(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月30日(30.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/023230 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/36 (2006.01) *H01S 5/024* (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/026236

(22) 国際出願日： 2024年7月23日(23.07.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2023-120368 2023年7月25日(25.07.2023) JP

(71) 出願人: 京セラ株式会社 (**KYOCERA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 Kyoto (JP).

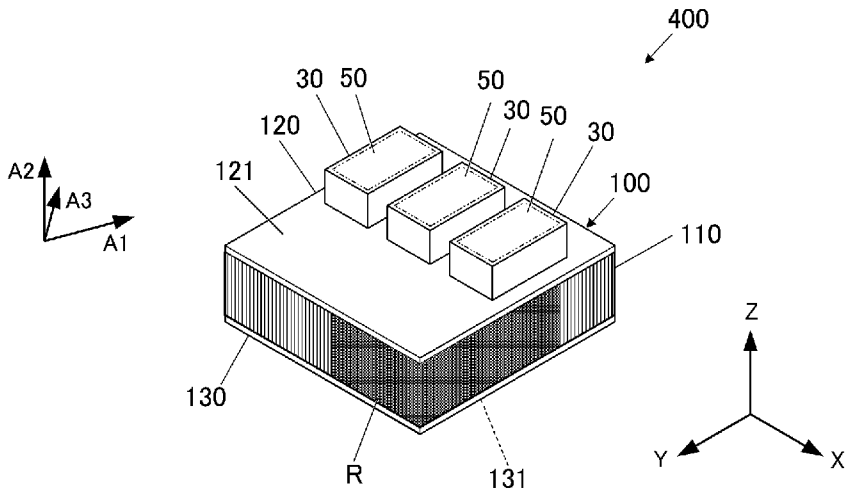
(72) 発明者: 宮本 隆志 (**MIYAMOTO Takashi**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 祝 士郎 (**IWAI Shirou**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 荒船 博司, 外 (**ARAFUNE Hiroshi** et al.); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目１番３号 東京宝塚ビル１７階 光陽国際特許法律事務所内 Tokyo (JP).

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

(54) **Title:** HEAT DISSIPATION STRUCTURE AND SUBSTRATE UNIT

(54) 発明の名称： 放熱構造及び基板ユニット



(57) **Abstract:** This heat dissipation structure comprises a plate-form heat dissipation member that contains a carbon material and has a first surface, and a plurality of element mounting parts that are positioned on the first surface. The thermal conductivity of the heat dissipation member is higher in a specific direction than in an X direction, and is higher in a Z direction than in the X direction, where the X direction is a direction in which the plurality of element mounting parts are arranged, the specific direction is a prescribed direction inclined with respect to the X direction among directions following the first surface, and the Z direction is a direction intersecting the first surface. Furthermore, the plurality of element mounting parts include a first element mounting part, a second element mounting part that is adjacent to the first

WO 2025/023230 A1

［続葉有］

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

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

添付公開書類:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

element mounting part, and a third element mounting part that is adjacent to the second element mounting part and is positioned on the side opposite from the first element mounting part. The specific direction is a direction inclined with respect to the X direction so that a straight line overlapping the first element mounting part, among straight lines extending along the specific direction, does not overlap the third element mounting part.

(57) 要約:放熱構造は、炭素材を含み第一面を有する板状の放熱部材と、第一面上に位置する複数の素子搭載部とを備え、複数の素子搭載部が並ぶ方向をＸ方向、第一面に沿った方向のうちＸ方向に対して傾斜する所定の方向を特定方向、第一面に交差する方向をＺ方向と呼んだときに、放熱部材の熱伝導率は、特定方向における熱伝導率がＸ方向における熱伝導率よりも高く、かつＺ方向における熱伝導率がＸ方向における熱伝導率よりも高い。さらに、複数の素子搭載部は、第一の素子搭載部と、第一の素子搭載部に隣接する第二の素子搭載部と、第二の素子搭載部に隣接しかつ第一の素子搭載部の反対側に位置する第三の素子搭載部とを含み、特定方向は、当該特定方向に沿って延びる直線のうち第一の素子搭載部と重なる直線が、第三の素子搭載部とは重ならないようにＸ方向に対して傾斜した方向である。

明　細　書

発明の名称 ： 放熱構造及び基板ユニット

技術分野

[0001]　本開示は、放熱構造及び基板ユニットに関する。

背景技術

[0002]　引用文献１には、複数の発光素子が並んで搭載されるパッケージが示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２２－１８５０１０号公報

発明の概要

[0004]　本開示に係る放熱構造は、

炭素材を含み、第一面を有する板状の放熱部材と、

前記第一面上に位置する複数の素子搭載部と、を備え、

前記複数の素子搭載部が並ぶ方向をＸ方向、前記第一面に沿った方向のうち、前記Ｘ方向に対して傾斜する所定の方向を特定方向、前記第一面に交差する方向をＺ方向と呼んだときに、

前記放熱部材の熱伝導率は、前記特定方向における熱伝導率が、前記Ｘ方向における熱伝導率よりも高く、かつ前記Ｚ方向における熱伝導率が、前記Ｘ方向における熱伝導率よりも高い。

[0005]　本開示に係る基板ユニットは、

基板と、

前記基板上に位置する上記の放熱構造と、を備え、

前記素子搭載部と前記基板とは、前記放熱部材を介して、熱的に接続されており、

前記Ｚ方向において、前記放熱部材の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高い。

図面の簡単な説明

[0006] [図1A]本開示の実施形態１に係る基板ユニットを示す平面図である。

[図1B]本開示の実施形態１に係る基板ユニットを示す図であり、図１ＡのＢ－Ｂ線における断面図である。

[図2A]本開示の実施形態１に係る放熱部材を示す斜視図である。

[図2B]本開示の実施形態１に係る放熱部材を示す図であり、保護層を除いた構成を示す斜視図である。

[図2C]本開示の実施形態１に係る放熱部材を示す図であり、保護層と第一板材及び第二板材とを除いた構成を示す斜視図である。

[図3]図２ＡのＡ－Ａ線における断面図である。

[図4]グラファイトブロックの性状を説明する図である。

[図5]グラファイトブロックの第一側面を示す横断面図である。

[図6]グラファイトブロックの第二側面を示す横断面図である。

[図7A]サンプルの熱膨張特性を説明する図であり、グラファイトブロック単体の特性図である。

[図7B]サンプルの熱膨張特性を説明する図であり、無酸素銅の特性図である。

[図7C]サンプルの熱膨張特性を説明する図であり、グラファイトブロックに無酸素銅板を接合した構成の特性図である。

[図8A]図７Ａのサンプルを示す斜視図である。

[図8B]図７Ｂのサンプルを示す斜視図である。

[図8C]図７Ｃのサンプルを示す斜視図である。

[図9]基板ユニットを組み込んだ電子装置を示す断面図である。

[図10A]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して平行である構成を示す図であり、放熱部材と素子搭載部（サブマウント基板）との関係を示す斜視図である。

[図10B]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して平行である構成を示す図であり、グラファイトブロックと

素子搭載部との関係を示す平面図である。

[図11A]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して垂直である構成を示す図であり、放熱部材と素子搭載部（サブマウント基板）との関係を示す斜視図である。

[図11B]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して垂直である構成を示す図であり、グラファイトブロックと素子搭載部との関係を示す平面図である。

[図12A]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して傾斜している構成を示す図であり、放熱部材と素子搭載部（サブマウント基板）との関係を示す斜視図である。

[図12B]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して傾斜している構成を示す図であり、グラファイトブロックと素子搭載部との関係を示す平面図である。

[図13A]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して傾斜している構成を示す図であり、傾斜角度を説明するための平面図であって、第一の伝熱領域と第二の伝熱領域とが一部重複する角度であり、かつ第一の伝熱領域と第三の伝熱領域とが重複しない角度である。

[図13B]素子搭載部の並び方向が、グラファイトブロックにおける結晶面の延びる方向に対して傾斜している構成を示す図であり、傾斜角度を説明するための平面図であって、第一の伝熱領域が、第二の伝熱領域及び第三の伝熱領域に重複しない角度である。

[図14A]本開示の実施形態２に係る放熱部材を示す図であり、保護層を除いた構成を示す斜視図である。

[図14B]本開示の実施形態２に係る放熱部材を示す図であり、保護層と第一板材及び第二板材とを除いた構成を示す斜視図である。

[図15]２つのグラファイト材が隣接する部位を示す断面図である。

[図16A]本開示の実施形態３に係る放熱部材を示す図であり、保護層を除いた

構成を示す斜視図である。

[図16B]本開示の実施形態３に係る放熱部材を示す図であり、保護層と第一板材及び第二板材とを除いた構成を示す斜視図である。

[図17]本開示の放熱部材の製造方法の一例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、本開示の各実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

発光素子などの電子素子は熱源である。したがって、電子素子が搭載される基板ユニットなどに設けることが可能な放熱構造が求められている。

本開示は、高い放熱性能を有する放熱構造及び基板ユニットを提供することを目的とする。

[0008] 《実施形態１》

図１Ａ、図１Ｂは、本開示の実施形態１に係る基板ユニット１０の一例を示す図であり、図１Ａは平面図、図１Ｂは図１ＡのＢ－Ｂ線における断面図である。

一実施形態の基板ユニット１０は、電子素子３１０（図９）が搭載される基板２０と、電子素子３１０から熱を取り除く放熱部材１００とを備える。

[0009] 〈基板〉

基板２０は、金属製であってもよい。具体的には、基板２０には、銅やアルミニウムなどの金属材料が用いられてもよいし、銅やアルミニウムなどを含む合金材料が用いられてもよい。当該構成により、基板ユニット１０の低コスト化が可能となる。

[0010] 基板２０は、上面に枠部２１を有していてもよい。当該構成により、基板２０の上面と枠部２１の内面とによって、電子素子３１０を収容するための凹部を形成できる。すなわち、当該構成により、基板ユニット１０は、電子素子３１０を収容するための凹部を有する電子素子収容用パッケージを備えたものとなる。

枠部２１には、基板２０と同一の材料が用いられてもよいし、基板２０と異なる材料が用いられてもよい。

[0011] 〈サブマウント基板〉

基板ユニット１０は、さらに、枠部２１に囲まれた領域に位置する複数のサブマウント基板３０を備えていてもよい。一実施形態の基板ユニット１０は、３つのサブマウント基板３０を備えているが、基板ユニット１０が備えるサブマウント基板３０の数は３つに限定されず、１つであってもよいし、２つであってもよいし、４つ以上であってもよい。

サブマウント基板３０は、回路基板であってもよい。

[0012] サブマウント基板３０には、セラミックス材料などの絶縁性を有する材料が用いられてもよい。当該構成により、放熱部材１００と電子素子３１０との絶縁性を担保できる。

サブマウント基板３０の材料は、窒化珪素セラミックスであってもよい。当該構成により、放熱部材１００と電子素子３１０との絶縁性を担保できるとともに、高い熱伝導特性をサブマウント基板３０に付与できる。さらに、当該構成の場合、強靭性をサブマウント基板３０に付与できるので、サブマウント基板３０の薄型化が容易となる。

また、サブマウント基板３０の材料は、アルミナセラミックスであってもよい。当該構成により、放熱部材１００と電子素子３１０との絶縁性を担保できるとともに、高い強度をサブマウント基板３０に付与できる。したがって、サブマウント基板３０の薄型化が容易となる。

また、サブマウント基板３０の材料は、窒化アルミニウムセラミックスであってもよい。

なお、サブマウント基板３０には、ＳｉＣ（シリコンカーバイド）などの半導体材料が用いられてもよい。

[0013] 〈第三接合材〉

サブマウント基板３０は、放熱部材１００上に位置する第三接合材４０を介して放熱部材１００に固定されていてもよい。すなわち、サブマウント基板３０は、サブマウント基板３０の下面と放熱部材１００の上面１０１との間に位置する第三接合材４０を介して、放熱部材１００の上面１０１に接合

されていてもよい。

第三接合材４０は、はんだが適用されてもよい。当該構成により、第三接合材４０による熱伝導の阻害を低減できる。なお、第三接合材４０は、熱伝導性接着剤、熱伝導性充填剤（グリス等）などであってもよい。

[0014] 〈素子搭載部〉

基板ユニット１０は、さらに、枠部２１内に位置する素子搭載部５０を備えていてもよい。一実施形態の基板ユニット１０は、３つの素子搭載部５０を備えているが、基板ユニット１０が備える素子搭載部５０の数は３つに限定されず、１つであってもよいし、２つであってもよいし、４つ以上であってもよい。

[0015] 以下では、複数の素子搭載部５０が並ぶ方向をＸ方向、素子搭載部５０が延びる方向をＹ方向、Ｘ方向とＹ方向とに延びる平面をＸＹ平面、ＸＹ平面に交差（例えば直交）する方向をＺ方向と呼ぶ。一実施形態の素子搭載部５０は、Ｘ方向の寸法がＹ方向の寸法よりも短いが、これに限定されず、Ｘ方向の寸法がＹ方向の寸法よりも長くてもよいし、Ｘ方向の寸法とＹ方向の寸法とが同一でもよい。

素子搭載部５０の平面視における形状は、当該素子搭載部５０上に配置される電子素子３１０の平面視における形状よりも大きくてもよい。なお、素子搭載部５０の平面視における形状は、当該素子搭載部５０上に配置される電子素子３１０の平面視における形状と同一でもよい。

[0016] サブマウント基板３０は、電子素子３１０をモジュール基板やパッケージなどに実装するために、電子素子３１０と実装先の対象（基板２０）との間に介在される基板である。したがって、サブマウント基板３０の上面の少なくとも一部が、素子搭載部５０であってもよい。

図１Ａにおいて、二点鎖線で囲まれた領域が、素子搭載部５０である。

[0017] 〈放熱部材〉

図２Ａ、図２Ｂ、図２Ｃは、本開示の実施形態１に係る放熱部材１００の一例を示す図であり、図２Ａは放熱部材１００の斜視図、図２Ｂは保護層１

５０を除いた構成を示す斜視図、図２Ｃは保護層１５０と第一板材１２０及び第二板材１３０とを除いた構成を示す斜視図である。図３は、図２ＡのＡ－Ａ線における断面図である。図４は、グラファイトブロック１１０の性状を説明する図である。

一実施形態の放熱部材１００は、高い熱伝導性を有し、上面１０１において受けた熱を、下面１０２まで速やかに伝達できる部材である。

[0018] 放熱部材１００は、グラファイトブロック１１０を備えていてもよい。グラファイトブロック１１０は、第一面１１１と、第一面１１１の反対側に位置する第二面１１２と、第一面１１１と第二面１１２との間に位置する側面１１３とを有していてもよい。

放熱部材１００は、さらに、第一面１１１上と第二面１１２上とに位置する第二接合材１４０と、第二接合材１４０を介して第一面１１１に固定されている第一板材１２０と、第二接合材１４０を介して第二面１１２に固定されている第二板材１３０と、側面１１３を覆う保護層１５０とを備えていてもよい。

[0019] 〔グラファイトブロック〕

グラファイトブロック１１０は、複数のグラフェンが第一方向Ａ１に積層された構造を有していてもよい。グラフェンとは、炭素原子が結合して構成されるハニカム構造が二次元方向に広がったシート状の物質であってもよい。複数のグラフェンは、ファンデルワールス力である分子間力によって隣接するもの同士が結合していてもよい。

[0020] グラファイトブロック１１０の表面は、グラフェンが二次元方向に広がった面と、複数のグラフェンの層が現れる面とを有していてもよい。

以下では、グラフェンが二次元方向に広がった面を「結晶面」と呼び、グラフェンの層が現れる面を「結晶層面」と呼ぶ。また、図面において、「結晶面」をハニカム図柄で表わし、「結晶層面」を縞柄で表わす。

[0021] グラファイトブロック１１０は、脆さに関する性質に異方性を有していてもよい。脆さに関する性質の異方性として、例えば、グラファイトブロック

１１０は、図４に示すように、グラフェンが延びる面、すなわち、第一方向Ａ１に交差する面を境に、劈開しやすい性質を有していてもよい。劈開とは、或る面に沿って割れることを意味する。図４は割れＥ１が劈開により生じた状態を示している。

[0022] さらに、脆さに関する性質の異方性として、グラファイトブロック１１０は、結晶面の面方向に沿って応力が生じた場合に、結晶面に位置するグラフェンが剥がれやすいという性質を有していてもよい。さらに、グラファイトブロック１１０は、グラフェンのエッジ部分Ｅ２（図５及び図６を参照）が弱く、エッジ部分Ｅ２から破損しやすいという性質を有していてもよい。

[0023] グラファイトブロック１１０は、具体的な素材として、主成分が熱分解黒鉛であってもよい。主成分とは体積比８０％以上であることを意味してもよい。

熱分解黒鉛は、次のように製造されてもよい。まず、例えばポリイミドなどの樹脂材を炭化させかつ炭化水素ガスに分解する。つぎに、当該分解された炭化水素を蒸着及び積層させる。その後、加圧アニール処理を施すことで熱分解黒鉛が製造される。

一実施形態において、グラファイトブロック１１０は、単一の構成であってもよい。

[0024] 〔グラファイトブロックの各面〕

第一板材１２０及び第二板材１３０は、グラファイトブロック１１０の第一面１１１及び第二面１１２にそれぞれ接合されていてもよい。第一面１１１及び第二面１１２は、第一方向Ａ１に延びる面であってもよい。当該構成により、第一板材１２０及び第二板材１３０は結晶層面に接合されることとなる。したがって、第一板材１２０及び第二板材１３０によって、グラファイトブロック１１０に劈開させる方向の力が加わることを低減できる。

[0025] 仮に、第一板材１２０及び第二板材１３０を結晶面に接合した場合、接合時に生じる応力によって結晶面のグラフェンが剥がれやすくなる。上記の場合、使用時においても、第一板材１２０及び第二板材１３０に様々な方向の

外力が加わった際に、表面のグラフェンごと第一板材１２０又は第二板材１３０が剥がれるおそれがある。これに対し、第一板材１２０及び第二板材１３０を結晶層面に接合した場合には、上記のグラフェンの剥がれを抑制できる。したがって、放熱部材１００の強靭性を向上できる。

[0026] 図５は、グラファイトブロック１１０の第一側面１１３ａを示す横断面図である。図６は、グラファイトブロック１１０の第二側面１１３ｂを示す横断面図である。図５は、図２ＡのＣ１部分を示し、図６は、図２ＡのＣ２部分を示す。

[0027] グラファイトブロック１１０の側面１１３は、第一方向Ａ１と交差する方向に延びる面であってもよい。側面１１３は、結晶面である第一側面１１３ａと、結晶層面である第二側面１１３ｂとを含んでいてもよい。

結晶面である第一側面１１３ａは、第一方向Ａ１と交差する二方向に延びる面であってもよい。当該二方向は、第一方向Ａ１に直交し、かつ、互いに直交する第二方向Ａ２及び第三方向Ａ３であってもよい。

結晶層面である第二側面１１３ｂは、第一方向Ａ１と第二方向Ａ２とに延びる面であってもよい。

[0028] 保護層１５０は、側面１１３を覆っていてもよい。第一側面１１３ａは、図５に示すように、グラフェンの剥がれが生じやすい結晶面であり、破損しやすいグラフェンのエッジ部分Ｅ２が現れる場合がある。第二側面１１３ｂは、破損しやすいグラフェンのエッジ部分Ｅ２が現れる。側面１１３が保護層１５０によって覆われる構成により、上記の剥がれ又は破損の発生を減らして放熱部材１００の強靭性を向上できる。

