

(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
2019年12月5日(05.12.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/230911 A1

(51) 国際特許分類:

F28D 15/02 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01)

都 新 宿 区 市 谷 加 賀 町 一 丁 目 1 番
1 号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/021609

(22) 国際出願日: 2019年5月30日(30.05.2019)

(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 2018-103620 2018年5月30日(30.05.2018) JP
特願 2018-103633 2018年5月30日(30.05.2018) JP

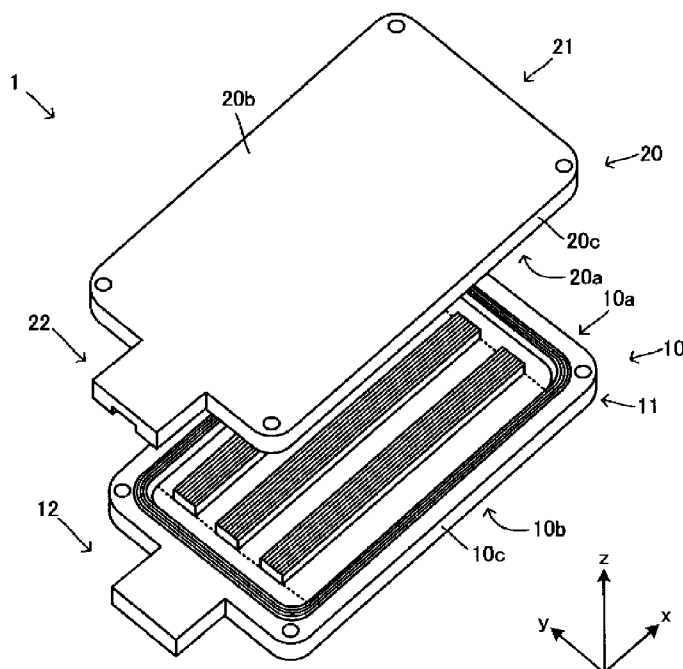
(71) 出願人: 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON
PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1628001 東京

(72) 発明者: 高橋 伸一郎(TAKAHASHI, Shinichiro);
〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番
1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 太田
貴之(OTA, Takayuki); 〒1628001 東京都新宿区
市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式
会社内 Tokyo (JP). 小田 和範(ODA, Kazunori);
〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1
番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).
武田 利彦(TAKEDA, Toshihiko); 〒1628001 東
京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大
日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 竹松 清隆
(TAKEMATSU, Kiyotaka); 〒1628001 東京都新
宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷

(54) Title: VAPOR CHAMBER AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: ペーパーチャンバー、及び電子機器

〔図2〕



(57) Abstract: Provided is a vapor chamber having a closed space and a working fluid which is sealed in the space, wherein a plurality of condensate flow passages, through which condensed liquid of the working fluid flows; and a vapor flow passage, through which vaporized vapor of the working fluid flows are provided in the closed space, and wherein the overhang amounts of overhang parts provided in the vapor flow passage are different in a direction in which the vapor flow passage extends; the pitches of openings which allows the vapor flow passage to communicate with the condensate

株式会社内 Tokyo (JP). 百瀬 輝寿(MOMOSE, Terutoshi); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 中村 陽子(NAKAMURA, Yoko); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:山本 典輝, 外(YAMAMOTO, Noriaki et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目 1 6 番 1 0 号 オークビル京橋 3 階 東京セントラル特許事務所内 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

flow passage are different in the direction in which the vapor flow passage extends; or wall parts that partition the passages have a predetermined relationship with the cross-sectional areas of the flow passages.

(57) 要約: 密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバであって、密閉空間には、作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、が具備され、蒸气流路に設けられた張出部の張出量が蒸气流路が延びる方向で異なる、蒸气流路と凝縮液流路とを連通する開口部のピッチが蒸气流路が延びる方向で異なる、又は、流路を仕切る壁部が所定の流路の横断面と所定の関係を有している。

明 細 書

発明の名称： ベーパーチャンバー、及び電子機器

技術分野

[0001] 本開示は密閉空間に封入された作動流体を相変化を伴いつつ還流することにより熱輸送を行うベーパーチャンバーに関する。

背景技術

[0002] パソコン並びに携帯電話及びタブレット端末等の携帯型端末に代表される電子機器にはCPU（中央演算処理装置）等の電子部品が備えられている。このような電子部品からの発熱量は、情報処理能力の向上により増加する傾向にあり、これを冷却する技術が重要となっている。このような冷却のための手段としてヒートパイプがよく知られている。これはパイプ内に封入された作動流体により、熱源における熱を他の部位に輸送することで拡散させ、熱源を冷却するものである。

[0003] 一方、近年においてこれら電子機器の薄型化が顕著であり、従来のヒートパイプよりも薄型の冷却手段が必要となってきた。これに対して例えば特許文献1に記載のようなベーパーチャンバー（平板状ヒートパイプ）が提案されている。

[0004] ベーパーチャンバーはヒートパイプによる熱輸送の考え方を平板状の部材に展開した機器である。すなわち、ベーパーチャンバーでは、対向する平板の間に作動流体が封入されており、この作動流体が相変化を伴いつつ還流することで熱輸送を行い、熱源における熱を輸送及び拡散して熱源を冷却する。

[0005] より具体的には、ベーパーチャンバーの対向する平板間には蒸気用流路と凝縮液用流路とが設けられ、ここに作動流体が封入されている。ベーパーチャンバーを熱源に配置すると、熱源の近くにおいて作動流体は熱源からの熱を受けて蒸発し、気体（蒸気）となって蒸気用流路を移動する。これにより熱源からの熱が熱源から離れた位置に円滑に輸送され、その結果熱源が冷却

される。

熱源からの熱を輸送した気体状態の作動流体は熱源から離れた位置にまで移動し、周囲に熱を吸収されることで冷却されて凝縮し、液体状態に相変化する。相変化した液体状態の作動流体は凝縮液用流路を通り、熱源の位置にまで戻ってまた熱源からの熱を受けて蒸発して気体状態に変化する。

以上のような循環により熱源から発生した熱が熱源から離れた位置に輸送され熱源が冷却される。

[0006] 特許文献1には、このような蒸気用流路（深溝部）と凝縮液用流路（浅溝部）とが形成された機器が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2000-111281号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本開示は、高い熱輸送能力を得ることができるペーパーチャンバーを提供することを課題とする。またこのペーパーチャンバーを備える電子機器を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の1つの態様は、密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバーであって、密閉空間には、作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、が具備され、蒸气流路には、凝縮液流路及び蒸气流路が配列される方向に蒸气流路側に突出した張出部が備えられるとともに、蒸气流路が延びる方向において張出部の張出量が異なっている、ペーパーチャンバーである。

[0010] 蒸气流路が延びる方向に複数の領域に分けたとき、1の領域における張出部の張出量が、1の領域に隣り合う両方の領域における張出部の張出量より

も小さくなるように構成してもよい。

[0011] 1つの蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において3つの領域に分けたとき、中央に配置される領域における張出量の平均値が、中央に配置される領域の両隣に配置される2つの領域における張出量のそれぞれの平均値よりも小さくなるように構成してもよい。

[0012] 1つの蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において5つの領域に分けたとき、中央に配置される領域における張出部の張出量の平均値、及び両端に配置される領域における張出部の張出量の平均値が、中央に配置される領域と両端に配置される領域との間に配置される領域における張出部の張出量の平均値よりも大きくなるように構成してもよい。

[0013] 本開示の他の態様は、密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーであって、密閉空間には、作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、作動流体が気化した蒸気が流れる蒸気流路と、が具備されており、蒸気流路と凝縮液流路とを隔てる壁部には、蒸気流路と凝縮液流路とを連通する開口部である連通開口部が複数設けられており、複数の連通開口部のピッチが蒸気流路が延びる方向において異なっている、ベーパーチャンバーである。

[0014] 蒸気流路が延びる方向において、1の領域に対して蒸気流路に沿った方向に並ぶ複数の連通開口部が含まれるように複数の領域に分けたとき、1の領域における連通開口部のピッチが、1の領域に隣り合う両方の領域における連通開口部のピッチよりも大きくなるように構成してもよい。

[0015] 1つの蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において3つの領域に分けたとき、両端に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値が、両端に配置される領域の間に配置される中央の領域に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成してもよい。

[0016] 1つの蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において5つの領域に分けたとき、中央に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値、及び両端に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値が、中央に

配置される領域と両端に配置される領域との間に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成してもよい。

[0017] 本開示の他の態様は、密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーであって、密閉空間には、作動流体が流れる複数の流路が形成され、隣り合う流路の間には壁部を有しており、壁部の幅 S_A は、 $20\ \mu\text{m}$ 以上 $300\ \mu\text{m}$ 以下であり、流路の横断面の断面積 S_B (μm^2) との関係である S_A を S_B で除した値が $0.005\ (\mu\text{m}^{-1})$ 以上 $0.04\ (\mu\text{m}^{-1})$ 以下である、ベーパーチャンバーである。

[0018] 流路は、作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、を有し、壁部は、隣り合う凝縮液流路の間に形成された壁部としてもよい。

[0019] 壁部の幅が凝縮液流路の幅より小さくなるように構成してもよい。

[0020] 凝縮液流路にはその表面に溝が形成されていてもよい。

[0021] 壁部には、隣り合う流路を連通する開口部を複数有していてもよい。

[0022] 開口部は、隣り合う壁部で流路が延びる方向で位置が異なるように設けられてもよい。

[0023] 筐体と、筐体の内側に配置された電子部品と、電子部品に対して直接又は他の部材を介して接触して配置された上記ベーパーチャンバーと、を備える、電子機器を提供することができる。

発明の効果

[0024] 本開示のベーパーチャンバーによれば熱輸送能力を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1はベーパーチャンバー1の斜視図である。

[図2]図2はベーパーチャンバー1の分解斜視図である。

[図3]図3は第一シート10の斜視図である。

[図4]図4は第一シート10の平面図である。

[図5]図5は第一シート10の切断面である。

[図6]図6は第一シート10の他の切断面である。

[図7]図7は第一シート10の他の切断面である。

[図8]図8は外周液流路部14を平面視して一部を拡大して表した図である。

[図9]図9は他の形態の壁部及び連通開口部を表した現した図である。

[図10]図10は他の形態の壁部及び連通開口部を表した現した図である。

[図11]図11は他の形態の壁部及び連通開口部を表した現した図である。

[図12]図12は他の例の外周液流路部14を平面視して一部を拡大して表した図である。

[図13]図13は内側液流路部15に注目した切断面である。

[図14]図14は内側液流路部15を平面視して一部を拡大して表した図である。

[図15]図15は内側液流路部15を平面視して一部を拡大して表した図である。

[図16]図16は領域の分け方が異なる例を説明する図である。

[図17]図17は第二シート20の斜視図である。

[図18]図18は第二シート20の平面図である。

[図19]図19は第二シート20の切断面である。

[図20]図20は第二シート20の切断面である。

[図21]図21は第二シート20の他の切断面である。

[図22]図22は変形例にかかる第二シート20の平面図である。

[図23]図23は領域の分け方の異なる例を説明する図である。

[図24]図24は領域の分け方の異なる例を説明する図である。

[図25]図25はベーパーチャンバー1の切断面である。

[図26]図26はベーパーチャンバー1の切断面である。

[図27]図27は図25の一部を拡大した図である。

[図28]図28は図26の一部を拡大した図である。

[図29]図29は凝縮液流路3を平面視して一部を拡大して表した図である。

[図30]図30は凝縮液流路3を平面視して一部を拡大して表した図である。

[図31]図31は図1のI₁₃－I₁₃で示した線に沿った切断面である。

[図32]図32は壁部15b及び2つの凝縮液流路3の切断面である。

[図33]図33は壁部の耐久性の考え方を説明する図である。

[図34]図34は壁部の耐久性の考え方を説明する図である。

[図35]図35は他の例を説明する図である。

[図36]図36は他の例を説明する図である。

[図37]図37は他の例を説明する図である。

[図38]図38は他の例を説明する図である。

[図39]図39は変形例にかかるベーパーチャンバーの断面の一部を拡大した図である。

[図40]図40は変形例にかかるベーパーチャンバーの断面の一部を拡大した図である。

[図41]図41は電子機器40を説明する斜視図である。

[図42]図42は電子部品の配置の形態例を示す図である。

[図43]図43は電子部品の配置の形態例を示す図である。

[図44]図44は電子部品の配置の他の形態例を示す図である。

[図45]図45は電子部品の配置の他の形態例を示す図である。

[図46]図46はベーパーチャンバー1の作動を説明する図である。

[図47]図47はベーパーチャンバー101の斜視図である。

[図48]図48はベーパーチャンバー101の分解斜視図である。

[図49]図49は第三シート130をz方向から見た図である。

[図50]図50は図49とは反対側から見た図である。

[図51]図51は第三シート130の切断面である。

[図52]図52は第三シート130の他の切断面である。

[図53]図53は外周液流路部134に注目した切断面である。

[図54]図54は外周液流路部134をz方向から見て一部を拡大した図である。

[図55]図55は内側液流路部138に注目した切断面である。

[図56]図56は内側液流路部138をz方向から見て一部を拡大した図であ

る。

[図57]図57はベーパーチャンバー101の切断面である。

[図58]図58はベーパーチャンバー101の他の切断面である。

[図59]図59は図57の一部を拡大した図である。

[図60]図60は図57の他の一部を拡大した図である。

[図61]図61は壁部139a及び2つの凝縮液流路103の切断面である。

[図62]図62は張出部241を説明する図である。

[図63]図63は張出部341を説明する図である。

[図64]図64は張出部441を説明する図である。

[図65]図65は張出部541を説明する図である。

[図66]図66は張出部641を説明する図である。

[図67]図67は張出部741を説明する図である。

[0026] 以下、各形態を図面に基づき説明する。本発明はこれら形態に限定されるものではない。なお、以下に示す図面では分かりやすさのため部材の大きさや比率を変更または誇張して記載することがある。また、見やすさのため説明上不要な部分の図示や繰り返しとなる符号は省略することがある。

また、ベーパーチャンバーでは、密閉空間内を作動流体が相変化を伴いつつ移動するため、本明細書では気化して気体である作動流体を「蒸気」、液化して液体である作動流体を「凝縮液」と記載することがある。

[0027] 図1には第一形態にかかるベーパーチャンバー1の外観斜視図、図2にはベーパーチャンバー1の分解斜視図を表した。これら図及び以下に示す各図には便宜のため、互いに直交する方向を表す矢印(x、y、z)も表すことがある。ここでx y面内方向は平板状であるベーパーチャンバー1の板面に沿った方向であり、z方向は厚さ方向である。

[0028] ベーパーチャンバー1は、図1、図2からわかるように第一シート10及び第二シート20を有している。そして、後で説明するように、この第一シート10と第二シート20とが重ねられて接合(拡散接合、ろう付け等)されていることにより第一シート10と第二シート20との間に密閉空間2が

形成され（例えば図25参照）、この密閉空間2に作動流体が封入されている。

[0029] 本形態で第一シート10は全体としてシート状の部材である。図3には第一シート10を内面10a側から見た斜視図、図4には第一シート10を内面10a側から見た平面図をそれぞれ表した。また、図5には図4の I_1-I_1 で切断したときの第一シート10の切断面を示した。なお、後で説明するように第一シート10は3つの領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 に分けて考えることができるため、図4にはそれぞれについて I_1-I_1 線が表記されているが、本形態では図3に表した断面については、領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 でいずれも同じとなるので、ここでは1つの図のみを表した。

[0030] 第一シート10は、内面10a、該内面10aとは反対側となる外面10b及び内面10aと外面10bとを連結して厚さを形成する側面10cを備え、内面10a側に作動流体が還流する流路のためのパターンが形成されている。後述するようにこの第一シート10の内面10aと第二シート20の内面20aとが対向するようにして重ね合わされることで密閉空間2が形成される。

[0031] このような第一シート10は本体11及び注入部12を備えている。本体11は作動流体が還流する部位を形成するシート状であり、本形態では平面視で角が円弧（いわゆるR）にされた長方形である。

注入部12は第一シート10と第二シート20により形成された密閉空間2（例えば図25参照）に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では本体11の平面視長方形である一辺から突出する平面視四角形のシート状である。本形態では第一シート10の注入部12は内面10a側も外面10b側も平坦面とされている。

[0032] このような第一シート10の厚さは特に限定されることはないが、0.75mm以下であることが好ましく、0.50mm以下であってもよく、0.2mm以下であってもよい。一方、この厚さは0.02mm以上であることが好ましく、0.05mm以上であってもよく、0.1mm以上であっても

よい。この厚さの範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。

また、厚さの範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより薄型のベーパーチャンバーとして適用できる場面を多くすることができる。

[0033] また、第一シート10を構成する材料も特に限定されることはないが、熱伝導率が高い金属であることが好ましい。これには例えば銅、銅合金を挙げることができる。

ただし、必ずしも金属材料である必要はなく、例えば AlN 、 Si_3N_4 、又は Al_2O_3 などセラミックスや、ポリイミドやエポキシなど樹脂も可能である。

また、1つシート内で2種類以上の材料を積層したものをを用いてもよいし、部位によって材料が異なってもよい。

[0034] 本体11の内面10a側には、作動流体が還流するための構造が形成されている。具体的には、本体11の内面10a側には、外周接合部13、外周液流路部14、内側液流路部15、蒸气流路溝16、及び、蒸气流路連通溝17が具備されて構成されている。

[0035] 外周接合部13は、本体11の内面10a側に、該本体11の外周に沿って形成された面を有する部位である。この外周接合部13が第二シート20の外周接合部23に重なって接合（拡散接合、ろう付け等）されることにより、第一シート10と第二シート20との間に密閉空間2が形成され、ここに作動流体が封入される。

[0036] 図4乃至図7に W_1 で示した外周接合部13の幅（外周接合部13が延びる方向に直交する方向の大きさで、第二シート20との接合面における幅）は必要に応じて適宜設定することができるが、この幅 W_1 は、3mm以下であることが好ましく、2.5mm以下であってもよく、2.0mm以下であってもよい。幅 W_1 が3mmより大きくなると、密閉空間の内容積が小さくなり蒸

気流路や凝縮液流路が十分確保できなくなる虞がある。一方、幅 W_1 は0.2 mm以上であることが好ましく、0.6 mm以上であってもよく、0.8 mm以上であってもよい。幅 W_1 が0.2 mmより小さくなると第一シートと第二シートとの接合時における位置ずれが生じた際に接合面積が不足する虞がある。幅 W_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0037] また外周接合部13のうち、本体11の四隅には厚さ方向（z方向）に貫通する穴13aが設けられている。この穴13aは第二シート20との重ね合わせの際の位置決め手段として機能する。

[0038] 外周液流路部14は、液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る第2流路である凝縮液流路3（図25参照）の一部を構成する部位である。図6には図5のうち矢印 1_2 で示した部分、図7には図4に 1_3-1_3 で切断される部位の切断面を示した。いずれの図にも外周液流路部14の断面形状が表れている。また、図8には図6に矢印 1_4 で示した方向から見た外周液流路部14を平面視した拡大図を表した。

[0039] これら図からわかるように、外周液流路部14は本体11の内面10aのうち、外周接合部13の内側に沿って形成され、密閉空間2の外周に沿って環状となるように設けられている。また、外周液流路部14には、本体11の外周方向に平行に延びる複数の溝である液流路溝14aが形成され、複数の液流路溝14aが、該液流路溝14aが延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。従って、図6、図7からわかるように外周液流路部14ではその断面において凹部である液流路溝14aと液流路溝14aの間である壁部14bとが凹凸を繰り返して形成されている。

ここで液流路溝14aは溝であることから、その断面形状において、外面10b側に底部、及び底部とは向かい合わせとなる反対の内面10a側に開口を備えている。

[0040] また、このように複数の液流路溝 14 a を備えることで、1 つ当たりの液流路溝 14 a の深さ及び幅を小さくし、第 2 流路である凝縮液流路 3（図 25 参照）の流路断面積を小さくして大きな毛細管力を利用することができる。一方、液流路溝 14 a を複数とすることにより合計した全体としての凝縮液流路 3 の流路断面積は適する大きさが確保され、必要な流量の凝縮液を流すことができる。

