(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10月31日(31.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/224460 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/473 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/016172

(22) 国際出願日： 2023年4月24日(24.04.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP). 国立大学法人京都大学(**KYOTO UNIVERSITY**) [JP/JP]; 〒6068501 京都府京都市左京区吉田本町３６番地１ Kyoto (JP).

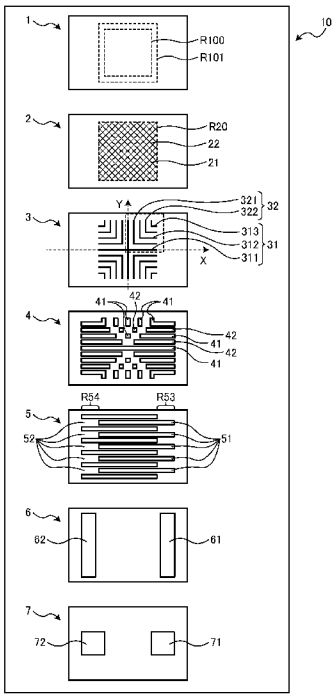
(72) 発明者:吉瀬 幸司(**KISE, Koji**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 野田 進(**NODA, Susumu**); 〒6068501 京都府京都市左京区吉田本町３６番地１ 国立大学法人京都大学内 Kyoto (JP).

(74) 代理人:高村 順(**TAKAMURA, Jun**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎ノ門ダイビルイースト 弁理士法人酒井国際特許事務所 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, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) **Title:** COOLER

(54) 発明の名称： 冷却器



(57) **Abstract:** A cooler (10) comprises: a base layer (1) to which an element is joined; a fin formation layer (2) that has a fin arrangement region (R20) in which a plurality of fins (21) that are connected to the base layer (1) are arranged; and an opening formation layer (3) that is connected to the fin formation layer (2) and has a plurality of fin inflow ports (31) and a plurality of fin outflow ports (32), through which a coolant flows into the fin arrangement region (R20). The plurality of fin inflow ports (31) are connected to an inflow port (71), into which the coolant flows, of the cooler (10) via an inflow channel. The plurality of fin outflow ports (32) are connected to an outflow port (72), from which coolant outflows, of the cooler (10) via an outflow channel. The plurality of fin inflow ports (31) and the plurality of fin outflow ports (32) are arranged alternately and in parallel to each other in the direction radially away from a point within a region where the shape of the element is projected to the opening formation layer (3).

(57) 要約：冷却器（１０）は、素子が接合されるベース層（１）と、ベース層（１）に接続される複数のフィン（２１）が配置されるフィン配置領域（Ｒ２０）を有するフィン形成層（２）と、フィン形成層（２）に接続され、フィン配置領域（Ｒ２０）に冷媒を流す複数のフィン流入口（３１）および複数のフィン流出口（３２）を有する開口部形成層（３）と、を備える。複数のフィン流入口（３１）は、冷却器（１０）の冷媒が流入する流入口（７１）と流入流路を介して接続される。複数のフィン流出口（３２）は、冷却器（１０）の冷媒が流出する流出口（７２）と流出流路を介して接続される。複数のフィン流入口（３１）および複数のフィン流出口（３２）は、開口部形成層（３）に素子の形状を投影した領域内の点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置される。

WO 2024/224460 A1

［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))

明　細　書

発明の名称 ： 冷却器

技術分野

[0001] 本開示は、ポンプによって循環される冷媒を用いて素子を冷却する冷却器に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、従来の半導体パワーデバイスを冷却するための冷却器が開示されている。特許文献１に記載の冷却器は、マニフォルド層、チャネル層、セラミック層および金属層が順に積層され、接合された基板組立体と、入口ポートおよび出口ポートを有するプレナムハウジングと、を備える。マニフォルド層は、プレナムハウジングの入口ポートからの冷媒である冷却水を複数の流路である入口マニフォルドに分岐してチャネル層に供給する。また、マニフォルド層は、チャネル層を通過した冷却水を複数の流路である出口マニフォルドで受け、プレナムハウジングの出口ポートへと合流させる。マニフォルド層には、第１方向に延在する入口マニフォルドおよび出口マニフォルドが、第２方向に定められた間隔で交互に設けられている。チャネル層は、マニフォルド層からの冷却水を第２方向に延在するチャネルに供給し、チャネルを流れた冷却水を再びマニフォルド層へと返送する層である。チャネル層には、マニフォルド層との接合面側に第２方向に延在する複数のチャネルが第１方向に定められた間隔で設けられている。セラミック層は、熱伝導率の高い材料によって構成される。金属層は、冷却対象の半導体パワーデバイスと接続される。

[0003] 特許文献１に記載の冷却器では、プレナムハウジングの入口ポートから冷却水が流入すると、冷却水は、マニフォルド層の入口マニフォルドを介してチャネル層のチャネルを流れ、マニフォルド層の出口マニフォルドを介してプレナムハウジングの出口ポートから排出される。これによって、金属層およびセラミック層を介して伝わる半導体パワーデバイスからの熱がチャネル

層を流れる冷却水によって除去される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第５７１１４５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 温度依存性が発振性能に直結するレーザ素子等の発熱素子においては、温度分布は均一であることが望ましい。このような発熱素子では、素子内部のパターン設計または電流量の調整によって発熱分布を変更することで、温度分布の調整が可能である。しかしながら、このような温度分布の調整を考慮した設計は簡単でない。また、設計簡略化のために、温度分布が同心円状であるとともに、温度分布が小さいことが好ましい。ところで、上記従来の技術では、セラミック層に接するチャネル層において冷却水の流れる方向は、第２方向に延在するように形成されたチャネルの方向の一方向である。このため、温度分布が同心円状ではなく、冷却水の流れ方向に温度が大きく変化してしまうという問題があった。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、冷却器によって生じる温度分布を同心円状に近づけるとともに、従来に比して素子の内部の温度分布を小さくすることができる冷却器を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示に係る冷却器は、素子に接合され、素子を冷却する冷却器であって、素子が接合されるベース層と、ベース層に接続される複数のフィンが配置されるフィン配置領域を有するフィン形成層と、フィン形成層に接続され、フィン配置領域に冷媒を流す複数のフィン流入口および複数のフィン流出口を有する開口部形成層と、を備える。複数のフィン流入口は、冷却器の冷媒が流入する流入口と流入流路を介して接続される。複数のフィン流出口は、冷却器の冷媒が流出する流

出口と流出流路を介して接続される。複数のフィン流入口および複数のフィン流出口は、開口部形成層に素子の形状を投影した領域内の点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置される。

発明の効果

[0008] 本開示に係る冷却器は、冷却器によって生じる温度分布を同心円状に近づけるとともに、従来に比して素子の内部の温度分布を小さくすることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係る冷却器の構成の一例を模式的に示す断面図

[図2]実施の形態１に係る冷却器の各層の構成を分解して示す上面図

[図3]実施の形態１に係る冷却器における冷媒の流れの一例を説明するための図

[図4]実施の形態１に係る冷却器の開口部形成層における冷媒の流れの一例を示す図

[図5]実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層と素子配置領域との関係の一例を示す図

[図6]開口部形成層の一部を拡大した上面図

[図7]実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図

[図8]実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図

[図9]実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図

[図10]実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図

[図11]実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図

[図12]開口部形成層の開口部とフィン形成層に配置されたフィン配置領域の

溝との位置関係を模式的に示す上面図

[図13]実施の形態１に係る冷却器を構成するフィン形成層の構成の一例を示す一部拡大上面図

[図14]実施の形態１に係る冷却器を構成するフィン形成層の構成の他の例を示す上面図

[図15]図１４のフィン形成層のフィン配置領域の一部を拡大した上面図

[図16]図１４のフィン形成層に対応する開口部形成層の構成の一例を示す上面図

[図17]実施の形態２に係る冷却器の構成の一例を模式的に示す断面図

[図18]実施の形態２に係る冷却器を構成する流路形成層の構成の一例を示す上面図

[図19]開口部形成層と流路形成層とを重ねた状態の一例を示す図

[図20]実施の形態３に係る冷却器の構成の一例を模式的に示す断面図

[図21]実施の形態３に係る冷却器を構成する流路接続層の構成の一例を示す上面図

[図22]実施の形態３に係る冷却器を構成する流路分配層の構成の一例を示す上面図

[図23]実施の形態３に係る冷却器を構成する流出入口配置層の構成の一例を示す上面図

[図24]実施の形態３に係る冷却器を構成する流路接続層の構成の一例を示す上面図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本開示の実施の形態に係る冷却器を図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態１.

図１は、実施の形態１に係る冷却器の構成の一例を模式的に示す断面図である。冷却対象となる素子１００は、絶縁性を有する熱伝導層１０１を介して冷却器１０に接合されている。素子１００は、レーザ素子等の動作によっ

て発熱を伴う素子である。熱伝導層１０１は、素子１００からの熱を冷却器１０へと伝達させる層であり、絶縁性を有する、熱を伝達しやすい高い熱伝導性を有する材料である。熱伝導層１０１と素子１００とは接合材で接合される。熱伝導層１０１の一例は、窒化アルミニウム（ＡＩＮ）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、ＡＩＳｉＣ等のセラミック、ダイヤモンドである。熱伝導層１０１は、素子１００と冷却器１０との熱膨張係数の違いで接合時に発生する応力によって素子１００が破壊されることを抑制する役目も有する。熱伝導層１０１で素子１００を絶縁しない場合には、熱膨張係数の違いで接合時に発生する応力を調整するため、ＣｕＷ，ＣｕＭｏ等を使用することもある。また、用途によって絶縁が不要で素子１００と冷却器１０との熱膨張係数の違いが問題にならない場合には、熱伝導層１０１を有さず、接合材を介して素子１００が冷却器１０上に直接に接合されてもよい。なお、熱伝導層１０１を介して冷却器１０上に素子１００が配置される場合の素子１００の通電は、熱伝導層１０１上に形成された銅（Ｃｕ）膜等の薄膜によるパターンと、素子１００の周辺の電極と、をワイヤボンド等を介して接続することによって行われる。熱伝導層１０１は、一例では接合材を介して冷却器１０に接合される。

[0012] 冷却器１０は、素子１００に接合され、図示しないポンプによって循環される冷媒を用いて素子１００を冷却する装置である。実施の形態１に係る冷却器１０は大別して７つの金属層で構成されている。すなわち、冷却器１０は、素子１００が配置される側から順に、ベース層１と、フィン形成層２と、開口部形成層３と、流路形成層４と、流路形成層５と、流路接続層６と、流出入口配置層７と、を有する。これら各層は金属層で構成されている。これらの各層には、Ｃｕ，ＡＩ（アルミニウム）等の熱伝導率の良好な金属を使用することができる。また、この例では、冷却器１０の各層は、矩形状である。なお、ここでは、各金属層の機能に注目して冷却器１０を複数の層に分けたものであり、必ずしも物理的に分離した金属層が接合されて冷却器１０を構成しているわけではない。また、１つの層が物理的に分離した複数の

層によって構成されていてもよい。以下では、各金属層の積層方向をＺ軸方向とする。また、Ｚ軸方向における２つの位置は、相対的に上下を用いて表現される。

[0013] 次に、各冷却器１０を構成する各層の構成について説明する。図２は、実施の形態１に係る冷却器の各層の構成を分解して示す上面図である。なお、ここでは、素子１００が配置される領域を開口部形成層３の上面に投影した領域である投影領域の中心を原点とし、原点を通り矩形状の開口部形成層３の長辺に平行な方向にＸ軸をとり、原点を通り矩形状の開口部形成層３の短辺に平行な方向にＹ軸をとる。Ｘ軸、Ｙ軸およびＺ軸は互いに垂直であるものとする。ただし、これは一例であって、Ｘ軸およびＹ軸は、任意に設定することができる。

[0014] ベース層１は、上面に熱伝導層１０１を介してまたは直接に素子１００が配置される金属層であり、ベース板の役割を有する。ベース層１は平板状の金属層である。図中では、領域Ｒ１００は、素子１００が配置される領域である素子配置領域を示し、領域Ｒ１０１は、熱伝導層１０１が配置される領域である熱伝導層配置領域を示している。この例では、素子配置領域Ｒ１００は、ベース層１のＸＹ面内における中心に、素子１００の中心が位置するように素子１００が配置されるものとする。熱伝導層配置領域Ｒ１０１は、素子配置領域Ｒ１００を含み、素子配置領域Ｒ１００よりも大きくなっている。

[0015] フィン形成層２は、ベース層１の下面に配置され、ベース層１に接続される金属層である。フィン形成層２は、少なくとも素子配置領域Ｒ１００を投影した領域を含む領域に、ベース層１に接続され、冷却性能を向上させる複数のフィン２１を有する。フィン２１が形成される領域は、フィン配置領域Ｒ２０と称される。フィン配置領域Ｒ２０では、一例では複数のフィン２１が２次元面内で周期的に配置される。フィン２１とフィン２１との間は冷媒の流路となる溝２２となる。フィン２１の一例は、Ｚ軸方向に延在し、一端がベース層１に接続されるピンフィンである。ピンフィンとピンフィンとの

間には、ピンフィンを側壁とする開口である溝２２が形成される。なお、フィン形成層２を構成する金属層の下面における溝２２は、Ｚ軸方向におけるフィン配置領域Ｒ２０への開口部となる。フィン形成層２のフィン配置領域Ｒ２０以外の領域は板状である。

[0016] ベース層１およびフィン形成層２は、種々の作製方法で作製することができる。一例では、１枚の金属層からエッチングによって溝２２を形成することで、ベース層１およびフィン形成層２を一体的に形成することができる。具体的には、１枚の金属層の下面のフィン配置領域Ｒ２０以外の領域と、フィン配置領域Ｒ２０のピンフィンの形成位置と、にマスクを形成する。そして、マスクを形成した金属層の下面を定められた深さまでエッチングすることで、マスクが形成されていない領域に溝２２が形成される。つまり、フィン配置領域Ｒ２０では、マスクが形成されていない位置では溝２２が形成され、マスクが形成された位置が残されることになる。この残された部分が、Ｚ軸方向に延在したピンフィンとなる。なお、溝２２の深さが定められた値となる位置でエッチングを終了することで、溝２２が形成された厚さの領域がフィン形成層２となり、それ以外の厚さの領域がベース層１となる。このように、ベース層１とフィン形成層２とは、図１および図２では説明のために２つの層に分けて図示しているが、１つの金属ブロックから作製される。なお、エッチングでベース層１およびフィン形成層２を作製するのは一例であり、他の方法で作製することもできる。一例では、ベース層１およびフィン形成層２を、金型鋳造で作製してもよいし、一体の金属部材から切削で形成してもよい。また、後述するように、金属層を積層して作製することも可能である。

[0017] 開口部形成層３は、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を流すためのフィン流入口３１およびフィン流出口３２となる開口部を有する金属層である。開口部形成層３は、少なくとも素子配置領域Ｒ１００を投影した領域を含む領域に、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を供給するフィン流入口３１と、フィン配置領域Ｒ２０から冷媒を排出するフィン流出口３２と、を有する。開口部であ

るフィン流入口３１とフィン流出口３２とは、素子配置領域Ｒ１００を投影した領域内の点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置される。この例では、素子配置領域Ｒ１００を投影した領域内の点は、原点となる。フィン流入口３１およびフィン流出口３２とは、金属層をＺ軸方向に貫通している。ここでは、フィン流入口３１およびフィン流出口３２は、異なる方向に延在した複数の開口部のそれぞれの端部が接続されて構成されたものである。具体的には、フィン流入口３１およびフィン流出口３２は、Ｘ軸方向に延在する開口部とＹ軸方向に延在する開口部とが端部で接続された開口部によって構成されている。Ｘ軸方向は、第１方向の一例であり、Ｙ軸方向は第２方向の一例である。開口部形成層３の開口部の詳細な構造に関しては後述する。開口部形成層３は、上面でフィン形成層２に接合される。