[0029] グラファイトブロック１１０は直方体状であってもよく、互いに反対側に位置する二つの面が結晶面であり、残りの四つの面が結晶層面であってもよい。

第一板材１２０が接合される第一面１１１、及び第二板材１３０が接合される第二面１１２は、四つの結晶層面のうち面積が最大の結晶層面とその反対側の結晶層面であってもよい。当該構成により、放熱部材１００への熱源

（電子素子３１０等）の実装性の安定度を向上できる。

[0030] なお、互いに反対側に位置する二つの面を一対の面と呼んだとき、グラファイトブロック１１０の二対の面（すなわち四つの面）に板材１２０、１３０が第二接合材１４０を介して位置する構成が採用されてもよい。この場合、残りの一対の面（すなわち二つの面）が保護層１５０によって覆われてもよい。板材１２０、１３０が第二接合材１４０を介して位置する二対の面は、結晶層面であってもよい。保護層１５０に覆われる一対の面は、結晶面であってもよい。当該構成においても、上述した放熱部材１００の強靭性を高める作用が同様に奏される。

[0031] 〔熱伝導率〕

グラファイトブロック１１０は、結晶面に沿った方向において非常に高い熱伝導率を有していてもよい。グラファイトブロック１１０の第二方向Ａ２と第三方向Ａ３の熱伝導率は、２００Ｗ／ｍ・Ｋ以上である一方、第一方向Ａ１の熱伝導率は７Ｗ／ｍ・Ｋなど、第二方向Ａ２又は第三方向Ａ３の熱伝導率よりも低い値であってもよい。すなわち、グラファイトブロック１１０は、熱伝導の異方性を有していてもよい。

第二方向Ａ２及び第三方向Ａ３の熱伝導率は、好ましくは３７０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であってもよいし、より好ましくは４５０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であってもよいし、さらに好ましくは８００Ｗ／ｍ・Ｋ以上であってもよい。一実施形態において、グラファイトブロック１１０の第二方向Ａ２及び第三方向Ａ３の熱伝導率は、１２００Ｗ／ｍ・Ｋ以上、より具体的には１７００Ｗ／ｍ・Ｋ程度であってもよい。

[0032] 第一板材１２０及び第二板材１３０の熱伝導率は、グラファイトブロック１１０と比較して、高い等方性を有していてもよい。さらに、第一板材１２０及び第二板材１３０の熱伝導率は、グラファイトブロック１１０の第一方向Ａ１における熱伝導率よりも高くてもよい。当該構成によれば、放熱部材１００の外部から第一板材１２０の一部に熱が加わった際に、当該熱が、第一板材１２０で等方的に分散された後、グラファイトブロック１１０へ伝わ

る。そして、グラファイトブロック１１０では、熱伝導率の高い第二方向Ａ２及び第三方向Ａ３へ熱が速やかに分散する。そして、当該熱が第二板材１３０に伝導され、第二板材１３０において等方的に分散する。上記のように、第一板材１２０の一部に熱が加わった場合でも、グラファイトブロック１１０の広い範囲にわたって熱を分散させることができる。さらに、第二板材１３０の広い範囲が基板２０に熱的に接続されることで、第二板材１３０の広い範囲から熱を放出できる。したがって、放熱部材１００の効率的な伝熱性能を実現できる。

[0033] 保護層１５０の熱伝導率は、グラファイトブロック１１０と比較して、高い等方性を有していてもよい。保護層１５０の熱伝導率は、グラファイトブロック１１０の第一方向Ａ１における熱伝導率よりも高くてもよい。当該構成により、第二側面１１３ｂにおいて保護層１５０を介して第一方向Ａ１に熱を分散する作用が得られる。したがって、当該分散の作用が加わることで放熱部材１００のより効率的な伝熱性能を実現できる。

[0034] 〔グラファイトブロックの表面粗さ〕

図５に示すように、結晶面である第一側面１１３ａの表面粗さは、結晶層面である第一面１１１の表面粗さよりも小さくてもよい。具体的には、第一面１１１の表面粗さは、第一側面１１３ａの表面粗さの２０倍以上であってもよいし、１０倍以上２０倍未満であってもよいし、５倍以上１０倍未満であってもよい。表面粗さとは、ＪＩＳ（Japanese Industrial Standards）Ｂ０６０１：２００１に規定された算術平均粗さＲａを意味する。表面粗さは、放熱部材１００から保護層１５０及び第一板材１２０を除去した後に測定することができる。

[0035] 当該構成によれば、図５に示すように、第一側面１１３ａに現れるグラフェンのエッジ部分Ｅ２が少なくなる。したがって、第一側面１１３ａの脆さを低減できる。さらに、表面粗さが小さいことで、保護層１５０と第一側面１１３ａとの接着性が低くなる。接着性が低いことで、保護層１５０の形成時に、第二側面１１３ｂに加わる応力を低減できる。したがって、第二側面

１１３ｂにおいてグラフェンの一部がグラファイトブロック１１０から剥がれてしまうことを抑制できる。

[0036] 図５及び図６に示すように、結晶層面である第二側面１１３ｂの表面粗さは、第一側面１１３ａの表面粗さよりも大きくてもよい。具体的には、第二側面１１３ｂの表面粗さは、第一側面１１３ａの表面粗さの２０倍以上であってもよいし、１０倍以上２０倍未満であってもよいし、５倍以上１０倍未満であってもよい。表面粗さは、前述の算術平均粗さＲａを意味する。上記の表面粗さは、放熱部材１００から保護層１５０を除去した後に測定することができる。

[0037] 第二側面１１３ｂは、図６に示すように、上記の表面粗さによって比較的に大きな凹凸を含む。凹凸は微細凹凸であってもよい。第二側面１１３ｂにおいて、保護層１５０の一部は、第二側面１１３ｂの凹凸の凹部Ｆ１内に位置する。したがって、アンカー効果が働いて、保護層１５０の第二側面１１３ｂへの接着性を向上できる。したがって、保護層１５０がグラファイトブロック１１０から剥がれてしまうことを抑制できる。また、保護層１５０が凹凸の凹部Ｆ１内に位置することで、凹部Ｆ１に間隙が生じる構成と比べて、保護層１５０とグラファイトブロック１１０との間の熱抵抗を低くすることができる。

[0038] 〔熱膨張特性〕

グラファイトブロック１１０の線膨張係数は、第一面１１１及び第二面１１２において高い異方性を有してもよい。具体的には、グラファイトブロック１１０の線膨張係数は、第一方向Ａ１において２０［１０＾－６／Ｋ］以上、第二方向Ａ２と第三方向Ａ３において０．０５０［１０＾－６／Ｋ］以下であってもよい。

さらに、グラファイトブロック１１０の線膨張係数は、第一方向Ａ１において２４［１０＾－６／Ｋ］以上であってもよい。また、グラファイトブロック１１０の線膨張係数は、第一方向Ａ１において２７［１０＾－６／Ｋ］以下の範囲の値であってもよい。

また、第二方向Ａ２と第三方向Ａ３におけるグラファイトブロック１１０の線膨張係数は、マイナスの値であってもよく、具体的には、－０．００１［１０＾－６／Ｋ］以下であってもよい。第二方向Ａ２と第三方向Ａ３におけるグラファイトブロック１１０の線膨張係数は、－１．０［１０＾－６／Ｋ］以上であってもよい。

[0039] 第一板材１２０の線膨張係数は、グラファイトブロック１１０と比べて高い等方性を有してもよい。第一方向Ａ１において、第一板材１２０の線膨張係数は、グラファイトブロック１１０の線膨張係数よりも小さくてもよい。第二方向Ａ２において、第一板材１２０の線膨張係数は、グラファイトブロック１１０の線膨張係数よりも大きくてもよい。第三方向Ａ３において、第一板材１２０の線膨張係数は、グラファイトブロック１１０の線膨張係数よりも大きくてもよい。第二板材１３０についても同様である。

第一板材１２０及び第二板材１３０の線膨張係数は、例えば４．０［１０＾－６／Ｋ］以上２０［１０＾－６／Ｋ］未満であってもよく、さらに６．０［１０＾－６／Ｋ］以上１８［１０＾－６／Ｋ］未満であってもよい。第一板材１２０及び第二板材１３０には、線膨張係数が４．０［１０＾－６／Ｋ］以上２０［１０＾－６／Ｋ］未満になる材料、例えば、銅やステンレス鋼などの金属材料や、窒化アルミニウムやアルミナ、ジルコニアなどのセラミック材料が用いられていてもよい。また、例えば、グラファイトブロック１１０の線膨張係数が第一方向Ａ１において２４［１０＾－６／Ｋ］以上である場合には、第一板材１２０及び第二板材１３０の材料としてアルミニウム等の銅よりも線膨張係数が大きな金属材料を採用してもよい。

[0040] 第一板材１２０及び第二板材１３０の線膨張係数とグラファイトブロック１１０の線膨張係数との比較は、２０℃から１００℃まで温度変化をさせて測定される線膨張係数を用いて行われる。線膨張係数の測定には、材料に応じたＪＩＳに規定の測定方法が用いられている。例えば、第一板材１２０及び第二板材１３０が金属材料である場合には、ＪＩＳ＿Ｚ＿２２８５：２００３に規定の測定方法が用いられる。また、第一板材１２０及び第二板材１

３０がセラミック材料である場合には、ＪＩＳ＿Ｒ＿１６１８：２００２に規定の測定方法が用いられる。また、グラファイトブロック１１０の線膨張係数の測定方法は、ＪＩＳ＿Ｒ＿１６１８：２００２に規定の測定方法が準用される。

[0041] 上記の構成により、グラファイトブロック１１０単体の構成と比較して、放熱部材１００の上面１０１の線膨張係数を等方的な値に近づけることができる。したがって、放熱部材１００の上面１０１に部品を実装する場合に、実装の信頼性を向上できる。放熱部材１００の下面１０２についても同様である。

[0042] 続いて、放熱部材１００の上面１０１の線膨張係数が等方的な値に近づくことと、線膨張係数が等方的な値になることによってどのように実装の信頼性が向上するかについて説明する。

図７Ａ、図７Ｂ、図７Ｃは、３つのサンプルの熱膨張特性を説明する図であり、図７Ａはグラファイトブロック単体の特性図、図７Ｂは無酸素銅の特性図、図７Ｃはグラファイトブロックに無酸素銅板を接合した構成の特性図である。図８Ａ、図８Ｂ、図８Ｃは図７Ａ、図７Ｂ、図７Ｃのサンプルをそれぞれ示す斜視図である。

[0043] 第一のサンプル２１０は、熱分解黒鉛であるグラファイトブロック単体である。第一のサンプル２１０は、実施形態１のグラファイトブロック１１０単体に相当する。第一のサンプル２１０の上面２１１は、実施形態１のグラファイトブロック１１０の第一面１１１に相当する。

第二のサンプル２２０は、無酸素銅板である。

第三のサンプル２３０は、熱分解黒鉛であるグラファイトブロック１１０の第一面１１１と第二面１１２とに、無酸素銅である第一板材１２０と第二板材１３０とをろう材で接合した部材である。第三のサンプル２３０の上面２３１は、第一板材１２０の上面１２１に相当する。

[0044] 図７Ａ、図７Ｂ、図７Ｃの特性図は、三つのサンプル２１０、２２０、２３０の各上面２１１、２２１、２３１における熱膨張特性を表わしたベクト

ル分布図である。

図７Ａ、図７Ｂ、図７Ｃのベクトルは、次のように取得された。まず、各上面２１１、２２１、２３１のデジタル画像を、サンプルごとに温度が異なる二つの状態において取得する。デジタル画像は、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）カメラを用いて取得した。温度が異なる二つの状態は、標準温度（例えば２３℃）の状態と１００℃の状態とである。温度は、サンプル２１０、２２０、２３０の上下に配置されたヒータによって調整された。当該処理により、サンプルごとに標準温度のときと１００℃のときとの二つのデジタル画像が取得された。次に、サンプルごとの二つのデジタル画像を、画像相関法を用いて解析することによって、二つのデジタル画像間における同一点の変位を測定する。そして、測定された変位をベクトルにより表わしている。

[0045] 図７Ａに示すように、第一のサンプル２１０、すなわちグラファイトブロック単体における線膨張係数は高い異方性を有していた。一般的な熱分解黒鉛の第一方向Ａ１の線膨張係数は２５［１０＾－６／Ｋ］であり、第二方向Ａ２及び第三方向Ａ３の線膨張係数は－０．６［１０＾－６／Ｋ］であった。

[0046] 図７Ｂに示すように、第二のサンプル２２０、すなわち無酸素銅における線膨張係数は高い等方性を有していた。図７Ａと図７Ｂとの比較から示されるように、第一のサンプル２１０（グラファイトブロック単体）の第一方向Ａ１の線膨張係数は、第二のサンプル２２０（無酸素銅）の第一方向Ａ１の線膨張係数よりも大きかった。さらに、第一のサンプル２１０（グラファイトブロック単体）の第三方向Ａ３の線膨張係数は、第二のサンプル２２０（無酸素銅）の第三方向Ａ３の線膨張係数よりも小さかった。なお、第二のサンプル２２０（無酸素銅）の線膨張係数は、１７．７［１０＾－６／Ｋ］であった。

[0047] 図８Ｃに示すように、第三のサンプル２３０、すなわちグラファイトブロック１１０に無酸素銅の第一板材１２０及び第二板材１３０を接合した構成

における線膨張係数は異方性を有していた。しかしながら、当該線膨張係数は、第一のサンプル２１０（グラファイトブロック単体）と比べて高い等方的な値に近づいていた。図７Ａと図７Ｃとの比較から示されるように、第三のサンプル２３０の第一方向Ａ１における線膨張係数と第三方向Ａ３における線膨張係数との差は、第一のサンプル２１０の第一方向Ａ１における線膨張係数と第三方向Ａ３における線膨張係数との差よりも小さかった。当該特性は、第一板材１２０及び第二板材１３０の線膨張係数の等方性が、グラファイトブロック１１０の異方性を抑えることで得られた。

[0048] 一実施形態の放熱部材１００は、異方性の高いグラファイトブロック１１０を有する。しかし、上記の第三のサンプル２３０と同様の構造が採用されることで、上面１２１及び下面１３１の線膨張係数を等方的な値に近づけることができる。

任意の実装面に部品を実装する場合、部品の線膨張係数が等方的であれば、実装面における線膨張係数も等方的に近い方が望まれる。なぜならば、実装面の熱膨張特性の異方性が高いと、実装面と部品との接合部位において応力の異方性が生じ、温度変化に起因して部品及び実装面に反りが生じやすいからである。あるいは、応力がなだらかに分散しにくく、応力が集中する箇所が生じやすいからである。

[0049] 一実施形態の放熱部材１００は、上面１０１の線膨張係数が、グラファイトブロック１１０単体の場合と比較して、等方的な値に近づいている。したがって、放熱部材１００の上面１０１に部品を実装する場合に、温度変化に起因する反りの発生を抑制でき、さらに、応力の集中を抑制した実装を実現できる。よって、実装の信頼性が向上する。

[0050] 〔第一板材及び第二板材の素材〕

第一板材１２０の素材は、無酸素銅等の銅系の金属又は合金であってもよい。当該構成により、図７Ｃに示したように、上面１２１における線膨張係数の異方性を低減できる。さらに、第一板材１２０の高い熱伝導率が得られ、放熱部材１００のより効率的な伝熱性能を実現できる。

第一板材１２０は、アルミニウムなどの熱伝導率の高い金属であってもよい。当該構成においても、銅の場合と同様に熱膨張特性の異方性を低減できる。さらに、高い熱伝導率によって、放熱部材１００による効率的な伝熱性能を実現できる。伝熱性の観点からは、アルミニウムと比べて銅の方が高い特性が得られる。

[0051] 第一板材１２０は、アルミナセラミックス、窒化珪素セラミックス、窒化アルミニウムセラミックスなどのセラミックスであってもよい。当該構成においても、銅の場合と同様に熱膨張特性の異方性を低減できる。さらに、セラミックスを適用することで、放熱部材１００に絶縁性が要求される場合に、当該要求に応じることができる。

セラミックスを適用する場合、第一板材１２０の素材は、アルミナセラミックス又は窒化珪素セラミックスであってもよい。当該素材を適用することで、グラファイトブロック１１０の残留応力に抗する高い剛性が得られる。

さらに、第一板材１２０の素材は、窒化アルミニウムセラミックスであってもよい。当該素材が適用されることで、剛性に加えて高い熱伝導特性を第一板材１２０に付与することができ、放熱部材１００のより効率的な伝熱性能を実現できる。

[0052] 上述した第一板材１２０の素材は第二板材１３０にも同様に適用できる。第二板材１３０についても、第一板材１２０に上記の各素材を適用したときと同様の作用が奏される。

[0053] 〔硬度〕

第一板材１２０及び第二板材１３０の硬度は、グラファイトブロック１１０の硬度よりも高くてもよい。当該構成により、第一板材１２０及び第二板材１３０に外力が加わっても、当該外力が分散されてグラファイトブロック１１０に作用する。したがって、第一板材１２０及び第二板材１３０の内側でグラファイトブロック１１０が破損してしまうことを抑制できる。

[0054] 硬度としては、ビッカース硬さが採用されてもよい。グラファイトブロック１１０の硬度は、ビッカース硬さ１０ＭＰａ以上４０ＭＰａ以下であって

もよい。第一板材１２０及び第二板材１３０の硬度は、好ましくはグラファイトブロック１１０の硬度の１０倍以上、より好ましくは２０倍以上であってもよい。また、第一板材１２０及び第二板材１３０の硬度は、好ましくはビッカース硬さ２００ＭＰａ以上、より好ましくはビッカース硬さ５００ＭＰａ以上、さらに好ましくはビッカース硬さ９００ＭＰａ以上であってもよい。

[0055] 第一板材１２０及び第二板材１３０のビッカース硬さは、ＪＩＳ＿Ｚ＿２２４４：２００９に規定の測定方法を用いて測定できる。また、グラファイトブロック１１０のビッカース硬さは、荷重負荷２０ｍＮ／１０秒とするナノインデンテーション試験を用いた測定結果から換算した値である。

グラファイトブロック１１０の硬度の１０倍以上の硬度を有す材料は、例えば、銅やアルミニウム、ステンレス鋼などの種々の金属材料や、窒化アルミニウムやアルミナ、ジルコニアなどのセラミック材料である。また、グラファイトブロック１１０の硬度の１０倍以上の硬度を有す材料として、金属材料やセラミック材料に限らず、樹脂材料などの種々の材料が用いられてもよい。なお、本開示において、ビッカース硬さは、単位ＨＶを圧力に換算した値として示されている。

[0056] 〔第二接合材〕

第一板材１２０は、第二接合材１４０を介して第一面１１１に接合されていてもよい。第二板材１３０は、第二接合材１４０を介して第二面１１２に接合されていてもよい。

第二接合材１４０には、ろう材が適用されてもよい。第二接合材１４０は、放熱部材１００の製造段階において、第一板材１２０及び第二板材１３０の接合面に被覆された構成（すなわちクラッド）であってもよい。当該構成によれば、接合後の接合材を薄くすることができる。したがって、第二接合材１４０における熱抵抗を低減することができる。

[0057] 第二接合材１４０は、放熱部材１００の製造段階において、シート状に形成された構成であってもよい。当該構成の場合、シート状の第二接合材１４

０は、第一板材１２０とグラファイトブロック１１０との間に挟まれた後、加熱工程及び冷却工程によって、ろう付け作用を及ぼす構成であってもよい。第二板材１３０側も同様である。