[0041] さらに、外周液流路部 14 では、図 8 からわかるように隣り合う液流路溝 14 a は、所定の間隔で連通開口部 14 c により連通している。これにより複数の液流路溝 14 a 間で凝縮液量の均等化が促進され、効率よく凝縮液を流すことができ、円滑な作動流体の還流が可能となる。また、蒸气流路 4（図 25 参照）を形成する蒸气流路溝 16 に隣接する壁部 14 b に設けられた連通開口部 14 c は、蒸气流路 4 と凝縮液流路 3 とを連通させる。

[0042] 図 9 乃至図 11 には、図 8 の視点と同じ視点で、1 つの凝縮液流路 14 a とこれを挟む 2 つの壁部 14 b、及び各壁部 14 b に設けられた 1 つの連通開口部 14 c を示した図を表した。これらはいずれも、当該視点（平面視）で壁部 14 b の形状が図 8 の例とは異なる。

すなわち、図 8 に示した壁部 14 b では、連通開口部 14 c が形成される端部においてもその幅 (W_{31}) が他の部位と同じであり一定である。これに対して図 9 乃至図 11 に示した形状の壁部 14 b では、連通開口部 14 c が形成される端部においてその幅が、壁部 14 b の最大幅 (W_{31}) よりも小さくなるように形成されている。より具体的には、図 9 の例では当該端部において角が円弧状となり角に R が形成されることにより端部の幅が小さくなる例、図 10 は端部が半円状とされることにより端部の幅が小さくなる例、図 11 は端部が尖るように先細りとなる例である。

[0043] 図 9 乃至図 11 に示したように、壁部 14 b において連通開口部 14 c が形成される端部でその幅が、壁部 14 b の最大幅 (W_{31}) よりも小さくなるように形成されていることで、連通開口部 14 c を作動流体が移動しやすくなり、隣り合う凝縮液流路 3 への作動流体の移動が容易となり、さらに作動

流体の円滑な還流が可能となる。

一方で、ベーパーチャンバーの非作動時においては、後述するように、連通開口部 14 c の近傍に溜まった作動流体が凍結して体積が増加する。そのとき、第一シートと第二シートを離す方向に働く力が加わると、壁部 14 b の端部がこのように細くなっていることから、当該細くなった部位に応力が集中して壁部 14 b の破壊がされやすい状況になる。しかしながら本形態ではこのような場合であっても壁部 14 b が破壊されることなく十分な耐久力を有するものとなる。

[0044] 本形態では図 8 に示したように 1 つの液流路溝 14 a が延びる方向の同じ位置に対向するように連通開口部 14 c が配置されている。ただしこれに限定されることはなく、例えば図 12 に示したように、1 つの液流路溝 14 a が延びる方向で異なる位置に連通開口部 14 c が配置されてもよい。すなわち、この場合はいわゆるオフセットされた千鳥配列状に連通開口部 14 c が配置されている。

このようにオフセットして連通開口部 14 c を設けることで、凝縮液流路 3 を進行する作動流体からみたときに、連通開口部 14 c が両側に同時に表れることがなく、連通開口部 14 c が表れても少なくとも一方の側面は常に壁部 14 b が存在する。そのため、毛細管力を連続的に得ることができる。かかる観点からオフセットして連通開口部 14 c を形成することで作動流体に働く毛細管力を高く維持することができるため、より円滑な還流が可能となる。

一方で、ベーパーチャンバーの非作動時においては、このような強い毛管力のため、図 8 の例に比べて凝縮液が連通開口部 14 c に多く溜まる傾向にある。すると、後述するように作動流体が凍結して体積が増加したときに第一シートと第二シートを離す方向、すなわち壁部 14 b を破壊する方向により大きな力が加わる。しかしながら本形態ではこのような場合であっても壁部 14 b が破壊されることなく十分な耐久力を有するものとなる。

[0045] また、このように連通開口部 14 c をオフセットして配列にした場合にも

、図9乃至図11の例に倣って壁部14bにおける端部形状を構成することもできる。

[0046] 以上のような構成を備える外周液流路部14は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

図4乃至図7に W_2 で示した外周液流路部14の幅（液流路部14aが配列される方向の大きさで、第二シート20との接合面における幅）は、ペーパーチャンバー全体の大きさ等から適宜設定することができるが、幅 W_2 は、3.0mm以下であることが好ましく、1.5mm以下であってもよく、1.0mm以下であってもよい。幅 W_2 が3.0mmを超えると内側の凝縮液流路や蒸气流路のための空間が十分にとれなくなる虞がある。一方、幅 W_2 は0.1mm以上であることが好ましく、0.2mm以上であってもよく、0.4mm以上であってもよい。幅 W_2 が0.1mmより小さいと外側を還流する凝縮液の量が十分得られない虞がある。幅 W_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0047] 液流路溝14aについて、図6、図8に W_3 で示した溝幅（液流路溝14aが配列される方向の大きさ、溝の開口面における幅）は、1000 μ m以下であることが好ましく、500 μ m以下であってもよく、300 μ m以下であってもよい。一方、溝幅 W_3 は30 μ m以上であることが好ましく、40 μ m以上であってもよく、60 μ m以上であってもよい。溝幅 W_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、溝幅 W_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また、図6、図7に D_1 で示した溝の深さは、200 μ m以下であることが好ましく、150 μ m以下であってもよく、100 μ m以下であってもよい。

。一方、深さ D_1 は $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $20\mu\text{m}$ 以上であってもよい。深さ D_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

以上のように構成することにより、還流に必要な凝縮液流路の毛細管力をより強く発揮することができる。

[0048] 凝縮液流路の毛細管力をより強く発揮する観点から、幅 W_3 を深さ D_1 で割った値である流路断面におけるアスペクト比（縦横比）は、1.0よりも大きいことが好ましい。この比は1.5以上でもよく、2.0以上であってもよい。または、アスペクト比は1.0より小さくてもよい。この比は0.75以下であってもよく、0.5以下であってもよい。

その中でも製造の観点から W_3 は D_1 より大きいことが好ましく、かかる観点からアスペクト比は1.3より大きいことが好ましい。

[0049] また、壁部14bについて、図6、図8乃至図11に W_{31} で示した幅（壁部14bが配列される方向の大きさ、壁部14bの内面10a側部位の幅）は、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、幅 W_{31} は $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅が $20\mu\text{m}$ より小さいと作動流体の凍結と溶融との繰り返しにより破断し易くなり、この幅が $500\mu\text{m}$ より大きくなると連通開口部14cの幅が大きくなりすぎ、隣り合う凝縮液流路3との作動流体の円滑な連通が阻害される虞がある。

幅 W_{31} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、溝幅 W_{31} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0050] 本形態では液流路溝 14 a の断面形状は半楕円形であるがこれに限定されることなく、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円、又は、これらから選ばれる複数が組み合わせられた形状であってもよい。

[0051] また、図 8 に P_1 で示した複数の液流路溝 14 a における隣り合う液流路溝 14 a のピッチは $1300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $700\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、ピッチ P_1 は $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $70\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $110\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ P_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより、凝縮液流路の密度を上げつつ、接合時や組み立て時に変形して流路が潰れることを抑制することができる。

[0052] 図 3 乃至図 5 に戻って内側液流路部 15 について説明する。内側液流路部 15 も液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る第 2 流路として凝縮液流路 3 の一部を構成する部位である。図 13 には図 5 のうち 15 で示した部分を示した。この図にも内側液流路部 15 の断面形状が表れている。

[0053] 内側液流路部 15 は本体 11 の内面 10 a のうち、環状である外周液流路部 14 の環の内側に形成されている。本形態の内側液流路部 15 は、図 3、図 4 からわかるように、本体 11 の平面視長方形で長辺に平行な方向（x 方向）に延びる凸条であり、複数（本形態では 3 つ）の内側液流路部 15 が同短辺に平行な方向（y 方向）に所定の間隔で配列されている。

[0054] そして、各内側液流路部 15 には、内側液流路部 15 が延びる方向に平行な溝である液流路溝 15 a が形成され、複数の液流路溝 15 a が、該液流路溝 15 a が延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。従って、図 5、図 13 からわかるように内側液流路部 15 ではその断面において

凹部である液流路溝 15 a と液流路溝 15 a の間である隔壁となる壁部 15 b とが凹凸を繰り返して形成されている。液流路溝 15 a は溝であることから、その断面形状において、外面 10 b 側に底部、及び底部とは向かい合わせとなる反対の内面 10 a 側に開口を備えている。

[0055] このように複数の液流路溝 15 a を備えることで、1つ当たりの液流路溝 15 a の深さ及び幅を小さくし、第2流路としての凝縮液流路 3（図 25 参照）の流路断面積を小さくして大きな毛細管力を利用することができる。一方、液流路溝 15 a を複数とすることにより合計した全体としての凝縮液流路 3 の流路断面積は適する大きさが確保され、必要な流量の凝縮液を流すことができる。

[0056] 一方、本形態では、内側液流路部 15 の長手方向については、次のような特徴を備えている。図 4 に R_1 、 R_2 、 R_3 で示したように3つの領域に分けて考える。ただし、本形態では領域 R_1 と領域 R_3 とでは内側液流路部 15 は同じ形状であり、該領域 R_1 と領域 R_3 に挟まれた領域 R_2 における内側液流路部 15 で領域 R_1 、領域 R_3 とは異なる形状を具備している。

図 14 には、領域 R_1 及び領域 R_3 における内側液流路部 15 について、図 14 に矢印 I₅ で示した方向から見た内側液流路部 15 を平面視した拡大図を示した。図 15 には、領域 R_2 における内側液流路部 15 について、図 14 に矢印 I₅ で示した方向から見た内側液流路部 15 を平面視した拡大図を示した。

[0057] 図 14、図 15 からわかるように内側液流路部 15 では、隣り合う液流路溝 15 a が所定の間隔で設けられた連通開口部 15 c により連通している。これにより複数の液流路溝 15 a 間で凝縮液量の均等化が促進され、効率よく凝縮液を流すことができるため、作動流体の円滑な還流が可能となる。また、蒸气流路 4（図 25 参照）を形成する蒸气流路溝 16 に隣接する隔壁である壁部 15 b に設けられた連通開口部 15 c は、蒸气流路 4 と凝縮液流路 3 とを連通させる。従って、連通開口部 15 c を構成することにより蒸气流路 4 で生じた凝縮液を円滑に凝縮液流路 3 に移動させることができる。

[0058] ここで、本形態では、蒸気流路4が延びる方向において、蒸気流路4に沿った方向に並ぶ複数の連通開口部15cが含まれるように、これを複数の領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 に分けたとき、1の領域である領域 R_2 における連通開口部15cのピッチが、領域 R_2 に隣り合う両方の領域である領域 R_1 、領域 R_3 における連通開口部15cのピッチよりも大きくされている。

そこで本形態では図14と図15とを対比してもわかるように、少なくとも蒸気流路溝16に隣接する連通開口部15cにおいて、図15に示した領域 R_2 の連通開口部15cのピッチ P_{R2} が、図14に示した領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部15のピッチ P_{R1} よりも大きくなるように構成されている。すなわち、連通開口部のピッチが長い領域（領域 R_2 ）の両隣の領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）の連通開口部のピッチが、間にある領域 R_2 の連通開口部のピッチより小さくなるように構成されている。

これにより、後で説明するように、連通開口部のピッチが長い領域（領域 R_2 ）では、これに隣り合う領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）よりも作動流体と第一シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなることから、作動流体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_1 を熱源が配置される蒸発部とした場合に、蒸気が領域 R_2 にて凝縮して蒸気流路を塞いでしまうようなことが防止され、熱源から離隔した領域 R_3 まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_1 を蒸発部（受熱部、熱源が配置される部位）としたときに、作動流体が領域 R_2 にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_1 で凝縮液が不足することを防止できる。

同時に、領域 R_2 では、凝縮液流路において隣り合う領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）よりも毛細管力が続く距離が長いこと凝縮液の輸送を促すことができる。

これにより、作動流体の円滑な還流が可能になり、熱輸送能力を高めることができる。

[0059] 本形態では、領域 R_1 及び領域 R_3 における連通開口部のピッチ（ P_{R1} ）を同じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_1 及び領域 R_3 における連

通開口部のピッチが異なってもよい。本形態でいえば、少なくとも蒸気流路溝 16 に隣接する連通開口部 15c において、領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部のピッチが領域 R_2 の連通開口部のピッチよりも小さければよい。

[0060] ここで、領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_1 及び領域 R_3 の一方を蒸発部（受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位）とし、領域 R_1 及び領域 R_3 の他方を冷却部として、その間の領域 R_2 を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることが好ましい。

従って、蒸発部とされた領域（領域 R_1 及び領域 R_3 の一方）は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域（領域 R_1 及び領域 R_3 の他方）も蒸発部とされた領域と同じ大きさとすることができる。

[0061] また、本形態では 1 つの領域内では連通開口部のピッチが一定である例を示したが、これに限られることはなく、連通開口部のピッチが同じ領域内でも変化する形態であってもよい。この場合には、1 つの内側液流路部 15 の全長を 3 つの領域に分けて考え、領域ごとに蒸気流路溝に隣接する連通開口部のピッチの平均値を算出し、中央の領域の連通開口部のピッチの平均値が、両端の領域の連通開口部のピッチの平均値よりも大きくなるように（両端の領域の連通開口部のピッチの平均値が、中央の領域の連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように）、構成すればよい。ここで 3 つの領域に分けるとときには 3 等分を考えてもよい。

[0062] また、本形態では 3 つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部（受熱部）、他方を冷却部とする場合が想定できる。これに対して、図 16 に示したように、5 つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 R_1' 乃至領域 R_5' に分け、中央の領域 R_3' 、及び両端の領域 R_1' 、領域 R_5' に具備される連通開口部のピッチの平均値が、領域 R_1' と領域 R_3' との間である領域 R_2' 、領域 R_3' と領域 R_5' との間である領域 R_4' に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成される。ここで 5 つの領域に分け

て考える際には5等分を考えることもできる。

この場合は、中央の領域 R_3' を蒸発部（受熱部）として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_1' 及び領域 R_5' を冷却部とすることが想定される。

[0063] すなわち、第一シート10では、複数の連通開口部のピッチが内側液流路部が延びる方向において異なっているものである。これに加えて、ある領域における連通開口部のピッチが、このある領域に隣り合う両方の領域における連通開口部のピッチよりも大きくされている部位を具備する。

[0064] 内側液流路部15についても図9乃至図11の例に倣って壁部15bに対して、連通開口部15cが形成される端部においてその幅が、壁部15bの最大幅よりも小さくなるように形成されるようにしてもよい。

これにより、連通開口部15cを作動流体が移動しやすくなり、さらに作動流体の円滑な還流が可能となる。

一方で、ベーパーチャンバーの非作動時においては、後述するように、連通開口部15cの近傍に溜まった作動流体が凍結して体積が増加する。そのとき、第一シートと第二シートを離す方向に働く力が加わると、壁部15bの端部がこのような細くなっていることから、当該細くなった部位に応力が集中して壁部15bの破壊がされやすい状況になる。しかしながら本形態ではこのような場合であっても壁部15bが破壊されることなく十分な耐久力を有するものとなる。

[0065] この連通開口部15cについても、連通開口部14cと同様に、図12に示した例に倣って、オフセットされたいわゆる千鳥配列状に連通開口部が配置されてもよい。このように連通開口部15cをオフセットして配列にした場合にも、図9乃至図11の例に倣って壁部15bにおける端部形状を構成することもできる。

[0066] 以上のような構成を備える内側液流路部15は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

図4、図5、図13に W_4 で示した内側液流路部15の幅（内側液流路部1

5と蒸気流路溝16が配列される方向の大きさを、第二シート20との接合面における幅)は、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_4 は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_4 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_4 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより蒸気流路の流路抵抗を十分に下げ、蒸気の移動と、凝縮液の還流をバランスよく行うことができる。

[0067] また、図5に P_2 で示した内側液流路部15の配列ピッチは、 $4000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $2000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、このピッチ P_2 は $200\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $800\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ P_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより蒸気流路の流路抵抗を下げ、蒸気の移動と、凝縮液の還流とをバランスよく行うことができる。

[0068] 液流路溝15aについて、図13乃至図15に W_5 で示した溝幅(液流路溝15aが配列される方向の大きさを、溝の開口面における幅)は、 $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この溝幅 W_5 は $30\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $40\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $60\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_5 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の

候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_5 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また、図13に D_2 で示した溝の深さは、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この深さ D_2 は $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $20\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この深さ D_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより還流に必要な凝縮液流路の毛細管力を強く発揮することができる。

[0069] 流路の毛細管力をより強く発揮する観点から、幅 W_5 を深さ D_2 で割った値で表される流路断面におけるアスペクト比（縦横比）は、1.0よりも大きいことが好ましい。1.5以上であってもよいし、2.0以上であってもよい。又は1.0よりも小さくてもよく、0.75以下でもよく0.5以下でもよい。

その中でも製造の観点から幅 W_5 は深さ D_2 よりも大きいことが好ましく、かかる観点からアスペクト比は1.3より大きいことが好ましい。

[0070] また、壁部15bについて、図13乃至図15に W_{51} で示した幅（壁部15bが配列される方向の大きさ、壁部15bの内面10a側部位の幅）は、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、幅 W_{51} は $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅が $20\mu\text{m}$ より小さいと作動流体の凍結と溶融との繰り返しにより破断し易くなり、この幅が $500\mu\text{m}$ より大きくなると連通開口部15cの幅が大きくなりすぎ、隣り合う凝縮液流路3との作動流体の円滑な連通が阻害され

る虞がある。

幅 W_{51} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、溝幅 W_{51} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0071] 本形態で液流路溝15aの断面形状は半楕円形であるが、これに限らず、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形等、及びこれらが組み合わせられた形状であってもよい。

[0072] また、図14、図15に P_3 で示した隣り合う液流路溝15aのピッチは、 $1300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $700\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、このピッチ P_3 は $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $70\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $110\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ P_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより凝縮液流路の密度を上げつつ、接合時や組み立て時に変形して流路が潰れることを抑制することができる。

[0073] 連通開口部15cについて、図14、図15に L_1 で示した液流路溝15aが延びる方向に沿った連通開口部の大きさは、 $1100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $550\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $220\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この大きさ L_1 は $30\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $55\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $70\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この大きさ L_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、大きさ L_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0074] 図14、図15に P_{R1} 、 P_{R2} で示した、液流路溝15aが延びる方向における隣り合う連通開口部15cのピッチは、上記したような関係を備えているが、さらに次のように構成することができる。このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} は、 $2700\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1800\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $900\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} は $60\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $110\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $140\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0075] 連通開口部15cの態様、上記大きさ L_1 、及び、連通開口部15cのピッチ P_{R1} 及び P_{R2} については、外周液流路部14の連通開口部14cに対しても同様に考えることができる。

[0076] また、上記した本形態の液流路溝14a及び液流路溝15aは等間隔に離間して互いに平行に配置されているが、これに限られることは無く、毛細管作用を奏することができれば溝同士のピッチがばらついても良く、また溝同士が平行でなくても良い。

[0077] 次に蒸气流路溝16について説明する。蒸气流路溝16は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位で、第1の流路である蒸气流路4の一部を構成する。図4には平面視した蒸气流路溝16の形状、図5には蒸气流路溝16の断面形状がそれぞれ表れている。

[0078] これら図からもわかるように、蒸气流路溝16は本体11の内面10aのうち、環状である外周液流路部14の環の内側に形成された溝により構成されている。詳しくは本形態の蒸气流路溝16は、隣り合う内側液流路部15の間、及び、外周液流路部14と内側液流路部15との間に形成され、本体11の平面視長方形で長辺に平行な方向（x方向）に延びた溝である。そして、複数（本形態では4つ）の蒸气流路溝16が同短辺に平行な方向（y方

向)に配列されている。従って、図5からわかるように第一シート10は、y方向において、外周液流路部14及び内側液流路部15を凸条とし、蒸气流路溝16を凹条とした凹凸が繰り返された形状を備えている。

ここで蒸气流路溝16は溝であることから、その断面形状において、外面10b側となる底部、及び該底部とは向かい合わせとなる反対の内面10a側に開口を備えている。

[0079] このような構成を備える蒸气流路溝16は、さらに次のような構成を備えることができる。

図4、図5に W_6 で示した蒸气流路溝16の幅(内側液流路部15と蒸气流路16が配列される方向の大きさで、溝の開口面における幅)は、少なくとも上記した液流路溝14a、液流路溝15aの幅 W_3 、幅 W_5 より大きく形成され、 $2000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_6 は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_6 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_6 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