[0018] 流路形成層４は、流路形成層５から流入する冷媒を開口部形成層３の定められた開口部へと導き、開口部形成層３の定められた開口部から排出される冷媒を流路形成層５へと導く流路を有する金属層である。流路形成層４は、フィン配置領域Ｒ２０へと冷媒を送る流路の一部を形成する冷媒流入流路４１と、フィン配置領域Ｒ２０から冷媒を排出する流路の一部を形成する冷媒流出流路４２と、を有する。冷媒流入流路４１および冷媒流出流路４２は、金属層をＺ軸方向に貫通している。流路形成層４は、上面で開口部形成層３に接合される。

[0019] 流路形成層５は、流路接続層６から流入する冷媒を流路形成層４の冷媒流入流路４１へと導き、流路形成層４の冷媒流出流路４２から排出される冷媒を流路接続層６へと導く流路を有する金属層である。流路形成層５は、フィン配置領域Ｒ２０へと冷媒を送る流路の一部を形成する冷媒流入流路５１と、フィン配置領域Ｒ２０から冷媒を排出する流路の一部を形成する冷媒流出流路５２と、を有する。冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２は、金属層をＺ軸方向に貫通している。冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２は、Ｘ軸方向に延在する開口によって構成されている。また、冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２は、Ｙ軸方向に交互に配置される。冷媒流入流路

５１と冷媒流出流路５２とは、同じ長さを有しているが、Ｘ軸方向における両者の端部の位置が異なるように配置される。この例では、Ｘ軸の正方向の端部である第１端部は、冷媒流出流路５２よりも冷媒流入流路５１の方がＸ軸の正方向側に突出し、Ｘ軸の負方向の端部である第２端部は、冷媒流入流路５１よりも冷媒流出流路５２の方がＸ軸の負方向側に突出するように、冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２が配置される。冷媒流入流路５１の配置位置が冷媒流出流路５２の配置位置と重なっていないＸ軸の正方向の端部の領域は、冷媒流入領域Ｒ５３と称される。冷媒流出流路５２の配置位置が冷媒流入流路５１の配置位置と重なっていないＸ軸の負方向の端部の領域は、冷媒流出領域Ｒ５４と称される。流路形成層５は、上面で流路形成層４に接合される。

[0020] 流路形成層４と流路形成層５とは、冷媒流入流路４１，５１および冷媒流出流路４２，５２を有する第２流路形成層に対応する。流路形成層５は、冷媒をＸ軸方向に運ぶ役割を有し、流路形成層４は、冷媒をＸ軸方向およびＹ軸方向に運ぶ役割を有する。また、流路形成層４では、冷媒流入流路４１は、開口部形成層３のフィン流入口３１と接続されるが、フィン流出口３２とは接続されないように配置され、冷媒流出流路４２は、フィン流出口３２と接続されるが、フィン流入口３１とは接続されないように配置される。このため、冷媒流入流路４１は、フィン流出口３２の位置では途切れ、冷媒流出流路４２は、フィン流入口３１の位置では途切れている構造となっている。また、流路形成層５では、冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２は、Ｘ軸方向に延在する開口によって構成されている。

[0021] 流路接続層６は、流出入口配置層７から流入する冷媒を流路形成層５の冷媒流入流路５１へと導き、流路形成層５の冷媒流出流路５２から排出される冷媒を流出入口配置層７へと導く流路を有する金属層である。流路接続層６は、素子配置領域Ｒ１００を投影した領域の外側の領域であって、Ｘ軸方向における両端部に、Ｙ軸方向に延在する２つの開口部を有する。この例では、流路接続層６は、Ｘ軸の正方向の端部に、Ｙ軸方向に延在する流入接続口

６１を有し、Ｘ軸の負方向の端部に、Ｙ軸方向に延在する流出接続口６２を有する。流入接続口６１は、流路形成層５の冷媒流入領域Ｒ５３に対応する位置に配置され、流出接続口６２は、流路形成層５の冷媒流出領域Ｒ５４に対応する位置に配置される。流入接続口６１および流出接続口６２は、金属層をＺ軸方向に貫通している。流路接続層６は、上面で流路形成層５に接合される。

[0022] 流出入口配置層７は、外部から配管を介して流入する冷媒を流路接続層６の流入接続口６１へと導き、流路接続層６の流出接続口６２から排出される冷媒を外部の配管へと導く開口部を有する金属層である。流出入口配置層７は、流路接続層６の流入接続口６１が配置される領域および流出接続口６２が配置される領域に対応して流入接続口６１および流出接続口６２よりも小さい開口部である流入口７１および流出口７２を有する。流入口７１および流出口７２は、金属層をＺ軸方向に貫通している。流入口７１には、冷媒を供給する配管が固定部材を介して固定される。流出口７２には、冷媒を排出する配管が固定部材を介して固定される。流出入口配置層７は、上面で流路接続層６と接続される。

[0023] このように、流路接続層６は、流路形成層５と流出入口配置層７との間に配置される。流入接続口６１は、流入口７１と冷媒流入流路５１とを接続し、流出接続口６２は、流出口７２と冷媒流出流路５２とを接続する。

[0024] 流出入口配置層７の流入口７１から流入した冷媒は、流路接続層６の流入接続口６１で広げられる。冷媒は、流路形成層５の冷媒流入領域Ｒ５３に配置されている冷媒流入流路５１へと流入し、Ｘ軸方向に沿って流れることになる。冷媒は、流路形成層４、開口部形成層３およびフィン形成層２へと流れ、ベース層１の下面に接触した後、フィン形成層２、開口部形成層３および流路形成層４へと流れる。冷媒は、流路形成層５のＸ軸方向に延在する冷媒流出流路５２に沿って流れ、冷媒流出領域Ｒ５４から流路接続層６へと流出する。冷媒は、冷媒流出領域Ｒ５４に対応する流路接続層６の流出接続口６２で、流出入口配置層７の流出口７２の配置位置に対応する位置に集めら

れ、流出入口配置層７の流出口７２から排出される。流路形成層５では、流入口７１に接続される流入接続口６１には、冷媒流入流路５１のみが配置され、冷媒流出流路５２は配置されていない。また、流出口７２に接続される流出接続口６２には、冷媒流出流路５２のみが配置され、冷媒流入流路５１は配置されていない。このため、冷却器１０に流入する冷媒が冷媒流出流路４２，５２に接続されたり、逆に冷却器１０から流出する冷媒が冷媒流入流路４１，５１に接続されたりすることがない構成となっている。

[0025] 図３は、実施の形態１に係る冷却器における冷媒の流れの一例を説明するための図である。図３では、開口部形成層３から流路形成層５までの上面図を示している。冷媒９０は、流路形成層５の冷媒流入領域Ｒ５３に配置されている冷媒流入流路５１から流入し、冷媒流入流路５１に沿って拡がる。このとき、冷媒９０は、流路形成層４の冷媒流入流路４１にも流れることになる。そして、流路形成層５の冷媒流入流路５１を流れる冷媒９０は、流路形成層４の冷媒流入流路４１を経由して、開口部形成層３のフィン流入口３１に導かれる。

[0026] 図３の流路形成層４には、流路形成層５における冷媒流入流路５１の投影位置５１ａが示され、開口部形成層３には、流路形成層４の冷媒流入流路４１の投影位置４１ａが示されている。流路形成層４は、開口部形成層３のフィン流出口３２に対応する冷媒流入流路４１の位置に、蓋４３を有する。蓋４３は、開口部形成層３のフィン流出口３２を塞ぐものであり、冷媒流入流路４１を流れる冷媒９０がフィン流出口３２と接続されないようにする機能を有する。これによって、開口部形成層３における冷媒流入流路４１の投影位置４１ａに示されるように、冷媒流入流路４１は、開口部形成層３のフィン流入口３１とは接続されるが、フィン流出口３２とは接続されない。図４は、実施の形態１に係る冷却器の開口部形成層における冷媒の流れの一例を示す図である。流路形成層４からの冷媒９０は、図４に示されるように、フィン流入口３１に沿って流れることになり、開口部形成層３内を２次元的に拡がりながら、フィン形成層２へと流入する。

[0027] 冷媒９０の排出も同様である。この場合には、流路形成層４は、開口部形成層３のフィン流入口３１に対応する冷媒流出流路４２の位置に、蓋４４を有する。蓋４４は、開口部形成層３のフィン流入口３１を塞ぐものであり、冷媒流出流路４２を流れる冷媒９０がフィン流入口３１と接続されないようにする機能を有する。これによって、冷媒流出流路４２は、開口部形成層３のフィン流出口３２とは接続されるが、フィン流入口３１とは接続されない。

[0028] つまり、フィン形成層２から流路形成層５までを重ねた場合に、流入口７１に接続される流路形成層５の冷媒流入流路５１が、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒９０を流すための開口部形成層３のフィン流入口３１とは少なくとも一部が重なるように、かつ、フィン配置領域Ｒ２０から冷媒９０を排出するための開口部形成層３のフィン流出口３２とは重ならないように、流路形成層４の開口部、すなわち冷媒流入流路４１は設置される。また、流出口７２に接続される流路形成層５の冷媒流出流路５２が、フィン配置領域Ｒ２０から冷媒９０を排出するための開口部形成層３のフィン流出口３２とは少なくとも一部が重なるように、かつ、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒９０を流すための開口部形成層３のフィン流入口３１とは重ならないように、流路形成層４の開口部、すなわち冷媒流出流路４２は設置される。つまり、流出入口配置層７の流入口７１から流入した冷媒９０が、フィン配置領域Ｒ２０を経由せずに、流出入口配置層７の流出口７２から流出しないように、流路形成層５の冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２、流路形成層４の冷媒流入流路４１および冷媒流出流路４２、並びに開口部形成層３のフィン流入口３１およびフィン流出口３２が設置される。

[0029] また、流出入口配置層７の流入口７１および流出口７２はそれぞれ１箇所であるのに対して、開口部形成層３のフィン流入口３１は、複数設けられるとともに、フィン配置領域Ｒ２０を投影した領域の全面に２次元的に広がっているために、流路形成層４が必要となっている。

[0030] 次に、開口部形成層３の詳細な構成について説明する。図２に示されるよ

うに、Ｘ軸およびＹ軸の交点、すなわち原点は、熱源である素子１００が配置される素子配置領域Ｒ１００を開口部形成層３に投影した領域内に設置される。一般的には原点は、熱源の中心であることが好ましい。図５は、実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層と素子配置領域との関係の一例を示す図である。図５に示されるように、素子配置領域Ｒ１００を開口部形成層３に投影した領域Ｒ１００ａは、開口部形成層３のフィン流入口３１およびフィン流出口３２が配置されている領域の内部に存在している。また、フィン流入口３１およびフィン流出口３２が配置されている領域は、フィン配置領域Ｒ２０とほぼ一致している。これは、ベース層１に接合された冷却対象の素子１００がフィン配置領域Ｒ２０と一致しない場合には、素子１００を十分に冷却することができなくなるためである。

[0031] 図６は、開口部形成層の一部を拡大した上面図である。ここでは、図２で定義したＸＹ平面の第１象限の拡大図が示されている。実施の形態１では、開口部形成層３は、Ｘ軸およびＹ軸に沿ったフィン流入口３１である十字の開口部３１１を有する。つまり、十字の開口部３１１は、原点に対して、４回の回転対称の形状となっており、２次元方向に平面的に延在している。つまり、十字の開口部３１１は、１次元方向に延在しているのではなく、２次元平面内で、原点に対して４回の回転対称の形状となっており、複数の方向に延在した開口部によって構成されている。

[0032] 開口部形成層３は、十字の開口部３１１に対して、原点から放射状に離れた位置に、フィン流入口３１である開口部３１２，３１３と、フィン流出口３２である開口部３２１，３２２と、を有する。つまり、複数の開口部３１１，３１２，３１３，３２１，３２２が金属層に形成されている。同様の開口部は、第２象限、第３象限および第４象限にも形成されている。この結果、開口部形成層３のフィン配置領域Ｒ２０を投影した領域の開口部の形状は、原点を中心とした４回の回転対称となっている。

[0033] 十字の開口部３１１に隣接した開口部３２１は、十字の開口部３１１からＸ軸方向およびＹ軸方向ともに、一定の距離を離して配置されている。つま

り、一方向に直線的に延在するのではなく、２次元方向に平面的に延在している。この例では、開口部３２１は、Ｘ軸方向に延在する開口と、Ｙ軸方向に延在る開口とが、Ｘ軸から約４５°の方向の線上の位置で接続され、この位置で垂直に折れ曲がるＬ字状の形状を有している。開口部３２１に隣接する開口部３１２、開口部３１２に続く開口部３２２、そして開口部３２２に続く開口部３１３も同様に、２次元方向に平面的に延在しており、Ｘ軸から約４５°の方向の線上の位置で垂直に折れ曲がっているＬ字状の形状を有している。

[0034] 十字の開口部３１１と、Ｌ字の開口部３１２，３１３と、は、フィン配置領域Ｒ２０のフィン流入口３１となっており、流路形成層４から流出入口配置層７までの層に形成された開口部を通じて、流入口７１に繋がっている。

[0035] Ｌ字の開口部３２１，３２２は、フィン配置領域Ｒ２０のフィン流出口３２となっており、流路形成層４から流出入口配置層７までの層に形成された開口部を通じて、流出口７２につながっている。

[0036] このように、実施の形態１に係る冷却器１０では、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を流すためのフィン流入口３１である十字の開口部３１１およびＬ字の開口部３１２，３１３と、フィン流出口３２であるＬ字の開口部３２１，３２２と、は、原点から放射状に離れる方向に交互に配置されている。

[0037] 次に、実施の形態１に係る冷却器１０の構造における冷媒の流れについて説明する。なお、ここでは、図６を参照して、ＸＹ平面の第１象限に着目して説明を行う。十字の開口部３１１から流入した冷媒の一部は、フィン配置領域Ｒ２０の溝２２を経由して、十字の開口部３１１に隣接するＬ字の開口部３２１から流出する。ここで、冷媒の流れを簡略化すると、以下の３つの要素に分けることができる。

（Ａ）十字の開口部３１１を通過した冷媒がフィン配置領域Ｒ２０の溝２２に流入する流れ。なお、ここでは、冷媒はベース層１に衝突することになる。

（Ｂ）フィン配置領域Ｒ２０の溝２２内を冷媒が通過する流れ。

（Ｃ）フィン配置領域Ｒ２０の溝２２から冷媒がＬ字の開口部３２１へと流出する流れ。

[0038] 上記の３つの要素では、それぞれベース層１およびフィン形成層２を構成する金属層から冷媒に伝わる放熱性能、すなわち熱伝達率が異なる。さらに、冷媒が十字の開口部３１１から流入し、フィン配置領域Ｒ２０の溝２２を通過してＬ字の開口部３２１から流出する際に、冷媒の温度は徐々に上昇する。

[0039] 同様に、Ｌ字の開口部３１２から流入した冷媒は、フィン配置領域Ｒ２０の溝２２を経由して、Ｌ字の開口部３１２に隣接するＬ字の開口部３２１およびＬ字の開口部３２２から流出する。また、Ｌ字の開口部３１３から流入した冷媒は、フィン配置領域Ｒ２０の溝２２を経由して、Ｌ字の開口部３１３に隣接するＬ字の開口部３２２から流出する。これらの場合における冷媒の流れは、前述した十字の開口部３１１からフィン配置領域Ｒ２０の溝２２を通過してＬ字の開口部３２１から流出する流れと概略同等である。

[0040] 冷媒の流れる方向に関して着目すると、金属層から冷媒に伝わる放熱性能は、流れの要素毎に異なる。さらに、冷媒の温度は徐々に上昇する。従って、冷媒の流れる方向には必然的に温度分布が生じる。

[0041] しかしながら、実施の形態１では、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を流すための開口部形成層３におけるフィン流入口３１およびフィン流出口３２を、中心から周辺に向かって交互に配置している。交互配置の間隔を狭くすることで、温度分布の発生を狭い領域に押し込むことができる。