当該構成によれば、グラファイトブロック１１０の第一面１１１と第二面１１２とが大きな面積を有していても、第一板材１２０とグラファイトブロック１１０との第二接合材１４０を介した密着性を向上できる。同様に、第二板材１３０とグラファイトブロック１１０との第二接合材１４０を介した密着性を向上できる。密着性が向上することで、間隙が介在する構成に比べて、第一板材１２０とグラファイトブロック１１０との間の熱抵抗、並びに、第二板材１３０とグラファイトブロック１１０との間の熱抵抗を、低くすることができる。

[0058] 第二接合材１４０は、介在層と呼んでもよい。第二接合材１４０は、第一面１１１の一部の領域、並びに、第二面１１２の一部の領域にのみ位置してもよい。第二接合材１４０が、第一面１１１の一部の領域にのみ位置している場合、第一面１１１のうち第二接合材１４０が位置する領域以外の範囲には、介在層として熱伝導性グリス等が充填されていてもよい。また、第二接合材１４０が、第二面１１２の一部の領域にのみ位置している場合、第二面１１２のうち第二接合材１４０が位置する領域以外の範囲には、介在層として熱伝導性グリス等が充填されていてもよい。

[0059] 〔保護層〕

保護層１５０は、めっき層であってもよいし、樹脂膜であってもよい。めっき層を採用することで、高い熱伝導率を有する保護層１５０を実現でき、放熱部材１００の効率的な伝熱性能に寄与できる。さらに、放熱部材１００に導電性が要求される場合に、当該要求に応じることができる。

また、第一板材１２０、第二板材１３０にセラミックス等の絶縁体を使用する場合、当該絶縁体上に金属層を形成し、保護層１５０としてめっき層を形成してもよい。

[0060] 保護層１５０は、側面１１３に加えて、第一板材１２０の側面１２２（図

２Ｂ及び図３を参照）、第二板材１３０の側面１３２（図２Ｂ及び図３を参照）を覆っていてもよい。保護層１５０の縁部は他の部位よりも剥がれが生じやすい。一方、第一板材１２０の側面１２２及び第二板材１３０の側面１３２は、グラファイトブロック１１０の側面１１３よりも保護層１５０を高い強度で接着しやすい。したがって、保護層１５０が第一板材１２０及び第二板材１３０の一部を覆うことで、保護層１５０の縁部が第一板材１２０及び第二板材１３０の表面に位置し、保護層１５０の剥がれを抑制できる。さらに、保護層１５０は、第一板材１２０及び第二板材１３０の表面からグラファイトブロック１１０の側面１１３上まで連続する。したがって、グラファイトブロック１１０の側面１１３の領域を含めて、保護層１５０の剥がれを抑制できる。

[0061] 保護層１５０は、さらに、第一板材１２０の上面１２１の一部を覆っていてもよい。保護層１５０は、さらに、第二板材１３０の下面１３１の一部を覆っていてもよい。第一板材１２０の上面１２１とは、グラファイトブロック１１０に対向する面とは反対側の面である。第二板材１３０の下面１３１とは、グラファイトブロック１１０に対向する面とは反対側の面である。当該構成においても、上述のように保護層１５０の剥がれを抑制できる。

[0062] 保護層１５０が第一板材１２０の上面１２１を覆っている場合、放熱部材１００の上面１０１とは保護層１５０の表面に相当してもよい。保護層１５０が第一板材１２０の上面１２１を覆っていない場合、放熱部材１００の上面１０１とは第一板材１２０の上面１２１に相当してもよい。

保護層１５０が第二板材１３０の下面１３１を覆っている場合、放熱部材１００の下面１０２とは保護層１５０の表面に相当してもよい。保護層１５０が第二板材１３０の下面１３１を覆っていない場合、放熱部材１００の下面１０２とは第二板材１３０の下面１３１に相当してもよい。

[0063] 保護層１５０は、さらに、第一板材１２０の側面１２２及び上面１２１の全部、グラファイトブロック１１０の側面１１３の全部、並びに、第二板材１３０の側面１３２及び下面１３１の全部を覆っていてもよい。図２Ａ及び

図３は、当該構成を示している。上記構成により、保護層１５０の縁部が低減する（例えばなくなる）ので、保護層１５０の剥がれ及び破損をより抑制できる。さらに、当該構成により、保護層１５０を形成する工程の煩雑さを低減できる。

[0064] 第一板材１２０の上面１２１、及び第二板材１３０の下面１３１の少なくとも一部を保護層１５０が覆う場合、保護層１５０には金属めっき層などの熱伝導性の高い材料が適用されてもよい。当該構成により、保護層１５０を介して放熱部材１００に熱源（電子素子３１０等）が接した場合でも、保護層１５０を介して第一板材１２０又は第二板材１３０に速やかに熱を伝導することができる。

[0065] 〈第一接合材〉

放熱部材１００は、基板２０上に位置する第一接合材６０を介して基板２０に固定されていてもよい。すなわち、放熱部材１００は、放熱部材１００の下面１０２と基板２０の上面との間に位置する第一接合材６０を介して、基板２０の上面に接合されていてもよい。

第一接合材６０には、はんだが適用されてもよい。当該構成により、第一接合材６０による熱伝導の阻害を低減できる。なお、第一接合材６０は、熱伝導性接着剤、熱伝導性充填剤（グリス等）などであってもよい。

[0066] 〈基板ユニット〉

基板ユニット１０は、基板２０と、基板２０上に位置し、炭素材を含む放熱部材１００と、放熱部材１００に対して基板２０の反対側に位置する素子搭載部５０とを備えていてもよい。そして、素子搭載部５０と基板２０とは、放熱部材１００を介して、熱的に接続されていてもよい。さらに、基板２０と放熱部材１００との並び方向（Ｚ方向、第二方向Ａ２）において、放熱部材１００の熱伝導率は、基板２０の熱伝導率よりも高くてよい。

当該構成によれば、素子搭載部５０から基板２０への伝熱経路（Ｚ方向に平行な伝熱経路）の途中に、Ｚ方向における熱伝導率が高い放熱部材１００が配置されるので、基板２０と素子搭載部５０との間に放熱部材１００が配

置されない場合に比べて、熱源となる電子素子３１０から熱を速やかに移動させることができる。

[0067] 基板ユニット１０は、放熱部材１００における第一面１１１上（すなわち第二面１１２を下方、第一面１１１を上方に向けたときの、第一面１１１の上方）に素子搭載部５０を有していてもよい。すなわち、放熱部材１００は、第二面１１２を下方、第一面１１１を上方に向けた状態で、第一接合材６０を介して基板２０の上面に接合されるとともに、上面１０１に第三接合材４０を介してサブマウント基板３０が接合されていてもよい。なお、当該素子搭載部５０は、放熱部材１００の上面１０１の一部であってもよい。すなわち、基板ユニット１０は、サブマウント基板３０を備えていなくてもよい。

なお、基板ユニット１０は、放熱部材１００における第二面１１２上（すなわち第一面１１１を下方、第二面１１２を上方に向けたときの、第二面１１２の上方）に素子搭載部５０を有していてもよい。当該素子搭載部５０は、放熱部材１００の下面１０２の一部であってもよい。

[0068] 基板ユニット１０において、放熱部材１００は、熱伝導の異方性を有するグラファイトブロック１１０と、グラファイトブロック１１０を覆う保護部（第一板材１２０、第二板材１３０、保護層１５０）とを含んでいてもよい。当該構成によれば、比較的脆いグラファイトブロック１１０を保護できる。

また、基板ユニット１０において、基板２０は、金属製であってもよい。当該構成によって、金属製の基板２０上（メタルパッケージの底部）にグラファイトブロック１１０が配置されるので、基板２０の変形を防止できる。例えば、基板がグラファイトブロック製である場合、基板（グラファイトブロック）と素子搭載部５０との間に放熱部材１００を配置しなくても、熱源となる電子素子３１０から熱を速やかに移動させることはできる。しかし、当該構成の場合、基板（グラファイトブロック）自体の熱膨張特性の異方性などによって、基板が変形してしまうおそれがある。なお、基板２０は、セ

ラミックスから形成されていてもよい。

[0069] また、基板ユニット１０において、基板２０と放熱部材１００との並び方向（Ｚ方向、第二方向Ａ２）におけるグラファイトブロック１１０の熱伝導率は、前記並び方向に交差（例えば直交）する一方向（第一方向Ａ１）におけるグラファイトブロック１１０の熱伝導率よりも高くてよい。さらに、前記並び方向（Ｚ方向、第二方向Ａ２）において、放熱部材１００の熱伝導率は、保護部（第一板材１２０、第二板材１３０、保護層１５０）の熱伝導率よりも高くてよい。加えて、前記一方向（第一方向Ａ１）において、基板２０の熱伝導率は、放熱部材１００の熱伝導率よりも高く、かつ前記保護部の熱伝導率は、放熱部材１００の熱伝導率よりも高くてよい。当該構成によれば、基板２０及び前記保護部（第一板材１２０、第二板材１３０、保護層１５０）によって、前記一方向（第一方向Ａ１）に熱を分散する作用が得られるので、グラファイトブロック１１０の熱伝導の異方性を緩和できる。

[0070] なお、グラファイトブロック１１０を保護する保護部は、めっきだけでもよい。すなわち、第一板材１２０や第二板材１３０を設けずに、グラファイトブロック１１０の第一面１１１、第二面１１２及び側面１１３をめっきで覆うようにしてもよい。

また、グラファイトブロック１１０を保護する保護部には、有機材料が用いられてもよいし、セラミック材料が用いられてもよい。

[0071] また、基板２０と放熱部材１００との並び方向に交差（例えば直交）する一方向（第一方向Ａ１）において、基板２０と放熱部材１００とを接合する第一接合材６０の熱伝導率は、グラファイトブロック１１０の熱伝導率よりも高くてよい。当該構成によれば、第一接合材６０の熱伝導率が、グラファイトブロック１１０の前記一方向（第一方向Ａ１）における熱伝導率よりも低い場合に比べて、第一接合材６０による熱伝導の阻害を低減できる。

[0072] また、基板２０と放熱部材１００との並び方向に交差（例えば直交）する一方向（第一方向Ａ１）において、グラファイトブロック１１０と保護部（第一板材１２０、第二板材１３０）とを接合する第二接合材１４０の熱伝導

率は、グラファイトブロック１１０の熱伝導率よりも高くてよい。当該構成によれば、第二接合材１４０の熱伝導率が、グラファイトブロック１１０の前記一方向（第一方向Ａ１）における熱伝導率よりも低い場合に比べて、第二接合材１４０による熱伝導の阻害を低減できる。

[0073] また、基板２０と放熱部材１００とを接合する第一接合材６０の融点は、グラファイトブロック１１０と保護部（第一板材１２０、第二板材１３０）とを接合する第二接合材１４０の融点よりも低くてよい。当該構成によれば、第一接合材６０の融点が第二接合材１４０の融点よりも高い場合に比べて、放熱部材１００の実装時における温度管理が容易になる。例えば、第一接合材６０の融点が第二接合材１４０の融点よりも高い場合には、第一接合材６０によって放熱部材１００を基板２０に固定する際に、第二接合材１４０が融解してグラファイトブロック１１０と保護部（第一板材１２０、第二板材１３０）との接合が解除されてしまう可能性があるため、第二接合材１４０の融解を回避するための温度管理が必要となる。

すなわち、第一接合材６０は、はんだ材など、比較的融点が低い接合材であってもよい。

また、第二接合材１４０は、金属系のろう材（例えば銅のろう材）など、比較的融点が高い接合材であってもよい。

[0074] また、基板２０と放熱部材１００とを接合する第一接合材６０の融点は、パッケージに含まれる接合材（例えば、基板２０と枠部２１とを接合する接合材）の融点よりも低くてよい。当該構成によれば、第一接合材６０の融点がパッケージに含まれる接合材の融点よりも高い場合に比べて、放熱部材１００の実装時における温度管理が容易になる。例えば、第一接合材６０の融点がパッケージに含まれる接合材の融点よりも高い場合には、第一接合材６０によって放熱部材１００を基板２０に固定する際に、パッケージに含まれる接合材が融解してパッケージが破損してしまう（例えば、基板２０と枠部２１との接合が解除されてしまう）可能性があるため、パッケージに含まれる接合材の融解を回避するための温度管理が必要となる。

すなわち、第一接合材６０は、はんだ材など、比較的融点が低い接合材であってもよい。

また、パッケージに含まれる接合材は、金属系のろう材（例えば銅のろう材）など、比較的融点が高い接合材であってもよい。

[0075] また、基板ユニット１０において、素子搭載部５０は、絶縁性を有する材料を含むサブマウント基板３０を介して、放熱部材１００上に位置していてもよい。当該構成によれば、放熱部材１００と電子素子３１０との絶縁性を担保できる。

なお、図１Ａ、図１Ｂに示す基板ユニット１０は、サブマウント基板３０を備えているが、基板ユニット１０は、サブマウント基板３０を備えていなくてもよい。当該構成の場合、電子装置３００の製造時に、基板ユニット１０に対して、サブマウント基板３０と電子素子３１０とを搭載するようにしてもよい。

[0076] また、放熱部材１００とサブマウント基板３０とを接合する第三接合材４０の融点は、グラファイトブロック１１０と保護部（第一板材１２０、第二板材１３０）とを接合する第二接合材１４０の融点よりも低くてよい。当該構成によれば、第三接合材４０の融点が第二接合材１４０の融点よりも高い場合に比べて、サブマウント基板３０の実装時における温度管理が容易になる。例えば、第三接合材４０の融点が第二接合材１４０の融点よりも高い場合には、第三接合材４０によってサブマウント基板３０を放熱部材１００に固定する際に、第二接合材１４０が融解してグラファイトブロック１１０と保護部（第一板材１２０、第二板材１３０）との接合が解除されてしまう可能性があるため、第二接合材１４０の融解を回避するための温度管理が必要となる。

すなわち、第三接合材４０は、はんだ材など、比較的融点が低い接合材であってもよい。

また、第二接合材１４０は、金属系のろう材（例えば銅のろう材）など、比較的融点が高い接合材であってもよい。

[0077] また、放熱部材１００とサブマウント基板３０とを接合する第三接合材４０の融点は、パッケージに含まれる接合材（例えば、基板２０と枠部２１とを接合する接合材）の融点よりも低くてよい。当該構成によれば、第三接合材４０の融点がパッケージに含まれる接合材の融点よりも高い場合に比べて、サブマウント基板３０の実装時における温度管理が容易になる。例えば、第三接合材４０の融点がパッケージに含まれる接合材の融点よりも高い場合には、第三接合材４０によってサブマウント基板３０を放熱部材１００に固定する際に、パッケージに含まれる接合材が融解してパッケージが破損してしまう（例えば、基板２０と枠部２１との接合が解除されてしまう）可能性があるため、パッケージに含まれる接合材の融解を回避するための温度管理が必要となる。

すなわち、第三接合材４０は、はんだ材など、比較的融点が低い接合材であってもよい。

また、パッケージに含まれる接合材は、金属系のろう材（例えば銅のろう材）など、比較的融点が高い接合材であってもよい。

[0078] また、放熱部材１００とサブマウント基板３０とを接合する第三接合材４０の融点は、基板２０と放熱部材１００とを接合する第一接合材６０の融点よりも低くてよい。当該構成によれば、第三接合材４０の融点が第一接合材６０の融点よりも高い場合に比べて、サブマウント基板３０の実装時における温度管理が容易になる。例えば、第三接合材４０の融点が第一接合材６０の融点よりも高い場合には、第三接合材４０によってサブマウント基板３０を放熱部材１００に固定する際に、第一接合材６０が融解して基板２０と放熱部材１００との接合が解除されてしまう可能性があるため、第一接合材６０の融解を回避するための温度管理が必要となる。

なお、第三接合材４０の融点は、第一接合材６０の融点と同一でもよい。例えば、第一接合材６０が金系のはんだ材など、接合前後で融点が異なるはんだ材（具体的には、接合前よりも接合後の方が、融点が高くなるはんだ材）の場合、第三接合材４０の融点が、第一接合材６０の融点（接合前の融点

）と同一であっても、第三接合材４０の使用時（サブマウント基板３０の実装時）には、第一接合材６０の融点は第三接合材４０の融点よりも高いので、第一接合材６０の融解を回避するための温度管理は不要となる。

[0079] また、サブマウント基板３０と放熱部材１００との並び方向（Ｚ方向、第二方向Ａ２）において、放熱部材１００の熱伝導率は、サブマウント基板３０の熱伝導率よりも高くてよい。

また、放熱部材１００の第一方向Ａ１（グラフェンの積層方向）における熱伝導率は、サブマウント基板３０のＸ方向における熱伝導率やＹ方向における熱伝導率よりも低くてよい。

また、サブマウント基板３０の熱伝導率は、グラファイトブロック１１０と比較して、高い等方性を有していてもよい。

[0080] また、基板２０と放熱部材１００との並び方向（Ｚ方向、第二方向Ａ２）において、放熱部材１００の熱伝導率は、基板２０の熱伝導率よりも高くてよい。

また、放熱部材１００の第一方向Ａ１（グラフェンの積層方向）における熱伝導率は、基板２０のＸ方向における熱伝導率やＹ方向における熱伝導率よりも低くてよい。

また、基板２０の熱伝導率は、グラファイトブロック１１０と比較して、高い等方性を有していてもよい。

[0081] 〈電子装置〉

図９は、基板ユニット１０を組み込んだ電子装置３００の一例を示す断面図である。放熱部材１００は、後述の実施形態２、３の放熱部材１００Ａ、１００Ｂに代替してもよい。

本開示の実施形態に係る電子装置３００は、図９に示すように、基板ユニット１０と、基板ユニット１０の素子搭載部５０上に位置する電子素子３１０とを備える。電子素子３１０は、例えばはんだ等の接合材３２０を介して素子搭載部５０に実装されていてもよい。当該構成により、電子素子３１０の熱を、放熱部材１００を介して基板２０へ速やかに伝導することができる

。

[0082] 電子装置３００において、放熱部材１００とサブマウント基板３０とを接合する第三接合材４０の融点は、電子素子３１０とサブマウント基板３０とを接合する接合材３２０の融点よりも低くてよい。当該構成によれば、第三接合材４０の融点が接合材３２０の融点よりも高い場合に比べて、サブマウント基板３０の実装時における温度管理が容易になる。例えば、第三接合材４０の融点が接合材３２０の融点よりも高い場合には、第三接合材４０によってサブマウント基板３０（電子素子３１０が固定されている状態のサブマウント基板３０）を放熱部材１００に固定する際に、接合材３２０が融解してサブマウント基板３０と電子素子３１０との接合が解除されてしまう可能性があるため、接合材３２０の融解を回避するための温度管理が必要となる。

なお、第三接合材４０の融点は、接合材３２０の融点と同一でもよい。例えば、接合材３２０が金系のはんだ材など、接合前後で融点が異なるはんだ材（具体的には、接合前後で合金状態が変化することによって、接合前よりも接合後の方が、融点が高くなるはんだ材）の場合、第三接合材４０の融点が、接合材３２０の融点（接合前の融点）と同一であっても、第三接合材４０の使用時（サブマウント基板３０の実装時）には、接合材３２０の融点は第三接合材４０の融点よりも高いので、接合材３２０の融解を回避するための温度管理は不要となる。

[0083] 電子装置３００は、放熱機能を有するモジュール基板に搭載され、電子モジュールを構成していてもよい。具体的には、電子装置３００の下面（具体的には、基板２０の下面）がはんだ等の接合材を介してモジュール基板に実装されていてもよい。そして、モジュール基板を介して放熱部材１００がヒートシンクに熱的に接続されていてもよい。当該構成により、電子素子３１０の熱を、放熱部材１００を介して速やかにモジュール基板及びヒートシンクへ伝導させ、ヒートシンクから放出させることができる。