蒸气流路溝16のピッチは、内側液流路部15のピッチにより決まるのが通常である。

[0080] 一方、図5に D_3 で示した蒸气流路溝16の深さは、少なくとも上記した液流路溝14a、液流路溝15aの深さ D_1 、深さ D_2 より大きく形成され、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この深さ D_3 は $10\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $25\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この深さ D_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深

さ D_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

このように、蒸気流路溝の流路断面積を液流路溝よりも大きくすることにより、作動流体の性質上、凝縮液よりも体積が大きくなる蒸気を円滑に還流することができる。

[0081] ここで蒸気流路溝16は、後で説明するように第二シート20と組み合わせられて蒸気流路4が形成されたときに、蒸気流路4の幅が高さ（厚さ方向大きさ）よりも大きい扁平形状となるように構成できる。そのため、 W_6 を D_6 で割った値であるアスペクト比は4.0以上とすることができ、さらに8.0以上としてもよい。

[0082] 本形態では蒸気流路溝16の断面形状は半楕円形であるが、これに限らず正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が円形、底部が半楕円形、又はこれらのいずれか複数の組み合わせた形状であってもよい。

蒸気流路は蒸気の流動抵抗を小さくすることにより、作動流体を円滑に還流させることができるので、かかる観点から流路断面の形状を決定することもできる。

[0083] 蒸気流路連通溝17は、複数の蒸気流路溝16をその端部で連通させる溝である。これにより、複数の蒸気流路溝16の蒸気の均等化が図られたり、蒸気がより広い範囲に運ばれ、多くの液流路溝14a、液流路溝15aによる凝縮液流路3を効率よく利用できるようになったりする。これにより、作動流体の還流をより円滑にすることが可能となる。

[0084] 本形態の蒸気流路連通溝17は、図3、図4からわかるように、内側液流路部15が延びる方向の両端部及び蒸気流路溝16が延びる方向の両端部と、外周液流路部14との間に形成されている。図7には蒸気流路連通溝17の連通方向に直交する断面が表れている。なお、蒸気流路連通溝17と蒸気流路16との境界は必ずしも形状による境界が形成されるわけではないので、図3、図4にはわかりやすさのため、当該境界を点線で表した。

[0085] 蒸気流路連通溝17は、隣り合う蒸気流路溝16を連通させるように形成

されていればよく、その形状は特に限定されることはないが、例えば次のような構成を備えることができる。

図4、図7に W_7 で示した蒸気流路連通溝17の幅は、（連通方向に直交する方向の大きさで、溝の開口面における幅）は、 $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $750\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_7 は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $150\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_7 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_7 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0086] また、図7に D_4 で示した蒸気流路連通溝17の深さは、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この深さ D_4 は $10\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $25\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この深さ D_4 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_4 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。その中でも蒸気流路溝16の深さ D_3 と同じとしてもよい。これにより製造が容易になる。

[0087] 本形態で蒸気流路連通溝17の断面形状は半楕円形であるが、これに限らず、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形、又はこれらのいくつかを組み合わせた形状であってもよい。

蒸気流路連通溝は蒸気の流動抵抗を小さくすることにより作動流体の円滑な還流をさせることができるので、かかる観点から流路断面の形状を決定することもできる。

[0088] 次に第二シート20について説明する。本形態で第二シート20も全体としてシート状の部材である。図17には第二シート20を内面20a側から

見た斜視図、図 18 には第二シート 20 を内面 20a 側から見た平面図をそれぞれ表した。

図 19 には図 18 に l_6-l_6 で切断した切断面、図 20 には図 18 に l_7-l_7 で切断したときの切断面をそれぞれ表した。

第二シート 20 でも 3 つの領域 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} に分けて考えることができるため、図 19 は図 18 に l_6-l_6 で示した領域 R_{11} 、 R_{13} における断面、図 20 は図 18 に l_7-l_7 で示した領域 R_{12} における切断面をそれぞれ表している。

また、図 21 には図 18 に l_8-l_8 で切断したときの第二シート 20 の切断面を示した。

[0089] 第二シート 20 は、内面 20a、該内面 20a とは反対側となる外面 20b 及び内面 20a と外面 20b とを連結し厚さを形成する側面 20c を備え、内面 20a 側に作動流体が還流するパターンが形成されている。後述するようにこの第二シート 20 の内面 20a と上記した第一シート 10 の内面 10a とが対向するようにして重ね合わされることで密閉空間が形成される。

[0090] このような第二シート 20 は本体 21 及び注入部 22 を備えている。本体 21 は作動流体が還流する部位を形成するシート状の部位であり、本形態では平面視で角が円弧（いわゆる R）とされた長方形である。

注入部 22 は第一シート 10 と第二シート 20 とにより形成された密閉空間 2（図 25 参照）に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では本体 21 の平面視長方形である一辺から突出する平面視四角形のシート状である。本形態では第二シート 20 の注入部 22 には内面 20a 側に注入溝 22a が形成されており、第二シート 20 の側面 20c から本体 21 の内側（密閉空間 2 となるべき部位）に連通している。

このような第二シート 20 の厚さ及び構成する材料は第一シート 10 と同様に考えることができる。ただし、第一シート 10 と第二シート 20 とは必ずしも同じ厚さ及び材料である必要はない。

[0091] 本体 21 の内面 20a 側には、作動流体が還流するための構造が形成され

ている。具体的には、本体 21 の内面 20a 側には、外周接合部 23、外周液流路部 24、内側液流路部 25、蒸気流路溝 26、及び、蒸気流路連通溝 27 が具備されている。

[0092] 外周接合部 23 は、本体 21 の内面 20a 側に、該本体 21 の外周に沿って設けられた面である。この外周接合部 23 が第一シート 10 の外周接合部 13 に重なって接合（拡散接合やろう付け等）されることにより、第一シート 10 と第二シート 20 との間に密閉空間 2 を形成し、ここに作動流体が封入される。

図 18 乃至図 21 に W_8 で示した外周接合部 23 の幅は上記した第一シート 10 の本体 11 の外周接合部 13 の幅 W_1 と同じであっても異なってもよい。

[0093] また外周接合部 23 のうち、本体 21 の四隅には厚さ方向（z 方向）に貫通する穴 23a が設けられている。この穴 23a は第一シート 10 との重ね合せの際の位置決め手段として機能する。

[0094] 外周液流路部 24 は、液流路部であり、作動流体が凝縮して液化した際に通る第 2 流路である凝縮液流路 3 の一部を構成する。

[0095] 外周液流路部 24 は本体 21 の内面 20a のうち、外周接合部 23 の内側に沿って、密閉空間 2 の外周に沿って環状を成すように設けられている。本形態において第二シート 20 の外周液流路部 24 は、図 19 乃至図 21 からわかるように外周接合部 23 と面一な面である。これにより上記した第一シート 10 の複数の液流路溝 14a のうち少なくとも一部の液流路溝 14a の開口を閉鎖して凝縮液流路 3 を形成する。第一シート 10 と第二シート 20 との組み合わせに関する詳しい態様は後で説明する。

なお、このように第二シート 20 では外周接合部 23 と外周液流路部 24 とが面一であるため、構造的には両者を区別する境界線は存在しない。しかし、わかり易さのため、図 17、図 18 では点線により両者の境界を表している。

[0096] 外周液流路部 24 は、次のような構成を備えていることが好ましい。

本形態で図 1 8 乃至図 2 1 に示した外周液流路部 2 4 の幅 W_9 は第一シート 1 0 の外周液流路部 1 4 の幅 W_2 と同じ大きさで形成されている。

[0097] 次に内側液流路部 2 5 について説明する。内側液流路部 2 5 も液流路部であり、第 2 流路である凝縮液流路 3 を構成する 1 つの部位である。

[0098] 内側液流路部 2 5 は、図 1 7 乃至図 2 0 からわかるように、本体 2 1 の内面 2 0 a のうち、外周液流路部 2 4 の環状である環の内側に設けられている。本形態の内側液流路部 2 5 は、本体 2 1 の平面視長方形で長辺に平行な方向（x 方向）に延びる凸条であり、複数（本形態では 3 つ）の内側液流路部 2 5 が同短辺に平行な方向（y 方向）に所定の間隔で配列されている。

本形態で各内側液流路部 2 5 は、その内面 2 0 a 側の表面が第一シート 1 0 との接合前において平坦面となるように形成されている。これにより上記した第一シート 1 0 の複数の液流路溝 1 5 a のうち少なくとも一部の液流路溝 1 5 a の開口を閉鎖して第 2 流路である凝縮液流路 3 を形成する。

[0099] 一方、内側液流路部 2 5 の長手方向については、次のような特徴を備えている。図 1 8 に R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} で示したように、本形態では 3 つの領域に分けて考える。本形態では領域 R_{11} と領域 R_{13} とは内側液流路部 2 5 の形状は同じであり、該領域 R_{11} と領域 R_{13} に挟まれた領域 R_{12} は領域 R_{11} 、領域 R_{13} とは内側液流路部の形状が異なる。

[0100] ここで、図 1 9、図 2 0 に示した、本形態で内側液流路部 2 5 の幅 W_{10} 、幅 W_{11} は、いずれも第一シート 1 0 の内側液流路部 1 5 の幅 W_4 よりも大きくなるように形成されている。これにより後述するように蒸气流路 4 に張出部 6 を形成することができ、凝縮液の移動を円滑にさせることが可能となる。

[0101] ここで、図 1 7 乃至図 2 0 からわかるように、領域 R_{12} における内側液流路部 2 5 の幅 W_{11} が、領域 R_{11} 、及び領域 R_{13} の幅 W_{10} に比べて小さくなるように構成されている。すなわち内側液流路部が延びる方向において、複数の領域に分けたとき、1 の領域における内側液流路部の幅が、当該 1 の領域に隣り合う両方の領域における内側液流路部の幅よりも小さくなるように構成されている。

これにより、後で説明するように、内側液流路部 25 のうち幅が小さい領域（領域 R_{12} ）では、これに隣り合う幅が広い領域（領域 R_{11} 、領域 R_{13} ）よりも張出部 6 の張出量が小さくなることから、作動流体と第二シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなり、作動流体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_{11} を熱源が配置される蒸発部とした場合に、蒸気が領域 R_{12} にて凝縮液で蒸气流路が塞がれることが防止され、熱源から離隔した領域 R_{13} まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_{11} を蒸発部（受熱部、熱源が配置される部位）としたときに、作動流体が領域 R_{12} にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_{11} で凝縮液が不足することを防止できる。

これにより、作動流体の円滑な還流が可能なり、熱輸送能力を高めることができる。

[0102] 本形態では、内側液流路部 25 において領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の幅（ W_{10} ）を同じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における内側液流路部の幅が異なってもよい。本形態でいえば領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における内側液流路部の幅が領域 R_{12} の内側液流路部の幅よりも大きければよい。

[0103] ここで、領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、領域 R_{13} の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方を蒸発部（受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位）とし、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方を冷却部として、その間の領域 R_{12} を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることができる。

従って、蒸発部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方）は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方）も蒸発部とされた領域と同じ大きさとすることができる。

[0104] また、本形態では 1 つの領域内では内側液流路部の幅は一定である例を示したが、これに限られることはなく、図 22 に示したように、内側液流路部 25 の幅が一定でなく変化する形態であってもよい。この場合には、1 つの

内側液流路部 25 の全長を 3 つの領域（領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、領域 R_{13} ）に分けて考え、領域ごとに内側液流路部の幅の平均値を算出し、中央の領域（領域 R_{12} ）における内側液流路部の幅の平均値が、両端の領域（領域 R_{11} 、領域 R_{13} ）における内側液流路部の幅の平均値よりも小さくなるように構成すればよい。ここで 3 つの領域に分けて考える際には 3 等分を考えてもよい。

[0105] また、本形態では、第一シート 10 で説明した領域 R_1 の長さを第二シート 20 で説明した領域 R_{11} の長さと同じとし、同様に領域 R_2 の長さを領域 R_{12} の長さと同じとし、領域 R_3 の長さを領域 R_{13} の長さと同じとした。これによれば、上記した連通開口部 15 c のピッチに関する違いによる効果と、内側液流路部 25 の幅に関する違い（張出量）による効果とを併せて相乗的に発揮することができ、より高い効果を得ることができる。

ただし、これに限定されることはなく、領域 R_1 と領域 R_{11} 、領域 R_2 と領域 R_{12} 、及び領域 R_3 と領域 R_{13} を関連付けることなく個別に設定してもよい。

また、上記した連通開口部 15 c のピッチに関する違いの構造と、内側液流路部 25 の幅（張出量）に関する違いの構造については、何れか一方のみであっても独立して効果を奏することもできるので、ペーパーチャンバーはいずれか一方の構造のみを具備するものであってもよい。

すなわち、例えば連通開口部 15 c のピッチが全ての領域で同じでありつつ、内側液流路部の幅（張出量）については領域により異なる形態のペーパーチャンバーであってもよく、又は、連通開口部 15 c のピッチが領域により異なりつつ、内側液流路部の幅（張出量）については全ての領域で同じとなるような形態のペーパーチャンバーであってもよい。

[0106] また、本形態では 3 つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部（受熱部）、他方を冷却部とする場合が想定できる。これに対して、図 23、図 24 に示したように、5 つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 R_{11}' 乃至

領域 R_{15}' に分け、中央の領域 R_{13}' 、及び両端の領域 R_{11}' 、領域 R_{15}' に具備される内側液流路部の幅の平均値が、領域 R_{11}' と領域 R_{13}' との間である領域 R_{12}' 、領域 R_{13}' と領域 R_{15}' との間である領域 R_{14}' に具備される内側液流路部の幅の平均値よりも大きくなるように構成される。これにより後述するように張出量を領域ごとに変えることができる。ここで、5つの領域としては例えば5等分を考えることもできる。

この場合は、中央の領域 R_{13}' を蒸発部（受熱部）として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_{11}' 及び領域 R_{15}' を冷却部とすることが想定される。

[0107] すなわち、第二シート20では、内側液流路部の幅が、当該内側液流路部が延びる方向において異なっている。これに加えて、ある領域における内側液流路部の幅が、このある領域に隣り合う両方の領域における内側液流路部の幅よりも小さく形成されている部位を具備する。

[0108] 次に蒸气流路溝26について説明する。蒸气流路溝26は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位であり、第1流路である蒸气流路4の一部を構成する。図18には平面視した蒸气流路溝26の形状、図19、図20には蒸气流路溝26の断面形状がそれぞれ表れている。

[0109] これら図からもわかるように、蒸气流路溝26は本体21の内面20aのうち、環状である外周液流路部24の環の内側に形成された溝により構成されている。詳しくは本形態の蒸气流路溝26は、隣り合う内側液流路部25の間、及び、外周液流路部24と内側液流路部25との間に形成され、本体21の平面視長方形で長辺に平行な方向（x方向）に延びた溝である。そして、複数（本形態では4つ）の蒸气流路溝26が同短辺に平行な方向（y方向）に配列されている。従って、第二シート20は、y方向において、外周液流路部24及び内側液流路部25を凸とする凸条が形成され、蒸气流路溝26を凹とする凹条が形成されて、これらの凹凸が繰り返された形状を備えている。

ここで蒸气流路溝26は溝であることから、その断面形状において、外面

20b側に底部、及び該底部とは向かい合わせとなる反対の内面20a側に開口を備えている。

[0110] 蒸気流路溝26は、第一シート10と組み合わせられた際に該第一シート10の蒸気流路溝16と厚さ方向に重なる位置に配置されていることが好ましい。これにより蒸気流路溝16と蒸気流路溝26とで蒸気流路4を形成することができる。

[0111] 蒸気流路溝26は内側液流路部25に隣接して形成される溝であるため、その形状は、内側液流路部25の形状に影響を受ける。従って本形態では、図19、図20に示したいずれの蒸気流路溝26の幅 W_{12} 、幅 W_{13} も第一シート10の蒸気流路溝16の幅 W_6 よりも小さく構成されている。また、内側液流路部25で説明した領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、及び領域 R_{13} によっても幅が異なる。具体的には、内側液流路部25の幅が狭い領域 R_{12} において蒸気流路溝26の幅 W_{13} が広く、その両隣の領域 R_{11} 、領域 R_{13} において幅 W_{12} が幅 W_{13} よりも小さくなっている。これにより、後述する張出部6の張出量の領域による違いを形成することができる。

一方、図19、図20に D_5 で示した蒸気流路溝26の深さは、 $300\mu m$ 以下であることが好ましく、 $200\mu m$ 以下であってもよく、 $100\mu m$ 以下であってもよい。一方、この深さ D_5 は $10\mu m$ 以上であることが好ましく、 $25\mu m$ 以上であってもよく、 $50\mu m$ 以上であってもよい。この深さ D_5 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_5 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また第一シート10の蒸気流路溝16と第二シート20の蒸気流路溝26の深さは同じであってもよく、大きくても小さくてもよい。

[0112] ここで蒸気流路溝26は、後で説明するように第一シート10と組み合わせられて蒸気流路4が形成されたときに、蒸気流路4の幅が高さ（厚さ方向大きさ）よりも大きい扁平形状となるように構成されていることが好ましい。

そのため、 W_{12} を D_5 で割った値、 W_{13} を D_5 で割った値で示されるアスペクト比は4.0以上とすることができ、さらには8.0以上としてもよい。

[0113] 本形態で蒸気流路溝26の断面形状は半楕円形であるが、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形、又は、これらのいずれかを組み合わせた形状であってもよい。

[0114] 蒸気流路連通溝27は、複数の蒸気流路溝26を連通させる溝である。これにより、複数の蒸気流路4の蒸気の均等化が図られたり、蒸気がより広い範囲に運ばれ、多くの凝縮液流路3を効率よく利用できるようになったりするため、作動流体の還流をより円滑にすることが可能となる。

[0115] 本形態の蒸気流路連通溝27は、図18、図21からわかるように、内側液流路部25が延びる方向の両端部及び蒸気流路溝26が延びる方向の両端部と、外周液流路部24との間に形成されている。また、図21には蒸気流路連通溝27の連通方向に直交する断面が表れている。

[0116] 図18、図21に W_{14} で示した蒸気流路連通溝27の幅は特に限定されることはなく、第一シート10の蒸気流路連通溝17の幅 W_7 と同じであってもよいし、異なってもよい。

幅 W_{14} と幅 W_7 とを異なる大きさにしたときには、蒸気流路連通溝17及び蒸気流路連通溝27による流路に段差が形成され、これによる毛細管力により凝縮液の移動が促進されるためより円滑に作動流体の還流が可能となる。

[0117] 幅 W_{14} の大きさの範囲は幅 W_7 と同様に考えることができる。また、図21に D_6 で示した蒸気流路連通溝27の深さの範囲についても、第一シート10の蒸気流路連通溝17の深さ D_4 と同様に考えることができる。

[0118] 本形態で蒸気流路連通溝27の断面形状は半楕円形であるが、これに限らず正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形、又は、これらのいずれかを組み合わせた形状であってもよい。

[0119] 次に、第一シート10と第二シート20とが組み合わされてペーパーチャンバー1とされたときの構造について説明する。この説明により、第一シート10及び第二シート20が有する各構成の配置、大きさ、形状等がさらに

理解される。

図25には、図1に 1_9-1_9 で示したy方向に沿ってベーパーチャンバー1を厚さ方向に切断した切断面、図26には、図1に $1_{10}-1_{10}$ で示したy方向に沿ってベーパーチャンバー1を厚さ方向に切断した切断面をそれぞれを表した。図25は領域 R_1 及び領域 R_{11} 、並びに領域 R_3 及び領域 R_{13} における切断面、図26は領域 R_2 及び領域 R_{12} における切断面である。

これらの図は第一シート10における図5に表した図と、第二シート20における図19、図20に表した図とが組み合わされてこの部位におけるベーパーチャンバー1の切断面が表されたものである。

図27には図25の一部を拡大した図、図28には図26の一部を拡大した図をそれぞれ表した。

また、図29には図27に表した $1_{11}-1_{11}$ 矢視断面図、図30には図28に表した $1_{12}-1_{12}$ 矢視断面図をそれぞれ示した。

また、図31には、図1に $1_{13}-1_{13}$ で示したx方向に沿ってベーパーチャンバー1の厚さ方向に切断した切断面を表した。この図は、第一シート10における図7に表した図と、第二シート20における図21に表した図とが組み合わされてこの部位におけるベーパーチャンバー1の切断面が表されたものである。