[0042] また、フィン流入口３１およびフィン流出口３２を交互配置していることから、フィン流入口３１の隣にフィン流出口３２が設置されている。同様に、フィン流出口３２の隣にフィン流入口３１が設置されている。従って、フィン流出口３２には、隣接するフィン流入口３１からの冷媒の流れが形成され、この流れの方向が互いに逆向きになることから温度分布を打ち消し合う。この結果、局所の領域で温度分布を平均化することができる。特に、ベース層１は熱伝導率のよい金属で構成されることから、温度分布を小さくする

ことができる。

[0043] さらに、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を流すためのフィン流入口３１およびフィン流出口３２を原点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置しているので、同心円状の温度分布を得ることができる。また、隣接するフィン流入口３１とフィン流出口３２との間の距離を小さくすることで、フィン配置領域Ｒ２０の溝２２を冷媒が流れる距離を短くすることができる。このため、フィン形成層２の溝２２を冷媒が流れる際の圧力損失の増加を抑制することができる。

[0044] さらにまた、素子配置領域Ｒ１００を開口部形成層３に投影した領域中の定められた点から放射状に離れる方向に、交互にかつ並列に配置されたフィン流入口３１およびフィン流出口３２は、定められた点に対して、４回の回転対称となるように配置されている。開口部形成層３に形成される開口部の形状を４回の回転対称にすることで、Ｘ軸方向およびＹ軸方向の偏りが抑制され、定められた点を中心とした同心円状の温度分布に近づけることができる。なお、開口部の配置をさらに高次の回転対称にした場合に関しては、後述する。

[0045] 実施の形態１では、開口部形成層３における十字の開口部３１１は、フィン流出口３２ではなく、フィン流入口３１としている。通常、熱源の中心部の温度は高く、熱源の周辺部は低い。実施の形態１では、原点は、熱源である素子１００の直下にとっている。これは、原点に温度の低い流体を流入させる方が冷却能力を向上することができるためである。

[0046] ここで、熱源である素子１００の直下のフィン流入口３１である十字の開口部３１１は、後述する図７および図１１に示されるように、原点または原点付近のみに開口部を設置するだけでなく、原点付近の開口部から２次元方向に平面的に開口部を延在させている。このような構造によって、後述する図７および図１１の原点または原点付近のみに開口部を設置する場合と比較して、素子１００全体を一様に冷却することができるため、冷却性能を向上させることができる。

[0047] また、素子配置領域Ｒ１００を開口部形成層３に投影した領域中の定められた点から放射状に離れる方向に、交互にかつ並列に配置されたフィン流入口３１であるＬ字の開口部３１２，３１３およびフィン流出口３２であるＬ字の開口部３２１，３２２は、十字の開口部３１１と一定の間隔を離して設置することで、温度分布を小さくすることができる。Ｌ字の開口部３１２，３１３，３２１，３２２は、十字の開口部３１１から一定の間隔を離して設置するため、必然的に、２次元方向に平面的に延在しており、垂直に折れ曲がる構造を有している。

[0048] つぎに、実施の形態１に係る冷却器１０の変形例について説明する。図７は、実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図である。図７でも、原点は、素子配置領域Ｒ１００を開口部形成層３に投影した領域の中心としている。図７の例では、原点に、フィン流入口３１となる点状の開口部３１１ａが設けられている。また、原点から放射状に離れる方向に、フィン流入口３１となる直線状の開口部３１２ａ，３１３ａおよびフィン流出口３２となる直線状の開口部３２１ａ，３２２ａが交互にかつ並列に配置されている。この例では、直線状の開口部３１２ａ，３１３ａ，３２１ａ，３２２ａは、Ｘ軸に対して４５°または－４５°の傾きを有し原点を通る直線に対して垂直な方向に延在している。開口部形成層３における開口部の配置は、原点を中心とした４回の回転対称の配置となっている。このため、温度分布を平均化し、さらに同心円状に近づけることができる。

[0049] 図７の例では、ベース層１およびフィン形成層２の構造体と、開口部形成層３とは接合されている。開口部形成層３では、上記したように１枚の金属層からエッチング、切削等の加工処理によって開口部が形成される。このため、開口部形成層３は、金属層としての構造を維持するための支持部３３を有する。図７の例では、原点を中心にして正方形状の開口部が原点から離れる方向に並列に形成されている。そして、正方形状の開口部の頂点が、Ｘ軸およびＹ軸と重なっているが、これらの頂点の位置では開口部は形成されず

、金属層が残された支持部３３となっている。この支持部３３によって、開口部と開口部との間に挟まれた金属層が支持され、金属層としての構造が維持されることになる。

[0050] 支持部３３の位置および個数は、フィン２１の形状、開口部形成層３の厚さすなわち強度等によって最適な設置状態が決まる。図８から図１０は、実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図である。図８では、支持部３３は、原点を通りＸ軸から４５°および－４５°の傾きを有する直線上に形成される場合が示されている。図９は、図７と図８とを組み合わせたものであり、支持部３３は、Ｘ軸上およびＹ軸上と、原点を通りＸ軸から４５°および－４５°の傾きを有する直線上に形成される場合が示されている。なお、支持部３３が細い場合には、支持部３３の位置が、原点を中心にした４回の回転対称の位置になくても、温度分布にさほど影響を与えない。つまり、支持部３３を細く形成する場合には、任意の位置に支持部３３を設けることができる。ただし、理想的には図１０に示されるように、支持部３３は無い方が好ましい。この場合には、ベース層１およびフィン形成層２の構造体に、開口部形成層３を構成する金属層を接合させた後、金属層のみを加工することになり、製造工程が複雑になる。

[0051] 上記したように、一般に、熱源の中心部の温度は高く、熱源の周辺部は発熱していないため、熱源の周辺部の温度は低くなる。このため、図７から図１０では、原点から放射状に離れる方向に隣接する開口部間の距離である間隔を、内側よりも外側の方を広くしている。つまり、隣接するフィン流入口３１およびフィン流出口３２の間隔は、素子配置領域Ｒ１００を投影した領域内の点に近い位置よりも領域内の点から遠い位置の方が広い。一例では、定められた点から離れるほど隣接する開口部間の間隔を広くすることができる。

[0052] 隣接する開口部間の間隔を内側よりも外側の方を広くすることで、熱源の周辺部である外側のフィン配置領域Ｒ２０で冷媒が流れる流路の長さが増える。これによって、外側では圧力損失の増加で流量が低下するとともに、１

つのフィン流入口３１からフィン流出口３２までの長さが増えるため、外側の冷媒が流れる流路における領域の発熱量の合計が多くなる。この結果、外側の流体の温度上昇は内側の流体の温度上昇よりも大きくなり、熱源の周辺部の温度が上昇して、熱源の温度分布を小さくすることができる。ただし、熱源の周辺部の温度が上昇すると、中心部の温度も増加するため、発熱量、要求される温度仕様および温度分布に応じた開口部間の間隔の設計が必要である。

[0053] 図１１は、実施の形態１に係る冷却器を構成する開口部形成層の構成の他の例を示す上面図である。図１１でも、原点は、素子配置領域Ｒ１００を投影した領域の中心としている。図１１の例では、原点から放射状に離れる方向に、フィン流入口３１となる円弧状の開口部３１１ｂ，３１２ｂ，３１３ｂおよびフィン流出口３２となる円弧状の開口部３２１ｂ，３２２ｂが交互にかつ並列に配置されている。図１１の例でも、素子配置領域Ｒ１００を投影した領域における開口部の配置は、原点を中心とした４回の回転対称の配置となっている。また、隣接する開口部間の間隔を内側よりも外側の方を広くしている。

[0054] 図１１の場合には、フィン流入口３１およびフィン流出口３２は、円弧状の開口部３１１ｂ，３１２ｂ，３１３ｂ，３２１ｂ，３２２ｂを支持部３３で繋げることで、円状の形状となる。このように、フィン流入口３１およびフィン流出口３２の形状は円対称でもあり、より高次の回転対称を有するので、さらに、温度分布の均一化を図ることができる。ただし、一般にフィン配置領域Ｒ２０の溝２２は直線の組み合わせで形成する場合が多い。従って、上述のように、開口部形成層３における開口部３１１ｂ，３１２ｂ，３１３ｂ，３２１ｂ，３２２ｂは、フィン配置領域Ｒ２０の開口部の方向と一致する方が圧力損失の増加抑制の点で好ましい。つまり、フィン形成層２のフィン配置領域Ｒ２０におけるフィン２１も、開口部形成層３の開口部に合わせて溝２２が円弧状、すなわち円対称となるように配置することが望ましい。ただし、円対称のフィン２１および開口部の製造は、直線形状と比較して

、複雑になる。

[0055] なお、図７から図１１に示されるような形状の開口部形成層３である場合には、図２の流路形成層４および流路形成層５の流路の形状は変わる場合がある。この場合には、流出入口配置層７の流入口７１から流入した冷媒が、フィン２１を経由せずに、流出入口配置層７の流出口７２から流出しないように、流路形成層４および流路形成層５の流路が配置される。つまり、流入口７１に接続される流路形成層５の冷媒流入流路５１が、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を流すための開口部形成層３のフィン流入口３１とは少なくとも一部が重なるように、かつ、フィン配置領域Ｒ２０から冷媒を排出するための開口部形成層３のフィン流出口３２とは重ならないように、流路形成層４の開口部、すなわち冷媒流入流路４１は設置される。また、流出口７２に接続される流路形成層５の冷媒流出流路５２が、フィン配置領域Ｒ２０から冷媒を排出するための開口部形成層３のフィン流出口３２とは少なくとも一部が重なるように、かつ、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を流すための開口部形成層３のフィン流入口３１とは重ならないように、流路形成層４の開口部、すなわち冷媒流出流路４２は設置される。つまり、流出入口配置層７の流入口７１から流入した冷媒が、フィン配置領域Ｒ２０を経由せずに、流出入口配置層７の流出口７２から流出しないように、流路形成層５の冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２、流路形成層４の冷媒流入流路４１および冷媒流出流路４２、並びに開口部形成層３のフィン流入口３１およびフィン流出口３２が設置される。

[0056] また、上記した例では、冷却器１０に１個の流入口７１および１個の流出口７２を配置しているため、流入口７１からの冷媒を流路接続層６で拡げて流路形成層５の冷媒流入領域Ｒ５３に繋げ、流路形成層５の冷媒流出領域Ｒ５４からの冷媒を流路接続層６で集めて流出入口配置層７の流出口７２に繋げている。冷却器１０に複数個の流入口７１および複数個の流出口７２を配置する場合には、複数の流入口７１を流路形成層５の冷媒流入領域Ｒ５３と繋げ、複数の流出口７２を流路形成層５の冷媒流出領域Ｒ５４と繋げるため

に、流路形成層４および流路形成層５は異なる形状となり得る。

[0057] さらに、図５および図６では、隣接するＬ字の開口部３１２，３１３，３２１，３２２同士の間隔が一定の場合を示したが、図７から図１１までに示したものと同様に、隣接するＬ字の開口部３１２，３１３，３２１，３２２同士の間隔が内側よりも外側の方を広くしてもよい。

[0058] 図１２は、開口部形成層の開口部とフィン形成層に配置されたフィン配置領域の溝との位置関係を模式的に示す上面図である。図１２は、図７の領域Ｒ３４の一部を拡大した図である。フィン形成層２に設置されたフィン２１間の溝２２である開口部の方向と一致する方向に開口部形成層３の開口部であるフィン流入口３１およびフィン流出口３２が配置される。つまり、フィン流入口３１およびフィン流出口３２は、開口部形成層３と接する面におけるフィン２１によって形成される開口部がＸＹ面内で延在する方向に合わせて配置される。この結果、開口部形成層３に形成されたフィン流入口３１からフィン形成層２の溝２２に冷媒が流入する場合、逆にフィン形成層２の溝２２から開口部形成層３に形成されたフィン流出口３２に冷媒が流出する場合において、流れを阻害する障害物が少なくなり、圧力損失増加を抑制することができる。

[0059] 開口部形成層３の隣接するフィン流入口３１とフィン流出口３２とは、原点から放射状に離れる方向に配置されるために、面積が異なる。つまり、原点から離れる位置の開口部ほど開口部の面積が小さくなる。従って、フィン形成層２の溝２２が一次元方向の場合には、澱みが発生して、温度分布の増加、冷却能力の低下が生じる。このため、フィン形成層２の溝２２は、フィン流入口３１とフィン流出口３２との間で局所的に２次元的に拡がることが可能な構造とすることが望ましい。これによって、フィン流入口３１とフィン流出口３２との間における偏流を抑制し、澱みを解消して、冷却性能を高めることが可能となる。

[0060] 図１３は、実施の形態１に係る冷却器を構成するフィン形成層の構成の一例を示す一部拡大上面図である。図１３は、フィン形成層２におけるフィン

配置領域Ｒ２０の一部を拡大した図である。図１３では、図２で示したフィン形成層２のフィン配置領域Ｒ２０の溝２２における冷媒の流れを矢印で示している。図１３に示されるように、フィン配置領域Ｒ２０の溝２２は局所で周期性を有し、狭い領域で合流および分岐を繰り返している。また、この周期性を有する溝２２は、フィン配置領域Ｒ２０の全体にわたって形成されている。一例では、図１３に示されるように、フィン配置領域Ｒ２０の流路である溝２２を流れる冷媒は、位置２３で合流後、分岐している。あるいは、フィン２１を形成する開口部は、隣接するフィン流入口３１とフィン流出口３２との間で、冷媒が合流と分岐とを繰り返すように設けられることが望ましい。従って、フィン流入口３１とフィン流出口３２との面積が異なっても、流れを２次元方向、すなわち、Ｘ軸およびＹ軸で形成される面内の全方向に均一にすることができる。この結果、温度分布を小さくして、冷却能力を向上させることができる。

[0061] 図１４は、実施の形態１に係る冷却器を構成するフィン形成層の構成の他の例を示す上面図である。図１５は、図１４のフィン形成層のフィン配置領域の一部を拡大した上面図である。図１５は、図１４の領域Ｒ２１０の部分を拡大して示した図である。図１４および図１５では、局所的に合流、分岐を繰り返す図１３とは別形状のフィン２１を有するフィン形成層２の一例を示している。図１４および図１５の例では、フィン形成層２ａは、第１方向に延在する開口部２１１が素子配置領域Ｒ１００を投影した領域を含むフィン配置領域Ｒ２０に形成された薄板２１０と、第１方向と交差する第２方向に延在する開口部２２１がフィン配置領域Ｒ２０に形成された薄板２２０と、を有し、薄板２１０および薄板２２０を交互に複数枚積層させた構造を有する。フィン形成層２ａのフィン配置領域Ｒ２０では、第１方向に延在する開口部２１１と第２方向に延在する開口部２２１とが重なることで、フィン２１ａが構成されている。図１４および図１５の例では、開口部２１１と開口部２２１とが積層されることで溝２２ａが形成される。溝２２ａは、３次元の網目状の構造を有することになる。

[0062] 図１６は、図１４のフィン形成層に対応する開口部形成層の構成の一例を示す上面図である。図１６に示される例では、原点を通る十字の開口部３１１ｃは、図１４および図１５のフィン配置領域Ｒ２０の溝２２ａの方向、すなわち第１方向および第２方向と一致する方向に配置されている。この場合にもＬ字の開口部３１２ｃ，３１３ｃ，３２１ｃ，３２２ｃは、原点から放射状に離れる方向に並列に、そして十字の開口部３１１ｃと一定の距離を置いて配置される。

[0063] 冷媒は、開口部形成層３のフィン流入口３１からフィン形成層２のフィン配置領域Ｒ２０に流入する。具体的には、フィン流入口３１と重なるフィン配置領域Ｒ２０に形成された開口部から流入する。フィン配置領域Ｒ２０に形成された開口部は、フィン形成層２ａの下面から見た溝２２ａの位置に対応する。そして、積層した薄板２１０，２２０の開口部２１１，２２１に沿って形成される隙間を介して、合流および分岐を繰り返した後、フィン流出口３２と重なる開口部および開口部形成層３のフィン流出口３２から冷媒は流出する。フィン２１ａを構成する薄板２１０，２２０を薄くすることで、狭い流路を作製できるため、冷却性能の高い冷却器を実現することができる。

[0064] 図１４に示されるフィン２１ａでも、狭い領域で合流、分岐を繰り返している。つまり、図１４に示されるフィン２１ａは、流れを２次元方向、すなわちＸ軸およびＹ軸で形成される面内の全方向に均一になるように拡げることができる流路を有している。なお、フィン２１ａ自体については、製造方法および形態に特に制限はない。

[0065] 以上のように、実施の形態１に係る冷却器１０は、素子１００が接合されるベース層１と、ベース層１に接続される複数のフィン２１，２１ａが配置されるフィン配置領域Ｒ２０を有するフィン形成層２と、フィン形成層２に接続され、フィン配置領域Ｒ２０に冷媒を流す複数のフィン流入口３１および複数のフィン流出口３２を有する開口部形成層３と、を備える。複数のフィン流入口３１は冷却器１０の冷媒が流入する流入口７１と流入流路を介し

て接続され、フィン流出口３２は冷却器１０の冷媒が流出する流出口７２と流出流路を介して接続されている。また、複数のフィン流入口３１および複数のフィン流出口３２は、開口部形成層３に素子１００の形状を投影した領域内の点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置される。これによって、素子１００の発熱による温度分布を同心円状に近づけることができるとともに、温度分布を小さくすることができる。また、フィン流入口３１とフィン流出口３２との間のフィン形成層２における冷媒の圧力損失の増加を抑制することができる。

[0066] 実施の形態２.