[0084] 素子搭載部５０には、電子素子３１０以外の熱源を搭載してもよい。すな

わち、素子搭載部５０には、電子素子３１０、排熱用のヒートパイプ、加熱用のヒータなど、様々な熱源を搭載できる。

素子搭載部５０に熱源としてヒータが搭載される場合、放熱部材１００の下面１０２には加熱対象の物体が配置されてもよい。当該構成により、ヒータ各部の熱バラツキを均して、加熱対象に熱を伝達することができる。

[0085] 基板ユニット１０は、光通信モジュール用部品として使用されてもよい。具体的には、基板ユニット１０は、レーザー／フォトダイオード・モジュール、ＬＮ／ＥＡ変調器、マルチプレクサ／デマルチプレクサ（ｍｕｘ／ｄｅｍｕｘ）などの光通信モジュール用パッケージとして使用されてもよい。

なお、基板ユニット１０は、ＲＦパワートランジスタ用パッケージなどの無線通信デバイス用部品として使用されてもよい。

[0086] 図９に示す電子装置３００は、基板ユニット１０の素子搭載部５０に、電子素子３１０として、レーザーダイオード（半導体レーザ）などの指向性を有する発光素子（光素子）を搭載している。

図９に示すように、基板ユニット１０には、発光素子（電子素子３１０）の出射部に対向する部位に、集光レンズなどのレンズＬが搭載されていてもよい。なお、基板ユニット１０には、レンズＬ以外の光学部品、具体的にはミラー、フィルター、プリズムなどが装着されていてもよい。

[0087]〔結晶面と素子搭載部との関係〕

図１０Ａ、図１０Ｂは、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が、グラファイトブロック１１０における結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して平行である構成の一例を示す図である。

図１１Ａ、図１１Ｂは、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が、グラファイトブロック１１０における結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して垂直である構成の一例を示す図である。

図１２Ａ、図１２Ｂは、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が、グラファイトブロック１１０における結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜している構成の一例を示す図である。

図１０Ａ、図１０Ｂ、図１１Ａ、図１１Ｂ、図１２Ａ、図１２Ｂにおいて、図１０Ａ、図１１Ａ、図１２Ａは放熱部材１００と素子搭載部５０（サブマウント基板３０）との関係を示す斜視図であり、図１０Ｂ、図１１Ｂ、図１２Ｂはグラファイトブロック１１０と素子搭載部５０との関係を示す平面図である。

図１３Ａ、図１３Ｂは、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が、グラファイトブロック１１０における結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜している構成の一例を示す図であり、傾斜角度θを説明するための平面図である。

図１０Ａ、図１０Ｂ、図１１Ａ、図１１Ｂ、図１２Ａ、図１２Ｂ、図１３Ａ、図１３Ｂにおいて、ドットハッチングを付した領域は、素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する領域（伝熱領域Ｒ）である。図１０Ａ、図１０Ｂ、図１１Ａ、図１１Ｂ、図１２Ａ、図１２Ｂ、図１３Ａ、図１３Ｂでは、第一板材１２０及び第二板材１３０や、保護層１５０による、第一方向Ａ１に熱を分散する作用を無視した場合の伝熱領域Ｒを示している。

[0088] 基板ユニット１０が複数の素子搭載部５０を有する場合、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して平行だと、放熱部材１００による冷却効果を十分に発揮できない可能性がある。

具体的には、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して平行である場合には、図１０Ａ、図１０Ｂに示すように、一の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒと、他の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒとが一致する。したがって、当該構成の場合、グラファイトブロック１１０の狭い範囲しか伝熱領域Ｒとして利用できないため、放熱部材１００の効率的な伝熱性能を実現できない。

また、当該構成の場合、一の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱の一部が、他の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０に向けて移

動する。したがって、基板ユニット１０が三つ以上の素子搭載部５０を有する場合に、当該構成を採用すると、一の電子素子３１０に対し、複数の電子素子３１０の熱が影響することになるので、異常発熱などで電子素子３１０が変形してしまうおそれがある。

[0089] 基板ユニット１０が複数の素子搭載部５０を有する場合、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）は結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して垂直であってもよい。当該構成によれば、図１１Ａ、図１１Ｂに示すように、一の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒと、他の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒとが一致しない。すなわち、グラファイトブロック１１０を構成するグラフェンのうち、素子搭載部５０に対向するグラフェン層間の総数が、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して平行である場合（図１０Ａ、図１０Ｂの場合）よりも多い。したがって、この場合（図１０Ａ、図１０Ｂの場合）よりも、グラファイトブロック１１０の広い範囲を伝熱領域Ｒとして利用できるため、放熱部材１００の効率的な伝熱性能を実現でき、放熱部材１００による冷却効果を向上できる。また、当該構成によれば、一の電子素子３１０に対し他の電子素子３１０の熱が影響することがないので、基板ユニット１０が三つ以上の素子搭載部５０を有する場合であっても、異常発熱などが生じない。

[0090] 基板ユニット１０が複数の素子搭載部５０を有する場合、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）は結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜していてもよい。当該構成によれば、図１２Ａ、図１２Ｂに示すように、グラファイトブロック１１０を構成するグラフェンのうち、素子搭載部５０に対向するグラフェン層間の総数が、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）が結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して、平行である場合（図１０Ａ、図１０Ｂの場合）や垂直である場合（図１１Ａ、図１１Ｂの場合）よりも多い。したがって、これらの場合（図１０Ａ、図１０Ｂの場合、図１１Ａ、図１１Ｂの場合）よりも、グラファイトブロック１１０の広い範囲を伝熱領

域Ｒとして利用できるため、放熱部材１００の効率的な伝熱性能を実現でき、放熱部材１００による冷却効果をより向上できる。

[0091] すなわち、基板ユニット１０が複数の素子搭載部５０を有する場合、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）は、好ましくは、グラファイトブロック１１０における結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して垂直な方向であってもよいし、より好ましくは、グラファイトブロック１１０における結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜した方向（平行でも垂直でもない方向）であってもよい。

[0092] 素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）を、グラファイトブロック１１０における結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜させる場合、その傾斜角度θは、好ましくは３０°～６０°であってもよいし、より好ましくは４５°であってもよい。

傾斜角度θは、素子搭載部５０の形やサイズ、素子搭載部５０同士の間隔などに応じて適宜変更可能である。

[0093] ここで、基板ユニット１０が三つ以上の素子搭載部５０を有する場合、これらの素子搭載部５０のうち、一の素子搭載部５０を第一の素子搭載部５０ａ、第一の素子搭載部５０ａの隣に位置する素子搭載部５０を第二の素子搭載部５０ｂ、第二の素子搭載部５０ｂの隣に位置し、かつ第一の素子搭載部５０ａとは反対側に位置する素子搭載部５０を第三の素子搭載部５０ｃと呼ぶ。そして、第一の素子搭載部５０ａに搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒを第一の伝熱領域Ｒａ、第二の素子搭載部５０ｂに搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒを第二の伝熱領域Ｒｂ、第三の素子搭載部５０ｃに搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒを第三の伝熱領域Ｒｃと呼ぶ。

[0094] 三つ以上の素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）を結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜させる場合、その傾斜角度θは、図１３Ａに示すように、第一の伝熱領域Ｒａと第二の伝熱領域Ｒｂとが一部重複する角度であり、かつ第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しない角度

であってもよい。当該構成によれば、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが一部でも重複する場合に比べて、グラファイトブロック１１０の広い範囲を伝熱領域Ｒとして利用できるため、放熱部材１００の効率的な伝熱性能を実現でき、放熱部材１００による冷却効果をより向上できる。また、当該構成によれば、一の電子素子３１０に対し、複数の電子素子３１０の熱が影響することがないので、異常発熱などが生じない。

なお、図１３Ａでは、第二の伝熱領域Ｒｂの図示を省略している。

[0095] 三つ以上の素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）を結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜させる場合、その傾斜角度θは、図１３Ｂに示すように、第一の伝熱領域Ｒａと第二の伝熱領域Ｒｂとが重複しない角度であってもよい。すなわち、第一の伝熱領域Ｒａが、第二の伝熱領域Ｒｂ及び第三の伝熱領域Ｒｃに重複しない角度であってもよい。当該構成によれば、一の電子素子３１０に対し他の電子素子３１０の熱が影響することがないので、基板ユニット１０が三つ以上の素子搭載部５０を有する場合であっても、異常発熱などが生じない。

[0096] なお、第一の伝熱領域Ｒａと第二の伝熱領域Ｒｂとが重複しない角度は、第一の伝熱領域Ｒａと第二の伝熱領域Ｒｂとが接する角度を含んでいてもよい。

また、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しない角度は、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが接する角度を含んでいてもよい。

第一の伝熱領域Ｒａと第二の伝熱領域Ｒｂとが接する角度とは、第一の伝熱領域Ｒａとそれ以外の領域との境界面（第二方向Ａ２と第三方向Ａ３とに延びる平面）と、第二の伝熱領域Ｒｂとそれ以外の領域との境界面（第二方向Ａ２と第三方向Ａ３とに延びる平面）と、が接する角度のことであってもよい。第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが接する角度についての同様である。

[0097] すなわち、三つ以上の素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）を結晶面の延

びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜させる場合、その傾斜角度θは、好ましくは、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しない角度であってもよいし、より好ましくは、伝熱領域Ｒが最大となる角度であってもよい。

また、例えば、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しないという条件を満たすように、傾斜角度θに加えて、素子搭載部５０の形やサイズ、素子搭載部５０同士の間隔などを設定してもよい。

[0098] また、基板ユニット１０が二つの素子搭載部５０を有する場合、一方の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒと、他方の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒとは重複しなくてもよい。当該構成によれば、これら二つの伝熱領域Ｒが一部でも重複する場合に比べて、グラファイトブロック１１０の広い範囲を伝熱領域Ｒとして利用できるため、放熱部材１００の効率的な伝熱性能を実現でき、放熱部材１００による冷却効果をより向上できる。

[0099] 本開示の実施形態に係る放熱構造４００は、図１２Ａ、図１２Ｂ、図１３Ａ、図１３Ｂに示すように、炭素材を含み、第一面１１１を有する板状の放熱部材１００と、第一面１１１上に位置する複数の素子搭載部５０とを備えていてもよい。そして、複数の素子搭載部５０が並ぶ方向をＸ方向、第一面１１１に沿った方向のうち、Ｘ方向に対して傾斜する所定の方向を特定方向（結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３））、第一面１１１に交差する方向をＺ方向と呼んだときに、放熱部材１００の熱伝導率は、前記特定方向における熱伝導率が、Ｘ方向における熱伝導率よりも高く、かつＺ方向における熱伝導率が、Ｘ方向における熱伝導率よりも高くてもよい。

当該構成によれば、放熱部材１００において複数の素子搭載部５０が並ぶ方向（Ｘ方向）に熱が移動することを低減できるので、異常発熱などで電子素子３１０が変形してしまうことを防止できる。

また、当該構成によれば、複数の素子搭載部５０が並ぶ方向（Ｘ方向）における熱伝導率が高い場合よりも、放熱部材１００（グラファイトブロック

１１０）の広い範囲を使って、電子素子３１０を冷却すること（熱源となる電子素子３１０から熱を移動させること）ができる。したがって、放熱部材１００による効率的な冷却を実現できる。

[0100] 放熱構造４００において、複数の素子搭載部５０は、第一の素子搭載部５０ａと、第一の素子搭載部５０ａに隣接する第二の素子搭載部５０ｂと、第二の素子搭載部５０ｂに隣接し、かつ第一の素子搭載部５０ａの反対側に位置する第三の素子搭載部５０ｃとを含んでいてもよい。そして、前記特定方向（結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３））は、当該特定方向に沿って延びる直線のうち、第一の素子搭載部５０ａと重なる直線が、第三の素子搭載部５０ｃとは重ならないように、Ｘ方向に対して傾斜した方向であってもよい。

ここで、特定方向に沿って延びる直線のうち、第一の素子搭載部５０ａと重なる直線は、特定方向に沿って延びる直線のうち、第一の伝熱領域Ｒａ内に位置する直線であってもよい。

当該構成によれば、三つ以上の電子素子３１０の熱が、放熱部材１００（グラファイトブロック１１０）における一部分に伝わることを防止できる。したがって、異常発熱などを抑制できるので、熱マネジメントが容易になる。

例えば、特定方向に沿って延びる直線のうち、第一の素子搭載部５０ａと重なる直線が、第三の素子搭載部５０ｃと重なる場合、すなわち、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複する場合には、その重複部分（グラファイトブロック１１０における一部分）に、三つ以上の電子素子３１０の熱が伝わるので、異常発熱などで電子素子３１０が変形してしまうおそれがある。よって、何らかの対策を施す必要がある。

[0101] 《実施形態２》

図１４Ａ、図１４Ｂは、実施形態２の放熱部材１００Ａの一例を示す図であり、図１４Ａは保護層１５０を除いた構成を示す斜視図、図１４Ｂは保護層１５０、第一板材１２０及び第二板材１３０を除いた構成を示す斜視図で

ある。図１５は、実施形態２の放熱部材１００Ａにおいて２つのグラファイト材が隣接する箇所を示す断面図である。

実施形態２の放熱部材１００Ａは、グラファイトブロック１１０Ａの構成が実施形態１と異なり、その他の構成は実施形態１と同様であってもよい。以下、異なる点を詳細に説明する。すなわち、実施形態２の基板ユニットは、放熱部材１００Ａ（具体的にはグラファイトブロック１１０Ａ）の構成が実施形態１と異なり、その他の構成は実施形態１と同様であってもよい。

[0102] グラファイトブロック１１０Ａは、複数のグラファイト材１１０ｕを含んでいてもよい。グラファイト材１１０ｕとは、接合材による周囲との接合を解いたときに、単一になっている構成を意味する。

単体で大きなグラファイトブロックを用意することは容易でない。実施形態２では、グラファイトブロック１１０Ａが複数のグラファイト材１１０ｕを含む構成を採用することにより、放熱部材１００Ａの寸法を大きくすることができるなど、放熱部材１００Ａの設計自由度を増すことができる。

[0103] 複数のグラファイト材１１０ｕの個数は、特に制限されないが、５個以下であってもよい。５個以下とすることで、グラファイトブロック１１０Ａの内部に熱伝導性能の低い領域が占める割合を低減できる。熱伝導性能の低い領域とは、隣接する一対のグラファイト材１１０ｕの間に生じるギャップＧ１、又はギャップＧ１に位置する接合材１４１である（図１５を参照）。

[0104] 複数のグラファイト材１１０ｕは、図１４Ｂに示すように、グラフェンが積層される第一方向Ａ１に並列されていてもよい。より具体的には、グラファイトブロック１１０Ａは、第一グラファイト材１１０ｕ１と、第一グラファイト材１１０ｕ１に対して第一方向Ａ１に並列された第二グラファイト材１１０ｕ２と、第一グラファイト材１１０ｕ１と第二グラファイト材１１０ｕ２との間に位置し、第一グラファイト材１１０ｕ１と第二グラファイト材１１０ｕ２とを接合する接合材１４１とを含んでもよい。複数のグラファイト材１１０ｕの間にはギャップＧ１が発生する。しかし、複数のグラファイト材１１０ｕが、第一方向Ａ１に並列されることで、グラファイト材１１０

ｕの熱伝導率が高い方向（第二方向Ａ２及び第三方向Ａ３）において、熱の伝導経路をギャップＧ１が遮ってしまうことを低減できる。したがって、ギャップＧ１が放熱部材１００Ａの熱伝導性能に与える影響を低減できる。

[0105] さらに、グラファイトブロック１１０Ａの全体において、実施形態１と同様に、熱伝導率の低い方向（すなわち第一方向Ａ１）を発生させることができる。したがって、グラファイトブロック１１０Ａの側方に熱の影響を与えたくない機器等を配置する場合に、熱伝導率の低い方向に機器等を配置することで、グラファイトブロック１１０Ａから機器等への熱の影響を低減することができる。よって、機器等への熱の影響を低減するための断熱構造を排除あるいは簡略化することができる。

[0106] 上記のギャップＧ１は、空隙であってもよい。あるいは、ギャップＧ１の少なくとも一部には接合材１４１が位置してもよい。あるいは、接合材１４１がギャップＧ１をほぼ埋めていてもよい（例えば断面の９０％以上の領域に位置してもよい）。

接合材１４１は、ろう材、はんだ材、樹脂材であってもよい。また、接合材１４１は、第一板材１２０及び第二板材１３０とグラファイトブロック１１０Ａとを接合している第二接合材１４０と同一の材料であってもよい。

なお、複数のグラファイト材１１０ｕのうち隣接する一対が対向する向きは、上記の方向に限られない。複数のグラファイト材１１０ｕは、グラフェンが積層される方向とは異なる方向（例えば第二方向Ａ２又は第三方向Ａ３）に互いに対向するように配列されてもよい。

[0107] 〔結晶面と素子搭載部との関係〕

一実施形態においては、実施形態１と同様に、基板ユニット１０が複数の素子搭載部５０を有する場合、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）は、好ましくは、グラファイトブロック１１０Ａにおける結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して垂直な方向であってもよいし、より好ましくは、グラファイトブロック１１０Ａにおける結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜した方向（平行でも垂直でもない方向）であってもよい。

[0108] また、実施形態１と同様に、三つ以上の素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）を結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜させる場合、その傾斜角度θは、好ましくは、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しない角度であってもよいし、より好ましくは、伝熱領域Ｒが最大となる角度であってもよい。

また、例えば、第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しないという条件を満たすように、傾斜角度θに加えて、素子搭載部５０の形やサイズ、素子搭載部５０同士の間隔などを設定してもよい。

また、実施形態１と同様に、基板ユニット１０が二つの素子搭載部５０を有する場合、一方の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒと、他方の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒとは重複しなくてもよい。

[0109] 《実施形態３》

図１６Ａ、図１６Ｂは、実施形態３の放熱部材１００Ｂの一例を示す図であり、図１６Ａは保護層１５０を除いた構成を示す斜視図、図１６Ｂは保護層１５０、第一板材１２０及び第二板材１３０を除いた構成を示す斜視図である。

実施形態３の放熱部材１００Ｂは、グラファイトブロック１１０Ｂの構成が実施形態１、２と異なり、その他の構成は実施形態１、２と同様であってもよい。以下、異なる点を詳細に説明する。すなわち、実施形態３の基板ユニットは、放熱部材１００Ｂ（具体的にはグラファイトブロック１１０Ｂ）の構成が実施形態１、２と異なり、その他の構成は実施形態１、２と同様であってもよい。

[0110] グラファイトブロック１１０Ｂは、複数のグラファイト材１１０ｕを含んでいてもよい。図１６Ａに示すように、複数のグラファイト材１１０ｕは、第二方向Ａ２において並列されてもよい。当該構成によれば、第二方向Ａ２（すなわち第一板材１２０から第二板材１３０へ向かう方向）においても放熱部材１００Ｂの寸法を大きくすることができるなど、放熱部材１００Ｂの

設計自由度を増すことができる。

[0111] 第二方向Ａ２に並列させる場合、複数のグラファイト材１１０ｕは、結晶面に沿ったいずれか一方向（すなわち熱伝導率が高い第二方向Ａ２、第三方向Ａ３など）において、互いが対向するように配置されてもよい。当該構成によれば、第一板材１２０から第二板材１３０への速やかな熱の伝導が可能となる。