[0120] 図1、図2、及び図25乃至図31よりわかるように、第一シート10と第二シート20とが重ねられるように配置され接合されることでベーパーチャンバー1とされている。このとき第一シート10の内面10aと第二シート20の内面20aとが向かい合うように配置されており、第一シート10の本体11と第二シートの本体21とが重なり、第一シート10の注入部12と第二シート20の注入部22とが重なっている。本形態では、第一シート10と第二シート20との相対的な位置関係は、第一シート10の穴13aと第二シート20の穴23aと位置を合わせることで適切になるように構成されている。

[0121] 本形態では第一シート10と第二シート20との積層体により、本体11

及び本体 21 に具備される各構成が図 25 乃至図 31 に表れるように配置される。具体的には次の通りである。

[0122] 第一シート 10 の外周接合部 13 と第二シート 20 の外周接合部 23 とが重なるように配置されており、拡散接合やろう付け等の接合手段により両者が接合されている。これにより、第一シート 10 と第二シート 20 との間に密閉空間 2 が形成されている。

[0123] 本形態のベーパーチャンバー 1 は、薄型である場合に特にその効果が大きい。かかる観点から図 1、図 25、図 26 に T_0 で示したベーパーチャンバー 1 の厚さは 1 mm 以下とすることができ、0.3 mm 以下、さらには 0.2 mm 以下としてもよい。0.3 mm 以下とすることにより、ベーパーチャンバー 1 を設置する電子機器において、ベーパーチャンバーを配置するスペースを形成するための加工をすることなく電子機器にベーパーチャンバーを設置することができることが多くなる。そして本形態によれば、このような薄いベーパーチャンバーであっても作動流体の円滑な還流ができる。

[0124] 第一シート 10 の外周液流路部 14 と第二シート 20 の外周液流路部 24 とが重なるように配置されている。これにより外周液流路部 14 の液流路溝 14a 及び外周液流路部 24 により作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第 2 流路である凝縮液流路 3 が形成される。

同様に、第一シート 10 の凸条である内側液流路部 15 と第二シート 20 の凸条である内側液流路部 25 とが重なるように配置されている。これにより内側液流路部 15 の液流路溝 15a 及び内側液流路部 25 により凝縮液が流れる第 2 流路である凝縮液流路 3 が形成される。

[0125] 凝縮液流路 3 には連通開口部 14c、及び連通開口部 15c が形成されている（図 29、図 39 参照）。これにより複数の凝縮液流路 3 が連通し、凝縮液の均等化が図られて効率よく凝縮液の移動が行われる。また、蒸气流路 4 に隣接し、蒸气流路 4 と凝縮液流路 3 を連通する連通開口部 14c、連通開口部 15c については、蒸气流路 4 で生じた凝縮液を円滑に凝縮液流路 3 に移動させる。

[0126] 連通開口部 15c は次のような構成を備えている。本形態では内側液流路部 15、内側液流路部 25 による第 2 流路である凝縮液流路 3 の構造について説明するが、外周液流路部 14、外周液流路部 24 による凝縮液流路 3 について同様の構成を適用してもよい。

[0127] ここで、本形態では、蒸气流路が延びる方向において、蒸气流路に沿った方向に並ぶ複数の連通開口部 15c が含まれるように複数の領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 に分けたとき、1 の領域である領域 R_2 における連通開口部 15c のピッチが、領域 R_2 に隣り合う両方の領域である領域 R_1 、領域 R_3 における連通開口部 15c のピッチよりも大きくされている。

本形態では図 29 と図 30 とを対比してもわかるように、図 30 で示した領域 R_2 の連通開口部 15c のピッチ P_{R_2} が、図 19 で示した領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部 15c のピッチ P_{R_1} よりも大きくなるように構成されている。

すなわち、連通開口部のピッチが長い領域（領域 R_2 ）における連通開口部では、その両隣の領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）の連通開口部のピッチよりもピッチが大きくなるように構成されている。

これにより、連通開口部のピッチが長い領域（領域 R_2 ）では、これに隣り合う領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）よりも作動流体と第一シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなることから、作動流体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_1 を熱源が配置される蒸発部（受熱部）とした場合に、蒸気が領域 R_2 で凝縮し難く、蒸气流路が塞がれる等の障害を受けることなく熱源から離隔した領域 R_3 まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_1 を蒸発部（受熱部、熱源が配置される部位）としたときに、作動流体が領域 R_2 にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_1 で凝縮液が不足することを防止できる。

同時に領域 R_2 では、凝縮液流路において隣り合う領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）よりも毛細管力が続く距離が長いため凝縮液の輸送を促すことができる。

以上により、作動流体の円滑な還流が可能となって、熱輸送能力を高める

ことができる。

[0128] 本形態では、領域 R_1 及び領域 R_3 において連通開口部のピッチ (P_{R1}) は同じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_1 及び領域 R_3 における連通開口部のピッチが異なってもよい。本形態でいえば領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部のピッチが領域 R_2 の連通開口部のピッチよりも小さければよい。

[0129] ここで、領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_1 及び領域 R_3 の一方を蒸発部（受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位）とし、領域 R_1 及び領域 R_3 の他方を冷却部として、その間の領域 R_2 を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることが好ましい。

従って、蒸発部とされた領域（領域 R_1 及び領域 R_3 の一方）は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域（領域 R_1 及び領域 R_3 の他方）も蒸発部とされた領域と同じ大きさとすることができる。

[0130] また、本形態では1つの領域内では連通開口部のピッチが同じである例を示したが、これに限られることはなく、連通開口部のピッチが1つの領域内で変化する形態であってもよい。この場合には、1つの内側液流路部15の全長を3つの領域に分けて考え、領域ごとに蒸气流路溝に隣接する連通開口部のピッチの平均値を算出し、中央の領域における連通開口部のピッチの平均値が、両端の領域における連通開口部のピッチの平均値よりも大きくなるように構成すればよい。ここで、3つの領域に分けて考える際には3等分を考えてもよい。

[0131] 凝縮液流路3において、図29、図30に L_{R1} 、 L_{R2} で示した連通開口部15cの長さは特に限定されることはないが、上記した L_1 と同様の範囲を考慮することができる（図14、図15も参照）。これにより凝縮液流路3の毛管力の大きさと、連通開口部15cの連通機能とのバランスを良好にすることが可能である。

同様の観点から、 L_{R1} を P_{R1} で除した開口長さ比、 L_{R2} を P_{R2} で除した開口

長さ比は、 0.2 以上 1.0 以下とすることができる。

また、 P_{R2} を P_{R1} で除した領域間のピッチの比率は 1.3 以上 2.5 以下とすることができる。

[0132] 本形態では3つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部（受熱部）、他方を冷却部とする場合を想定できる。これに対して、図16に示して説明したように、5つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 R_1' 乃至領域 R_5' に分け、中央の領域 R_3' 、及び両端の領域 R_1' 、領域 R_5' に具備される連通開口部のピッチの平均値が、領域 R_1' と領域 R_3' との間である領域 R_2' 、領域 R_3' と領域 R_5' との間である領域 R_4' に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成される。ここで5つの領域に分ける際には5等分を考えることもできる。

この場合は、中央の領域 R_3' を蒸発部（受熱部）として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_1' 及び領域 R_5' を冷却部とすることが想定される。

[0133] すなわち、ベーパーチャンバー1では、複数の連通開口部のピッチが蒸気流路が延びる方向において異なっているものである。これに加えて、ある領域における連通開口部のピッチが、このある領域に隣り合う両方の領域における連通開口部のピッチよりも大きくされている。

[0134] 図29、図30に W_{15} で示した凝縮液流路3の幅は、図14、図15に W_5 で示した溝幅に基づき、同様の範囲を考えることができる。また、凝縮液流路3の高さは、本形態では図13に D_2 で示した溝の深さに基づき、同様の範囲を考えることができる。これにより還流に必要な凝縮液流路の毛細管力を十分に発揮することができる。

本形態では内側液流路部15側にのみ液流路溝15aが設けられているが、これに限られることはなく、第二シートの内側液流路部にも液流路溝が設けられ、液流路溝15aに重ねられることにより凝縮液流路とされてもよい。この場合には第一シートの液流路溝の深さと第二シートの液流路溝の深さ

との合計が凝縮液流路の高さとなる。

- [0135] 流路の毛細管力をより強く発揮する観点から、流路幅を流路高さで除した値で表される、凝縮液流路の断面におけるアスペクト比（縦横比）は、1.0よりも大きい、又は1.0よりも小さいことが好ましい。その中でも製造の観点から流路幅が流路高さより大きいこと好ましく、流路幅を流路高さで除した値が1.0よりも大きく4.0以下とすることができ、1.3より大きくすることができる。
- [0136] また、複数の凝縮液流路3における隣り合う凝縮液流路3のピッチは、図14、図15に表した P_3 に基づき、同様の範囲を考えることができる。これにより凝縮液流路の密度を上げつつ、接合時や組み立て時に変形して流路が潰れることを防止することができる。
- [0137] また、凝縮液流路が形成された部位における第一シート材料部分の厚さ及び第二シート材料部分の厚さ（すなわち、凝縮液流路3の部位において、ベーパーチャンバーの厚さから高さ D_2 を引いた残り部分の第一シートの厚さ及び第二シートの厚さ）は、いずれも凝縮液流路の高さ D_2 以上であることが好ましい。これにより、凝縮液流路の高さ D_2 に対して第一シート及び第二シートの材料厚さを十分に確保することができ、凝縮液流路3に起因するベーパーチャンバーの破断（破れ）をさらに防止することができる。
- [0138] 図32に凝縮液流路3の部分を拡大して表したように、壁部15bの幅 S_A （ μm ）は、凝縮液流路3の幅よりも小さいことが好ましい。壁部15bが大きいことにより、連通開口部15cの幅が大きくなり、また、隣接する凝縮液流路3同士の距離も長くなることで、作動流体の円滑な連通が阻害される虞があるためである。

また、壁部15bの幅 S_A は $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。また、壁部の幅 S_A （ μm ）は $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下とすることができ、 $100\mu\text{m}$ 以下でもよい。これにより、限られた内部空間を有効活用でき、蒸气流路及び凝縮液流路の本数を増やすことができる。これら幅 S_A の

範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 S_A の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

[0139] また、壁部15bの幅 S_A (μm) と、これに隣り合う凝縮液流路3の横断面（流れ方向（流路長手方向）に直交する方向の断面）の断面積 S_B (μm^2) との関係で、 S_A を S_B で除した値 (S_A/S_B) が0.005 (μm^{-1}) 以上0.04 (μm^{-1}) 以下の範囲としてもよい。

[0140] ここで、壁部15bの幅 (S_A) は次のようにして得る。

ベーパーチャンバーを切断及び研磨する等して、隣り合う2つの凝縮液流路の横断面及びその間の壁が表れるようにした上で、当該断面を高倍率の顕微鏡又はSEMを用いて、50倍乃至200倍の範囲で拡大して表す。そしてこの拡大した断面から、2つの凝縮液流路のそれぞれ内周面の輪郭を抽出する。そして、抽出した2つの輪郭間のうち最も狭い部分の距離を壁の幅とする。

一方、流路断面は、上記の方向で得た輪郭によりその形状を認識し、得られた輪郭のうち幅方向（y方向）に最も大きい距離を流路幅 S_C 、当該輪郭のうち厚さ方向（z方向）に最も大きい距離を高さ S_D とする。そして認識した輪郭による凝縮液流路の断面の形状によりそれぞれ次のように流路断面積 S_B を得る。

- ・流路断面が長方形のときの流路断面積 $S_B = S_C \cdot S_D$
- ・流路断面が三角形のときの流路断面積 $S_B = S_C \cdot S_D / 2$
- ・流路断面が半円のときの流路断面積 $S_B = \pi \cdot S_C^2 / 8$
- ・流路断面が半楕円のときの流路断面積 $S_B = \pi \cdot S_C \cdot S_D / 4$

なお、流路断面が、複雑な形状である場合には、流路断面を上記基本的な形状で細分化して足し合わせるにより流路断面積 S_B を求めても良い。

[0141] これにより、ベーパーチャンバーを薄型化しても、必要な凝縮液流路を確保することができ、熱輸送性能を得ることができるとともに、作動流体の凍

結と溶融との繰り返しに対して壁部 15b が十分な強度を有することができ、耐久性も優れたものとなる。

[0142] ここで、壁部の耐久性を考えると、上記のように流路断面積に対する壁の幅を規定する理由について説明する。図 33 乃至図 35 に説明のための図を示した。

ペーパーチャンバーの z 方向（厚さ方向）に注目すると、凝縮液流路の厚さ方向両方に存在するおける材料の厚さが、凝縮液流路の高さに対して十分に厚い場合には、「材料の引張り強さ（物性値）」と「壁の断面積」との積が、「凍結した際の体積膨張による z 方向に生じる圧力」と「1つの壁部あたりの平面内方向面積（図 35 に薄墨で示した部位 A の面積）」との積より小さいときに壁の破損が起こる。この場合には図 33 に矢印 Z_1 で示したような z 方向の力のみを考えればよい。

[0143] しかしながら実際には、作動流体の凍結及び溶解の繰り返しの過程があること、並びに、形状が単純ではないため等方向に凍結及び溶解が起こらないことから、生じる圧力が一定でない。また、ペーパーチャンバーを構成する材料は熱伝導が高いことが要求されるため比較的柔らかい材料が適用され、凍結及び溶解の繰り返しの中で少しずつ塑性変形が生じる。

以上のような様々な要素が重なって結果的に壁部は、厚さ方向に延びると共に、図 33 に矢印 y_1 で示したように細くなる方向に圧縮されるような力を受け、誇張して描くと図 34 のような形状の変化を伴う。

このようなことから、壁の耐久性を考えると、単に凝縮液流路の高さのみでなく、高さと同幅方向の両方を考慮して流路断面全体で考える必要があるため、上記のように規定した。

[0144] また、特に、図 35 に B_1 で示した、連通開口部 15c 及び連通開口部 15c と凝縮液流路 3 とが連通する部位では、上記したように凝縮液の分配等により熱輸送の観点から利点がある。しかし一方で、ペーパーチャンバーの非作動時にはここに凝縮液が溜まり易く、凍結で作動流体が膨張したときに、第一シートと第二シートとを離すような力が大きく加わる部位となつてし

まう。

[0145] 上記の条件を満たすことで以上説明したような力が繰り返し加わっても壁部 15b が破壊し難い構造を有するものとなる。

[0146] 図 36 乃至図 38 には、変形例を説明する図を表した。

[0147] 図 36 は、壁部 15b の長手方向（凝縮液流路 3 の長手方向）において、隣り合う壁部 15b に設けられた連通開口部 15c の位置が異なるように配置された例である。

このような連通開口部 15c によれば、凝縮液流路 3 を流れる作動流体から見たときに、両側の壁で同時に連通開口部 15c が表れず、連通開口部 15c が表れても片方側には壁部 15b が存在するため、凝縮液流路 3 の長手方向において毛細管力を連続して得ることができる。これにより凝縮液の移動が促進され作動流体のより円滑な還流が可能となる。

一方で、この形態では、図 36 に B₂ で示したような連通開口部 15c の周辺において図 35 の例に比べて毛管力が強くなるため、ベーパーチャンバーの非作動時には凝縮液が溜まる量が多くなる。すると、この状態で凝縮液の凍結が起こり体積が増えると、より強い力で第一シートと第二シートとを離す方向に力が働くことになって壁部 15b を破壊する方向に作用する。しかしながら、上記の構造を備えることにより、凝縮液の凍結と溶融が繰り返されて上記のような力が繰り返し加わっても壁部 15b が破壊しない構造を有するものとなる。

すなわち、薄型のベーパーチャンバーにおいてさらに熱輸送能力を高くする構造を適用しても、耐久性にも優れたものとなる。

[0148] 図 37 は、壁部 15b の長手方向（凝縮液流路 3 の長手方向）において、図 9 乃至図 11 で説明した例に倣って、連通開口部 15c を形成する端部で、壁部 15b の幅が最も小さくなる例を表した図である。

このような連通開口部 15c によれば、連通開口部 15c を通過する際の流動抵抗が抑えられるため、隣り合う凝縮液流路 3 への作動流体の移動がしやすく、これにより凝縮液の移動が促進されて作動流体のより円滑な還流が

可能となる。

一方で、この形態では、連通開口部 15 c の周辺に溜まった凝縮液が凍結して体積が大きくなり、第一シートと第二シートとを離す方向に力が働くと、図 37 に B₃ で示したような壁部 15 b の細くなった端部に応力が集中して破壊され易い状態となる。

しかしながら、上記のような構造を備えることにより、凝縮液の凍結と溶融が繰り返されて上記したような力が繰り返し加わっても壁部 15 b が破壊しない構造を有するものとなる。

すなわち、薄型のベーパーチャンバーにおいてさらに熱輸送能力を高くする構造を適用しても、耐久性にも優れたものとなる。

[0149] 当該凝縮液の凍結と溶融との繰り返しによるベーパーチャンバーの破断について具体的な試験を行った。詳しくは次の通りである。

[0150] 試験例 1 をするためのベーパーチャンバーとして次の仕様のを準備した。基本的な構造は図 1 に示したベーパーチャンバ 10 に倣うものであるが、より詳しくは次の通りである。

- ・ 第一シート及び第二シートの材質：無酸素銅
- ・ 蒸气流路溝：幅（y 方向）1 mm、高さ（z 方向）100 μm、長さ（x 方向）65 mm、本数 6 本
- ・ 内側液流路部：蒸气流路と交互に配置
- ・ 凝縮液流路：幅（y 方向）100 μm、高さ（z 方向）50 μm、長さ（x 方向）65 mm、本数 8 本
- ・ 壁部：幅（y 方向）10 μm、形状は図 10 と同様
- ・ 連通開口部：ピッチ 500 μm、長さ 100 μm
- ・ S_A / S_B : 0.0025
- ・ 作動流体：水、充填率は内部体積の 30 %

[0151] また、試験例 2 のベーパーチャンバーとして、試験例 1 の仕様のベーパーチャンバーに対して、壁部の幅を 20 μm とし、 S_A / S_B を 0.0051 とした仕様のベーパーチャンバーを作製した。

[0152] 試験例 1 及び試験例 2 のベーパーチャンバーは次のように製造した。

厚さ $150\ \mu\text{m}$ である第一シート 10 及び第二シート 20 の外周形状を有する金属シートに対して、液流路溝、蒸気流路溝、及び蒸気流路連通溝をハーフエッチングにより形成した。ハーフエッチングとは、エッチングにより厚さ方向を貫通させることなく厚さ方向の途中までエッチングによる材料の除去を行い、溝や窪みを形成することである。

次いで、第一シート及び第二シートの内面同士を向かい合わせるように重ねて抵抗溶接により仮止めを行った。そして仮止め後に拡散接合を行い恒久的に第一シートと第二シートとを接合した。拡散接合は第一シート及び第二シートを 810°C にまで加熱し、 $2\ \text{MPa}$ の圧力を負荷することで行った。

接合の後、形成された注入流路から真空引きを行い、密閉空間を減圧して注入流路から作動流体を注入して密閉空間に作動流体を入れた。そして注入部をかしめた後に TEG 溶接して注入流路を閉鎖した。

[0153] 以上のようにして得られたベーパーチャンバーに対して次のように温度サイクル試験を行った。JIS 規格 C 60068-2-14:2011 (IEC 60068-2-14:2009) に準拠し、低温は -40°C 、高温は 85°C 、さらし時間は 30 分、サイクル数を 100 回とし、ベーパーチャンバーを水平置きした場合と鉛直置きした場合のそれぞれについて試験した。

[0154] その結果、試験例 2 のベーパーチャンバーは破断が生じなかったが、試験例 1 のベーパーチャンバーは破断が生じた。

[0155] 以上説明した幅 S_A 、断面積 S_B 、及び、これらの関係は、本形態のベーパーチャンバーが具備する他の形態である、領域により連通開口部のピッチが異なる構造、及び、領域により張出量が異なる構造とは無関係に独立して効果を奏するものである。

従って、例えば、連通開口部のピッチが全ての領域で同じでありつつ、張出量については領域により異なる形態のベーパーチャンバー、連通開口部のピッチが領域により異なりつつ、張出量については全ての領域で同じとなるような形態のベーパーチャンバー、並びに、連通開口部のピッチ及び張出量