図１７は、実施の形態２に係る冷却器の構成の一例を模式的に示す断面図である。なお、実施の形態１で説明したものと同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。実施の形態２の冷却器１０ａは、開口部形成層３と流路形成層４との間に、流路形成層８をさらに備える。

[0067] 図１８は、実施の形態２に係る冷却器を構成する流路形成層の構成の一例を示す上面図である。流路形成層８は、素子配置領域Ｒ１００を投影した領域を包含する領域に開口部である流路８１，８２を有する金属層である。流路形成層８の流路８１，８２が配置される領域は、流路配置領域Ｒ８０と称される。流路形成層８は、第１流路形成層に対応する。

[0068] 図１９は、開口部形成層と流路形成層とを重ねた状態の一例を示す図である。図１９で、流路形成層８の流路８１，８２で、開口部形成層３の開口部以外の領域と重なる部分には網掛を付している。図１９に示される例では、流路配置領域Ｒ８０は、素子配置領域Ｒ１００を包含し、かつ素子配置領域Ｒ１００よりも面積が大きい。この例では、流路配置領域Ｒ８０は、Ｙ軸方向のサイズは素子配置領域Ｒ１００と同等であるが、Ｘ軸方向のサイズは素子配置領域Ｒ１００よりも大きい。また、図１８および図１９に示されるように、流路配置領域Ｒ８０の流路８１，８２は、開口部形成層３の開口部に対応して配置されている。流路形成層８の流路８１，８２の幅方向の中心と、対応する開口部形成層３の開口部の幅方向の中心と、は位置が一致するよ

うに配置される。このように、流路配置領域Ｒ８０には、原点を通る十字の開口部８１ａと、Ｌ字の開口部８１ｂ，８２ｂと、が配置される。Ｌ字の開口部８１ｂ，８２ｂは、原点から放射状に離れる方向に並列に配置される。つまり、流路形成層８は、開口部形成層３の原点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置されたフィン流入口３１を投影した開口部８１ａ，８１ｂと、フィン流出口３２を投影した開口部８２ｂと、を有する領域を包含する流路配置領域Ｒ８０を有する。従って、流路形成層８の流路８１，８２の幅および長さは、開口部形成層３の開口部の幅および長さと同等以上である。

[0069] フィン形成層２のフィン配置領域Ｒ２０に冷媒が流れる領域を広くとるため、開口部形成層３の開口部は狭くする場合が多い。また、実施の形態１の図２において、流路形成層４の開口部である冷媒流入流路４１および冷媒流出流路４２は、基本的に開口部形成層３の開口部であるフィン流入口３１およびフィン流出口３２と、流路形成層５の開口部である冷媒流入流路５１および冷媒流出流路５２と、を、流路形成層４に投影した領域を包含する開口部となっている。ただし、流入口７１から流入した冷媒が、フィン２１を経由せず、流出口７２から流出しないようにするため、開口部形成層３の開口部の直上に、流路形成層４の開口部がない領域が発生する。この部分ではフィン２１に冷媒が流れにくい。逆に、流路形成層４の開口部に対応する位置に、開口部形成層３の開口部がない領域も発生する。この結果、流れに偏りが生じて温度分布が増加し、冷却能力の低下を引き起こす可能性がある。

[0070] そこで、実施の形態２では、図１８に示されるように、開口部形成層３の原点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置されたフィン流入口３１およびフィン流出口３２を投影した流路８１，８２が形成された流路配置領域Ｒ８０を有する流路形成層８を、開口部形成層３に接続している。流路形成層４の開口部がない領域の上部に広い流路が設置され、冷媒が回り込むために、フィン２１に冷媒が均等に流れる。この結果、温度分布を小さくして、冷却能力を向上させることができる。また、流路形成層４の開口部に対

応する位置で、開口部形成層３の開口部がない領域の下部にも広い流路が設置され、冷媒が回り込み、フィン２１に冷媒を均等に流すことができる。

[0071] また、流路形成層８に配置された流路８１，８２は、流路形成層４の開口部で発生した流れの偏りを平滑化する。このため、開口部形成層３の厚さを薄くして、流路形成層８の厚さを増やすことで、具体的には、流路形成層８の厚さを開口部形成層３の厚さよりも厚くすることで、冷媒の流れの偏りの解消はより改善される。この結果、温度分布をさらに小さくすることができ、冷却能力を向上させることができる。

[0072] 実施の形態２に係る冷却器１０ａは、開口部形成層３に接続され、開口部形成層３の複数のフィン流入口３１および複数のフィン流出口３２を投影した領域である投影領域を含み、投影領域よりも大きい領域に、開口部形成層３の複数のフィン流入口３１および複数のフィン流出口３２の長さおよび幅の少なくとも一方を大きくした開口部である流路８１，８２を有する流路形成層８をさらに備える。これによって、流路形成層４の開口部がない領域の上部に広い流路８１，８２が設置されることになり、冷媒が回り込むために、フィン２１に冷媒が均等に流れる。この結果、温度分布を小さくして、冷却能力を向上させることができるという効果を有する。

[0073] 実施の形態３.

図２０は、実施の形態３に係る冷却器の構成の一例を模式的に示す断面図である。なお、実施の形態１で説明したものと同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。図２０では、同一方向、一例ではＸ軸方向に配置された３個の素子１００が１つの冷却器１０ｂに接合されている場合が示されている。この場合においても、１つの素子１００が接合される冷却器１０ｂの領域Ａに着目すると、ベース層１から流路形成層５までは、図２に示した構造と概略同様である。他の位置に接合される素子１００についても同様である。すなわち、冷却器１０ｂは、図２に示した各金属層の構造を３つ並列に並べた構成を有している。

[0074] 実施の形態３に係る冷却器１０ｂは、流路接続層６ｂおよび流出入口配置

層７ｂの構成が実施の形態１とは異なり、また、流路接続層６ｂと流出入口配置層７ｂとの間に、流路分配層９をさらに備える。つまり、流路形成層５の下には、流路接続層６ｂと、流路分配層９と、流出入口配置層７ｂと、が順に接合される。

[0075] 図２１は、実施の形態３に係る冷却器を構成する流路接続層の構成の一例を示す上面図である。図２１に示されるように、流路接続層６ｂは、３個の素子１００のそれぞれに対応する位置に、流入接続口６１ｂおよび流出接続口６２ｂを有する。ただし、実施の形態１の場合には、図２に示されるように、流入接続口６１および流出接続口６２のＹ軸方向の位置は同じであったが、実施の形態３では、流入接続口６１ｂおよび流出接続口６２ｂのＹ軸方向の位置をずらして配置している。図２１の例では、流入接続口６１ｂを、流出接続口６２ｂに比してＹ軸の正方向に定められた距離Δｙだけずらして配置している。

[0076] 流路分配層９は、流出入口配置層７ｂの流入口７１ｂから流入する冷媒を、流路接続層６ｂのそれぞれの流入接続口６１ｂに分配し、流路接続層６ｂのそれぞれの流出接続口６２ｂからの冷媒を流出入口配置層７ｂの流出口７２ｂへと合流させる流路を有する金属層である。図２２は、実施の形態３に係る冷却器を構成する流路分配層の構成の一例を示す上面図である。図２２に示されるように、流路分配層９は、流入口７１ｂからの冷媒を流路接続層６ｂの流入接続口６１ｂに分配する分配流路９１と、流路接続層６ｂの流出接続口６２ｂからの冷媒を流出口７２ｂへと合流させる合流流路９２と、を有する。分配流路９１は、流路接続層６ｂの流入接続口６１ｂと交差し、流出接続口６２ｂとは交差しないように配置される。合流流路９２は、流路接続層６ｂの流出接続口６２ｂと交差し、流入接続口６１ｂとは交差しないように配置される。この例では、分配流路９１は、合流流路９２に対してＹ軸方向の正側に配置される。

[0077] 図２３は、実施の形態３に係る冷却器を構成する流出入口配置層の構成の一例を示す上面図である。図２３に示されるように、流出入口配置層７ｂは

、１つの流入口７１ｂと、１つの流出口７２ｂと、を有する。流入口７１ｂは、流路分配層９の分配流路９１と交差する位置に配置される。流出口７２ｂは、流路分配層９の合流流路９２と交差する位置に配置される。図２３の例では、図２０の左端の素子１００に対応する位置に、Ｙ軸方向に間隔を置いて流入口７１ｂおよび流出口７２ｂが設けられる場合が示されているが、流入口７１ｂは流路分配層９の分配流路９１と交差し、流出口７２ｂは流路分配層９の合流流路９２と交差する位置であれば、任意の位置に流入口７１ｂおよび流出口７２ｂを設けることができる。また、実施の形態３では、冷却器１０ｂに３個の素子１００が配置されているが、流入口７１ｂおよび流出口７２ｂは、それぞれ１つとしている。

[0078] 以上のように、１個の流入口７１ｂと３個の素子１００のそれぞれに対応して設けられる流路接続層６ｂの流入接続口６１ｂとを繋ぐ分配流路９１と、１個の流出口７２ｂと３個の素子１００のそれぞれに対応して設けられる流路接続層６ｂの流出接続口６２ｂとを繋ぐ合流流路９２と、を有する流路分配層９が、流路接続層６ｂと流出入口配置層７ｂとの間に挿入される。これによって、流出入口配置層７ｂの流入口７１ｂから流入する冷媒は、分配流路９１を通り、各素子１００を冷却するフィン２１につながる流入接続口６１ｂへと流れる。そして、それぞれの素子１００の位置で、冷媒はフィン２１まで到達し、流出接続口６２ｂへと戻ってくる。流出接続口６２ｂから流出する冷媒は、合流流路９２を通り、流出入口配置層７ｂの流出口７２ｂから排出される。この例では、Ｘ軸方向が、第３方向に対応し、Ｙ軸方向が、第４方向に対応する。

[0079] このように、ヒートシンクである冷却器１０ｂ上に複数の熱源となる素子１００が存在しても、冷却器１０ｂ上に単一の素子１００が存在する場合と同様の構成で冷却することが可能である。

[0080] なお、図２１では、フィン形成層２のフィン配置領域Ｒ２０を流路接続層６ｂに投影した領域Ｒ２０ｂを破線で示している。以下では、フィン配置領域Ｒ２０を投影した領域Ｒ２０ｂは、フィン投影領域Ｒ２０ｂと称される。

図２１に示されるように、３個のフィン投影領域Ｒ２０ｂは、Ｘ軸方向に沿って並列に配置されている。しかしながら、局所で合流および分岐を繰り返す溝２２を形成するフィン２１を有するフィン配置領域Ｒ２０への開口であるフィン流入口３１およびフィン流出口３２は開口部形成層３で規定される。図２４は、実施の形態３に係る冷却器を構成する流路接続層の構成の一例を示す上面図である。図２４に示されるように、３個の素子１００のそれぞれに設けられるフィン配置領域Ｒ２０を繋げて、１つのフィン配置領域としている。このフィン配置領域を流路接続層６ｂに投影したものが破線のフィン投影領域Ｒ２０ｃである。このように、フィン形成層２の全面にフィン２１を設置してもよい。

[0081] なお、上記した例では３個の素子１００を１つの冷却器１０ｂに設置した場合に関して説明しているが、素子１００が２個であっても、あるいは４個以上であっても、実施の形態３の冷却器１０ｂを適用可能である。

[0082] 実施の形態３に係る冷却器１０ｂは、複数の素子１００が一方向に配置され、それぞれの素子１００についてベース層１から流路形成層５までは実施の形態１で説明したものと同様の構造を有し、流路形成層５の下に、流路接続層６ｂと、流路分配層９と、流出入口配置層７ｂと、を有する。流路接続層６ｂでは、流入接続口６１ｂの位置が、流出接続口６２ｂの位置に比して延在方向に沿ってずらして配置される。流路分配層９は、流路接続層６ｂの複数の流入接続口６１ｂを結ぶ分配流路９１と、複数の流出接続口６２ｂを結ぶ合流流路９２と、を有する。流出入口配置層７ｂは、分配流路９１に対応する位置の一部に設けられる流入口７１ｂと、合流流路９２に対応する位置の一部に設けられる流出口７２ｂと、を有する。このような構成によって、冷却器１０ｂに複数の素子１００が接続される場合であっても、素子１００の発熱による温度分布を同心円状に近づけることができるとともに、温度分布を小さくすることができる。また、フィン流入口３１とフィン流出口３２との間のフィン形成層２における冷媒の圧力損失の増加を抑制することができる。

[0083] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、実施の形態同士を組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0084] １　ベース層、２，２ａ　フィン形成層、３　開口部形成層、４，５，８　流路形成層、６，６ｂ　流路接続層、７，７ｂ　流出入口配置層、９　流路分配層、１０，１０ａ，１０ｂ　冷却器、２１，２１ａ　フィン、２２，２２ａ　溝、３１　フィン流入口、３２　フィン流出口、３３　支持部、４１，５１　冷媒流入流路、４２，５２　冷媒流出流路、４３，４４　蓋、６１，６１ｂ　流入接続口、６２，６２ｂ　流出接続口、７１，７１ｂ　流入口、７２，７２ｂ　流出口、８１，８２　流路、８１ａ，８１ｂ，８２ｂ，２１１，２２１，３１１，３１１ａ，３１１ｂ，３１１ｃ，３１２，３１２ａ，３１２ｂ，３１２ｃ，３１３，３１３ａ，３１３ｂ，３１３ｃ，３２１，３２１ａ，３２１ｂ，３２１ｃ，３２２，３２２ａ，３２２ｂ，３２２ｃ　開口部、９０　冷媒、９１　分配流路、９２　合流流路、１００　素子、１０１　熱伝導層、２１０，２２０　薄板、Ａ，Ｒ３４，Ｒ１００ａ，Ｒ２１０　領域、Ｒ２０　フィン配置領域、Ｒ２０ｂ，Ｒ２０ｃ　フィン投影領域、Ｒ５３　冷媒流入領域、Ｒ５４　冷媒流出領域、Ｒ８０　流路配置領域、Ｒ１００　素子配置領域、Ｒ１０１　熱伝導層配置領域。

