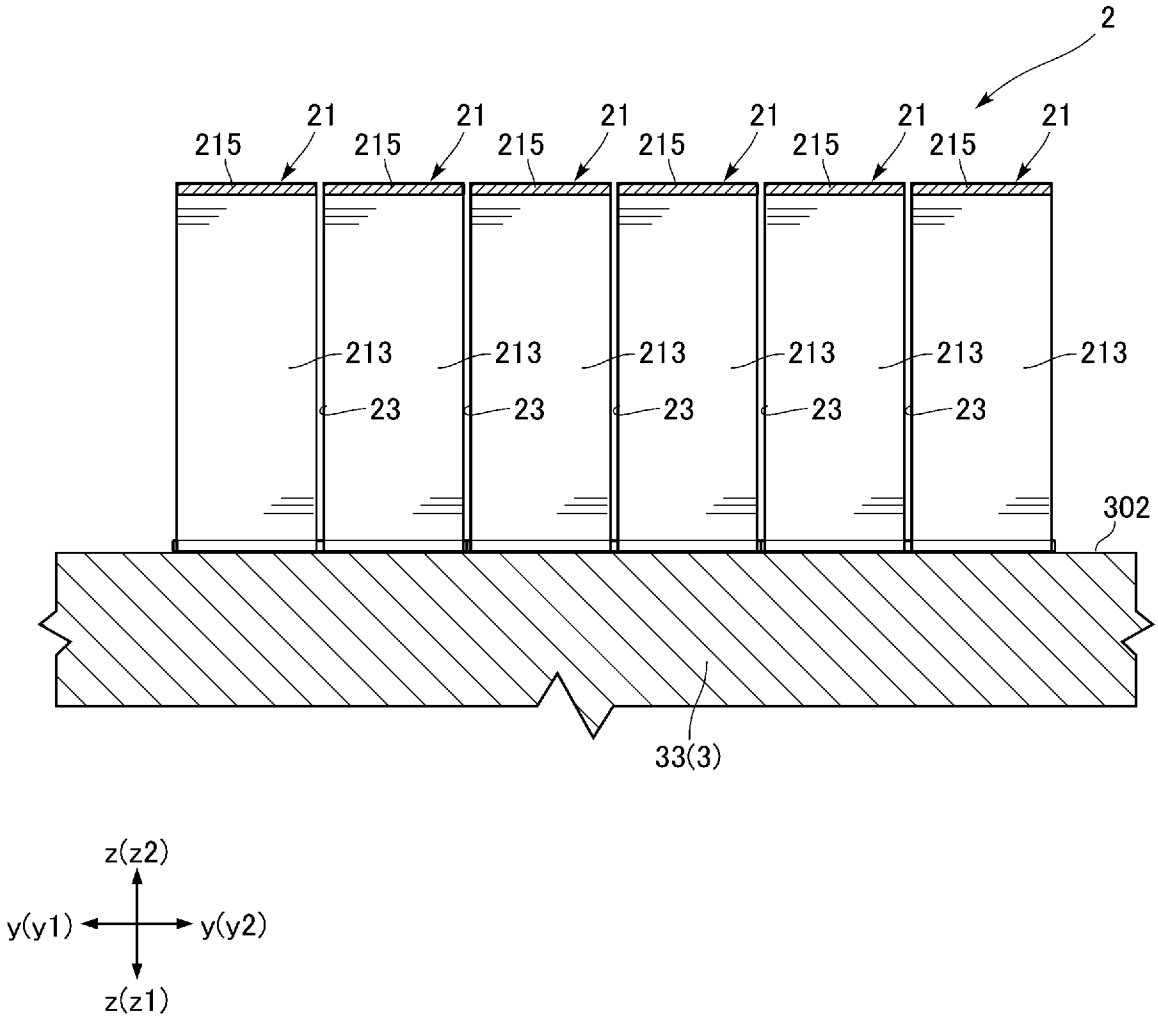




[図47]
FIG.47


2
21
21
21
21
21
21
214
214
214
214
214
214
23
23
23
23
23
211,212
211,212
211,212
211,212
211,212
211,212
302
M
M
M
M
M
M
M
M
M
M
M
M
33(3)
z(z2)
y(y1)
y(y2)
z(z1)

[図48]
FIG.48



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/023825

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/36(2006.01)i; ***F28D 7/16***(2006.01)i; ***H01L 25/07***(2006.01)i; ***H01L 25/18***(2023.01)i; ***H05K 7/20***(2006.01)i
FI: H01L23/36 Z; H01L25/04 C; H05K7/20 D; F28D7/16 A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L23/36; F28D7/16; H01L25/07; H01L25/18; H05K7/20

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-61395 A (FANUC LTD) 16 April 2020 (2020-04-16) entire text, all drawings	1-20
A	JP 8-83871 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 26 March 1996 (1996-03-26) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2004-23003 A (FUJIKURA LTD) 22 January 2004 (2004-01-22) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2008-14566 A (USUI KOKUSAI SANGYO KAISHA LTD) 24 January 2008 (2008-01-24) entire text, all drawings	1-20
A	WO 2008/123488 A1 (MIZUTANI ELECTRIC IND CO LTD) 16 October 2008 (2008-10-16) entire text, all drawings	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 September 2023	**12 September 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/023825

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-61395 A	16 April 2020	(Family: none)	
JP 8-83871 A	26 March 1996	(Family: none)	
JP 2004-23003 A	22 January 2004	(Family: none)	
JP 2008-14566 A	24 January 2008	(Family: none)	
WO 2008/123488 A1	16 October 2008	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/023825

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 23/36(2006.01)i; F28D 7/16(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2023.01)i; H05K 7/20(2006.01)i
FI: H01L23/36 Z; H01L25/04 C; H05K7/20 D; F28D7/16 A

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L23/36; F28D7/16; H01L25/07; H01L25/18; H05K7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2020-61395 A (ファナック株式会社) 16.04.2020 (2020-04-16) 全文,全図	1-20
A	JP 8-83871 A (住友金属工業株式会社) 26.03.1996 (1996-03-26) 全文,全図	1-20
A	JP 2004-23003 A (株式会社フジクラ) 22.01.2004 (2004-01-22) 全文,全図	1-20
A	JP 2008-14566 A (臼井国際産業株式会社) 24.01.2008 (2008-01-24) 全文,全図	1-20
A	WO 2008/123488 A1 (水谷電機工業株式会社) 16.10.2008 (2008-10-16) 全文,全図	1-20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
04.09.2023	12.09.2023

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

権限のある職員（特許庁審査官）
佐藤　靖史 5F 5895

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/023825

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-61395 A	16.04.2020	（ファミリーなし）	
JP 8-83871 A	26.03.1996	（ファミリーなし）	
JP 2004-23003 A	22.01.2004	（ファミリーなし）	
JP 2008-14566 A	24.01.2008	（ファミリーなし）	
WO 2008/123488 A1	16.10.2008	（ファミリーなし）	