がいずれも全ての領域で同じとなるベーパーチャンバーのいずれに対しても、上記した幅 S_A 、断面積 S_B 、及び、これらの関係は効果を奏するものである。以下の他の形態についても同様である。

[0156] 図38は、凝縮液流路3の流路面（壁部15bの表面）に微小な内面溝3aが形成されている例を表した図である。

このような凝縮液流路3によれば、微小な内面溝3aに凝縮液が入り強い毛管力を受けるため、凝縮液の移動がしやすく、凝縮液の移動が促進され作動流体のより円滑な還流が可能となる。

しかし一方で、ベーパーチャンバーの非作動時には、強い毛管力のため微小な内面溝3aに凝縮液が溜まりやすい、そしてこの凝縮液が凍結して体積が大きくなると内面溝3aを広げて破壊しようとする力となる。

しかしながら、上記のような構造を備えることにより、凝縮液の凍結と溶融が繰り返されて力が繰り返し加わっても壁部15bが破壊しない構造を有するものとなる。

すなわち、薄型のベーパーチャンバーにおいてさらに熱輸送能力を高くする構造を適用しても、耐久性にも優れたものとなる。

[0157] この内面溝3aの断面形状、断面積は特に限定されることはなく、凝縮液流路3の内面に設けられた溝であればよい。ただし、内面溝はその長手方向は、凝縮液流路3が延びる方向に平行な方向成分を含み、少なくとも該内面溝3aの開口幅 δ の2倍よりも長く延在していることが好ましい。これにより毛管力を高める溝としてより顕著な効果を奏するものとなる。

内面溝3aの開口幅 δ は、 $10\mu\text{m}$ 未満とすることができる。これにより高い毛管力を確保することができる。また内面溝の深さ γ は $10\mu\text{m}$ 未満とすることができる。

[0158] 第一シート10の蒸气流路溝16の開口と第二シート20の蒸气流路溝26の開口とが向かい合うように重なって流路を形成し、これが蒸気が流れる第1流路である蒸气流路4となる。

ここで第1流路である蒸气流路と第2流路である凝縮液流路とは次のよう

な関係にある。すなわち、隣り合う2つの第1流路の平均の流路断面積を A_9 とし、当該隣り合う2つの第1流路の間に配置される複数の第2流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、第2流路と第1流路とは、 A_1 が A_9 の0.5倍以下の関係にあるものとし、好ましくは0.25倍以下である。この関係はベーパーチャンバー全体のうち少なくとも一部において満たせばよく、ベーパーチャンバーの全部でこれを満たせばさらに好ましい。

[0159] 図25乃至図28からわかるように、第一シート10の内側液流路部15の幅、蒸气流路溝16の幅、及び、第二シート20の内側液流路部25の幅、蒸气流路溝26の幅の上記した関係から、蒸气流路4には、流路横断面（流路が延びる方向に直交する方向の流路断面）において、段差である張出部6が形成される。これにより毛細管力を高めて円滑に凝縮液を凝縮液流路3に移動させることが可能となる。

[0160] 張出部6は蒸气流路4との境界面に形成された部位であり、蒸气流路4側に突出する部位を構成する。すなわち張出部は、凝縮液流路3及び蒸气流路4が配列される方向（y方向、幅方向）に蒸气流路側に突出した部位で、蒸气流路の幅が最も狭い部位の先端である頂部から、蒸气流路の幅が最も広い部位に向けて延びる面である張出面を具備する。そして張出面は凝縮液流路の方向に延び、壁部に連結又は壁部を含むように構成されている。具体的には本形態で張出部6は、蒸气流路の幅が最も狭い部位の先端が頂部6aであり、張出面6bがy方向に延び、蒸气流路の幅が最も広くなる張出面6bの端部で壁部15bに連結している。

そして張出部の大きさは、例えば図27に W_{R12} で表したように張出面6bの幅方向大きさである。

[0161] ここで、図25と図26との対比、及び、図27と図28との対比からもわかるように、図28に W_{R12} で示した領域 R_{12} における蒸气流路4の張出部6の大きさ（張出量）が、図27に W_{R11} で示した領域 R_{11} 、及び領域 R_{13} の張出部6の大きさ（張出量）に比べて小さくなるように構成されている。すなわち、蒸气流路4が延びる方向に複数の領域に分けたとき、1の領域に

おける張出部の張出量が、当該1の領域に隣り合う両方の領域における張出部の張出量よりも小さくなるように構成されている。

これにより、張出部6の張出量が小さい領域（ R_{12} ）では、これに隣り合う張出量が大きい領域（領域 R_{11} 、領域 R_{13} ）よりも張出部6の張出量が小さくなることから、作動流体と第二シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなり、作動流体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_{11} を熱源が配置される蒸発部（受熱部）とした場合に、領域 R_{11} に隣接する領域 R_{12} に蒸気が凝縮して流路を塞ぐことが防止され、熱源から離隔した領域 R_{13} まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_{11} を蒸発部（受熱部、熱源が配置される部位）としたときに、作動流体が領域 R_{12} にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_{11} で凝縮液が不足することを防止できる。

以上によって、作動流体の円滑な還流が可能なり、熱輸送能力を高めることができる。

[0162] 本形態では、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における張出部6の張出量を同じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における張出部6の張出量が異なってもよい。本形態でいえば領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における張出部6の張出量が領域 R_{12} における張出部6の張出量よりも大きければよい。

[0163] ここで、領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、領域 R_{13} の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方を蒸発部（受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位）とし、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方を冷却部として、その間の領域 R_{12} を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることが好ましい。

従って、蒸発部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方）は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方）も蒸発部とされた領域と同じ大きさとするができる。

[0164] また、本形態では1つの領域内では張出部の張出量は一定である例を示し

たが、これに限られることはなく、張出部の張出量が一定でなく変化する形態であってもよい。この場合には、1つの蒸気流路の全長を3つの領域に分けて考え、領域ごとに張出量の平均値を算出し、中央の領域の張出量の平均値が、両端の領域の張出量の平均値よりも小さくなるように構成すればよい。ここで3つの領域に分けて考える際には3等分を考えてもよい。

[0165] 本形態では3つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部（受熱部）、他方を冷却部とする場合が想定できる。これに対して、図23、図24に示して説明したように、5つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 R_{11}' ～領域 R_{15}' に分け、中央の領域 R_{13}' 、及び両端の領域 R_{11}' 、領域 R_{15}' に具備される張出量の平均値が、領域 R_{11}' と領域 R_{13}' との間である領域 R_{12}' 、領域 R_{13}' と領域 R_{15}' との間である領域 R_{14}' に具備される張出量の平均値よりも大きくなるように構成される。ここで5つの領域に分けて考える際には5等分を考慮することができる。

この場合は、中央の領域 R_{13}' を蒸発部（受熱部）として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_{11}' 及び領域 R_{15}' を冷却部とすることが想定される。

[0166] すなわち、ベーパーチャンバー1では、張出量が蒸気流路が延びる方向において異なっている。これに加えて、ある領域における張出量の平均値が、このある領域に隣り合う両方の領域における張出量の平均値よりも大きく形成されている。

[0167] また、本形態では、凝縮液流路3において説明した領域 R_1 の長さを蒸気流路4で説明した領域 R_{11} の長さと同じとし、同様に領域 R_2 の長さを領域 R_{12} の長さと同じとし、領域 R_3 の長さを領域 R_{13} の長さと同じとした。これによれば、上記した連通開口部15cに関する領域による違いによる効果と、張出部6の張出量に関する領域による違いによる効果とを併せて相乗的に発揮することができ、より高い効果を得ることができる。

ただし、これに限定されることはなく、領域 R_1 と領域 R_{11} 、領域 R_2 と領

域 R_{12} 、及び領域 R_3 と領域 R_{13} を関連付けることなく個別に設定してもよい。

また、上記した連通開口部 15c に関する領域による構造の違いと、張出部 6 の張出量に関する領域による構造の違いについては、何れか一方のみの構造の違いを適用したものであっても独立して効果を奏することもできるので、ベーパーチャンバーはいずれか一方の構造のみを具備するものであってもよい。

すなわち、例えば連通開口部 15c のピッチが全ての領域で同じでありつつ、張出量については領域により上記したように異なる形態のベーパーチャンバーであってもよく、又は、連通開口部 15c のピッチが上記のように領域により異なりつつ、張出量については全ての領域で同じとなるような形態のベーパーチャンバーであってもよい。以下の他の形態についても同様である。

[0168] 蒸気流路 4 の幅は、蒸気流路溝 16、蒸気流路溝 26 に基づいたものとなるが、最も広い部分で W_6 。（図 4 参照）で説明した範囲と同様に考えることができる。

また、蒸気流路 4 の高さは蒸気流路溝 16 と蒸気流路溝 26 の合計に基づいたものとなり、 D_3 （図 5 参照）と D_5 （図 19、図 20 参照）とを合計した範囲と同様に考えることができる。

[0169] また、張出部 6 の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} の大きさは、 $30\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲とすることができる。また、隣り合う領域間の張出量の差（ $W_{R11} - W_{R12}$ ）は $20\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下の範囲とすることができる。

[0170] 蒸気流路 4 はベーパーチャンバー 1 の薄型化に伴い、その断面形状が扁平形状とすることができる。これにより薄型化されても流路内の表面積を確保することが可能とされ、熱輸送能力を高い水準に維持することが可能となる。より具体的には、蒸気流路 4 の横断面において、最も広い部分の幅を高さで除した値で表される比が 2.0 以上とすることができ、4.0 以上でもよ

い。

[0171] 本形態で蒸気流路4の断面形状は楕円形を基準に張出部による段差が形成された形状であるが、これに限らず正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形となる形状及びこれらを組み合わせた形状を基準とするものであってもよい。

[0172] 図31からわかるように、第一シート10の蒸気流路連通溝17の開口と第二シート20の蒸気流路連通溝27の開口とが向かい合うように重なり流路を形成し、これにより蒸気流路4が連通する流路となる。この流路により全ての蒸気流路が連通する。

[0173] 一方、注入部12、注入部22についても図1に表れているように、その内面10a、内面20a同士が向かい合うように重なり、第二シート20の注入溝22aの底部とは反対側の開口が第一シート10の注入部12の内面10aより塞がれ、外部と本体11、本体21間の密閉空間2（凝縮液流路3及び蒸気流路4）とを連通する注入流路5が形成されている。

ただし、注入流路5から密閉空間2に対して作動流体を注入した後は、注入流路5は閉鎖されるので、最終的な形態のベーパーチャンバー1では外部と密閉空間2とは連通していない。

[0174] ベーパーチャンバー1の密閉空間2には、作動流体が封入されている。作動流体の種類は特に限定されることはないが、純水、エタノール、メタノール、アセトン等、通常のベーパーチャンバーに用いられる作動流体を用いることができる。

[0175] 以上のようなベーパーチャンバーは例えば次のように作製することができる。

第一シート10及び第二シート20の外周形状を有する金属シートに対して、液流路溝14a、液流路溝15a、蒸気流路溝16、蒸気流路溝26、及び蒸気流路連通溝17、蒸気流路連通溝27をハーフエッチングにより形成する。ここでハーフエッチングとは、エッチングにより厚さ方向を貫通させることなく厚さ方向の途中までエッチングによる材料の除去を行い、溝や

窪みを形成することである。

次いで、第一シート10及び第二シート20の内面10a、内面20aを向かい合わせるように重ね、位置決め手段としての穴13a、穴23aを用いて位置決めし、仮止めを行う。仮止めの方法は特に限定されることはないが、抵抗溶接、超音波溶接、及び接着剤による接着等を挙げることができる。

そして仮止め後に拡散接合を行い恒久的に第一シート10と第二シート20とを接合する。なお、拡散接合の代わりにろう付けにより接合してもよい。

[0176] 接合の後、形成された注入流路5から真空引きを行い、密閉空間2を減圧する。その後、減圧された密閉空間2に対して注入流路5から作動流体を注入して密閉空間2に作動流体が入れられる。そして注入部12、注入部22に対してレーザーによる溶融を利用したり、かしめたりして注入流路5を閉鎖する。これにより密閉空間2の内側に作動流体が安定的に保持される。

[0177] 図39、図40には変形例にかかるベーパーチャンバーの切断面の一部を示した。図39は図27の相当する図、図40は図28に相当する図である。

図39、図40に示したベーパーチャンバーでは張出部7が第一シート10の内側液流路部15により形成されている。この張出部7も蒸气流路4との境界面に形成された部位であり、蒸气流路4側に突出する部位を構成する。具体的には本形態で張出部7は、蒸气流路の幅が最も狭い部位の先端が頂部7aであり、張出面7bがy方向に延びる。この形態では張出面7bに壁部15bを含んでいる。

この張出部7でも上記したベーパーチャンバー1と同様に作用させることができる。

[0178] 次にベーパーチャンバー1の作用について説明する。図41には電子機器の一形態である携帯型端末40の内側にベーパーチャンバー1が配置された状態を模式的に表した。ここではベーパーチャンバー1は携帯型端末40の

筐体 4 1 の内側に配置されているため点線で表している。このような携帯型端末 4 0 は、各種電子部品を内包する筐体 4 1 及び筐体 4 1 の開口部を通して外部に画像が見えるように露出したディスプレイユニット 4 2 を備えて構成されている。そしてこれら電子部品の 1 つとして、ベーパーチャンバー 1 により冷却すべき電子部品 3 0 が筐体 4 1 内に配置されている。

[0179] ベーパーチャンバー 1 は携帯型端末等の筐体内に設置され、CPU 等の冷却すべき対象物である電子部品 3 0 に取り付けられる。電子部品 3 0 はベーパーチャンバー 1 の外面 1 0 b 又は外面 2 0 b に直接、又は、熱伝導性の高い粘着剤、シート、テープ等を介して取り付けられる。外面 1 0 b、外面 2 0 b のうちどの位置に電子部品 3 0 が取り付けられるかは特に限定されることはなく、携帯型端末等において他の部材の配置との関係により適宜設定される。

[0180] 図 4 2 乃至図 4 5 には、電子部品 3 0 とベーパーチャンバー 1 との位置関係の具体例を示した。本形態ではいずれも、図 1 に点線で示したように、冷却すべき熱源である電子部品 3 0 を第一シート 1 0 の外面 1 0 b のうち、本体 1 1 の y 方向中央に配置している。これにより y 方向一方と他方とで対称形とすることができ、製造及び作動流体の還流の観点から利点がある。

また、電子部品 3 0 は死角となって見えない位置なので点線で表している。

[0181] 図 4 2、図 4 3 の例は、領域を 3 つ (R_1 乃至 R_3 、 R_{11} 乃至 R_{13}) としたときに、その一方の端部の領域 R_1 、領域 R_{11} となる位置に電子部品 3 0 を配置した例である。図 4 2 は第一シート 1 0 との関係、図 4 3 は第二シート 2 0 との関係をそれぞれ表している。

この場合、電子部品 3 0 は平面視でその全てが領域 R_1 、領域 R_{11} の内側に重なるように大きさ及び配置がなされるようにすることができ、図 4 2 に R_a で示した、電子部品 3 0 の中心位置から領域 R_1 と領域 R_2 との境界までの距離が電子部品 3 0 の x 方向長さよりも大きくしてもよい。これにより領域 R_1 、領域 R_{11} を蒸発部として効率よく利用することができる。

そして領域 R_3 、及び領域 R_{13} の x 方向長さは、領域 R_1 及び領域 R_{11} の x 方向長さと同じであることが好ましい。これによりペーパーチャンバー1の中心に対して内側の構造が x 方向の一方と他方とで対称形となるため、第一シート10と第二シート20との接合時や電子部品への搭載時の圧力バランスが良好となる。また、領域 R_1 乃至領域 R_3 及び領域 R_{11} 乃至領域 R_{13} の x 方向長さを全て同じとしてもよい。

[0182] 図44、図45の例は、領域を5つ(R_1' 乃至 R_5' 、 R_{11}' 乃至 R_{15}')としたときに、その中央の領域 R_3' 、領域 R_{13}' となる位置に電子部品30を配置した例である。図44は第一シート10との関係、図45は第二シート20との関係をそれぞれ表している。

この場合、電子部品30は平面視で、その全てが領域 R_3' 、領域 R_{13}' の内側に重なるように大きさ及び配置がなされるようにすることができ、領域 R_3' 、領域 R_{13}' の x 方向大きさが電子部品30の x 方向大きさの2倍以上としてもよい。これにより熱源である電子部品30の近くで作動流体の蒸発を促進しつつ、隣接する領域 R_2' 、領域 R_{12}' 、領域 R_4' 、領域 R_{14}' にて蒸発及び凝縮が起こり難くなる。

また、そのときには領域 R_3' 、領域 R_{13}' の x 方向中央位置と電子部品30の x 方向中央位置とが一致させてもよい。これによりペーパーチャンバー1の中心に対して内側の構造が x 方向の一方と他方とで対称形となるため、第一シート10と第二シート20との接合時や電子部品への搭載時の圧力バランスが良好となる。そのため、領域 R_2' 、 R_{12}' と領域 R_4' 、 R_{14}' との x 方向大きさは同じとすることができ、領域 R_1' 、 R_{11}' と領域 R_5' 、 R_{15}' との x 方向大きさは同じとすることができる。なお、全ての領域の大きさを同じにしてもよい。

また、ここでは第二シート20として図23に示した形態例で説明したが、図24に示した形態例であっても同様に考えることができる。

[0183] 図46には作動流体の流れを説明する図を表した。説明のし易さのため、この図では第二シート20は省略し、第一シート10の内面10aが見える

ように表示している。

[0184] 電子部品30が発熱すると、その熱が第一シート10内を熱伝導により伝わり、密閉空間2内における電子部品30に近い位置に存在する凝縮液が熱を受ける。この熱を受けた凝縮液は熱を吸収し蒸発し気化する。これにより電子部品30が冷却される。

[0185] 気化した作動流体は蒸気となって図46に実線の直線矢印で示したように蒸気流路4内を流れて移動する。この流れは領域 R_2 、及び／又は、領域 R_{12} を通過して領域 R_3 及び／又は領域 R_{13} に達するようにして電子部品30から離隔する方向に生じるため、蒸気は電子部品30から離れる方向に移動する。

蒸気流路4内の蒸気は熱源である電子部品30から離れ、比較的溫度が低いベーパーチャンバー1の外周部に移動し、当該移動の際に順次第一シート10及び第二シート20に熱を奪われながら冷却される。蒸気から熱を奪った第一シート10及び第二シート20はその外面10b、外面20bに接触した携帯型端末装置の筐体等に熱を伝え、最終的に熱は外気に放出される。

[0186] 蒸気流路4を移動しつつ熱を奪われた作動流体は凝縮して液化する。この凝縮液は蒸気流路4の壁面に付着する。一方で蒸気流路4には連続して蒸気が流れているので、凝縮液は蒸気で押し込まれるように、連通開口部等から凝縮液流路3に移動する。本形態の凝縮液流路3は連通開口部14c、連通開口部15cを備えているので、凝縮液はこの連通開口部14c、連通開口部15cを通過して複数の凝縮液流路3に分配される。

[0187] 凝縮液流路3に入った凝縮液は、凝縮液流路による毛管現象、及び、蒸気からの押圧により、図46に点線の直線矢印で表したように熱源である電子部品30に近づくように移動する。そして再度熱源である電子部品30からの熱により気化して上記を繰り返す。

[0188] 以上のように、ベーパーチャンバー1によれば、凝縮液流路において高い毛管力で凝縮液の還流が良好となり、熱輸送量を高めることができる。

また、ベーパーチャンバー1によれば、本例のように領域 R_1 及び／又は領

域 R_{11} 、すなわち、連通開口部のピッチが隣接する領域より小さい領域、及び／又は、蒸気流路の張出部の張出量が隣接する領域より大きい領域に熱源を配置して蒸発部とすることで、当該蒸発部から流れ出る蒸気は次に凝縮がし難い領域（領域 R_2 及び／又は領域 R_{12} ）に達するため、凝縮液が蒸気流路を塞いでしまうことが防止されて蒸気を移動させることができる。そして移動した蒸気は熱源から離隔した領域 R_3 及び／又は領域 R_{13} に達し、この領域では連通開口部のピッチが隣接する領域より小さい領域、及び／又は、蒸気流路の張出部の張出量が隣接する領域より大きい領域になっているため、蒸気を凝縮させやすく、凝縮部として高い性能で機能する。これにより作動流体が円滑に還流して高い熱輸送能力を発揮することができる。