請求の範囲

[請求項1] 素子に接合され、前記素子を冷却する冷却器であって、

前記素子が接合されるベース層と、

前記ベース層に接続される複数のフィンが配置されるフィン配置領域を有するフィン形成層と、

前記フィン形成層に接続され、前記フィン配置領域に冷媒を流す複数のフィン流入口および複数のフィン流出口を有する開口部形成層と、

を備え、

複数の前記フィン流入口は、前記冷却器の前記冷媒が流入する流入口と流入流路を介して接続され、

複数の前記フィン流出口は、前記冷却器の前記冷媒が流出する流出口と流出流路を介して接続され、

複数の前記フィン流入口および前記複数の前記フィン流出口は、前記開口部形成層に前記素子の形状を投影した領域内の点から放射状に離れる方向に交互にかつ並列に配置されることを特徴とする冷却器。

[請求項2] 隣接する前記フィン流入口および前記フィン流出口の間隔は、前記領域内の前記点に近い位置よりも前記点から遠い位置の方が広いことを特徴とする請求項１に記載の冷却器。

[請求項3] 複数の前記フィン流入口および複数の前記フィン流出口の配置は、前記点に対して４回の回転対称であることを特徴とする請求項１または２に記載の冷却器。

[請求項4] 前記フィンは、隣接する前記フィン流入口と前記フィン流出口との間で、前記冷媒が合流と分岐とを繰り返すように設けられることを特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載の冷却器。

[請求項5] 複数の前記フィン流入口および複数の前記フィン流出口は、前記開口部形成層と接する面における前記フィンによって形成される開口部の方向に合わせて配置されることを特徴とする請求項１から４のいず

れか１つに記載の冷却器。

[請求項6] 複数の前記フィン流入口および複数の前記フィン流出口は、異なる方向に延在した複数の開口のそれぞれの端部が接続されて構成されたものであることを特徴とする請求項１から５のいずれか１つに記載の冷却器。

[請求項7] 複数の前記フィン流入口および複数の前記フィン流出口は、第１方向に延在する直線状の開口部と、前記第１方向に直交する第２方向に延在する直線状の開口部と、が接続された形状を有することを特徴とする請求項６に記載の冷却器。

[請求項8] 前記開口部形成層に接続され、前記開口部形成層の複数の前記フィン流入口および複数の前記フィン流出口を投影した領域である投影領域を含み、前記投影領域よりも大きい領域に、前記開口部形成層の複数の前記フィン流入口および複数の前記フィン流出口の長さおよび幅の少なくとも一方を大きくした開口部を有する第１流路形成層をさらに備えることを特徴とする請求項１から７のいずれか１つに記載の冷却器。

[請求項9] 前記第１流路形成層の厚さは、前記開口部形成層の厚さよりも厚いことを特徴とする請求項８に記載の冷却器。

[請求項10] 前記開口部形成層に接続され、前記流入流路および前記流出流路を有する第２流路形成層と、

前記流入口および前記流出口を有する流出入口配置層と、

前記第２流路形成層と前記流出入口配置層との間に配置され、前記流入口と前記流入流路とを接続する流入接続口と、前記流出口と前記流出流路とを接続する流出接続口と、を有する流路接続層と、

をさらに備え、

前記ベース層には、複数の前記素子が第３方向に配置され、

複数の前記素子のそれぞれに、複数の前記フィン流入口、複数の前記フィン流出口、前記流入流路および前記流出流路が設けられること

を特徴とする請求項１から７のいずれか１つに記載の冷却器。

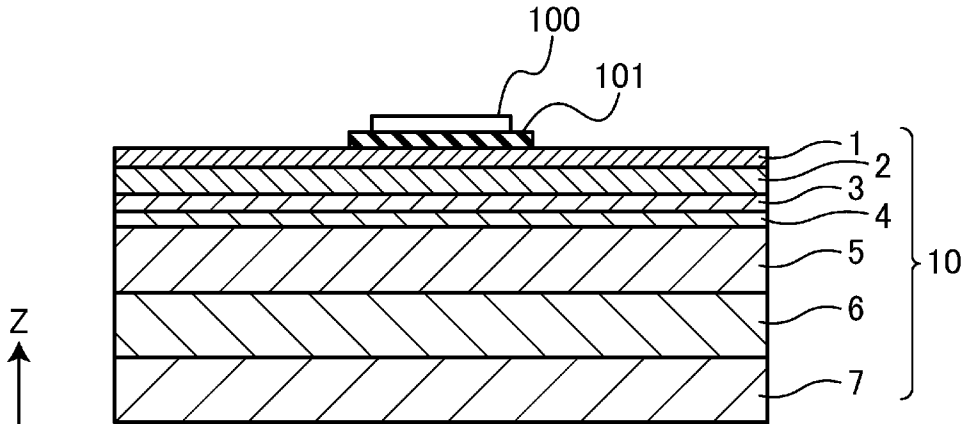
[請求項11] 前記流出入口配置層と前記流路接続層との間に、前記流入口から流入する前記冷媒をそれぞれの前記流入接続口に分配する分配流路と、前記流出接続口からの前記冷媒を前記流出口へと合流させる合流流路と、を有する流路分配層をさらに備え、

前記流路接続層の前記流入接続口および前記流出接続口の前記第３方向に直交する第４方向の位置をずらして配置し、

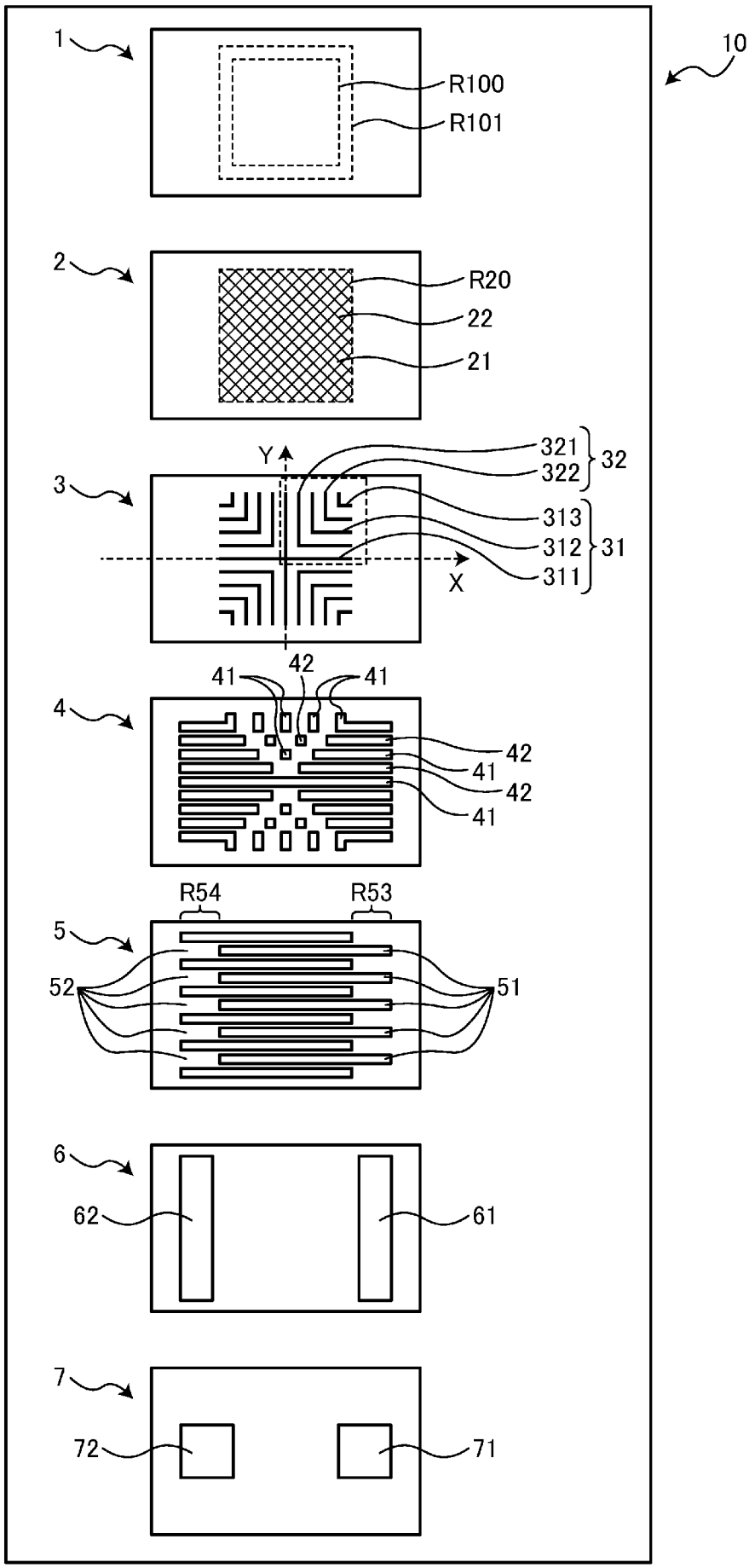
前記分配流路は、前記第４方向で前記流出接続口と重ならない位置で前記流入接続口と接続するように配置される前記第３方向に延在する開口であり、

前記合流流路は、前記第４方向で前記流入接続口と重ならない位置で前記流出接続口と接続するように配置される前記第３方向に延在する開口であることを特徴とする請求項１０に記載の冷却器。

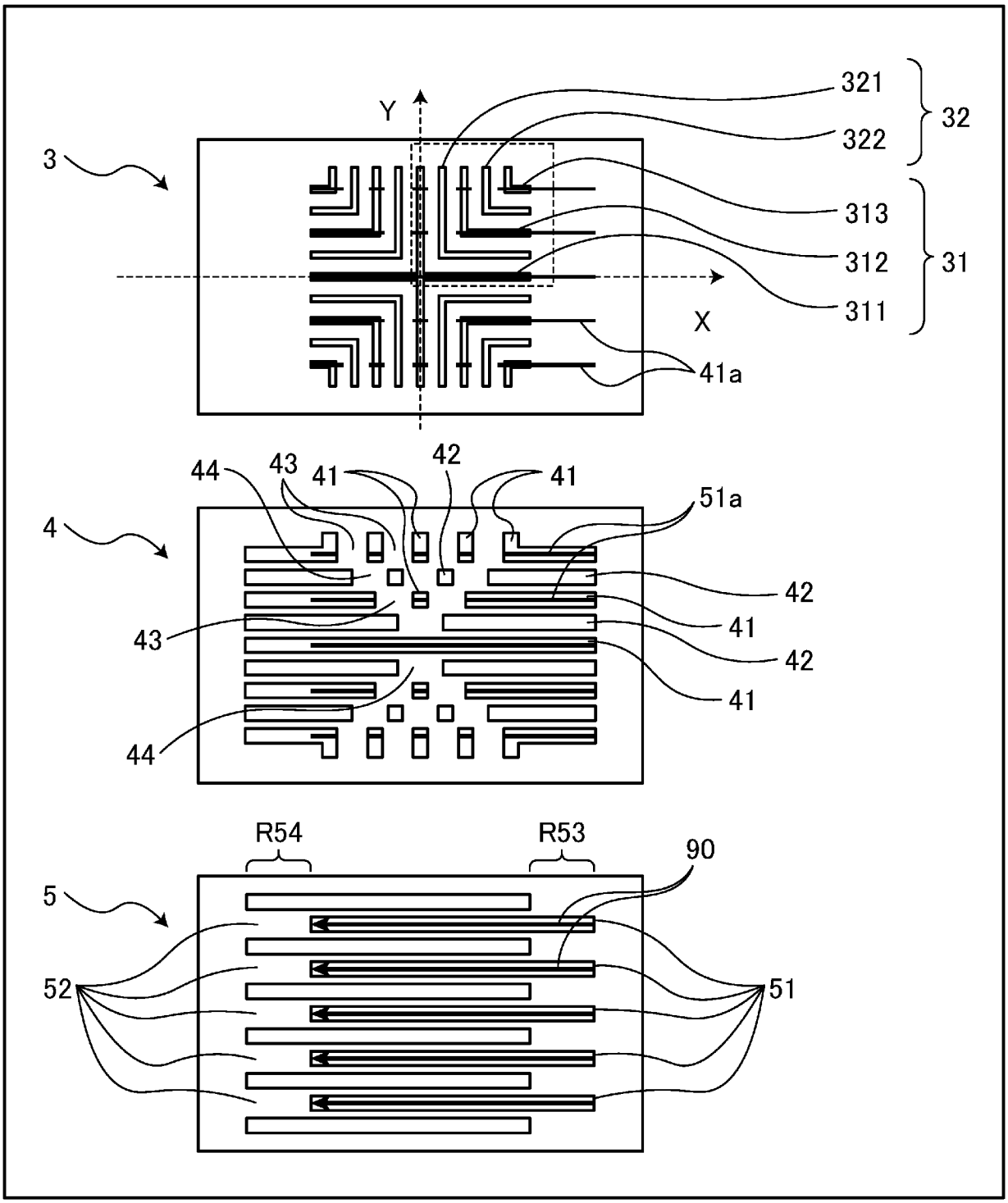
[図1]



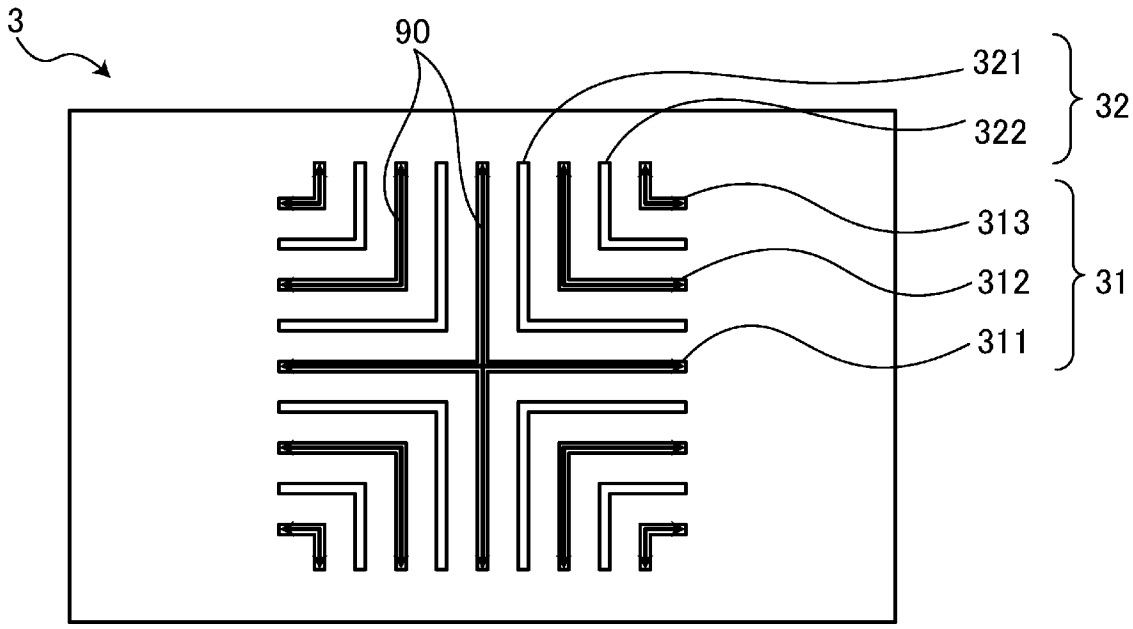
[図2]