[0112] さらに、グラフェンが積層される第一方向Ａ１と、結晶面に沿った第二方向Ａ２及び第三方向Ａ３とは、複数のグラファイト材１１０ｕの間において一致しなくてもよい。ここで、隣接する一対のグラファイト材１１０ｕを、第一のグラファイト材１１０ｕと第二のグラファイト材１１０ｕと記す。この場合、第一のグラファイト材１１０ｕにおいてグラフェンが積層される方向Ａ１ａと、第二のグラファイト材１１０ｕにおいてグラフェンが積層される方向Ａ１ｂとは、互いにねじれの関係であってもよい。さらに、複数のグラファイト材１１０ｕは、接合材を介して接合されていてもよい。

[0113] 当該構成によれば、第一板材１２０の一部から第二板材１３０へ熱が伝導される際、第一板材１２０に最も近いグラファイト材１１０ｕにおいて、熱が第三方向Ａ３ａに広がりつつ次のグラファイト材１１０ｕへ伝達される。その後、次のグラファイト材１１０ｕにおいて、熱が第三方向Ａ３ｂに広がりつつ次のグラファイト材１１０ｕへ伝達される。その結果、熱は、平面視にて互いに交差する第三方向Ａ３ａ、Ａ３ｂに分散する。したがって、放熱部材１００Ｂの熱伝導の異方性が低減され、放熱部材１００Ｂの多くの領域を介して熱を伝達することができる。よって効率的な熱の伝熱性能を実現できる。

[0114] 〔結晶面と素子搭載部との関係〕

一実施形態においては、基板ユニット１０が複数の素子搭載部５０を有する場合、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）は、好ましくは、素子搭載部５０に最も近いグラファイト材１１０ｕにおける結晶面の延びる方向（例えば第三方向Ａ３ａ）に対して垂直な方向であってもよいし、より好ましくは

、素子搭載部５０に最も近いグラファイト材１１０ｕにおける結晶面の延びる方向（例えば第三方向Ａ３ａ）に対して傾斜した方向（平行でも垂直でもない方向）であってもよい。

[0115] また、三つ以上の素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）を、素子搭載部５０に最も近いグラファイト材１１０ｕにおける結晶面の延びる方向（例えば第三方向Ａ３ａ）に対して傾斜させる場合、その傾斜角度θは、好ましくは、素子搭載部５０に最も近いグラファイト材１１０ｕにおいて第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しない角度であってもよいし、より好ましくは、伝熱領域Ｒが最大となる角度であってもよい。

また、例えば、素子搭載部５０に最も近いグラファイト材１１０ｕにおいて第一の伝熱領域Ｒａと第三の伝熱領域Ｒｃとが重複しないという条件を満たすように、傾斜角度θに加えて、素子搭載部５０の形やサイズ、素子搭載部５０同士の間隔などを設定してもよい。

また、基板ユニット１０が二つの素子搭載部５０を有する場合、素子搭載部５０に最も近いグラファイト材１１０ｕにおいて、一方の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒと、他方の素子搭載部５０に搭載された電子素子３１０の熱が移動する伝熱領域Ｒとは重複しなくてもよい。

[0116] 〈製造方法〉

図１７は、放熱部材の製造方法の一例を説明する図を示す。以下では、実施形態２の放熱部材１００Ａの製造方法を示す。当該製造方法は、グラファイト加工工程Ｊ１と、グラファイト材組合せ及び接合工程Ｊ２と、切断工程Ｊ３と、めっき工程Ｊ４とを含む。

[0117] グラファイト加工工程Ｊ１は、ワイヤーソーなどの加工機を用いて、グラファイト単体５０１を切断し、複数のグラファイト材５０１ｕを作製する。グラファイト単体５０１は、一般に２つの面が結晶面であり、結晶面の寸法が当該結晶面に垂直な方向の寸法よりも大きい。切断されたグラファイト材５０１ｕは、結晶面の最小幅が、切断面（すなわち結晶層面）の最小幅より

も小さく切断されてもよい。

[0118] グラファイト材組合せ及び接合工程Ｊ２では、複数のグラファイト材５０１ｕを実施形態２で示した向きで並列させる。さらに、当該複数のグラファイト材５０１ｕに対して接合材を挟んで第一板材５２０と第二板材５３０を配置し、加熱及び冷却により、接合材を作用させる。当該段階で、複数のグラファイト材５０１ｕに第一板材５２０と第二板材５３０が接合され、複数のグラファイト材５０１ｕの間のギャップＧ１（図１５を参照）に接合材が進入し、複数のグラファイト材５０１ｕが互いに接合されてもよい。

[0119] 切断工程Ｊ３では、互いに接合された第一板材５２０、複数のグラファイト材５０１ｕ及び第二板材５３０が、放熱部材１００Ａの第一板材１２０、グラファイトブロック１１０Ａ及び第二板材１３０の寸法に切断される。

なお、素子搭載部５０の並び方向（Ｘ方向）を、グラファイトブロック１１０Ａにおける結晶面の延びる方向（第三方向Ａ３）に対して傾斜させる場合、切断工程Ｊ３での切断方向を、第三方向Ａ３に対して傾斜させてもよい。

[0120] めっき工程Ｊ４では、切断工程Ｊ３で切断された構成の外側にめっきが施される。めっきは、少なくともグラファイトブロック１１０Ａの側面１１３を覆うように行われる。めっきは、第一板材１２０及び第二板材１３０の外側の面を含めて全体に行われてもよい。これにより、めっき層が保護層１５０となる。

上記の工程Ｊ１～Ｊ４により、放熱部材１００Ａが製造される。

[0121] 《他の実施形態》

放熱部材は、上述の構成に限定されない。

例えば、他の実施形態では、第一方向及び第二方向のいずれにおいても、第一板材及び第二板材の線膨張係数は、グラファイトブロックの線膨張係数よりも大きくてもよい。第一板材及び第二板材の材料として、例えばＡＢＳ樹脂やポリブチレンテレフタラート（ＰＢＴ）等の樹脂材料を採用してもよい。グラファイトブロック１１０の線膨張係数が第一方向Ａ１において２４

［１０＾－６／Ｋ］未満である場合において、第一板材１２０及び第二板材１３０の材料としてアルミニウム等の銅よりも線膨張係数が大きな金属材料を採用してもよい。この場合においても、上記の実施形態と同一又は類似の構成を有する点において、同一の効果を奏する。

[0122] 以上、本開示の各実施形態について説明した。しかし、本開示の放熱部材及び基板ユニットは、上記実施形態の放熱部材１００、１００Ａ、１００Ｂ、並びに、基板ユニット１０に限られるものでない。例えば、実施形態で示した細部は、発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

本開示によれば、高い放熱性能を有する放熱構造及び基板ユニットが得られる。

[0123] 以下、本開示の一実施形態を示す。一実施形態において、

（１）放熱構造は、

炭素材を含み、第一面を有する板状の放熱部材と、

前記第一面上に位置する複数の素子搭載部と、を備え、

前記複数の素子搭載部が並ぶ方向をＸ方向、前記第一面に沿った方向のうち、前記Ｘ方向に対して傾斜する所定の方向を特定方向、前記第一面に交差する方向をＺ方向と呼んだときに、

前記放熱部材の熱伝導率は、前記特定方向における熱伝導率が、前記Ｘ方向における熱伝導率よりも高く、かつ前記Ｚ方向における熱伝導率が、前記Ｘ方向における熱伝導率よりも高い。

[0124] （２）上記（１）の放熱構造は、

前記複数の素子搭載部は、第一の素子搭載部と、前記第一の素子搭載部に隣接する第二の素子搭載部と、前記第二の素子搭載部に隣接し、かつ前記第一の素子搭載部の反対側に位置する第三の素子搭載部と、を含み、

前記特定方向は、当該特定方向に沿って延びる直線のうち、前記第一の素子搭載部と重なる直線が、前記第三の素子搭載部とは重ならないように、前記Ｘ方向に対して傾斜した方向である。

[0125] （３）基板ユニットは、

基板と、

前記基板上に位置する上記（１）又は（２）の放熱構造と、を備え、

前記素子搭載部と前記基板とは、前記放熱部材を介して、熱的に接続されており、

前記Ｚ方向において、前記放熱部材の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高い。

[0126] （４）上記（３）の基板ユニットは、

前記複数の素子搭載部は、第一の素子搭載部と、前記第一の素子搭載部に隣接する第二の素子搭載部と、前記第二の素子搭載部に隣接し、かつ前記第一の素子搭載部の反対側に位置する第三の素子搭載部と、を含み、

前記特定方向は、当該特定方向に沿って延びる直線のうち、前記第一の素子搭載部と重なる直線が、前記第三の素子搭載部とは重ならないように、前記Ｘ方向に対して傾斜した方向である。

[0127] （５）上記（３）又は（４）の基板ユニットは、

前記放熱部材は、

熱伝導の異方性を有するグラファイトブロックと、

前記グラファイトブロックを覆う保護部と、を含み、

前記Ｚ方向における前記グラファイトブロックの熱伝導率は、前記Ｚ方向に交差する一方向における前記グラファイトブロックの熱伝導率よりも高く、

前記Ｚ方向において、前記放熱部材の熱伝導率は、前記保護部の熱伝導率よりも高く、

前記一方向において、前記基板の熱伝導率は、前記放熱部材の熱伝導率よりも高く、かつ前記保護部の熱伝導率は、前記放熱部材の熱伝導率よりも高い。

[0128] （６）上記（５）の基板ユニットは、

さらに、前記基板と前記放熱部材との間に位置し、前記基板と前記放熱部材とを接合する接合材を備え、

前記一方向において、前記接合材の熱伝導率は、前記グラファイトブロックの熱伝導率よりも高い。

[0129] （７）上記（６）の基板ユニットは、

前記接合材は、第一接合材であり、

前記放熱部材は、さらに、前記グラファイトブロックと前記保護部との間に位置し、前記グラファイトブロックと前記保護部とを接合する第二接合材を含み、

前記一方向において、前記第二接合材の熱伝導率は、前記グラファイトブロックの熱伝導率よりも高く、

前記第一接合材の融点は、前記第二接合材の融点よりも低い。

[0130] （８）上記（５）から（７）のいずれかの基板ユニットは、

さらに、前記放熱部材上に位置し、絶縁性を有する材料を含むサブマウント基板を備え、

前記放熱部材の前記保護部は、金属を含み、

前記素子搭載部は、前記サブマウント基板を介して、前記放熱部材上に位置している。

[0131] （９）上記（７）の基板ユニットは、

さらに、前記放熱部材上に位置し、絶縁性を有する材料を含むサブマウント基板と、

前記放熱部材と前記サブマウント基板との間に位置し、前記放熱部材と前記サブマウント基板とを接合する第三接合材と、を備え、

前記放熱部材の前記保護部は、金属を含み、

前記素子搭載部は、前記サブマウント基板を介して、前記放熱部材上に位置し、

前記第三接合材の融点は、前記第二接合材の融点よりも低い。

産業上の利用可能性

[0132] 本開示は、放熱構造及び基板ユニットとして利用できる。

符号の説明

[0133] １０　基板ユニット

２０　基板

３０　サブマウント基板

４０　第三接合材

５０　素子搭載部

５０ａ　第一の素子搭載部

５０ｂ　第二の素子搭載部

５０ｃ　第三の素子搭載部

６０　第一接合材

１００、１００Ａ、１００Ｂ　放熱部材

１１０、１１０Ａ、１１０Ｂ　グラファイトブロック

１１０ｕ　グラファイト材

１１０ｕ１　第一グラファイト材

１１０ｕ２　第二グラファイト材

１１１　第一面

１１２　第二面

１１３　側面

１１３ａ　第一側面

１１３ｂ　第二側面

１２０　第一板材（保護部）

１３０　第二板材（保護部）

１４０　第二接合材

１４１　接合材

１５０　保護層（保護部）

３００　電子装置

３１０　電子素子

４００　放熱構造

Ａ１　第一方向

Ａ２　第二方向

Ａ３　第三方向

Ｆ１　凹部

請求の範囲

[請求項1] 炭素材を含み、第一面を有する板状の放熱部材と、

前記第一面上に位置する複数の素子搭載部と、を備え、

前記複数の素子搭載部が並ぶ方向をＸ方向、前記第一面に沿った方向のうち、前記Ｘ方向に対して傾斜する所定の方向を特定方向、前記第一面に交差する方向をＺ方向と呼んだときに、

前記放熱部材の熱伝導率は、前記特定方向における熱伝導率が、前記Ｘ方向における熱伝導率よりも高く、かつ前記Ｚ方向における熱伝導率が、前記Ｘ方向における熱伝導率よりも高い、放熱構造。

[請求項2] 前記複数の素子搭載部は、第一の素子搭載部と、前記第一の素子搭載部に隣接する第二の素子搭載部と、前記第二の素子搭載部に隣接し、かつ前記第一の素子搭載部の反対側に位置する第三の素子搭載部と、を含み、

前記特定方向は、当該特定方向に沿って延びる直線のうち、前記第一の素子搭載部と重なる直線が、前記第三の素子搭載部とは重ならないように、前記Ｘ方向に対して傾斜した方向である、

請求項１記載の放熱構造。

[請求項3] 基板と、

前記基板上に位置する請求項１又は２に記載の放熱構造と、を備え、

前記素子搭載部と前記基板とは、前記放熱部材を介して、熱的に接続されており、

前記Ｚ方向において、前記放熱部材の熱伝導率は、前記基板の熱伝導率よりも高い、基板ユニット。

[請求項4] 前記複数の素子搭載部は、第一の素子搭載部と、前記第一の素子搭載部に隣接する第二の素子搭載部と、前記第二の素子搭載部に隣接し、かつ前記第一の素子搭載部の反対側に位置する第三の素子搭載部と、を含み、

前記特定方向は、当該特定方向に沿って延びる直線のうち、前記第一の素子搭載部と重なる直線が、前記第三の素子搭載部とは重ならないように、前記Ｘ方向に対して傾斜した方向である、

請求項３記載の基板ユニット。

[請求項5] 前記放熱部材は、

熱伝導の異方性を有するグラファイトブロックと、

前記グラファイトブロックを覆う保護部と、を含み、

前記Ｚ方向における前記グラファイトブロックの熱伝導率は、前記Ｚ方向に交差する一方向における前記グラファイトブロックの熱伝導率よりも高く、

前記Ｚ方向において、前記放熱部材の熱伝導率は、前記保護部の熱伝導率よりも高く、

前記一方向において、前記基板の熱伝導率は、前記放熱部材の熱伝導率よりも高く、かつ前記保護部の熱伝導率は、前記放熱部材の熱伝導率よりも高い、

請求項３又は４記載の基板ユニット。

[請求項6] さらに、前記基板と前記放熱部材との間に位置し、前記基板と前記放熱部材とを接合する接合材を備え、

前記一方向において、前記接合材の熱伝導率は、前記グラファイトブロックの熱伝導率よりも高い、

請求項５記載の基板ユニット。

[請求項7] 前記接合材は、第一接合材であり、

前記放熱部材は、さらに、前記グラファイトブロックと前記保護部との間に位置し、前記グラファイトブロックと前記保護部とを接合する第二接合材を含み、

前記一方向において、前記第二接合材の熱伝導率は、前記グラファイトブロックの熱伝導率よりも高く、

前記第一接合材の融点は、前記第二接合材の融点よりも低い、

請求項６記載の基板ユニット。

[請求項8] さらに、前記放熱部材上に位置し、絶縁性を有する材料を含むサブマウント基板を備え、

前記放熱部材の前記保護部は、金属を含み、

前記素子搭載部は、前記サブマウント基板を介して、前記放熱部材上に位置している、

請求項５～７のいずれか一項に記載の基板ユニット。

[請求項9] さらに、前記放熱部材上に位置し、絶縁性を有する材料を含むサブマウント基板と、

前記放熱部材と前記サブマウント基板との間に位置し、前記放熱部材と前記サブマウント基板とを接合する第三接合材と、を備え、

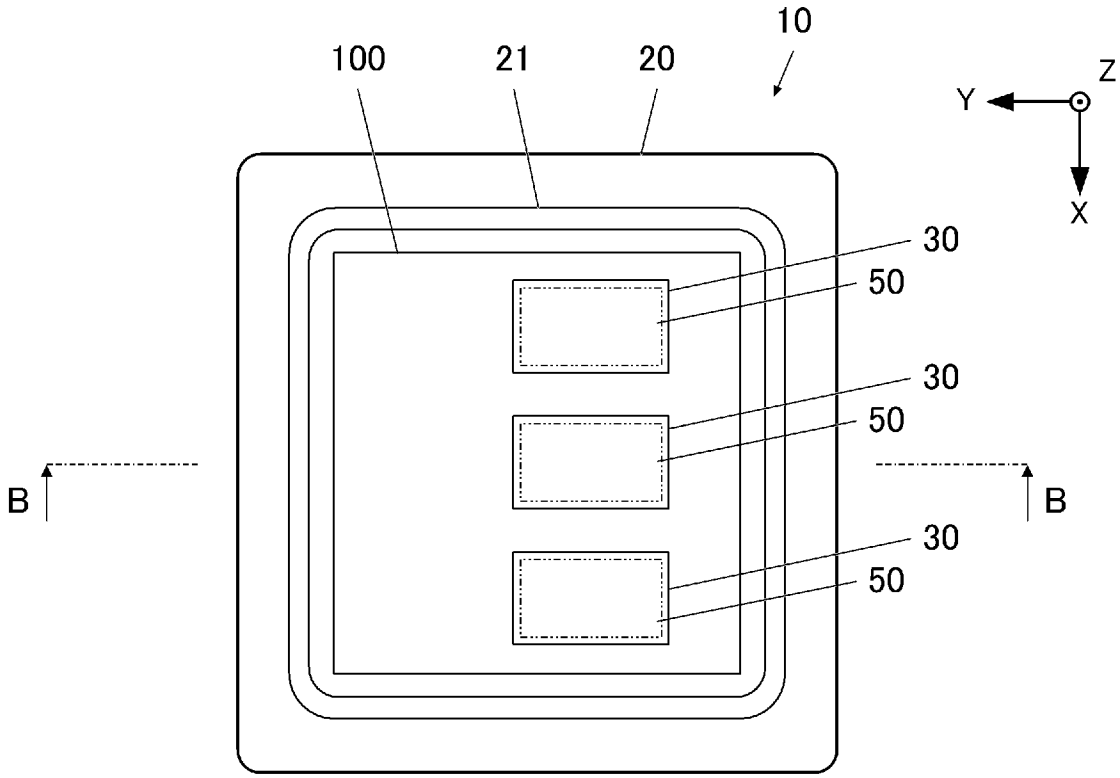
前記放熱部材の前記保護部は、金属を含み、

前記素子搭載部は、前記サブマウント基板を介して、前記放熱部材上に位置し、

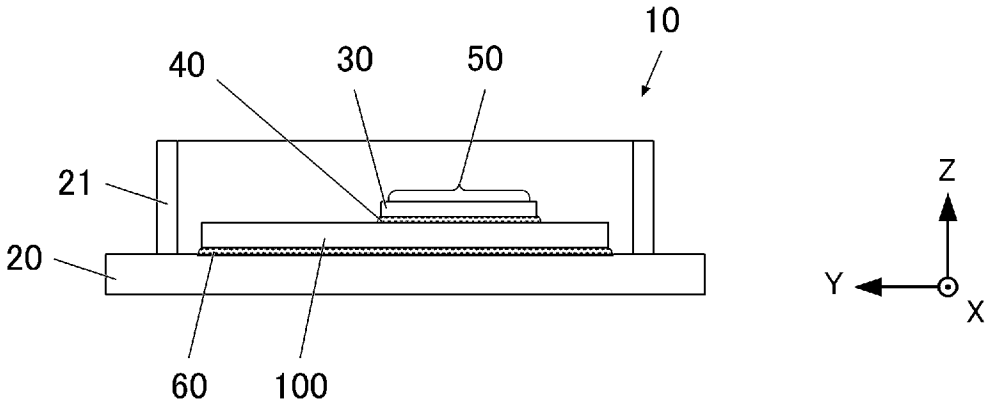
前記第三接合材の融点は、前記第二接合材の融点よりも低い、

請求項７記載の基板ユニット。

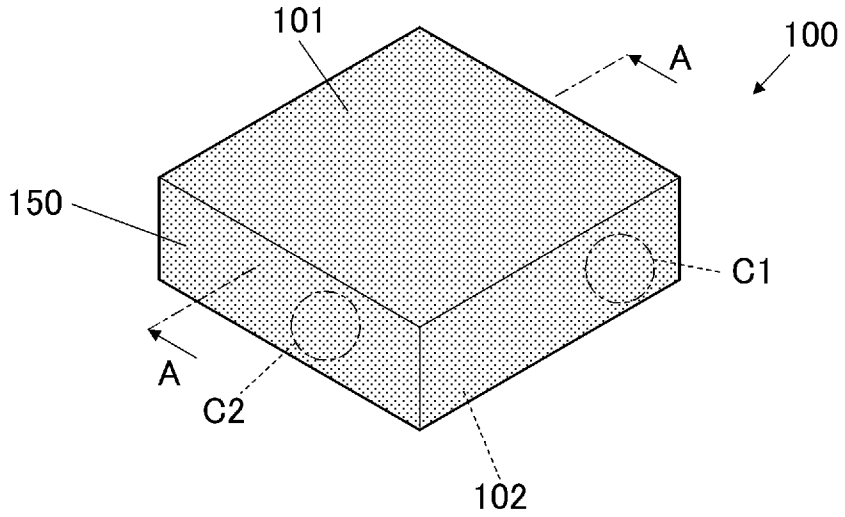
[図1A]