[0189] ここまでは、第一シート及び第二シートの2つのシートによるベーパーチャンバーについて説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されることなく、3つ以上のシートによるベーパーチャンバーでも同様に考えることができる。以下にはその1つの形態として、3つのシートからなるベーパーチャンバーを例に説明する。

[0190] 図47には3つのシートからなるベーパーチャンバー101の外観斜視図、図48にはベーパーチャンバー101の分解斜視図を表した。

[0191] 本形態のベーパーチャンバー101は、図47、図48からわかるように第一シート110、第二シート120、及び、第三シート130を有している。そして、上記と同様にこれらシートが重ねられて接合（拡散接合、ろう付け等）されていることにより、第一シート110と第二シート120との間に第三シート130の形状に基づいた中空部が形成されたベーパーチャンバー用シートとなる。そして、中空部に作動流体が封入されることで密閉空間102とされ、ベーパーチャンバー101となる。

第一シート110、第二シート120、及び第三シート130を構成する材料は上記した第一シート10と同様に考えることができる。

[0192] 本形態で第一シート110は、その表裏面（厚さ方向の一方と他方の面、内面110aと外面110b）が平坦である全体としてシート状の部材であ

る。第一シート110は表裏とも平坦な面により構成されており、平坦な内面110a、該内面110aとは反対側となる平坦な外面110b、及び、内面110aと外面110bとを渡して厚さを形成する端面110cを備える。

[0193] また、第一シート110は本体111及び注入部112を備えている。

本体111は中空部及び密閉空間を形成するシート状の部位であり、本形態では平面視で角が円弧（いわゆるR）にされた長方形である。

ただし、第一シート110の本体111は本形態のように四角形である他、ベーパーチャンバーとして都度必要とされる形状とすることができる。例えば円形、楕円形、三角形、その他の多角形、並びに、屈曲部を有する形である例えばL字型、T字型、クランク型、U字型等であってもよい。また、これらの少なくとも2つを組み合わせた形状とすることもできる。

[0194] 注入部112は形成された中空部に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では平面視長方形である本体111の一辺から突出する平面視四角形のシート状である。

[0195] このような第一シート110の厚さは特に限定されることはないが、1.0mm以下であることが好ましく、0.75mm以下であってもよく、0.5mm以下であってもよい。一方、この厚さは0.02mm以上であることが好ましく、0.05mm以上であってもよく、0.1mm以上であってもよい。この厚さの範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、この厚さの範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより薄型のベーパーチャンバーとして適用できる場面を多くすることが可能である。

[0196] 第一シート110は、単層であってもよいし、複数のシートが積層されていてもよい。例えば強度が異なる複数の層が積層されたシート（クラッド

材) が用いられてもよい。

[0197] 本形態で第二シート120も、その表裏が平坦である全体としてシート状の部材である。第二シート120は表裏とも平坦な面により構成されており、平坦な内面120a、該内面120aとは反対側となる平坦な外面120b、及び、内面120aと外面120bとを渡して厚さを形成する端面120cを備える。

また、第二シート120も第一シート110と同様に本体121及び注入部122を具備している。

その他、第二シート120は第一シート110と同様に考えることができる。ただし、第二シート120の厚さや材質は第一シート110と同じである必要はなく、異なるように構成してもよい。

[0198] 第二シート120も、単層であってもよいし、複数のシートが積層されていてもよい。例えば強度が異なる複数の層が積層されたシート（クラッド材）が用いられても良い。

[0199] 本形態で第三シート130は、第一シート110の内面110aと第二シート120の内面120aとの間に挟まれて重ねられるシートであり、作動流体が移動する密閉空間102のための構造が具備されている。

図49、図50には第三シート130を平面視した図（z方向から見た図）を表した。図49は第一シート110に重ねられる面の図、図50は第二シート120に重ねられる面の図である。

また図51には図49に $l_{101}-l_{101}$ で示した線に沿った切断面、図52には図49に $l_{102}-l_{102}$ で示した線に沿った切断面をそれぞれ示した。

[0200] なお、第三シート130も単層であってもよいし、複数のシートが積層されていてもよい。複数のシートが積層されてなる場合には、複数のシートを積層してから以下の形態と形成してもよいし、複数のシートを個別に加工してから重ね合わせることで以下の形態を形成してもよい。

[0201] 本形態で第三シート130は、第一シート110の内面110aに重なる第一面130a、第二シート120の内面120aに重なる第二面130b

、及び、第一面１３０aと第二面１２０bとを渡して厚さを形成する端面１３０cを備える。従って図４９には第一面１３０a、図５０には第二面１３０bがそれぞれ現れている。

[0202] また、第三シート１３０は本体１３１及び注入部１３２を備えている。

本体１３１はベーパーチャンバー用シートにおける中空部及び、ベーパーチャンバー１０１における密閉空間を形成するシート状の部位であり、本形態では平面視で角が円弧（いわゆるR）にされた長方形である。

ただし、本体１３１は本形態のように四角形である他、ベーパーチャンバーとして必要とされる形状とすることができる。例えば円形、楕円形、三角形、その他の多角形、並びに、屈曲部を有する形である例えばＬ字型、Ｔ字型、クランク型、Ｕ字型等であってもよい。また、これらの少なくとも２つを組み合わせた形状とすることもできる。

[0203] なお、本形態では、第一シート１１０、第二シート１２０、及び第三シート１３０の外形の形状は同一である。

[0204] 注入部１３２は形成された中空部に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では平面視長方形である本体１３１の一辺から突出する平面視四角形のシート状である。そして注入部１３２には第二面１３０b側に端面１３０cから本体１３２に通じる溝１３２aが設けられている。

[0205] 第三シート１３０の厚さや材質は第一シート１１０と同様に考えることができる。ただし、第三シート１３０の厚さや材質は第一シート１１０と同じである必要はなく、異なるように構成してもよい。

[0206] 本体１３１には、作動流体が還流するための構造が形成されている。具体的には、本体１３１には、外周接合部１３３、外周液流路部１３４、内側液流路部１３８、蒸气流路溝１４２、及び、蒸气流路連通溝１４４が具備されている。

[0207] 本形態のベーパーチャンバー１０１は、第１流路であり作動流体の蒸気を通る蒸气流路１０４、及び、第２流路であり作動流体が凝縮して液化した凝縮液を通る凝縮液流路１０３を備える。そして、第三シート１３０の蒸气流

路溝 142 が蒸気流路 104 を形成し、外周液流路部 134 に具備される液流路溝 135 及び、内側液流路部 138 に具備される液流路溝 139 が凝縮液流路 103 を形成する。

[0208] 外周接合部 133 は、本体 131 の外周に沿って設けられた部位であり、本体 131 の第一面 130a に設けられた外周接合面 133a 及び第二面 30b に設けられた外周接合面 133b を備えている。外周接合面 133a が第一シート 110 の内面 110a の外周部に重なり、外周接合面 133b が第二シート 120 の内面 20a の外周部に重なってそれぞれが接合（拡散接合、ろう付け等）される。これにより、第一シート 110 と第二シート 120 との間に第三シート 130 の形状に基づく中空部が形成されペーパーチャンバー用シートとなる。そして当該中空部に作動流体が封入されることにより密閉空間 102 が形成されてペーパーチャンバー 101 となる。

[0209] 図 49 乃至図 52 に W_{101} で示した外周接合部 133（外周接合面 133a 及び外周接合面 133b）の幅（外周接合部 133 が延びる方向に直交する方向の大きさ）は、上記した第一シート 10 の外周接合部 13 の幅 W_1 と同様に考えることができる。

[0210] 外周液流路部 134 は、液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る第 2 流路である凝縮液流路 103 の一部を構成する部位である。図 53 には図 51 のうち矢印 l_{103} で示した部分を拡大して表した。また、図 54 には図 53 に矢印 l_{104} で示した方向から見た外周液流路部 134 を平面視した（z 方向から見た）拡大図を表した。すなわち、図 54 は、第 1 面 130a の方から見た外周液流路部 134 の一部を表している。

[0211] ここで、外周液流路部 134 は、第一面 130a 側に液流路溝 135、壁部 135a、連通開口部 135b を備えており、その形態は上記した外周液流路部 14 の液流路溝 14a、壁部 14b、及び、連通開口部 14c の形態と同様に考えることができ、その説明も妥当する。

一方、本形態で外周液流路部 134 の第二面 130b 側は平坦面とされている。

[0212] ここで液流路溝 135 は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側は開口している。第一シート 110 が第三シート 130 に重ねられることでこの開口が塞がれて凝縮液流路 103 となる。

[0213] また本形態では図 51 に示したように外周液流路部 134 に張出部 137 が設けられている。張出部 137 は蒸气流路溝 142 との境界面に形成された部位であり、蒸气流路溝 142 側に突出する部位である。

本形態で張出部 137 は、第一面 130a から厚さ方向（z 方向） T_{101} （図 53 参照）の位置で蒸气流路溝（蒸气流路）の幅方向（y 方向）に最も突出した頂部 137a を具備し、この頂部 137a から凝縮液流路（壁部 135a）に向けて延びる、断面視で外周液流路部 134 側に凹の円弧状の張出面 137b が具備されている。そして張出面 137b は壁部 135a に連結している。ただし張出面は円弧状である必要はなく、断面視で外周液流路部 134 側に凹の円弧以外の曲線状であってもよい。

張出部のさらなる他の形態例については後で示すが、張出部は、上記したベーパーチャンバー 1 における張出部 6、張出部 7 と同様に、蒸气流路溝（蒸气流路）側に幅方向に突出した部位で、蒸气流路が最も狭められた先端である頂部から凝縮液流路（壁部）に向けて延びる面を備える張出面を具備し、張出面は壁部に連結又は壁部を含むように構成されている。

[0214] このような張出部 137 によれば、その形状によって張出面 137b に凝縮液が集まり易く、張出部 137 を通じて凝縮液流路 3 と蒸气流路 4 との作動流体の移動が円滑となり、熱輸送能力を高めることができる。

[0215] また、張出面 137b の表面は特に限定されることはないが、粗面や微小な階段状の面としてもよい。これにより凝縮液の保持力を高めることができる。

張出面の面粗さ（ISO 25178）は、例えば株式会社キーエンス製のレーザー顕微鏡（型番：VK-X250）にて測定できる。そしてこの面粗さの算術平均高さ S_a は $0.005\mu m$ 以上であることが好ましく、 0.0

3 μm 以上であることがより好ましい。また最大高さ S_z は 0.05 μm 以上であることが好ましく、0.3 μm 以上であることがより好ましい。

[0216] 図49乃至図51、図53に W_{102} で示した外周液流路部134の幅（液流路溝135が配列される方向の大きさ）は、上記した第一シート10の外周液流路部14の W_2 と同様に考えることができる。

[0217] 張出部137について、図53に W_{104} で示した張出量（壁部135aの端部から頂部137aのy方向における距離）は、上記したペーパーチャンバー1の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} と同様に考えることができる。すなわち、本形態でも、y方向において張出部137の張出量 W_{104} を異ならせることができる。また、領域を分け（例えば領域 R_1 、領域 R_2 、及び領域 R_3 ）、張出部137の張出量 W_{104} を領域毎に異ならせることができる。

[0218] また、図53に T_{101} で示した壁部135aの頂部から張出部137の頂部137aまでの厚さ方向距離は、外周液流路部134の厚さを T_{102} としたとき、 T_{101} を T_{102} で割った値で0.05以上であることが好ましく、0.15以上であってもよく、0.3以上であってもよい。一方、 T_{101} を T_{102} で割った値は1.0以下であればよく、0.8以下であってもよく、0.6以下でもよい。当該 T_{101} を T_{102} で割った値の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、 T_{101} を T_{102} で割った値の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

なお、本形態では当該値が0.5であり頂部137aが外周液流路部134の厚さ方向中央となる位置に配置されている。

[0219] 図47乃至図51に戻って内側液流路部138について説明する。内側液流路部138も液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る第2流路である凝縮液流路3の一部、及び張出部141を具備する部位である。図55には図51のうち矢印 1_{05} で示した部分を拡大して示した。図55にも内側液流路部138の断面形状が表れている。また、図56には図

55に矢印 1_{106} で示した方向から見た内側液流路部138を平面視した（z方向から見た）した拡大図を示した。

[0220] これら図からわかるように、内側液流路部138は本体131のうち、外周液流路部134の環状である環の内側に形成された部位である。本形態の内側液流路部138は、本体31の平面視（z方向から見たとき）長方形の長辺に平行な方向（x方向）に延び、複数（本形態では3つ）の内側液流路部138が同短辺に平行な方向（y方向）に所定の間隔で配列されている。

[0221] ここで、内側液流路部138は、第一面130a側に液流路溝139、壁部139a、連通開口部139bを備えており、その形態は上記した内側液流路部15の液流路溝15a、壁部15b、及び、連通開口部15cの形態と同様に考えることができ、その説明も妥当する。なお、液流路溝139は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側は開口している。第一シート110が第三シート130に重ねられることでこの開口が塞がれて凝縮液流路103となる。

一方、本形態で内側液流路部138の第二面130b側は平坦面とされている。

[0222] また本形態では内側液流路部138に張出部141が設けられている。張出部141は蒸气流路溝142との境界面に形成された部位であり、蒸气流路溝142側に突出する部位である。

本形態で張出部141は、第一面130aから厚さ方向（z方向） T_{103} の位置で蒸气流路溝（蒸气流路）の幅方向（y方向）に最も突出した頂部141aを具備し、この頂部141aから凝縮液流路（壁部139a）に向けて延びる、断面視で内側液流路部138側に凹の円弧状の張出面141bが具備されている。そして張出面141bは壁部139aに連結している。ただし張出面は円弧状である必要はなく、断面視で内側液流路部138側に凹の円弧以外の曲線状であってもよい。

張出部のさらなる他の形態例については後で示すが、張出部は、上記したベーパーチャンバー1における張出部6、張出部7と同様に、蒸气流路溝（

蒸気流路)側に幅方向に突出した部位で、蒸気流路が最も狭められた先端である頂部から凝縮液流路(壁部)に向けて面を備える張出面を具備し、張出面は壁部に連結又は壁部を含むように構成されている。

[0223] このような張出部141によれば、上記のような形状によって張出面141bに凝縮液が集まり易く、張出部141を通じて凝縮液流路103と蒸気流路104との作動流体の移動が円滑となり、熱輸送能力を高めることができる。

[0224] また、張出面141bの表面は特に限定されることはないが、粗面や微小な階段状の面としてもよい。これにより凝縮液の保持力を高めることができる。

張出面の面粗さ(ISO 25178)は、例えば株式会社キーエンス製のレーザー顕微鏡(型番:VK-X250)にて測定できる。そしてこの面粗さの算術平均高さ S_a は $0.005\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.03\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。また最大高さ S_z は $0.05\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.3\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。

[0225] 図49乃至図51、及び図55に W_{105} で示した内側液流路部138の幅(内側液流路部138と蒸気流路溝142が配列される方向の大きさで、最も大きな値)は、上記した第一シート10の内側液流路部15の W_4 と同様に考えることができる。

[0226] また、図51に P_{102} で示した複数の内側液流路部38のピッチは、上記した第一シート10の内側液流路部15の P_2 と同様に考えることができる。

[0227] 張出部141について、図55に W_{107} で示した張出量(壁部139aの端部から頂部141aのy方向における距離)は、上記したペーパーチャンバー1の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} と同様に考えることができる。すなわち、本形態でも、y方向において張出部141の張出量 W_{107} を異ならせることができる。また、領域を分け(例えば領域 R_1 、領域 R_2 、及び領域 R_3)、張出部141の張出量 W_{107} を領域毎に異ならせることができる。

[0228] また、図55に T_{103} で示した壁部139aの頂部141aから張出部14

1の頂部141aまでの厚さ方向距離は、内側液流路部138の厚さを T_{104} としたとき、 T_{103} を T_{104} で割った値で0.05以上であることが好ましく、0.15以上であってもよく、0.3以上であってもよい。一方、 T_{103} を T_{104} で割った値は1.0以下であればよく、0.8以下であってもよく、0.6以下でもよい。当該 T_{103} を T_{104} で割った値の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、 T_{103} を T_{104} で割った値の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

なお、本形態では当該値が0.5であり頂部141aが内側液流路部138の厚さ方向中央となる位置に配置されている。

[0229] 次に蒸気流路溝142について説明する。蒸気流路溝142は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位で、第1流路である蒸気流路104の一部を構成する。図49、図50には平面視した蒸気流路溝142の形状、図51には蒸気流路溝142の断面形状がそれぞれ表れている。

[0230] これら図からもわかるように、本形態で蒸気流路溝142は本体131のうち、外周液流路部134の環状である環の内側に形成された溝（スリット）により構成されている。詳しくは本形態の蒸気流路溝142は、隣り合う内側液流路部138の間、及び、外周液流路部134と内側液流路部138との間に形成され、本体131の平面視長方形で長辺に平行な方向（x方向）に延びた溝である。そして、複数（本形態では4つ）の蒸気流路溝142が同短辺に平行な方向（y方向）に配列されている。本形態の蒸気流路溝142は第三シート130の第一面130aと第二面130b側とを連通するように構成されており、すなわちスリット状の溝であり、第一面130a及び第二面130b側に開口している。

従って、図51からわかるように第三シート130は、y方向において、外周液流路部134及び内側液流路部138と蒸気流路溝142とが交互に繰り返された形状を備えている。

[0231] 図49乃至図51に W_{108} で示した蒸気流路溝142の幅（内側液流路部138と蒸気流路溝142が配列される方向の大きさで、蒸気流路溝のうち最も狭い部分における幅）は、上記第一シート10の蒸気流路溝16の W_6 と同様に考えることができる。

[0232] 蒸気流路連通溝144は、複数の蒸気流路溝142を連通させる溝である。これにより、複数の蒸気流路溝142の蒸気の均等化が図られたり、蒸気がより広い範囲に運ばれ、多くの凝縮液流路3を効率よく利用できるようになったりするため、作動流体の還流をより円滑にすることが可能となる。

[0233] 本形態の蒸気流路連通溝144は、図49、図50、及び、図52からわかるように、内側液流路部138、蒸気流路溝142が延びる方向の両端部と、外周液流路部134との間に形成されている。

[0234] 蒸気流路連通溝144は、隣り合う蒸気流路溝142を連通させるように形成されている。本形態で蒸気流路連通溝144は図52からわかるように、第一面130a側の溝144a、第二面130b側の溝144bを有しており、溝144aと溝144bとの間に連結部144cを具備している。この連結部144cは内側液流路部138と外周液流路部134とを連結し内側液流路部38を保持している。

また、図49、図50に表れているように、本形態では蒸気流路連通溝144のうち、第三シート130の注入部132に設けられた溝132aの端部が配置される部位では、連結部144cに穴144dが設けられ、溝144aと溝144bとが連通している。これにより溝132aからの作動液注入を阻害することなく、より円滑な作動液注入ができるようにしている。

[0235] 図49、図50、図52に W_{109} で示した蒸気流路連通溝144の幅（連通方向に直交する方向の大きさで、溝の開口面における幅）は、上記した第一シート10の蒸気流路連通溝17の幅 W_7 と同様に考えることができる。

[0236] 本形態で蒸気流路連通溝144の溝144a、溝144bの断面形状は半楕円形であるが、これに限らず、長方形、正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形又は、これらのいずれか複数の組

み合わせであってもよい。

蒸気流路連通溝は蒸気の流動抵抗を小さくすることにより作動流体の円滑な還流をさせることができるので、かかる観点から流路断面の形状を決定することもできる。

[0237] 次に、第一シート110、第二シート120、及び第三シート130が組み合わされてベーパーチャンバー101とされたときの構造について説明する。この説明により、ベーパーチャンバー101が具備する形状、並びに、第一シート110、第二シート120、及び第三シート130が有するべき各構成の配置、大きさ、形状等がさらに理解される。

[0238] 図57には、図47に l_{107} — l_{107} で示したy方向に沿ってベーパーチャンバ101を厚さ方向に切断した切断面を表した。図58には図47に l_{108} — l_{108} で示したx方向に沿ってベーパーチャンバ101を厚さ方向に切断した切断面を示した。