10
1
R100
R101
2
R20
22
21
3
Y
X
321
322
32
313
312
311
31
41
42
41
4
42
41
42
41
R54
R53
5
52
51
6
62
61
7
72
71

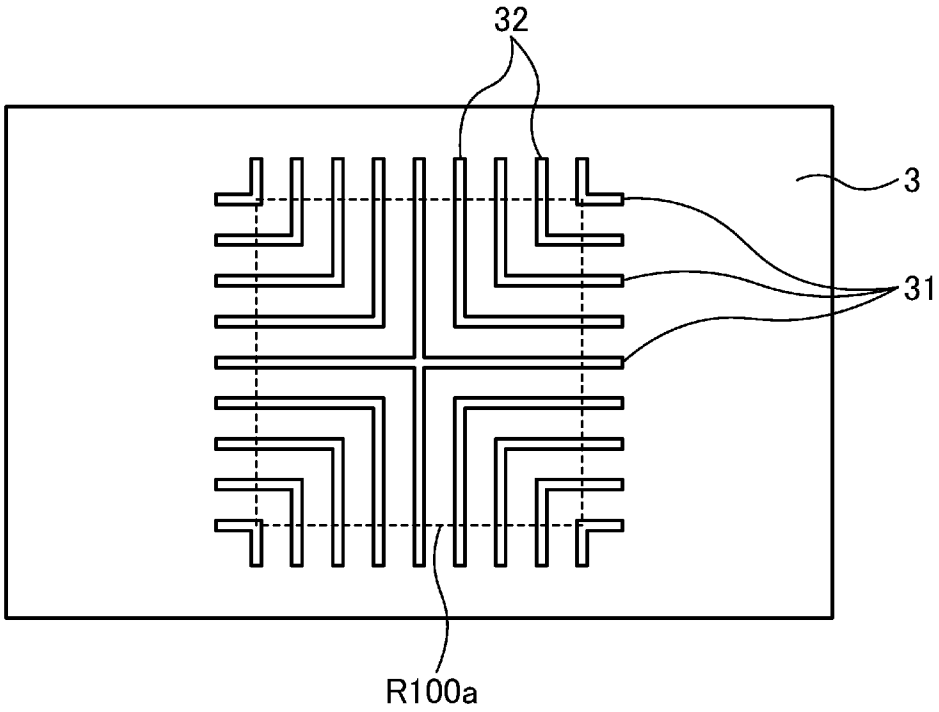
[図3]


3
Y
X
321
322
32
313
312
311
31
41a
4
44
43
41
42
41
51a
42
41
42
41
43
44
5
R54
R53
90
52
51

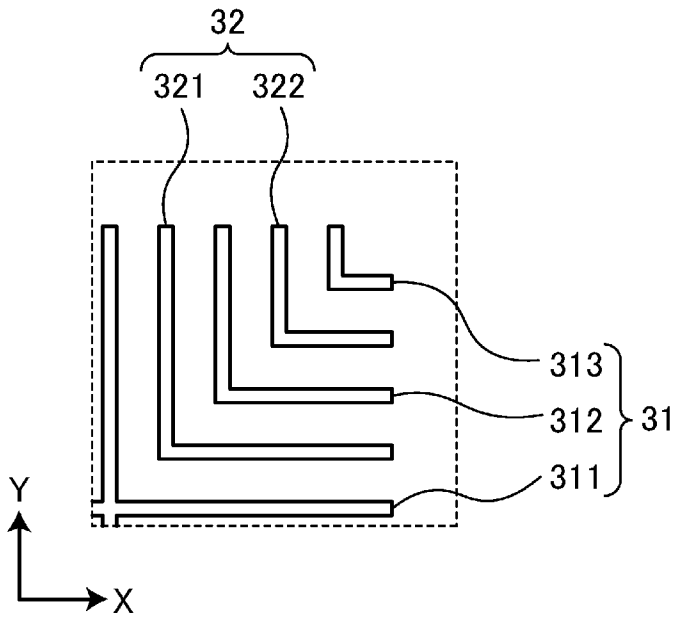
[図4]



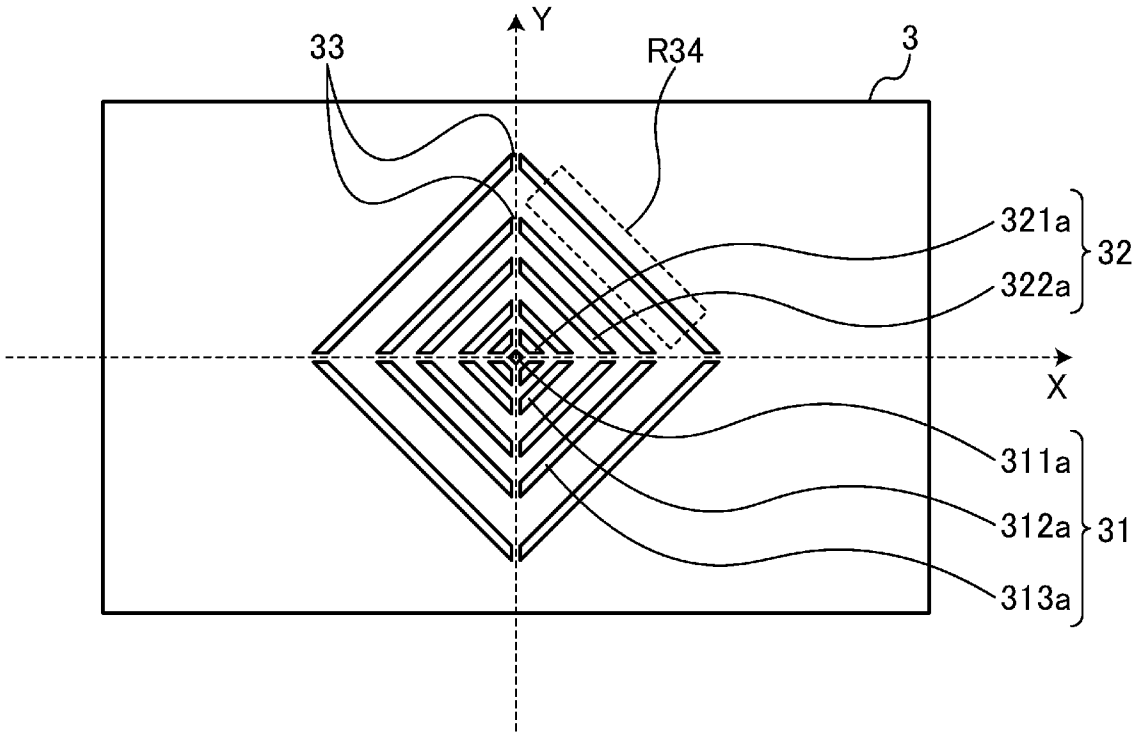
[図5]



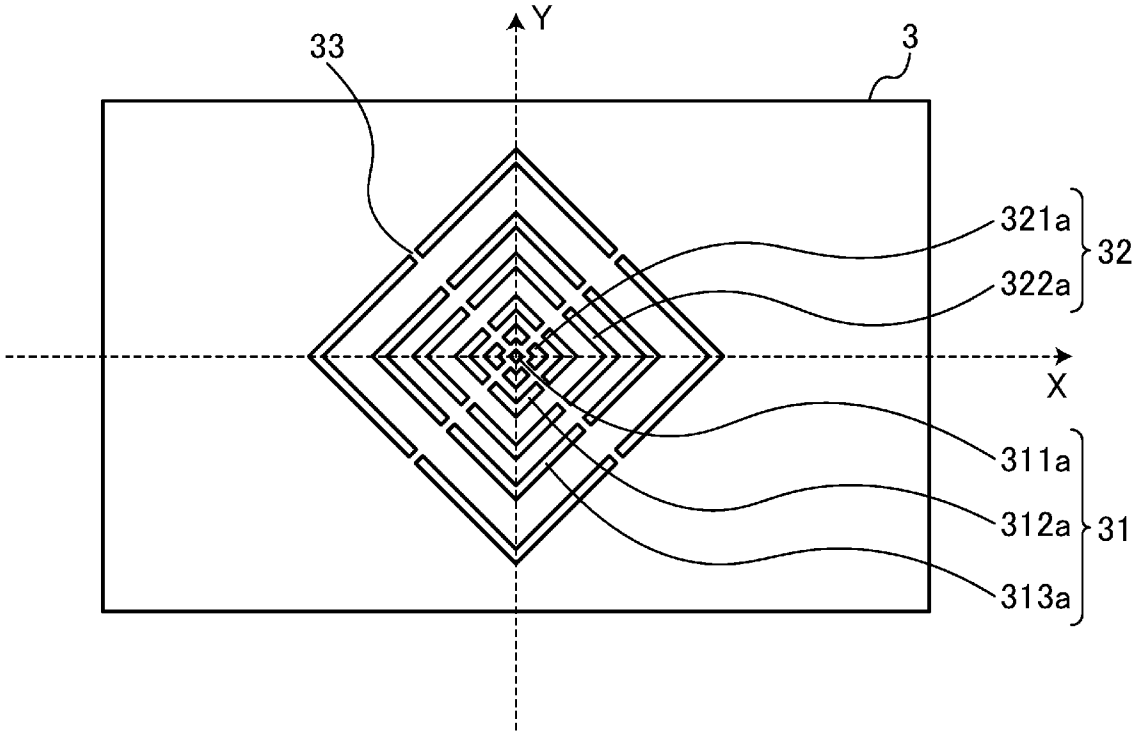
[図6]



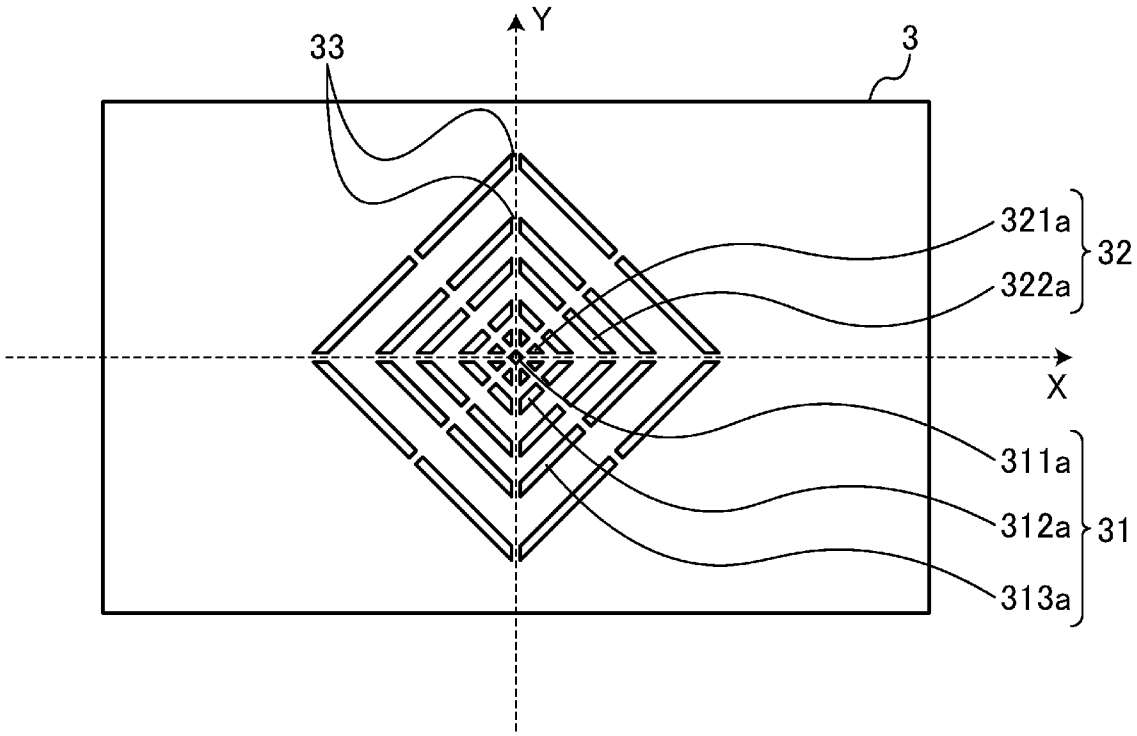
[図7]


Y
33
R34
3
321a
322a
32
X
311a
312a
313a
31

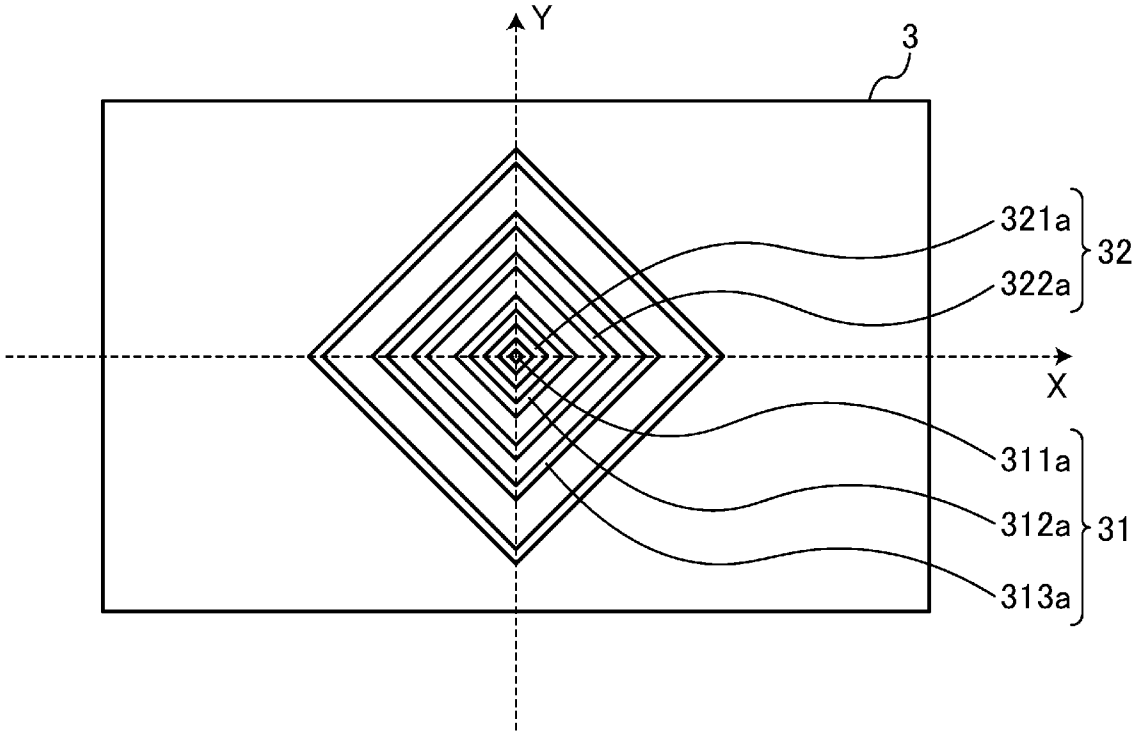
[図8]


Y
33
3
321a
322a
32
X
311a
312a
313a
31

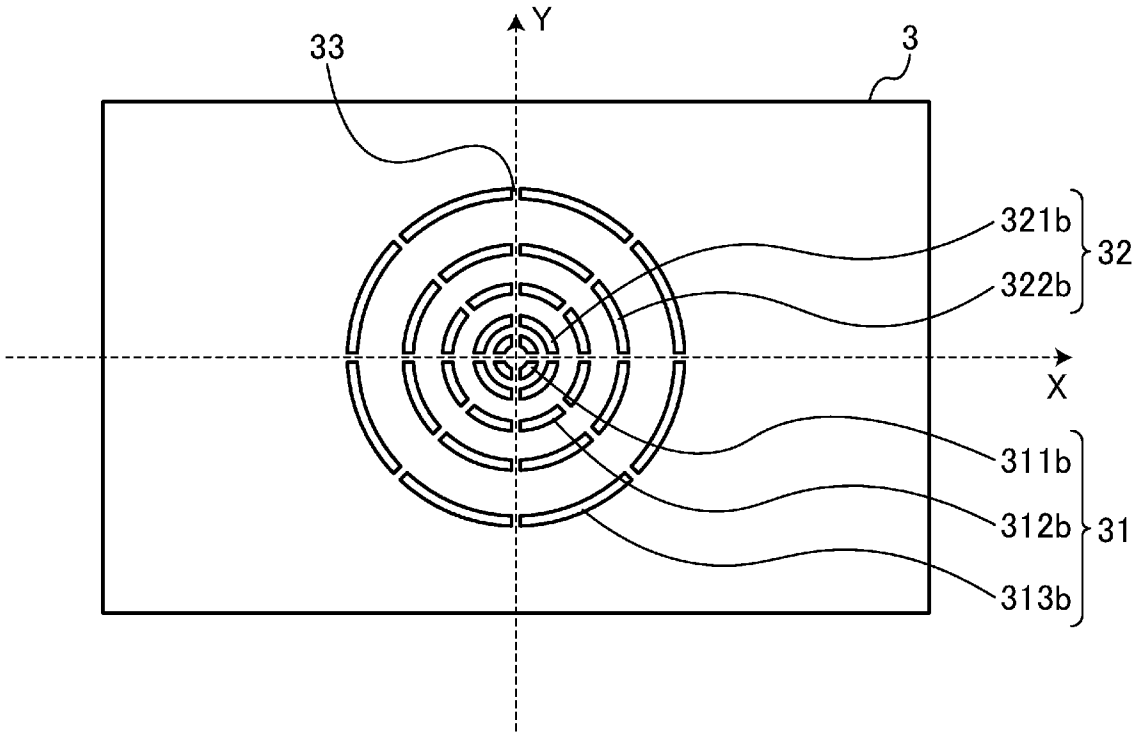
[図9]