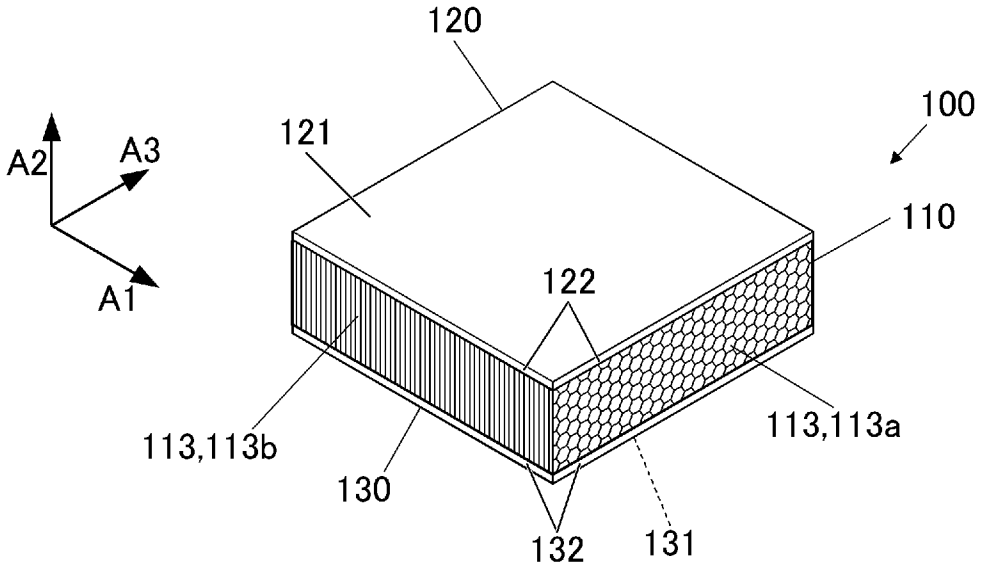
[図1B]



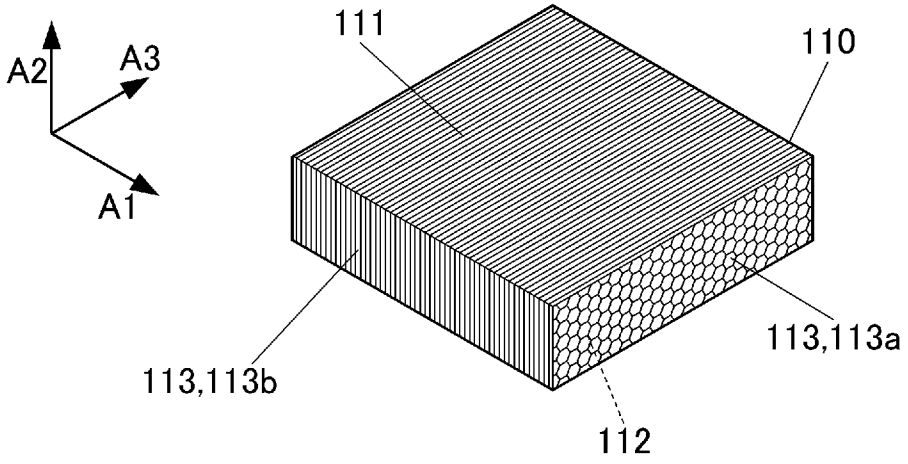
[図2A]


101
A
100
150
C1
A
C2
102

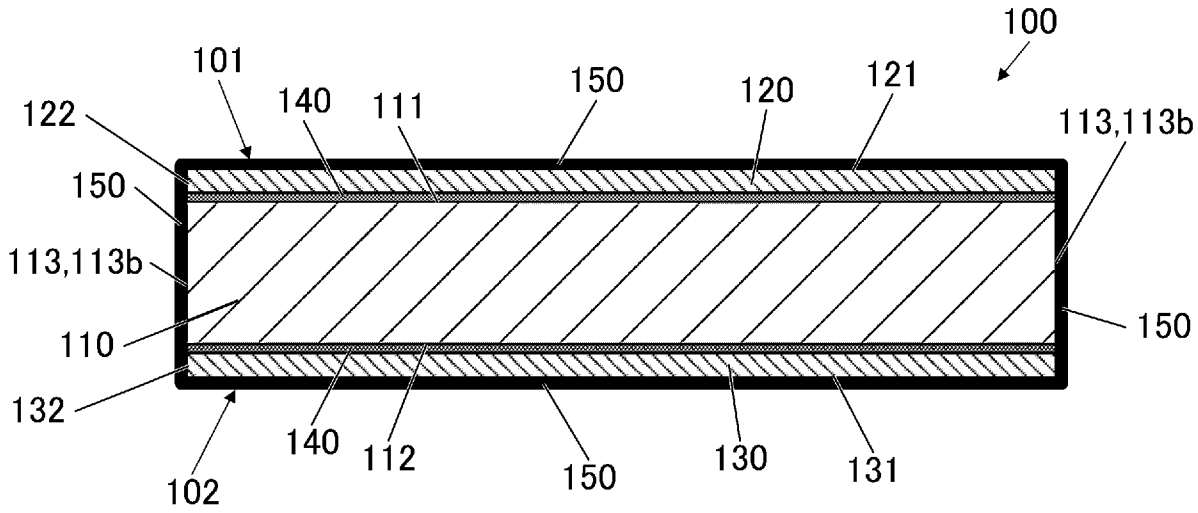
[図2B]


120
100
A2
A3
121
110
122
A1
113,113b
113,113a
130
132
131

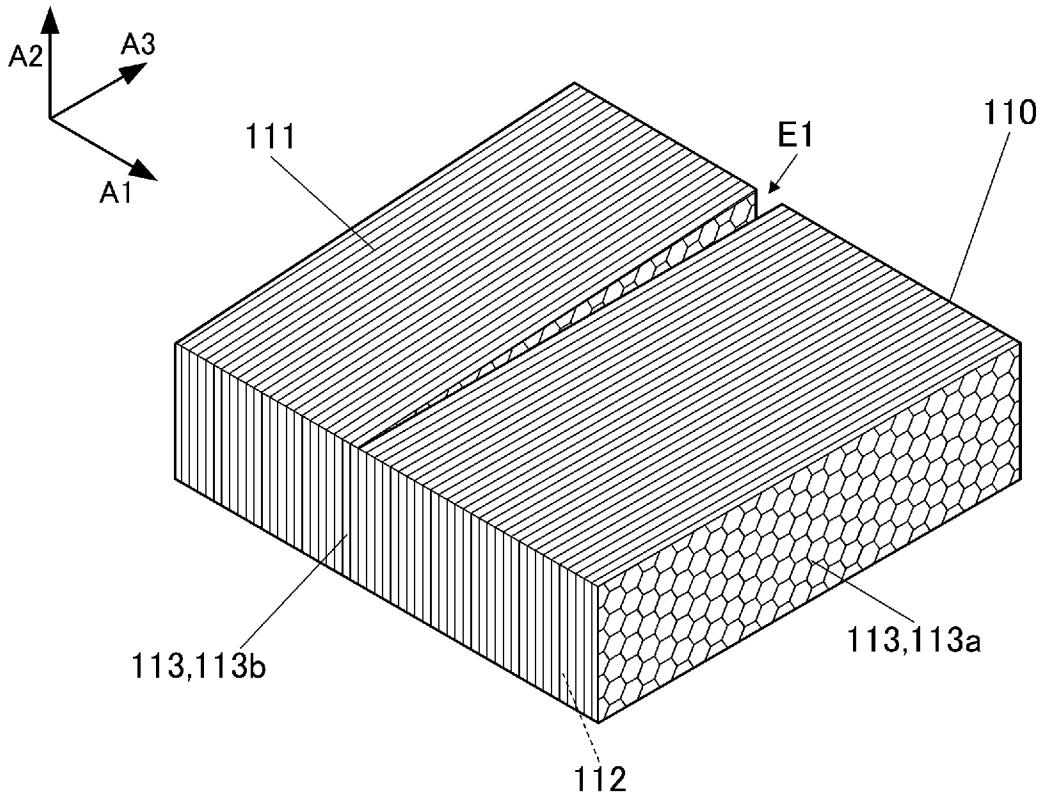
[図2C]


111
110
A2
A3
A1
113,113a
113,113b
112

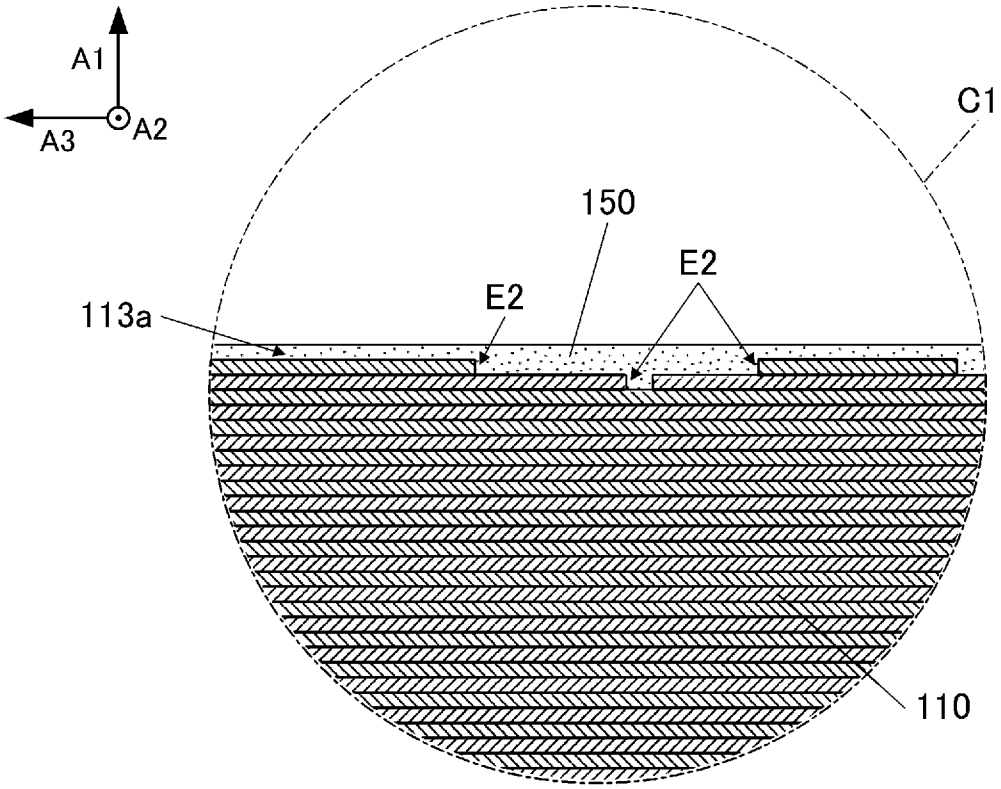
[図3]


100
101
122
140
111
150
120
121
113,113b
150
113,113b
110
150
132
102
140
112
150
130
131

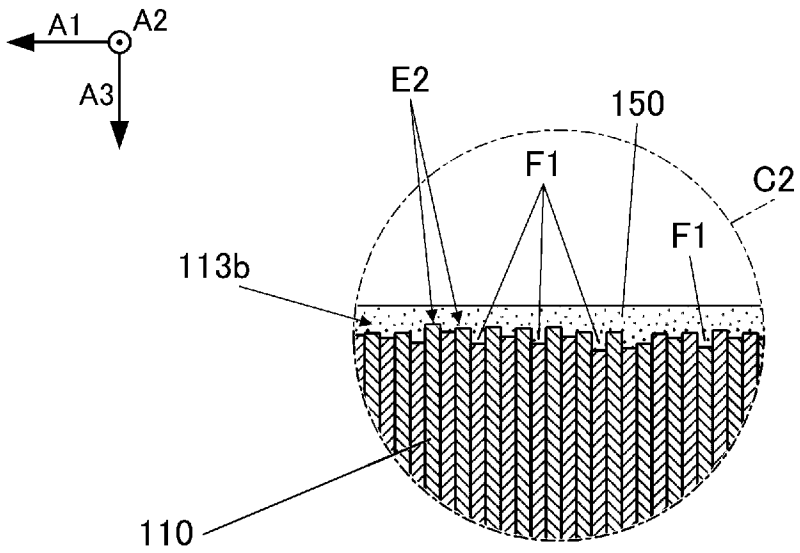
[図4]


A2
A3
A1
111
E1
110
113,113b
113,113a
112

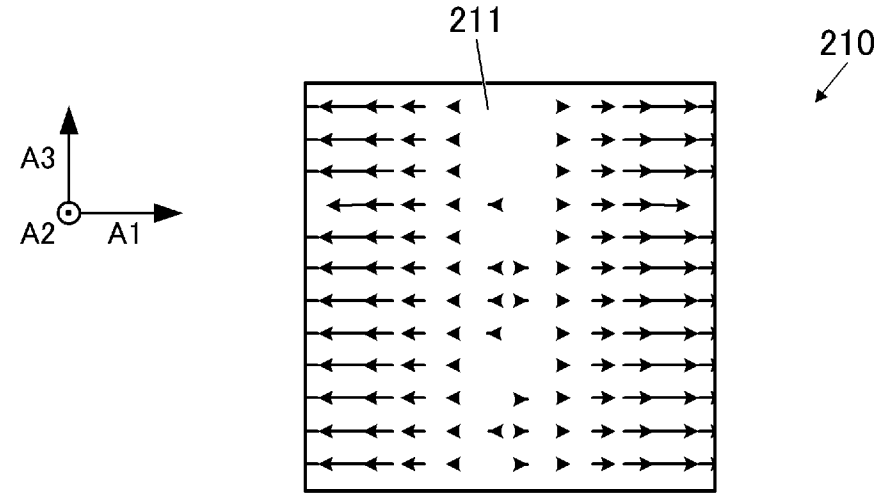
[図5]



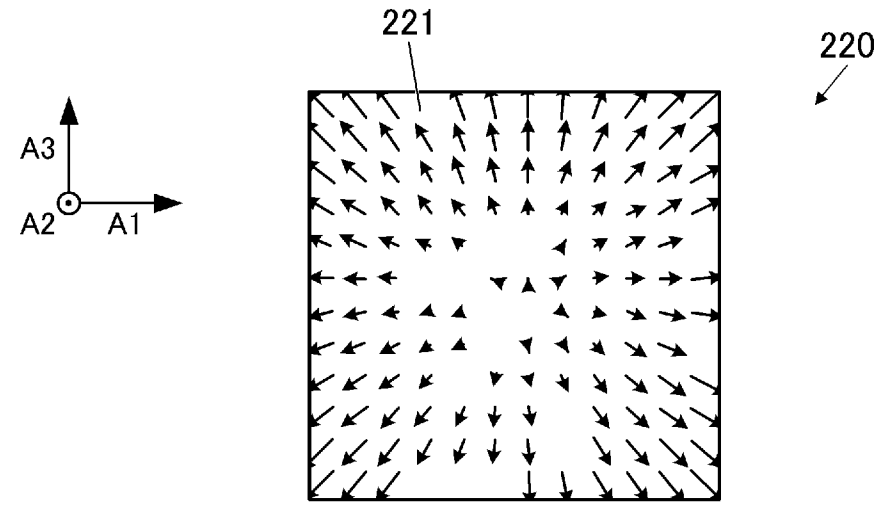
[図6]



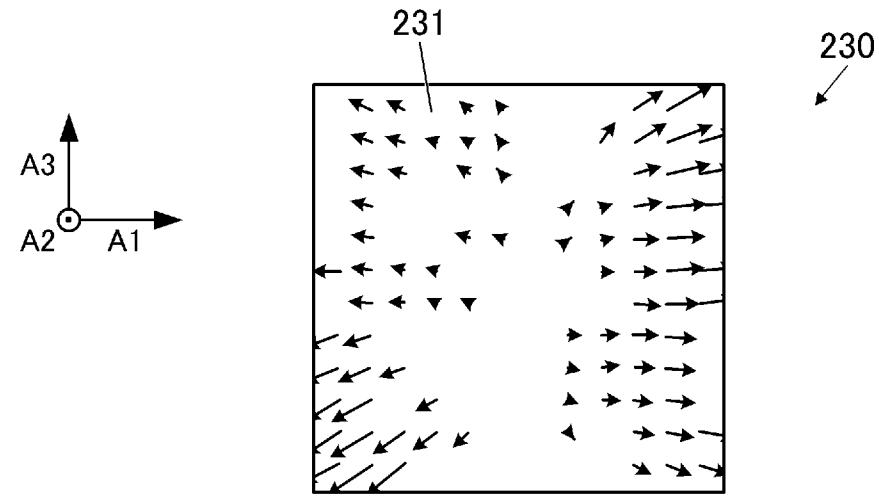
[図7A]



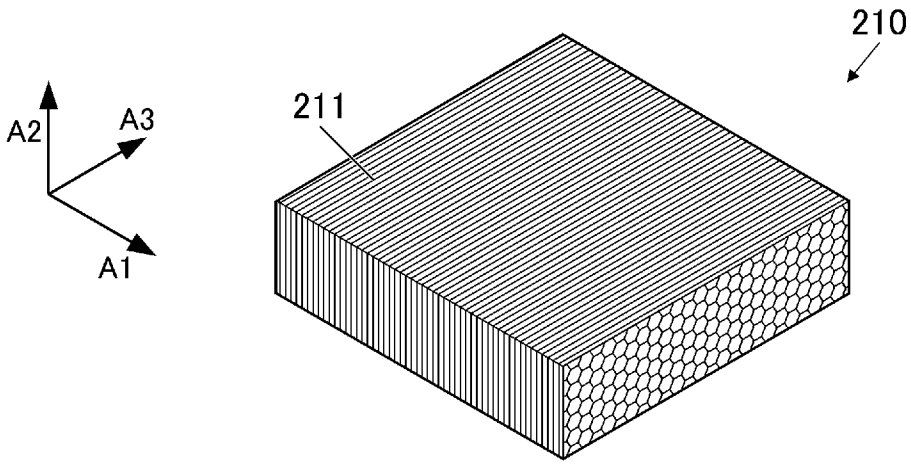
[図7B]