図59には図57に l_{109} で示した部分、図60には図57に l_{110} で示した部分をそれぞれ拡大して表した。

なお、図57乃至図60に表れる断面では蒸気流路104と蒸気流路103とは壁部135a及び壁部139aにより隔てられているが、壁部135a及び壁部139aはそれぞれ連通開口部135b及び連通開口部139bを備えている。従って、蒸気流路104と蒸気流路103とは連通開口部135b及び連通開口部139bにより連通している。

[0239] 図47、図48、及び図57乃至図60よりわかるように、第三シート30の第一面130a側に第一シート110の内面110aが重ねられ、第三シート130の第二面130b側に第二シート120の内面120aが重ねられるように配置され接合されることでベーパーチャンバー101とされている。このとき、第三シート130の本体131と第一シート110の本体111、第三シート130の本体131と第二シート120の本体121とが重なり、第三シート130の注入部132の第一シート110の注入部112、第三シート130の注入部132と第二シート120の注入部122

とが重なっている。

[0240] このような第一シート 110、第二シート 120 及び第三シート 130 の積層体により、本体 111、本体 121 及び本体 131 に具備される各構成が図 57 乃至図 60 に表れるように配置される。具体的には次の通りである。

[0241] 第三シート 130 の第一面 130a 側に設けられた外周接合面 133a と第一シート 110 の内面の 110a の外周部の面とが重なるように配置されているとともに、第三シート 130 の第二面 130b 側に設けられた外周接合面 133b と第二シート 120 の内面 120a の外周部の面とが重なるように配置されており接合されている。これにより、第一シート 110 と第二シート 120 との間に、第三シート 130 の形状に基づく中空部が形成されてベーパーチャンバー用シートとされ、この中空部に作動流体が封入されることで密閉空間 102 を具備するベーパーチャンバーとなる。

[0242] 第三シート 130 の外周液流路部 134 の第一面 130a 側に第一シート 110 の内面 110a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 135 の開口が第一シート 110 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 103 となる。

[0243] 同様に、第三シート 130 の内側液流路部 138 の第一面 130a 側に第一シート 110 の内面 110a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 139 の開口が第一シート 110 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 103 となる。

[0244] このように、断面においてその四方を壁で囲まれた細い流路を形成することにより強い毛細管力で凝縮液を移動させ、円滑な循環が可能となる。すなわち、凝縮液が流れることを想定した流路を考えたとき、該流路の 1 つの面が連続的に開放されているようないわゆる溝による流路に比べて、上記凝縮液流路 3 によれば高い毛細管力を得ることができる。

また、凝縮液流路 3 は第 1 流路である蒸气流路 4 とは分離されて形成されているため、作動流体の循環を円滑にさせることができる。

[0245] また、複数の凝縮液流路 103 を設けることにより、1 つの凝縮液流路 103 の流路断面積を小さく（細く）しつつも、凝縮液流路 103 の合計の流路断面積を大きく取ることができるので毛細管力を高く維持しつつ凝縮液の流れを円滑にすることができる。

[0246] 凝縮液流路 3 が具備する形状は、上記した第三シート 30 で説明した形状及び寸法と同様に考えることができる。

また、ベーパーチャンバー 1 で説明した、隣り合う凝縮液流路間の壁部の幅 (S_A) や、凝縮液流路 3 の横断面の断面積 S_B との関係 (S_A/S_B) についても、本形態で同様に考えることができる。すなわち、図 61 に、図 60 のうち、2 つの凝縮液流路 103 に注目して拡大図で表したように、壁部 139a（壁部 135a も同様に考えることができる。）の幅 S_A は $20\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $30\ \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。また、壁部の幅 S_A (μm) は $300\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\ \mu\text{m}$ 以下とすることができ、 $100\ \mu\text{m}$ 以下でもよい。これにより、限られた内部空間を有効活用でき、蒸气流路及び凝縮液流路の本数を増やすことができる。これら幅 S_A の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 S_A の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

また、壁部 135a、139a の幅 S_A (μm) と、これに隣り合う凝縮液流路 103 の横断面（流れ方向（流路長手方向）に直交する方向の断面）の断面積 S_B (μm^2) との関係で、 S_A を S_B で除した値 (S_A/S_B) が 0.005 (μm^{-1}) 以上 0.04 (μm^{-1}) 以下の範囲としてもよい。

[0247] 他の部位について説明する。図 57 からわかるように、蒸气流路溝 142 の開口が第一シート 110 及び第二シート 120 により塞がれることで中空

部の一部を形成し、ここが作動流体の流路を形成し、蒸気が流れる第1流路である蒸气流路104となる。

[0248] 蒸气流路104が具備する形状は、上記した第三シート130で説明した形状寸法、及び、ベーパーチャンバー1の蒸气流路4と同様に考えることができる。

[0249] また、外周液流路部134及び内側液流路部138には、張出部137及び張出部141が設けられている。これにより、凝縮液流路103と蒸气流路104との間に配置され、蒸气流路104側に突出した張出部137、張出部141が具備されている。

本形態で張出部137及び張出部141は、蒸气流路104の幅方向（蒸气流路4、凝縮液流路3が配列される方向、y方向）に最も突出した頂部137a、頂部141aを具備し、頂部137a、頂部141aから凝縮液流路3（壁部）が具備された側に向けて延び、壁部に連結し、断面で円弧状の張出面137b、張出面141bが具備されている。

すなわち張出部は、凝縮液流路103と蒸气流路104との間に配置され、蒸气流路104を幅方向に狭めるように突出しており、その最も突出した部位（頂部）から凝縮液流路103（壁部）に向けて近づく面を含む張出面を具備する。

[0250] そしてその張出量（ W_{104} 、 W_{107} ）は、上記したベーパーチャンバー1の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} と同様に考えることができる。すなわち、本形態でも領域を分け（例えば領域 R_1 、領域 R_2 、及び領域 R_3 ）、領域間で張出量を上記の関係を有するように構成することができる。

[0251] 図58からわかるように、第三シート130の蒸气流路連通溝144の溝144aの開口が第一シート110で、溝144bの開口が第二シート120でそれぞれ塞がれることにより複数の蒸气流路104が連通する中空部が形成され、密閉空間の一部となって作動流体が流れる流路となる。

[0252] 注入部112、注入部122、及び注入部132についても図47、図48に表れているように、注入部132の第一面130a側に注入部112、

注入部 132 の第二面 130 側に注入部 122 が重なり、第三シート 130 の第二面 130b 側の注入溝 132a の開口が第二シート 120 の注入部 122 に塞がれ、外部と中空部（凝縮液流路 103 及び蒸气流路 104）とを連通する注入流路 105 が形成されている。

ただし、注入流路 105 から中空部に対して作動流体を注入した後は、注入流路 5 は閉鎖されて密閉空間 102 となるので、最終的な形態のベーパーチャンバー 101 では外部と中空部とは連通していない。

本形態で注入部 112、注入部 122、及び注入部 132 は、ベーパーチャンバー 101 の長手方向における一对の端部のうちの一方の端部に設けられている例が示されているが、これに限られることはなく、他のいずれかの端部に配置されていてもよく、複数配置されてもよい。複数配置される場合には例えばベーパーチャンバー 101 の長手方向における一对の端部のそれぞれに配置されてもよいし、他の一对の端部のうちの一方の端部に配置されてもよい。

[0253] ベーパーチャンバー 101 の密閉空間 102 には、作動流体が封入されている。作動流体の種類は特に限定されることはないが、純水、エタノール、メタノール、アセトン、及びそれらの混合物等、通常のベーパーチャンバーに用いられる作動流体を用いることができる。

[0254] 以上のようなベーパーチャンバー 101 によっても、ベーパーチャンバー 1 と同様に作用し、その効果を得ることができる。

[0255] 図 62 乃至図 67 には、張出部の形状に注目して他の形態例を説明する図を表した。いずれも図 60 に相当する図である。なお、これら張出部の形態を外周液流路部に適用することもできる。また、張出部の張出量もベーパーチャンバー 1 の張出部 6 と同様に考えることもできる。

[0256] 図 62 の形態例では、張出部 241 の頂部 241a が、図 60 の頂部 141a に比べて厚さ方向で凝縮液流路 103 に近い位置に配置されている。具体的には図 62 に示した T_{203} を T_{204} で割った値が 0.2 以上 0.4 以下の範囲とされている。

この形態によれば、張出面 2 4 1 b と第一シート 1 1 0 とに挟まれる空間が小さいため、毛細管力が強く働きやすく、上記効果を奏するものとなる。

- [0257] 図 6 3 の形態例では、張出部 3 4 1 の頂部 3 4 1 a から延びる張出面 3 4 1 b が断面視で直線状である。上記した張出面 1 4 1 b、張出面 2 4 1 b はいずれも内側液流路部 1 3 8 側に凹の円弧状であったが、本形態では張出面 3 4 1 b が断面で直線状である。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。

- [0258] 図 6 4 の形態例では、張出部 4 4 1 の頂部 4 4 1 a が面状であるとともに、張出面 4 4 1 b は、複数の凝縮液流路 1 0 3 及び蒸气流路 1 0 4 が配列される方向に平行（y 方向）に延びる面を備えている。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。

- [0259] 図 6 5 の形態例では、張出部 5 4 1 の頂部 5 4 1 a から延びる張出面 5 4 1 b が断面視で蒸气流路 1 0 4 側に凸の円弧状である。ただし円弧状である必要はなく、断面視で蒸气流路 1 0 4 側に凸の円弧以外の曲線状であってもよい。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。この形態では、張出面 5 4 1 b が凝縮液流路 1 0 3 に近づくにつれて第一シート 1 1 0 との間隔が狭い部位を比較的多く形成することができ、毛細管力の効率よい利用が期待できる。

- [0260] 図 6 6 の形態例では、張出部 6 4 1 の頂部 6 4 1 a が、蒸气流路 1 0 4 のうち凝縮液流路 1 0 3 側とは反対側となる面にまで離隔して設けられている例である。このような形態でも張出面 6 4 1 b を形成することができ上記効果を奏するものとなる。

ただし、張出面と第一面 1 1 0 a との間を狭くすることによって、より強い毛細管力を利用する観点からは、上記した各形態例のように、頂部は厚さ方向において、蒸气流路のうち厚さ方向に対向する内面に一致しない側面のいずれかに配置されることが好ましい。

[0261] 図67の形態例では、凝縮液流路103が、内側液流路部138の厚さ方向の両方に形成されている。この例では張出部741は、その頂部741aから、当該両方の凝縮液流路103に向けてそれぞれ張出面741bを形成することができ、厚さ方向両方に存在する凝縮液流路3のそれぞれに対して上記の効果を奏するものとなる。

[0262] 本開示の上記各形態はそのままに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の形態とすることができる。一方、各形態に示される全構成要素から、得られる効果に応じて1つ又は複数の構成要素のみを抽出して適用したり、各形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除したりしてもよい。

符号の説明

- [0263] 1、101 ペーパーチャンバー
2、102 密閉空間
3、103 凝縮液流路
3a 内面溝
4、104 蒸気流路
6、7 張出部
10、110 第一シート
10a、110a 内面
10b、110b 外面
10c、110c 側面
11、111 本体
12、112 注入部
13 外周接合部
14 外周液流路部
14 液流路溝
14c 連通開口部

- 1 5 内側液流路部
- 1 5 a 液流路溝
- 1 5 c 連通開口部
- 1 6 蒸気流路溝
- 1 7 蒸気流路連通溝
- 2 0、1 2 0 第二シート
- 2 0 a、1 2 0 a 内面
- 2 0 b、1 2 0 b 外面
- 2 0 c、1 2 0 c 側面
- 2 1、1 2 1 本体
- 2 2、1 2 2 注入部
- 2 3 外周接合部
- 2 4 外周液流路部
- 2 5 内側液流路部
- 2 6 蒸気流路溝
- 2 7 蒸気流路連通溝
- 1 3 0 第三シート
- 1 3 1 本体
- 1 3 2 注入部
- 1 3 3 外周接合部
- 1 3 4 外周液流路部
- 1 3 7 張出部
- 1 3 8 内側液流路部
- 1 4 1 張出部
- 1 4 2 蒸気流路溝
- 1 4 4 蒸気流路連通溝

請求の範囲

- [請求項1] 密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーであって、
- 前記密閉空間には、前記作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、前記作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、が具備され、
- 前記蒸气流路には、前記凝縮液流路及び前記蒸气流路が配列される方向に蒸气流路側に突出した張出部が備えられるとともに、前記蒸气流路が延びる方向において前記張出部の張出量が異なっている、ベーパーチャンバー。
- [請求項2] 前記蒸气流路が延びる方向に複数の領域に分けたとき、1の前記領域における前記張出部の張出量が、前記1の領域に隣り合う両方の前記領域における前記張出部の張出量よりも小さい、請求項1に記載のベーパーチャンバー。
- [請求項3] 1つの前記蒸气流路を該蒸气流路が延びる方向において3つの領域に分けたとき、中央に配置される領域の前記張出量の平均値が、前記中央に配置される領域の両隣に配置される2つの領域の前記張出量のそれぞれの平均値よりも小さくされている、請求項1又は2に記載のベーパーチャンバー。
- [請求項4] 1つの前記蒸气流路を該蒸气流路が延びる方向において5つの領域に分けたとき、中央に配置される前記領域における前記張出部の張出量の平均値、及び両端に配置される前記領域における前記張出部の張出量の平均値が、前記中央に配置される前記領域と前記両端に配置される前記領域との間に配置される前記領域における前記張出部の張出量の平均値よりも大きい、請求項1又は2に記載のベーパーチャンバー。
- [請求項5] 密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーであって、

前記密閉空間には、前記作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、前記作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、が具備されており、

前記蒸气流路と前記凝縮液流路とを隔てる壁部には、前記蒸气流路と前記凝縮液流路とを連通する開口部である連通開口部が複数設けられており、

複数の前記連通開口部のピッチが前記蒸气流路が延びる方向において異なっている、ベーパーチャンバー。

[請求項6] 前記蒸气流路が延びる方向において、1の領域に対して前記蒸气流路に沿った方向に並ぶ複数の前記連通開口部が含まれるように複数の領域に分けたとき、前記1の領域における前記連通開口部のピッチが、前記1の領域に隣り合う両方の前記領域における前記連通開口部のピッチよりも大きい、請求項5に記載のベーパーチャンバー。

[請求項7] 1つの蒸气流路を該蒸气流路が延びる方向において3つの領域に分けたとき、両端に配置される領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値が、両端に配置される前記領域の間に配置される中央の前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値よりも小さい、請求項5に記載のベーパーチャンバー。

[請求項8] 1つの前記蒸气流路を該蒸气流路が延びる方向において5つの領域に分けたとき、中央に配置される前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値、及び両端に配置される前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値が、前記中央に配置される前記領域と前記両端に配置される前記領域との間に配置される前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値よりも小さい、請求項5に記載のベーパーチャンバー。

[請求項9] 密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーであって、

前記密閉空間には、前記作動流体が流れる複数の流路が形成され、

隣り合う前記流路の間には壁部を有しており、

前記壁部の幅 S_A は、 $20\ \mu\text{m}$ 以上 $300\ \mu\text{m}$ 以下であり、前記流路の横断面の断面積 S_B (μm^2) との関係である S_A を S_B で除した値が 0.005 (μm^{-1}) 以上 0.04 (μm^{-1}) 以下である、ベーパーチャンバー。

[請求項10] 前記流路は、前記作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、前記作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、を有し、

前記壁部は、隣り合う前記凝縮液流路の間に形成された壁部である、請求項9に記載のベーパーチャンバー。

[請求項11] 前記壁部の幅が前記凝縮液流路の幅より小さい請求項9又は10に記載のベーパーチャンバー。

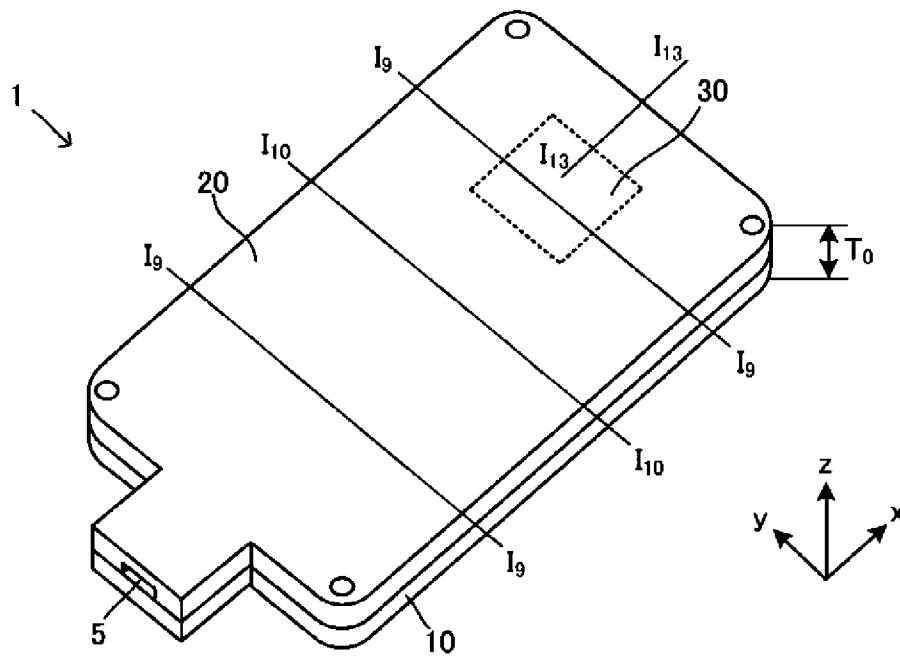
[請求項12] 前記凝縮液流路にはその表面に溝が形成されている、請求項9乃至11のいずれかに記載のベーパーチャンバー。

[請求項13] 前記壁部には、隣り合う流路を連通する開口部を複数有している請求項9乃至12のいずれかに記載のベーパーチャンバー。

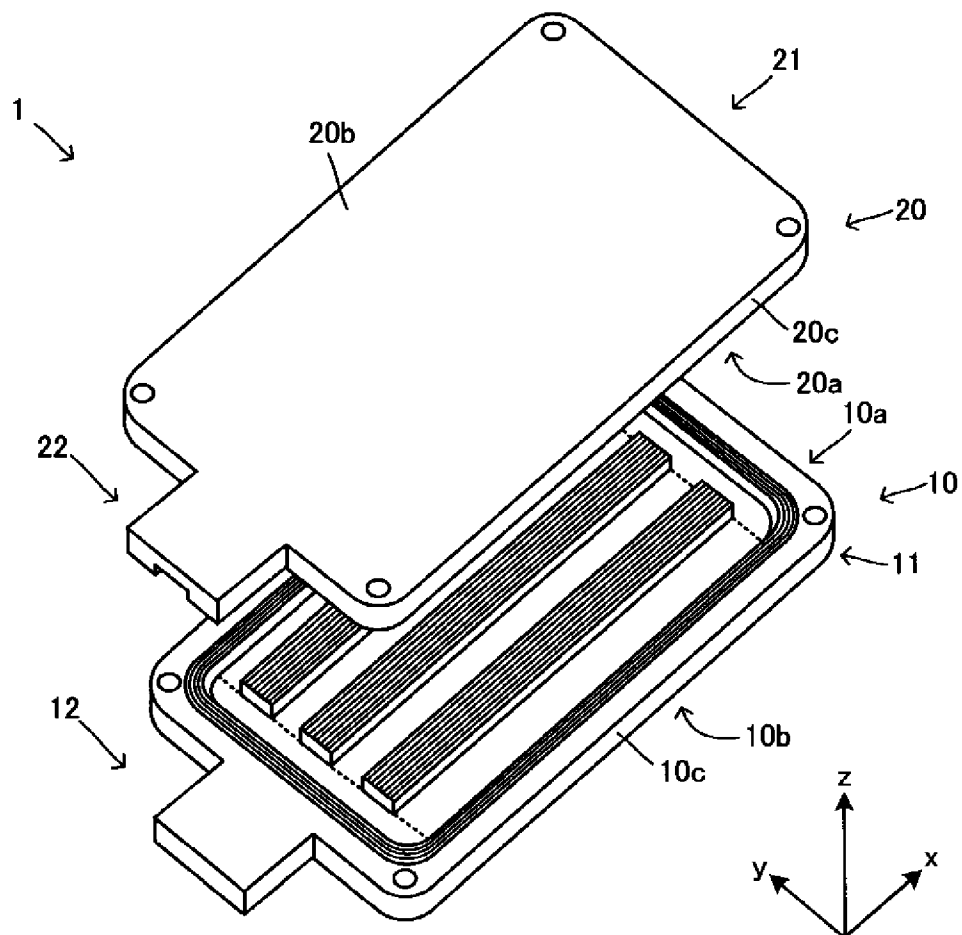
[請求項14] 前記開口部は、隣り合う壁部で前記流路が延びる方向で位置が異なるように設けられている請求項9乃至13のいずれかに記載のベーパーチャンバー。