Y
33
3
321a
322a
32
X
311a
312a
313a
31

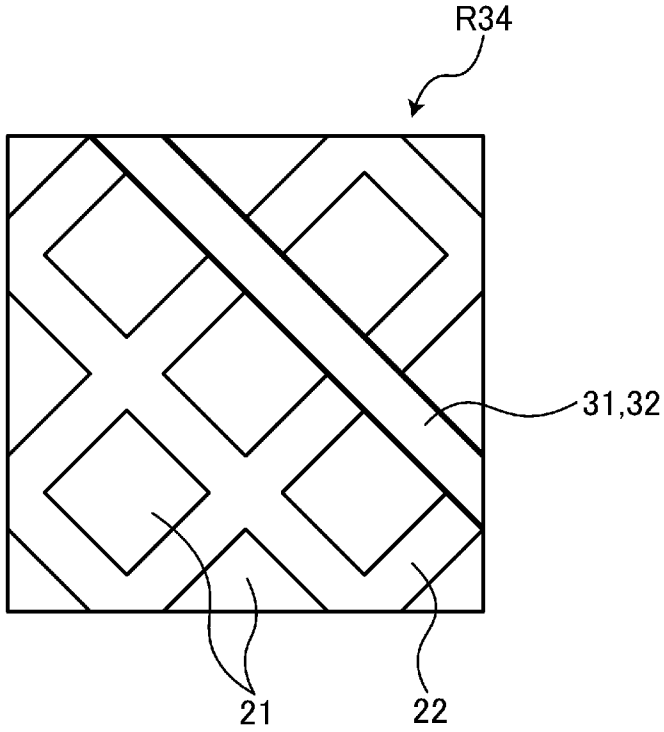
[図10]


Y
3
321a
322a
32
X
311a
312a
313a
31

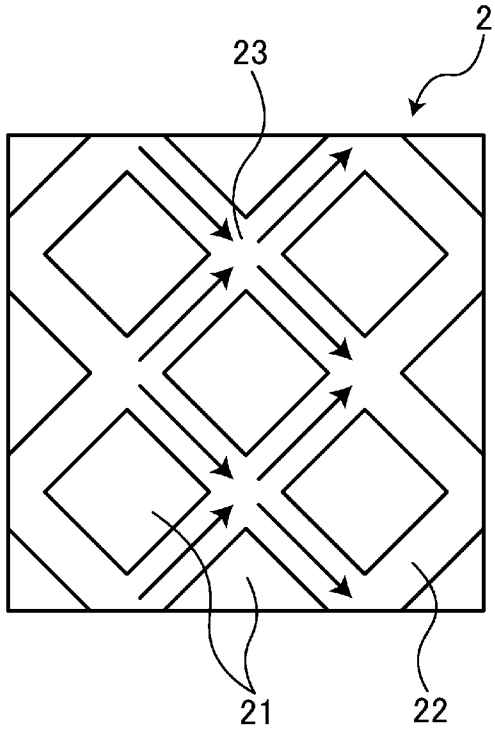
[図11]



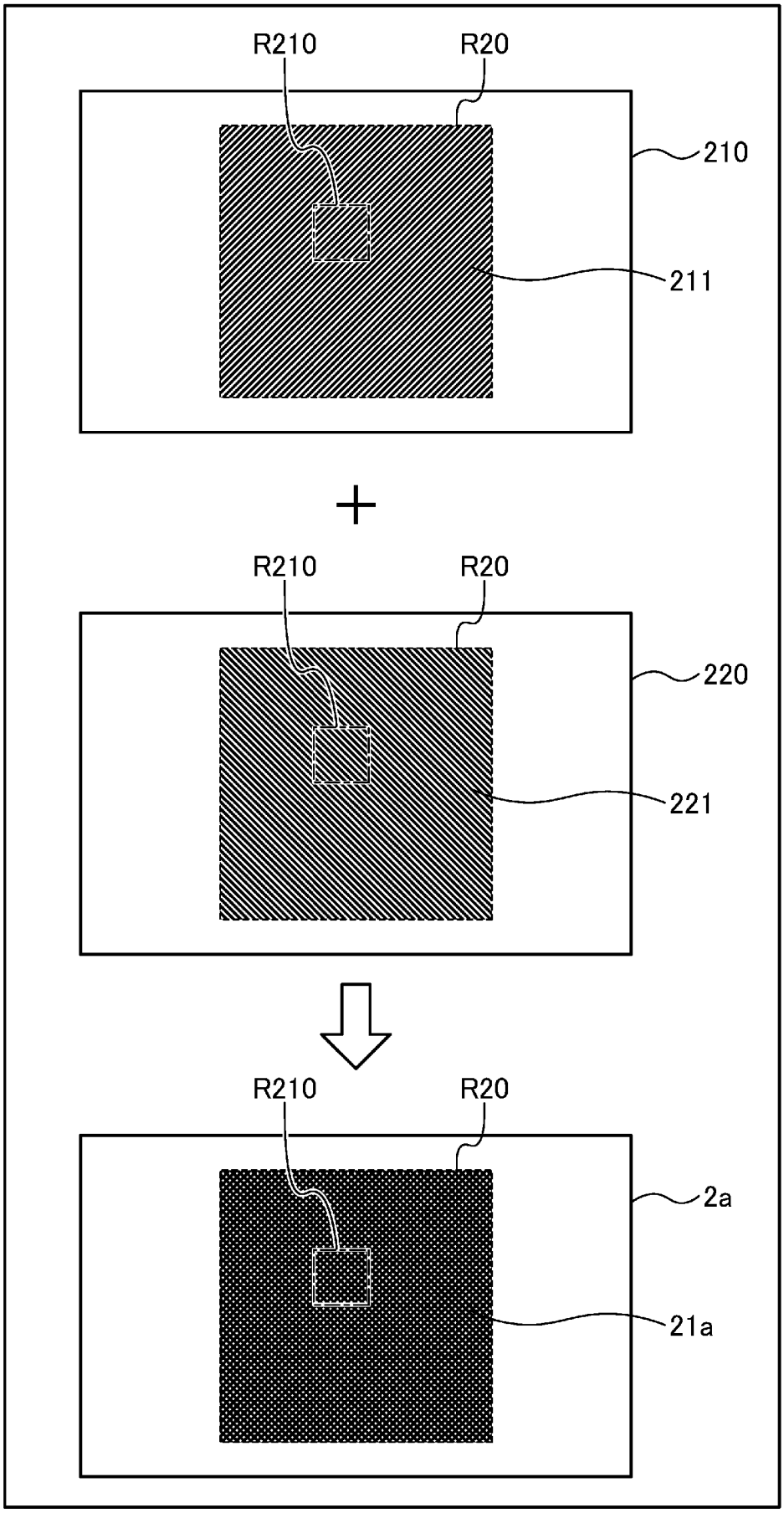
[図12]



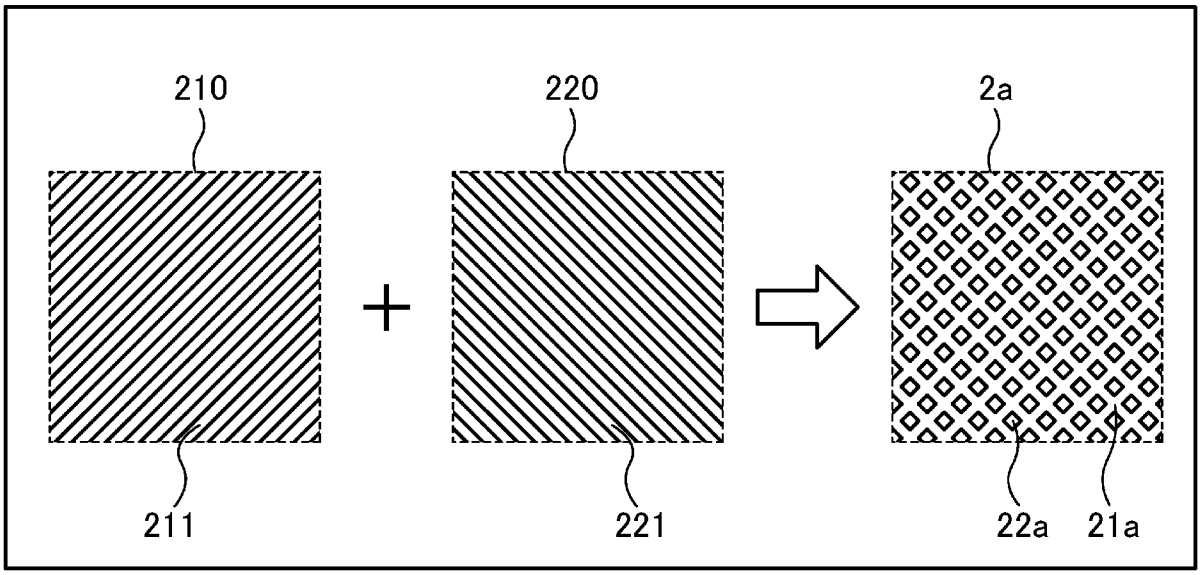
[図13]



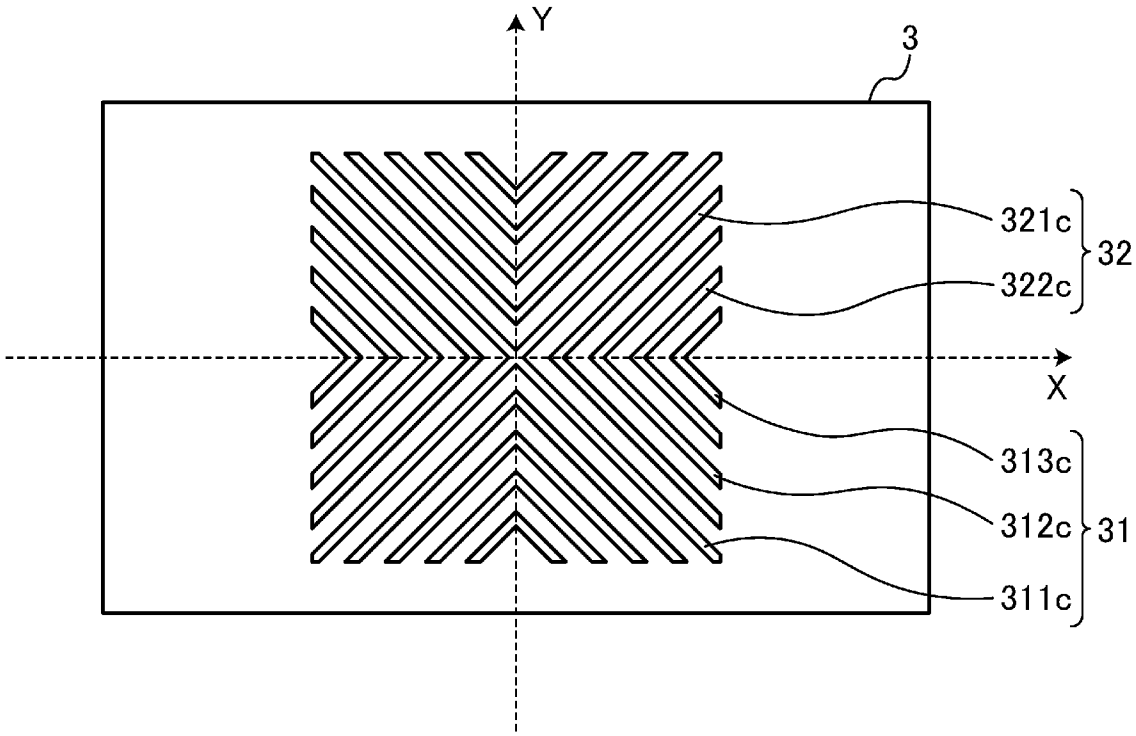
[図14]



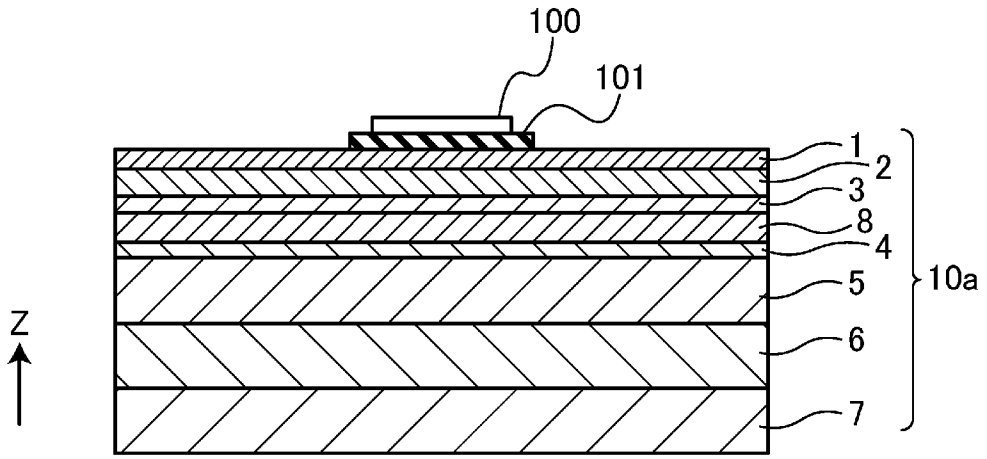
[図15]