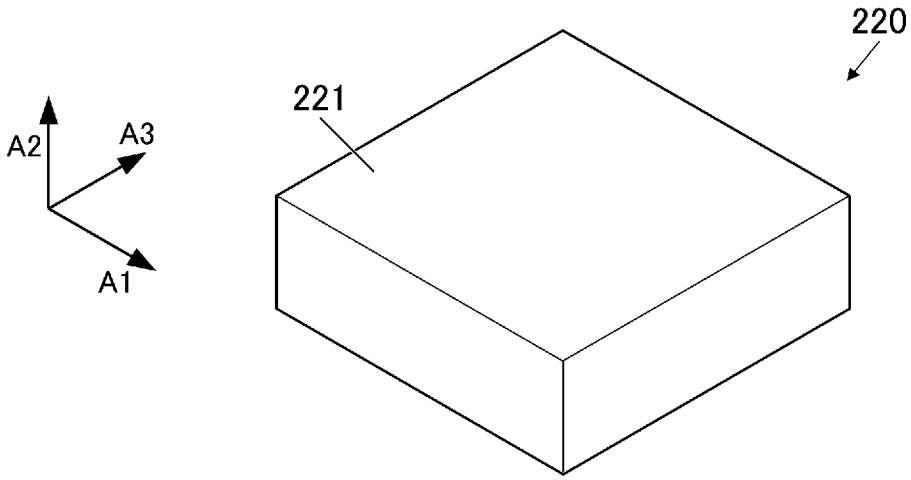
[図7C]



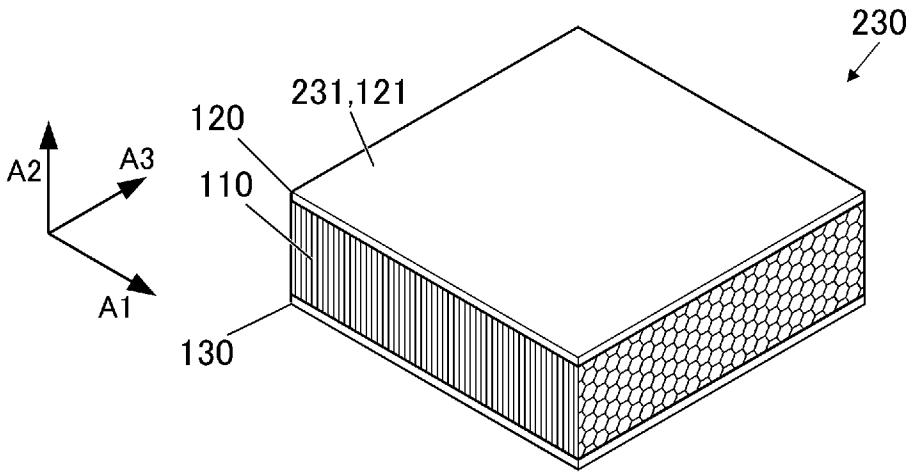
[図8A]



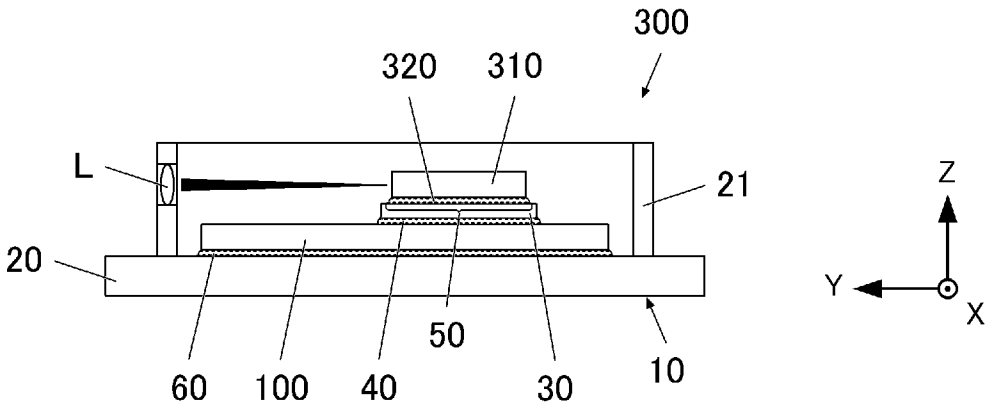
[図8B]



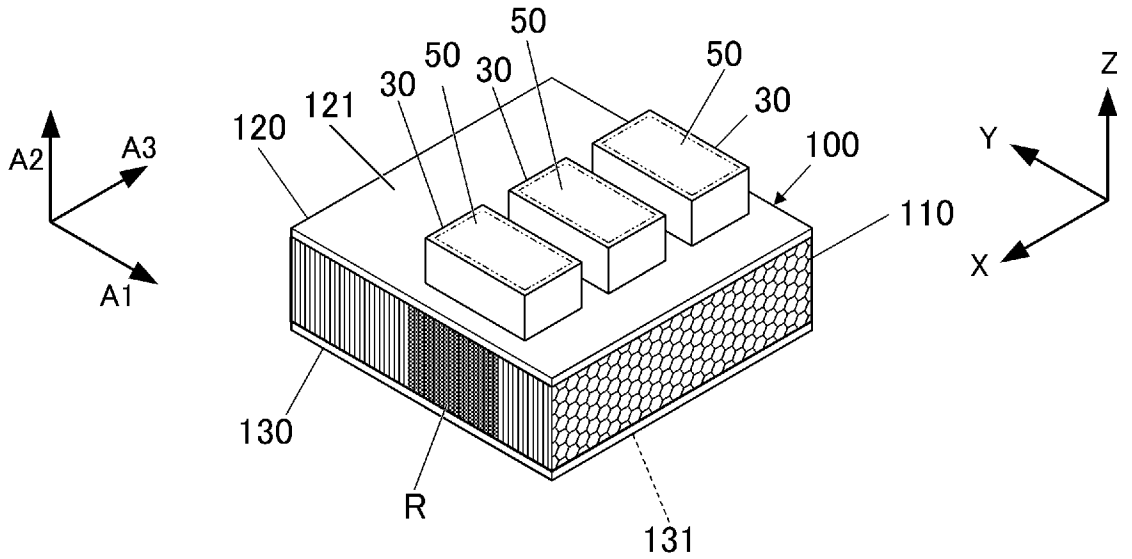
[図8C]



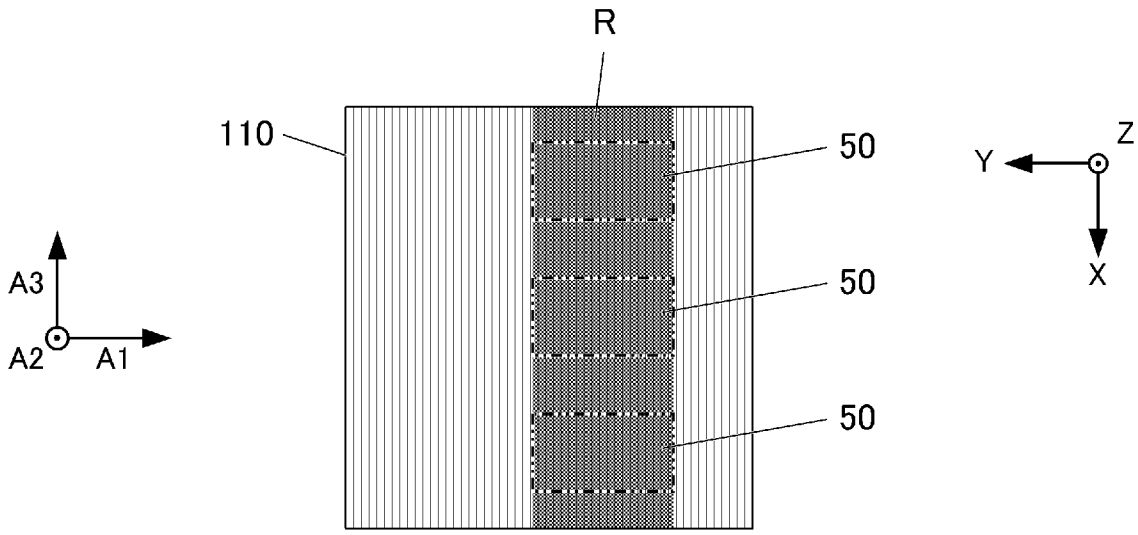
[図9]


300
320
310
L
21
20
50
60
100
40
30
10
Z
Y
X

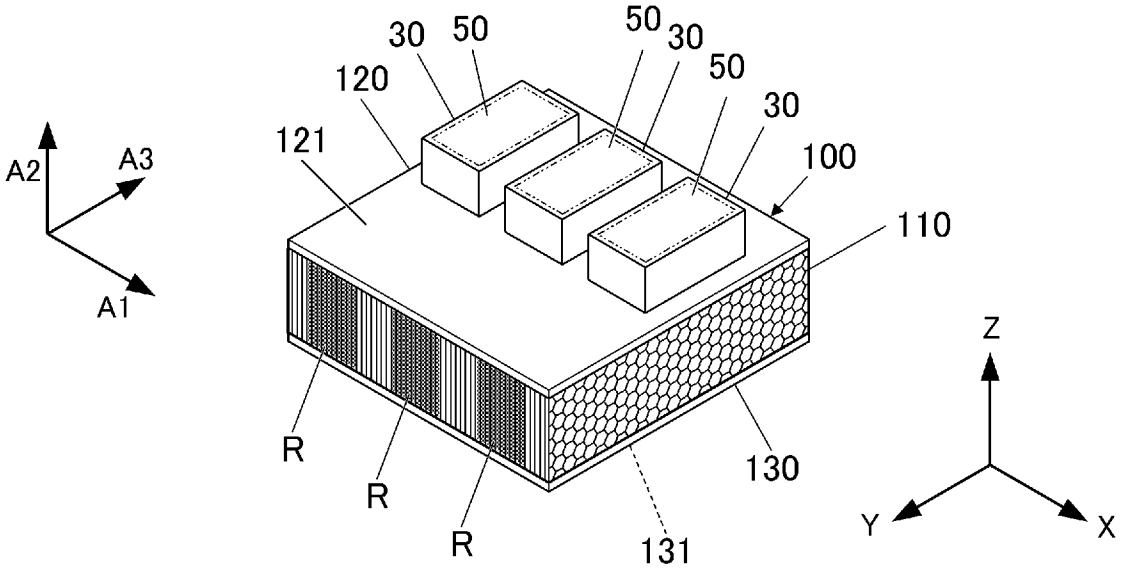
[図10A]


50
50
30
30
50
121
120
30
100
110
A2
A3
A1
130
R
131
Z
Y
X

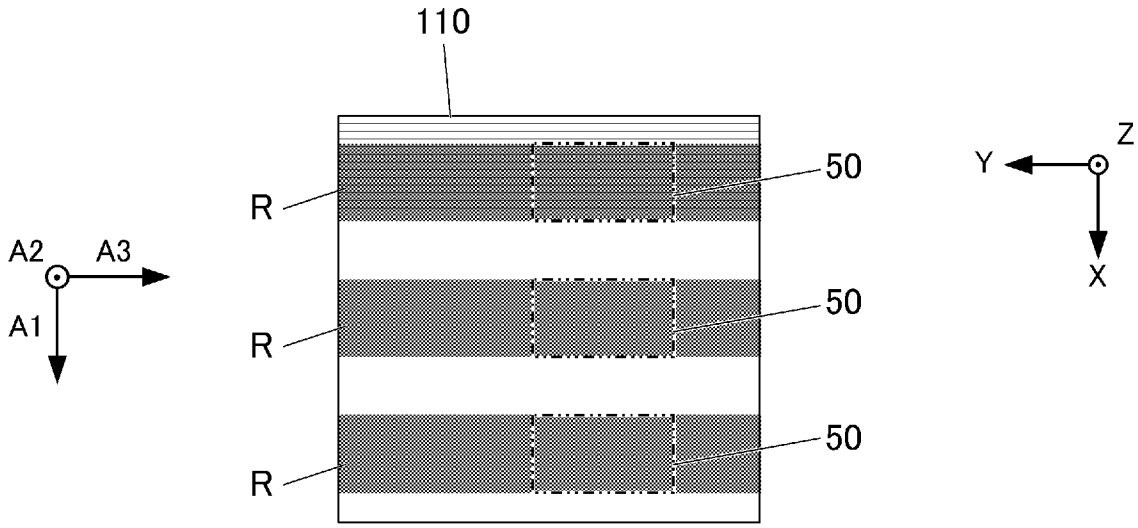
[図10B]


R
110
50
50
50
A3
A2
A1
Y
Z
X

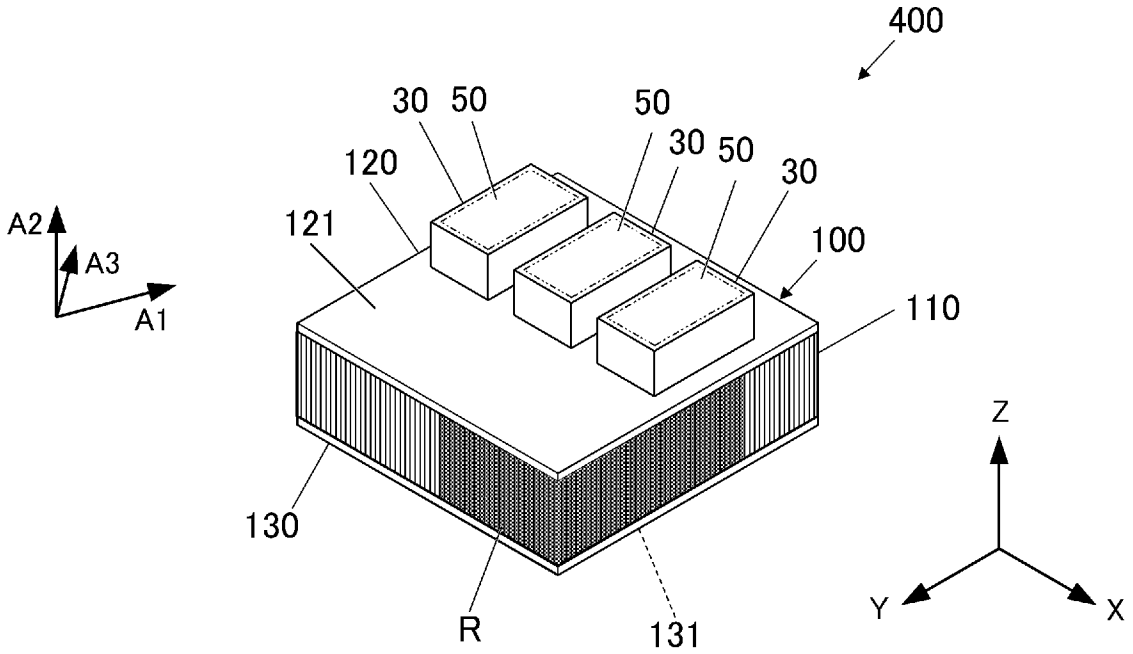
[図11A]


A2
A3
A1
30
50
50
30
50
30
120
121
100
110
R
R
R
130
131
Z
Y
X

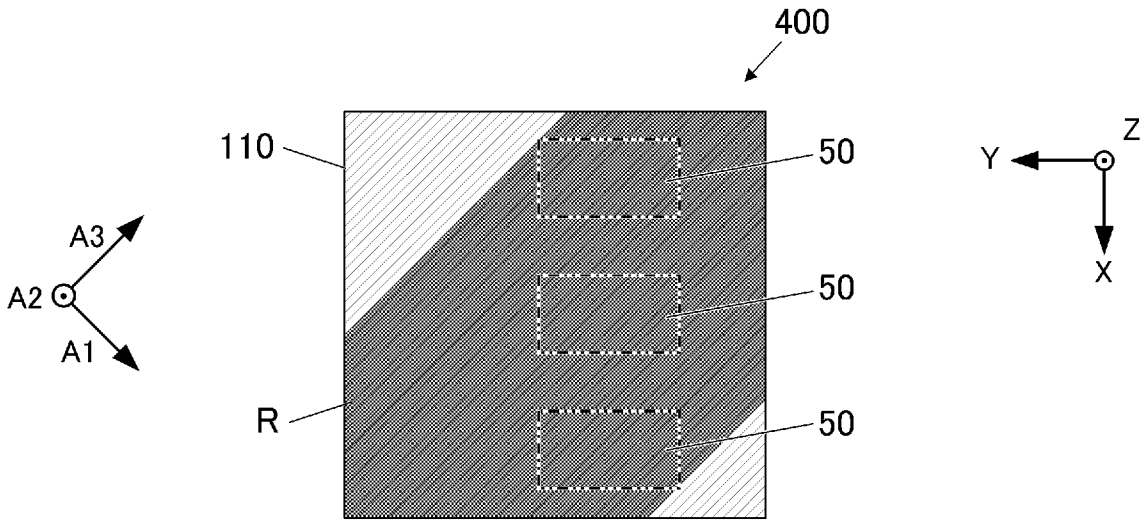
[図11B]


110
50
50
50
R
R
R
A2
A3
A1
Y
Z
X

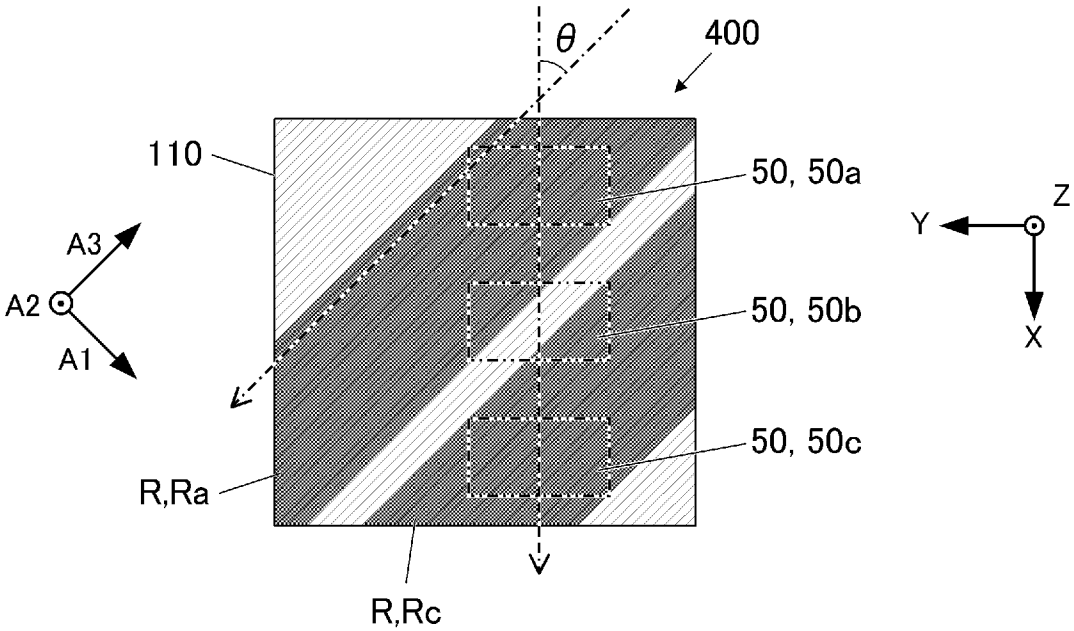
[図12A]