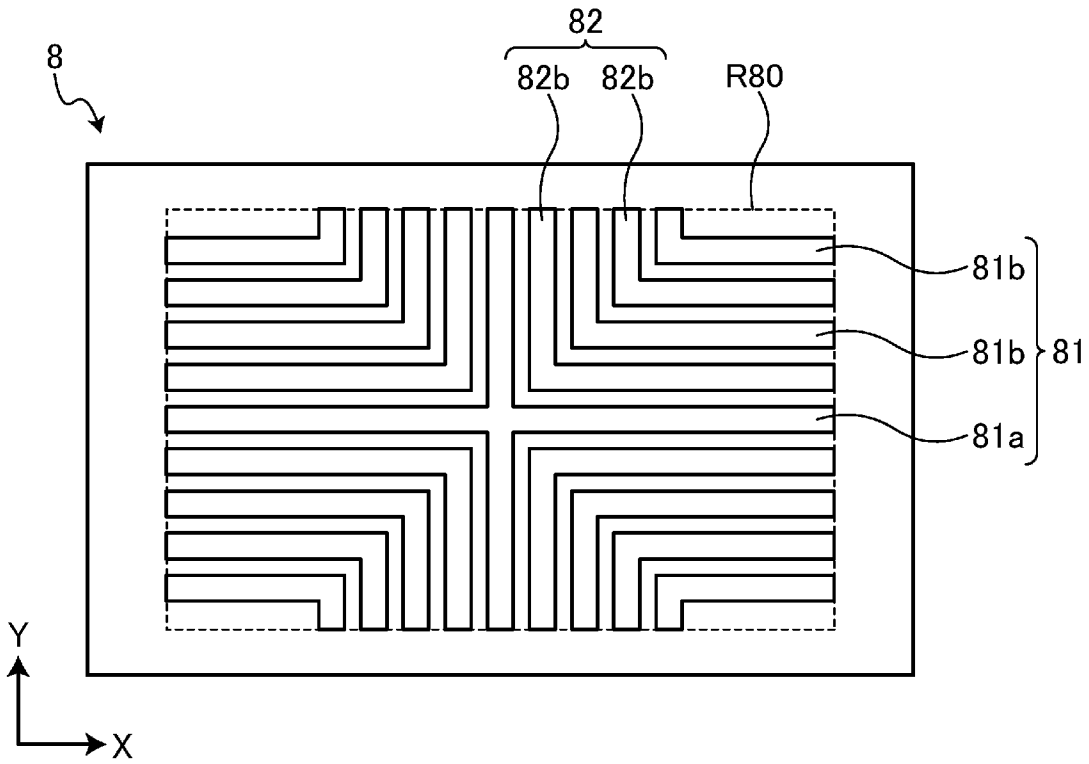
[図16]



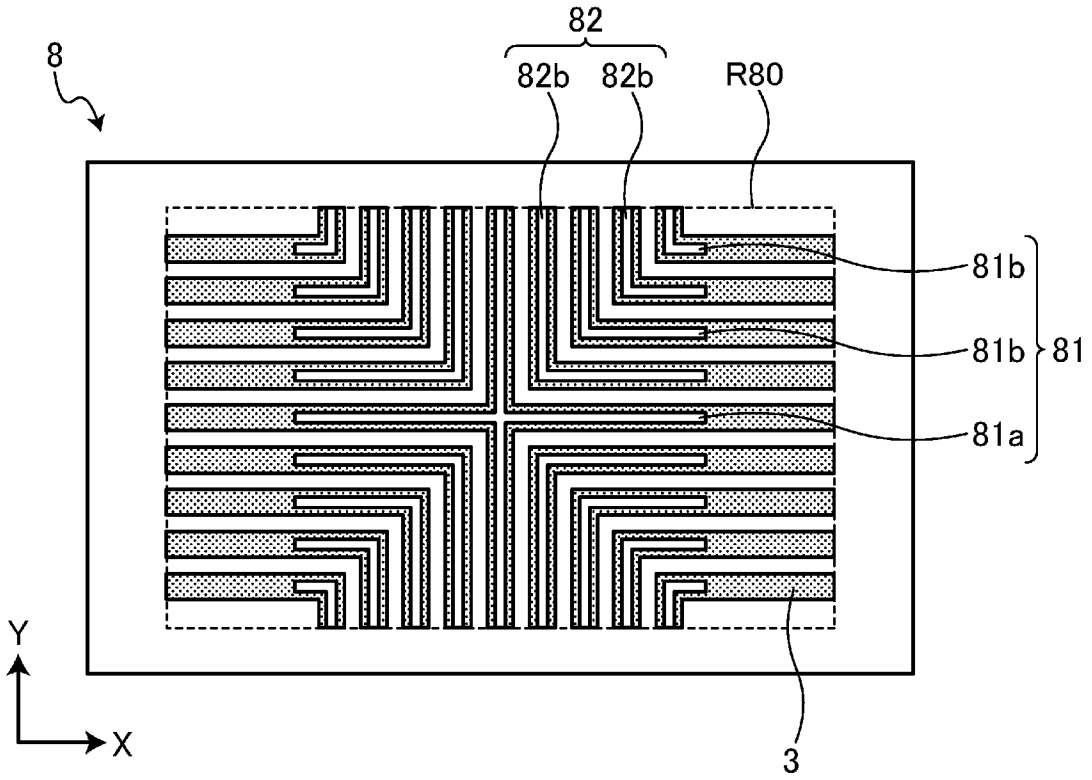
[図17]



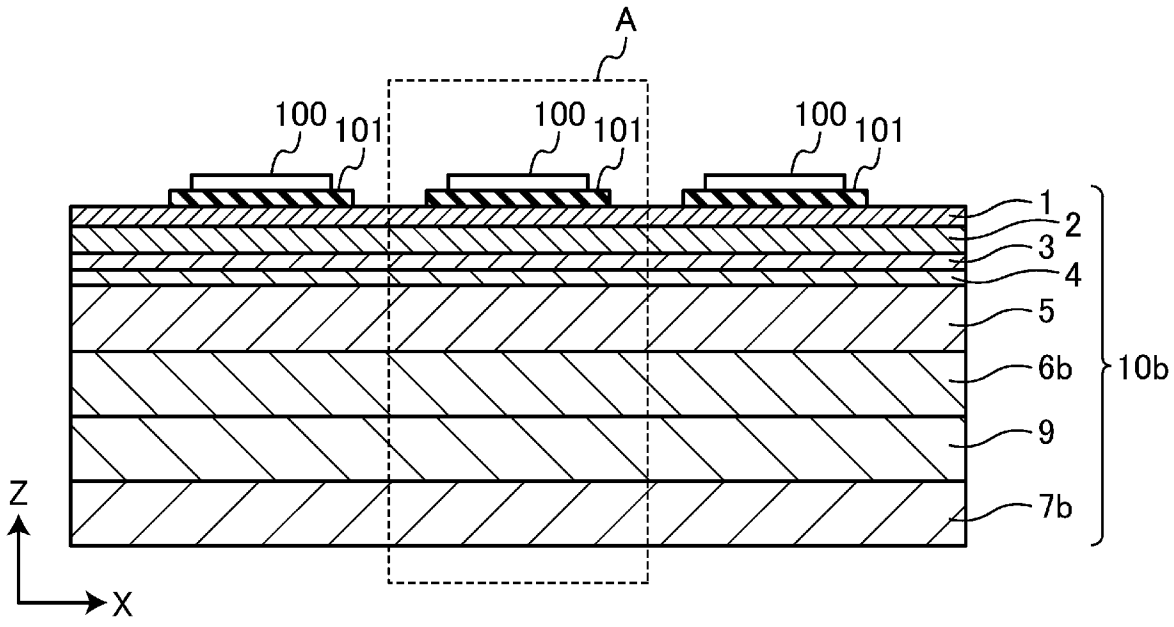
[図18]



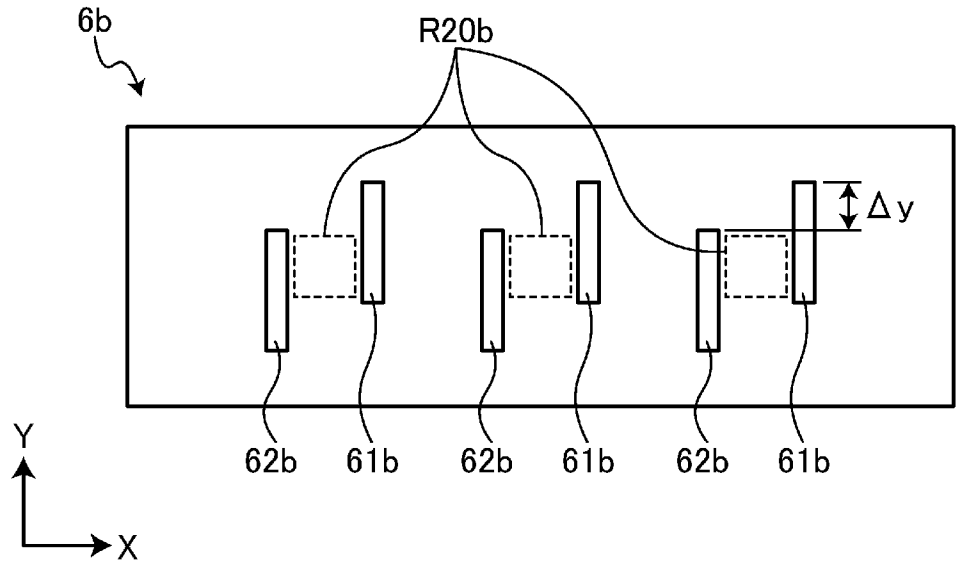
[図19]


8
82
82b
82b
R80
81b
81b
81
81a
3
Y
X

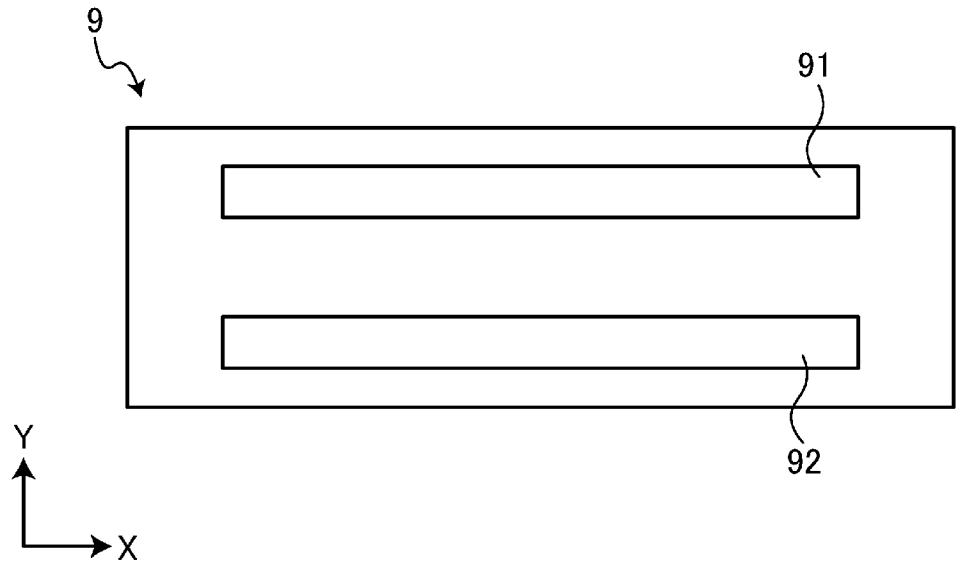
[図20]


A
100
101
100
101
100
101
1
2
3
4
5
6b
9
7b
10b
Z
X

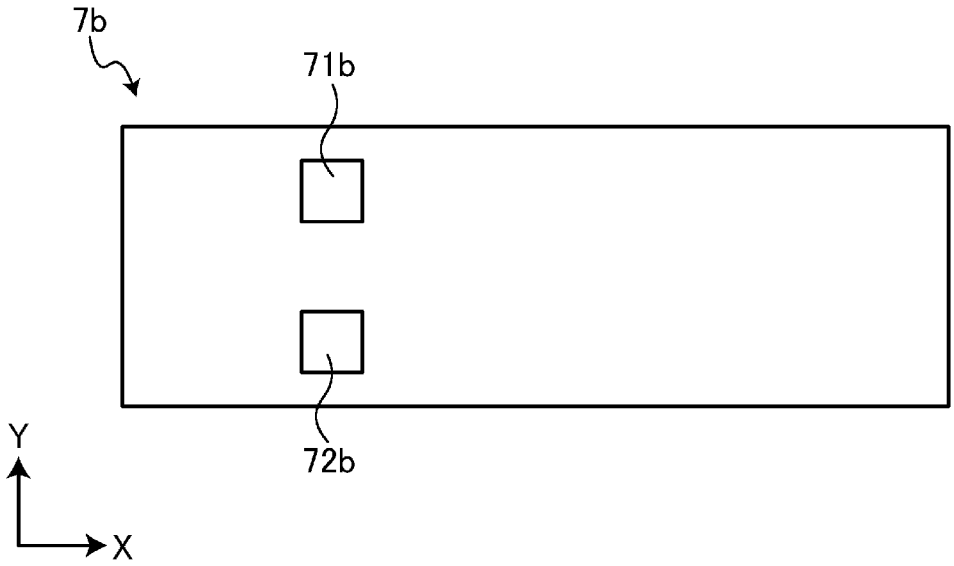
[図21]



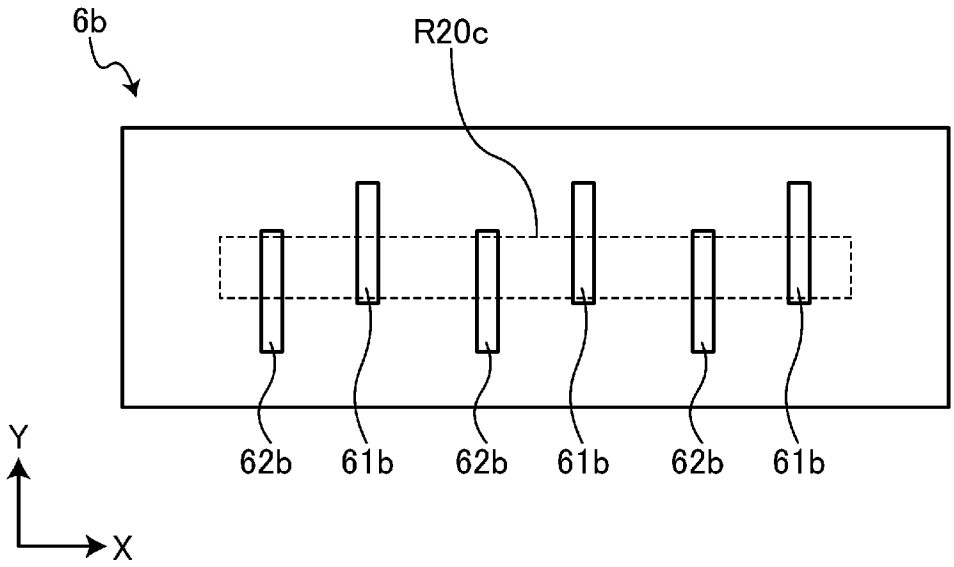
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/016172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/473(2006.01)i
FI: H01L23/46 Z

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)

H01L23/473

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	WO 2021/044550 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 11 March 2021 (2021-03-11) entire text	1-11
A	JP 2014-17412 A (NIPPON SOKEN, INC.) 30 January 2014 (2014-01-30) entire text	1-11
A	JP 2001-160649 A (JENOPTIK AG) 12 June 2001 (2001-06-12) entire text	1-11
A	JP 2003-51689 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 21 February 2003 (2003-02-21) entire text	1-11

☐ 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
08 June 2023	**20 June 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/JP2023/016172

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/044550 A1	11 March 2021	US 2022/0246495 A1	
		CN 114287056 A	
JP 2014-17412 A	30 January 2014	(Family: none)	
JP 2001-160649 A	12 June 2001	US 6480514 B1	
		FR 2800208 A1	
JP 2003-51689 A	21 February 2003	US 2003/0024689 A1	
		EP 1283550 A2	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/016172

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 23/473(2006.01)i
FI: H01L23/46 Z

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））

H01L23/473

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	WO 2021/044550 A1（三菱電機株式会社）11.03.2021（2021-03-11） 全文	1-11
A	JP 2014-17412 A（株式会社日本自動車部品総合研究所）30.01.2014（2014-01-30） 全文	1-11
A	JP 2001-160649 A（イェーノプティク アクチエンゲゼルシャフト）12.06.2001（2001-06-12） 全文	1-11
A	JP 2003-51689 A（株式会社東芝）21.02.2003（2003-02-21） 全文	1-11

☐ 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
08.06.2023	20.06.2023

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）

河合　俊英 5F 3238

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/JP2023/016172

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/044550 A1	11.03.2021	US 2022/0246495 A1	
		CN 114287056 A	
JP 2014-17412 A	30.01.2014	（ファミリーなし）	
JP 2001-160649 A	12.06.2001	US 6480514 B1	
		FR 2800208 A1	
JP 2003-51689 A	21.02.2003	US 2003/0024689 A1	
		EP 1283550 A2	