400
30
50
50
30
50
30
120
121
100
110
A2
A3
A1
130
R
131
Z
Y
X

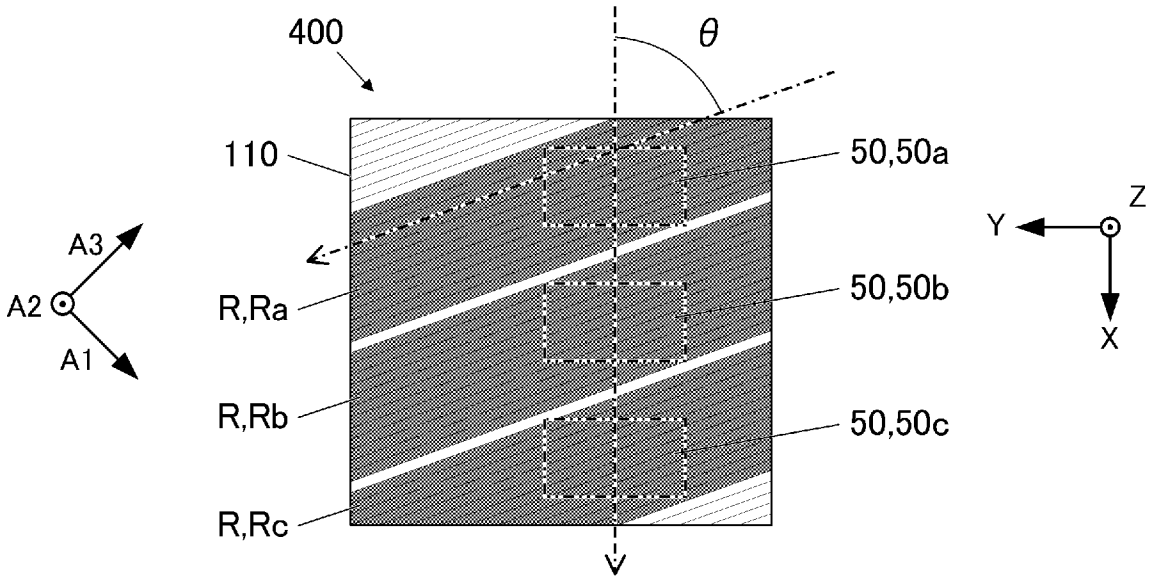
[図12B]


400
110
50
50
50
A3
A2
A1
R
Y
Z
X

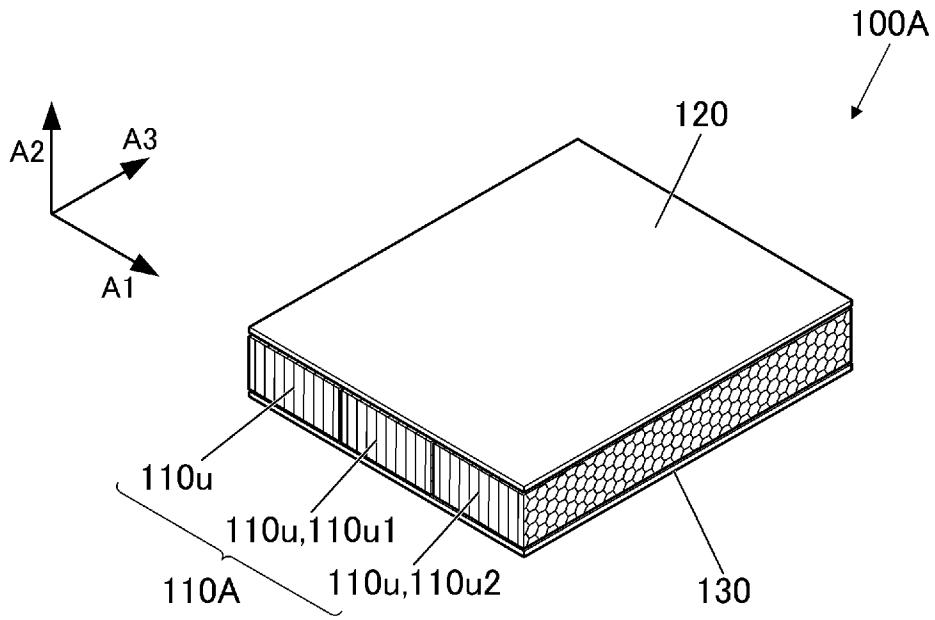
[図13A]


θ
400
110
50, 50a
50, 50b
50, 50c
R,Ra
R,Rc
A3
A2
A1
Z
Y
X

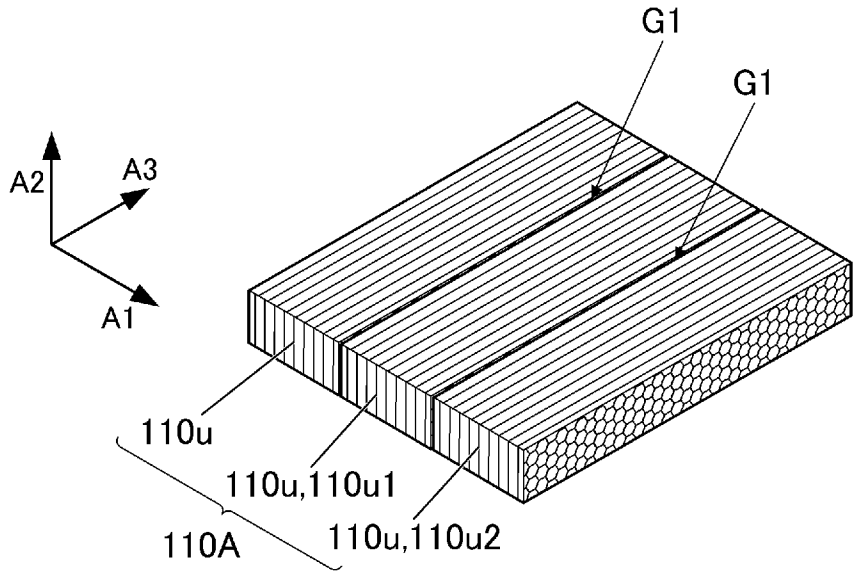
[図13B]


400
θ
110
50,50a
50,50b
50,50c
R,Ra
R,Rb
R,Rc
A3
A2
A1
Z
Y
X

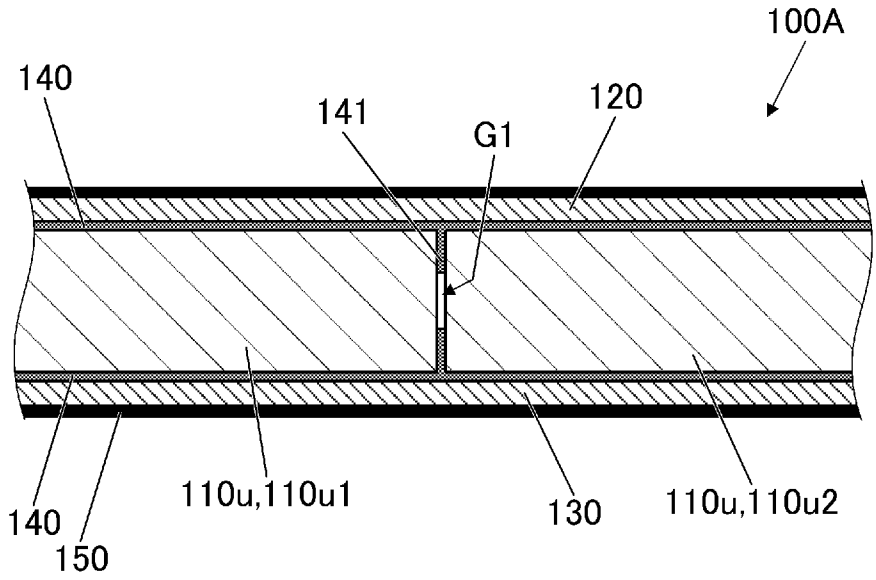
[図14A]


100A
120
A2
A3
A1
110u
110u,110u1
110u,110u2
110A
130

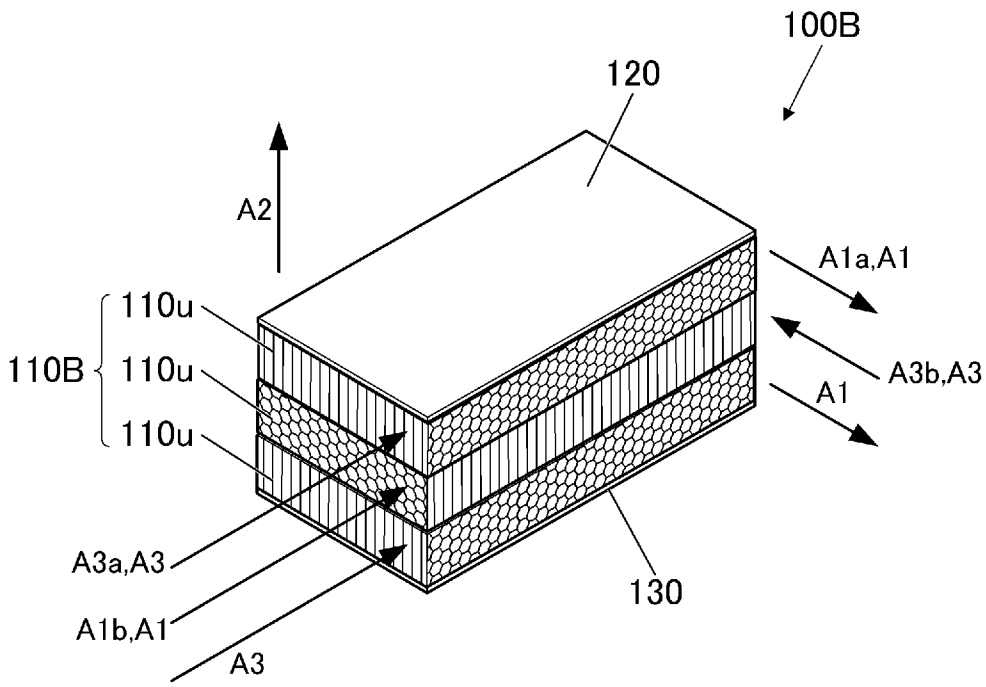
[図14B]


G1
G1
A2
A3
A1
110u
110u,110u1
110u,110u2
110A

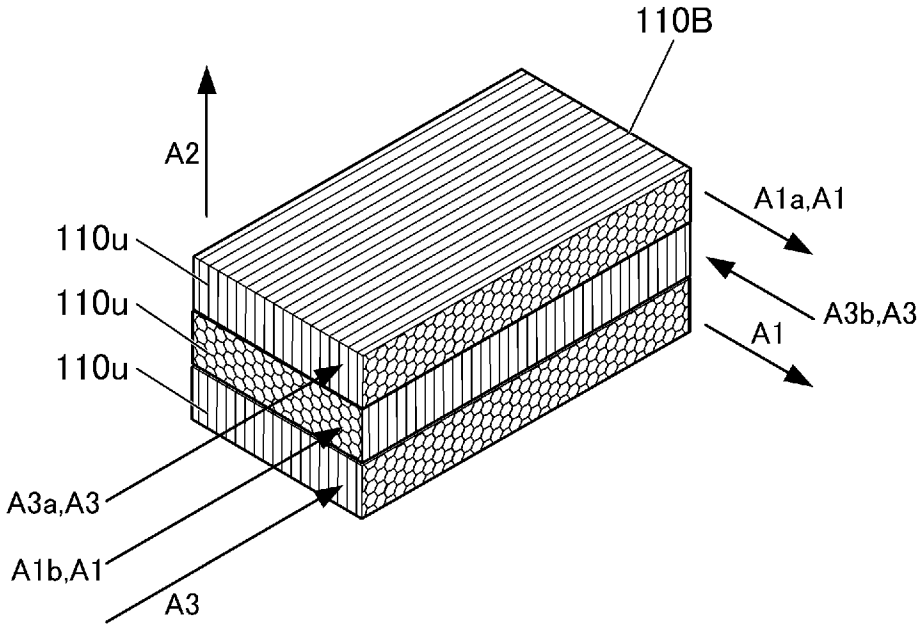
[図15]



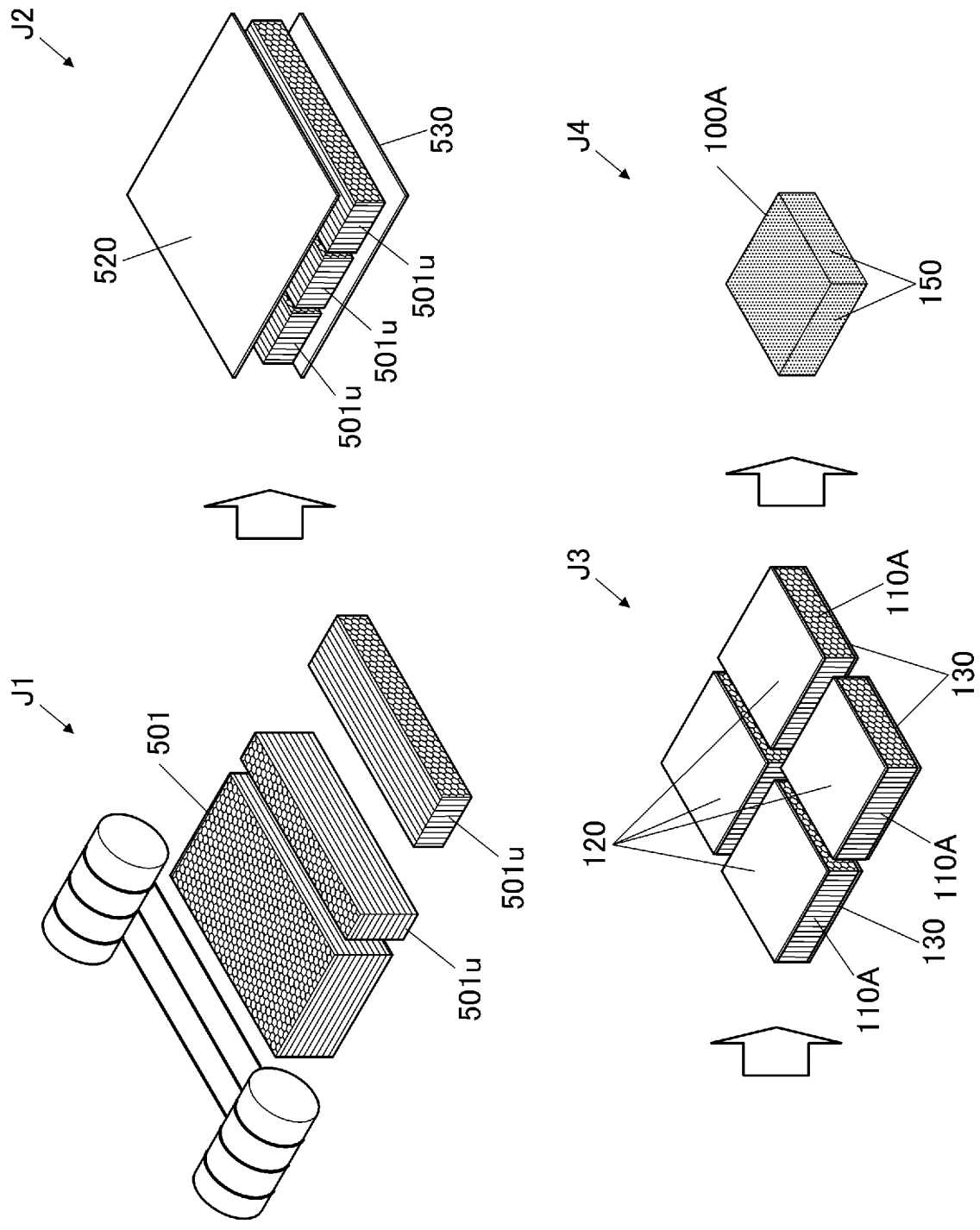
[図16A]


100B
120
A2
A1a,A1
A3b,A3
A1
110B
110u
110u
110u
A3a,A3
A1b,A1
A3
130

[図16B]


110B
A2
A1a,A1
A3b,A3
A1
110u
110u
110u
A3a,A3
A1b,A1
A3

[図17]


J2
530
520
501u
501u
501u
J4
100A
150
J3
110A
130
120
130
110A
110A
J1
501
501u
501u

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/026236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/36(2006.01)i; ***H01L 23/12***(2006.01)i; ***H01S 5/024***(2006.01)i; ***H05K 7/20***(2006.01)i
FI: H01L23/36 D; H01L23/12 J; H01S5/024; H05K7/20 F

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; H01L23/12; H01S5/024; H05K7/20

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-71399 A (ROHM CO., LTD.) 09 May 2019 (2019-05-09) paragraphs [0569]-[0574], [0593]-[0594], [0648], [0673]-[0674], [0677], fig. 72, 81	1-2
Y		3-6
A		7-9
X	JP 2013-243248 A (DENSO CORPORATION) 05 December 2013 (2013-12-05) paragraphs [0012]-[0013], [0015], [0031]-[0032], fig. 1-3, 6	1
Y	JP 2014-90049 A (NIPPON STEEL & SUMIKIN ELECTRONICS DEVICES INC.) 15 May 2014 (2014-05-15) paragraph [0008]	3-6
Y	JP 2021-100006 A (KANEKA CORP.) 01 July 2021 (2021-07-01) paragraphs [0024]-[0025]	5-6
Y	JP 2015-43356 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 05 March 2015 (2015-03-05) paragraph [0010]	5-6

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 September 2024	**08 October 2024**
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/JP2024/026236

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-71399 A	09 May 2019	US 2018/0145007 A1 paragraphs [0710]-[0715], [0735]-[0736], [0790], [0815]-[0816], [0819], fig. 72, 81 US 2022/0310479 A1	
JP 2013-243248 A	05 December 2013	(Family: none)	
JP 2014-90049 A	15 May 2014	(Family: none)	
JP 2021-100006 A	01 July 2021	WO 2019/188614 A1 paragraphs [0035]-[0039]	
JP 2015-43356 A	05 March 2015	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/026236

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; H01L 23/12(2006.01)i; H01S 5/024(2006.01)i; H05K 7/20(2006.01)i
FI: H01L23/36 D; H01L23/12 J; H01S5/024; H05K7/20 F

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; H01L23/12; H01S5/024; H05K7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

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

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2019-71399 A (ローム株式会社) 09.05.2019 (2019-05-09) 段落[0569]-[0574],[0593]-[0594],[0648],[0673]-[0674],[0677],図72,81	1-2
Y		3-6
A		7-9
X	JP 2013-243248 A (株式会社デンソー) 05.12.2013 (2013-12-05) 段落[0012]-[0013],[0015],[0031]-[0032],図1-3,6	1
Y	JP 2014-90049 A (日鉄住金エレクトロデバイス株式会社) 15.05.2014 (2014-05-15) 段落[0008]	3-6
Y	JP 2021-100006 A (株式会社カネカ) 01.07.2021 (2021-07-01) 段落[0024]-[0025]	5-6
Y	JP 2015-43356 A (三菱電機株式会社) 05.03.2015 (2015-03-05) 段落[0010]	5-6

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
27.09.2024	08.10.2024

名称及びあて先

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

権限のある職員（特許庁審査官）

花田　尚樹 5D 5889

電話番号 03-3581-1101 内線 3549

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/026236

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-71399 A	09.05.2019	US 2018/0145007 A1 段落[0710]-[0715],[0735]-[0736],[0790],[0815]-[0816],[0819],図72,81 US 2022/0310479 A1	
JP 2013-243248 A	05.12.2013	（ファミリーなし）	
JP 2014-90049 A	15.05.2014	（ファミリーなし）	
JP 2021-100006 A	01.07.2021	WO 2019/188614 A1 段落[0035]-[0039]	
JP 2015-43356 A	05.03.2015	（ファミリーなし）	