[請求項15] 筐体と、
前記筐体の内側に配置された電子部品と、
前記電子部品に対して直接又は他の部材を介して接触して配置された請求項1乃至14のいずれかに記載されたベーパーチャンバーと、を備える、電子機器。

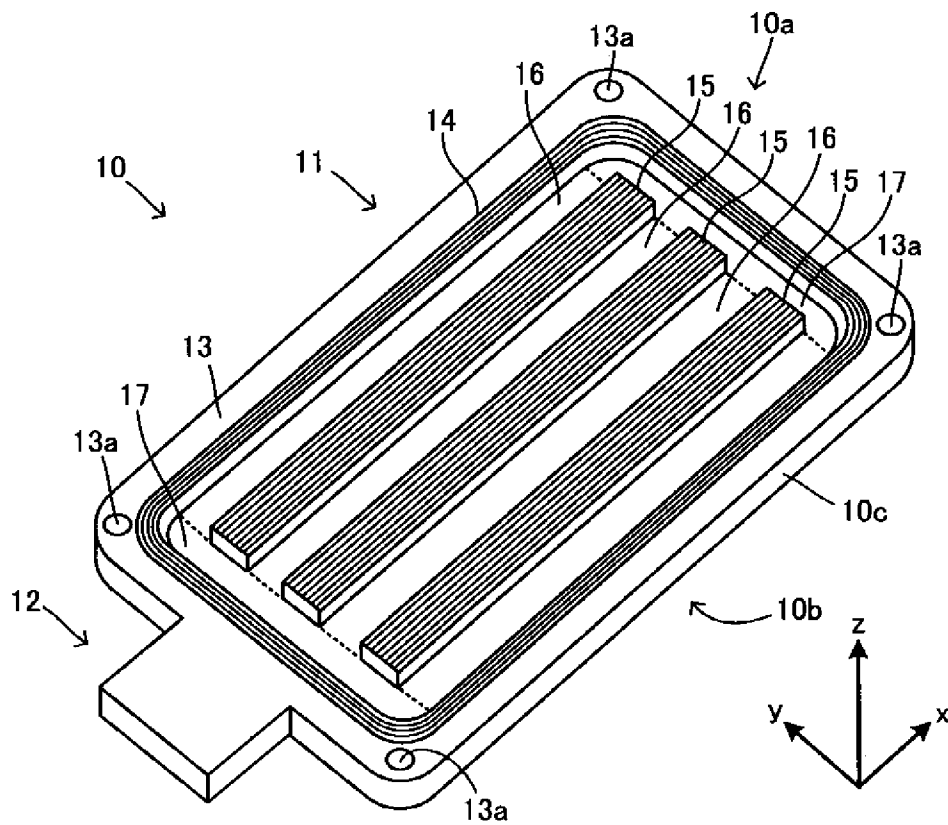
[図1]



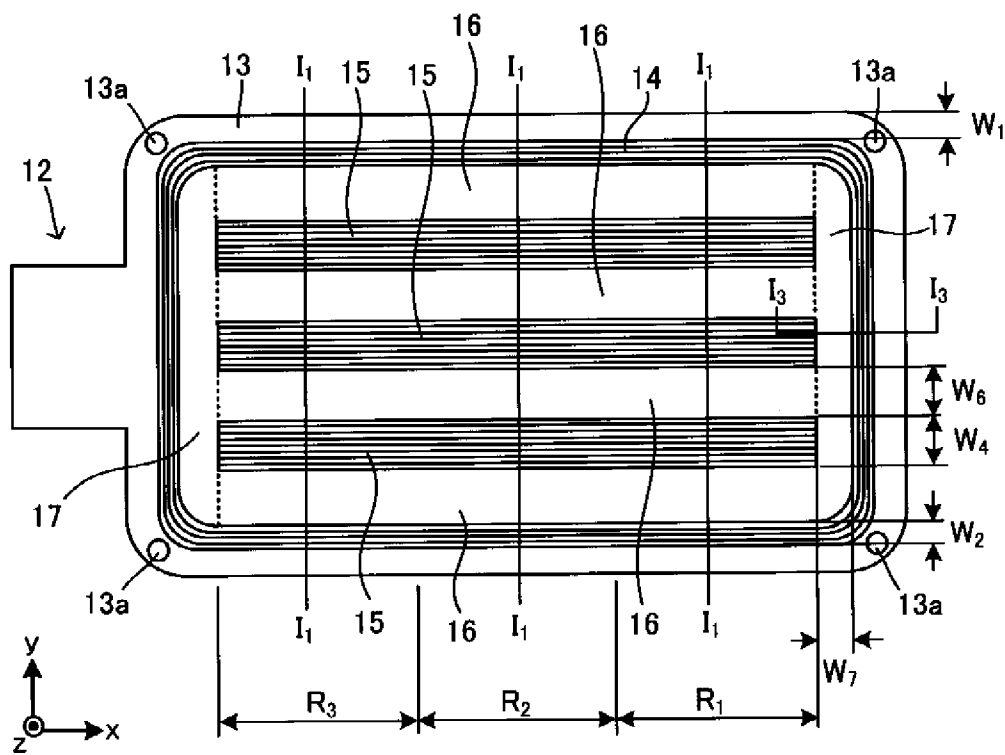
[図2]



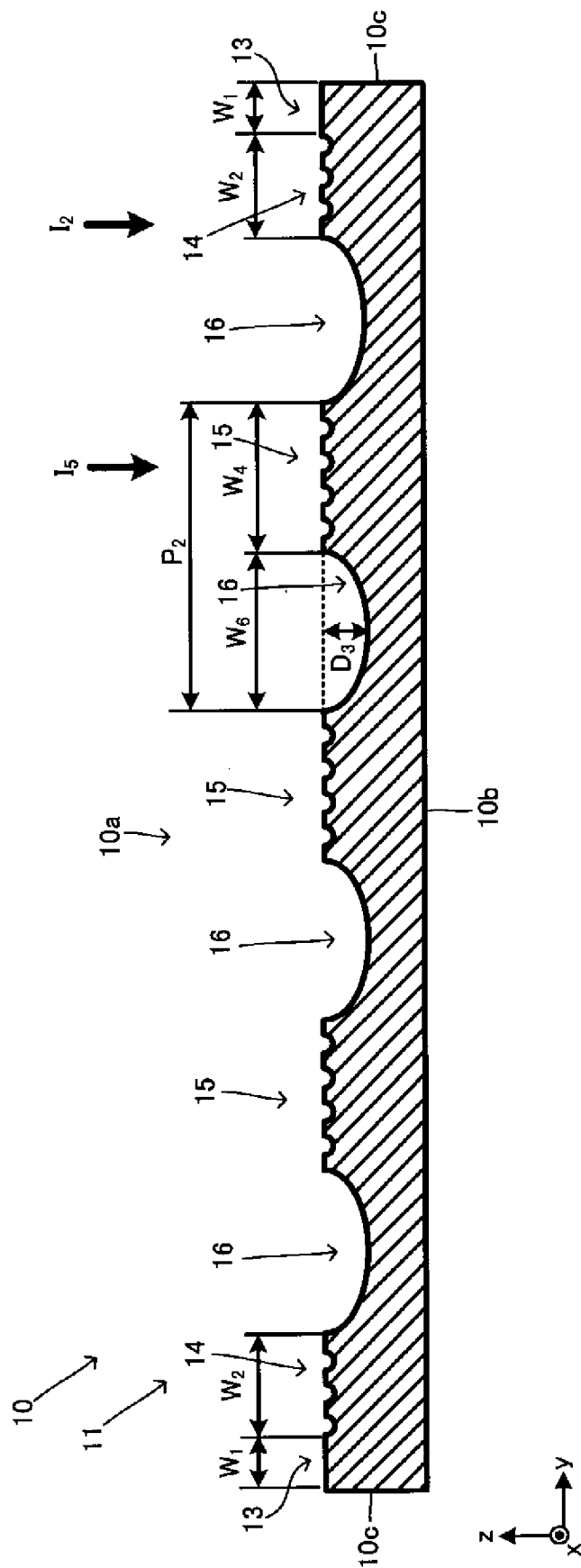
[図3]



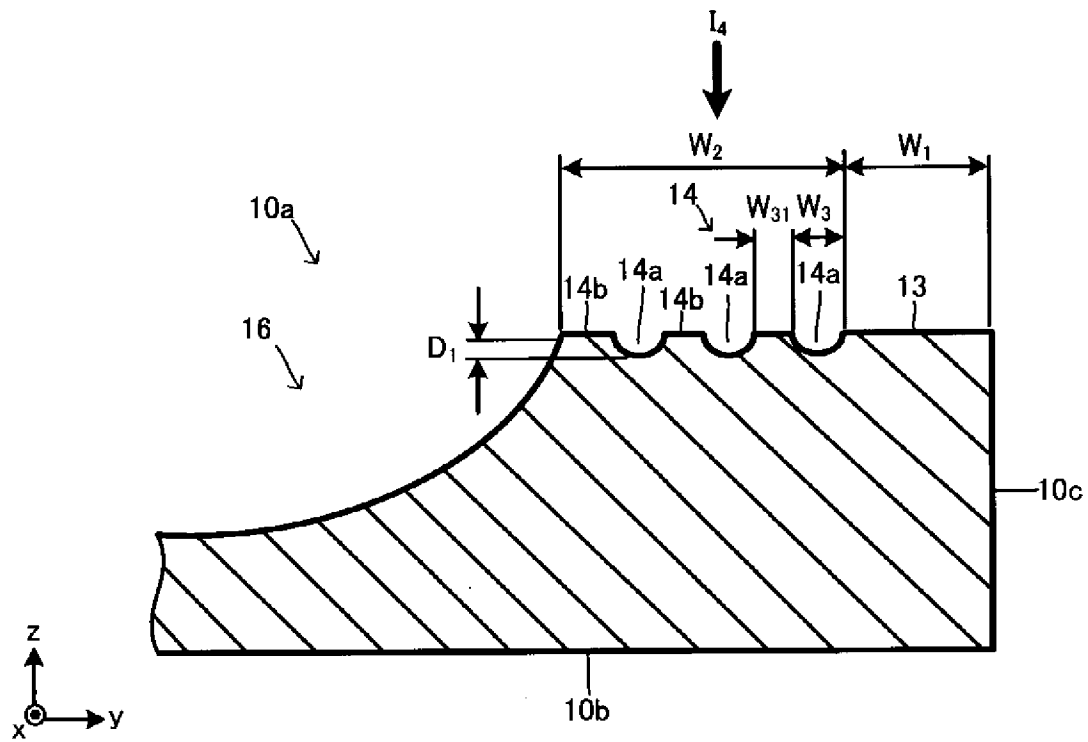
[図4]



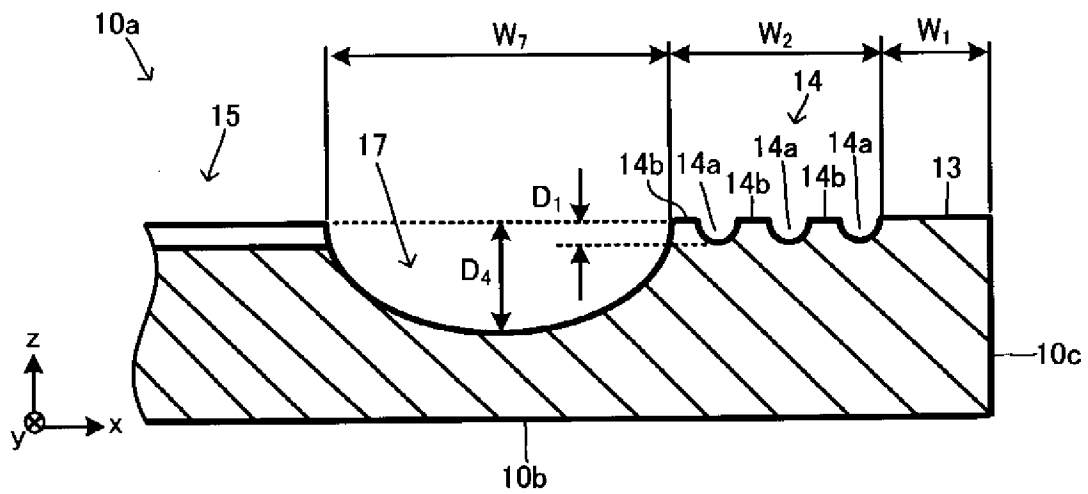
[図5]



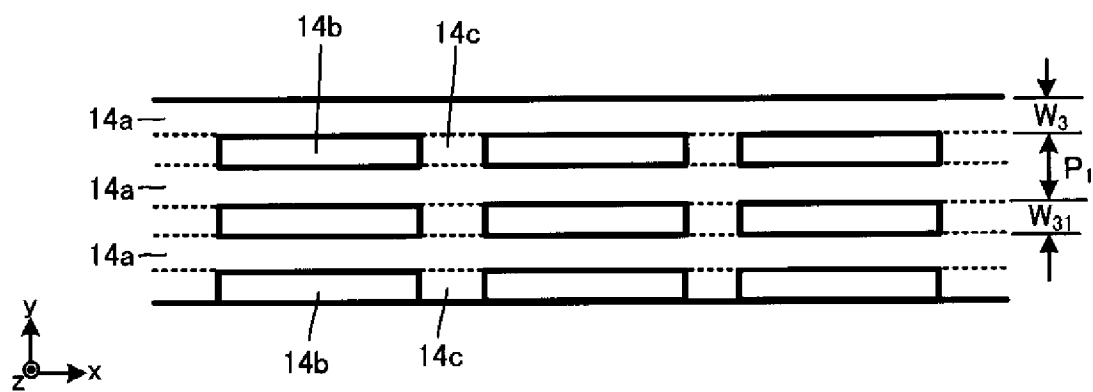
[図6]



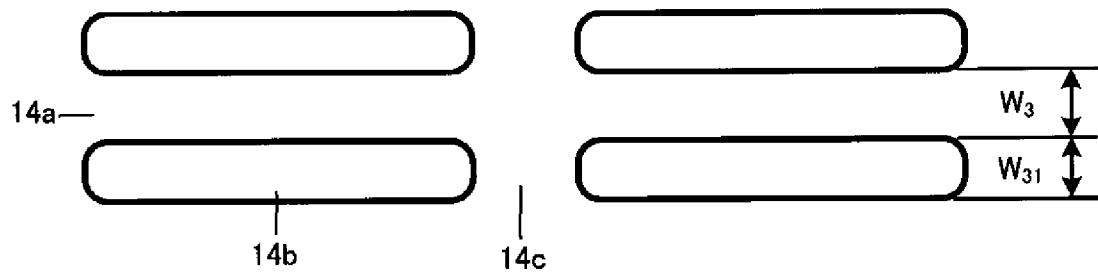
[図7]



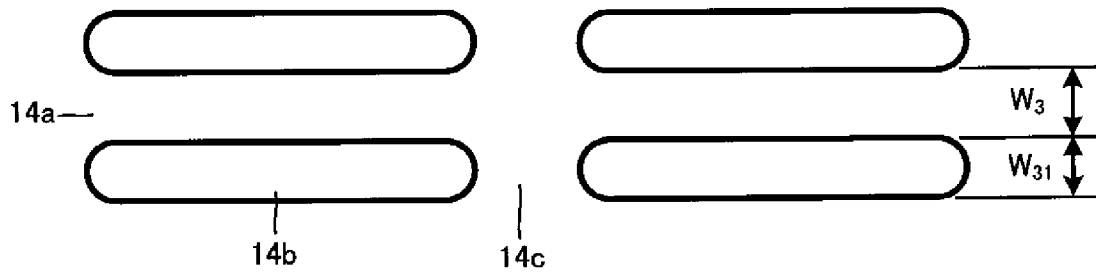
[図8]



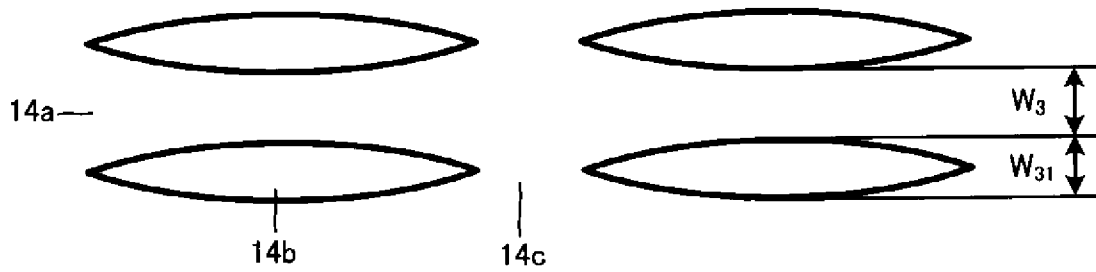
[図9]



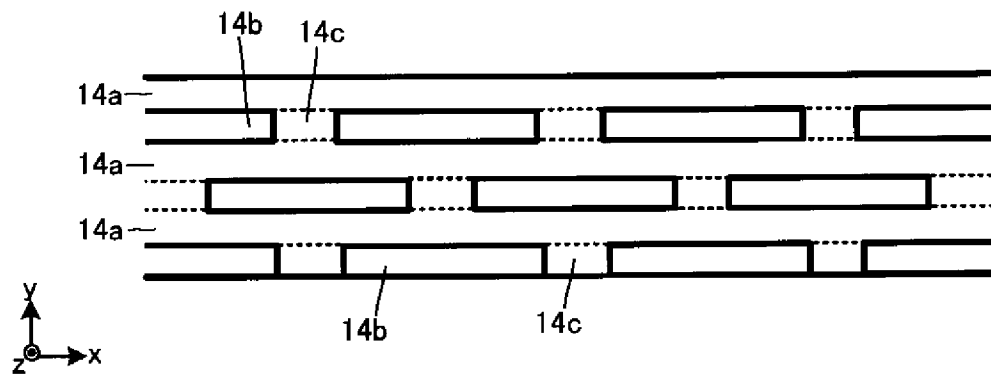
[図10]



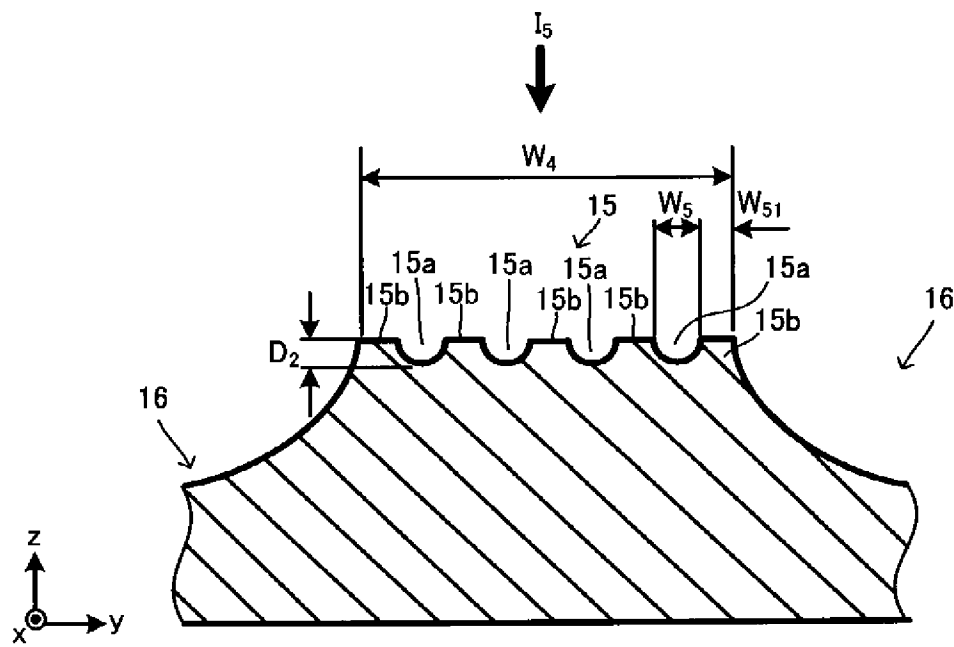
[図11]



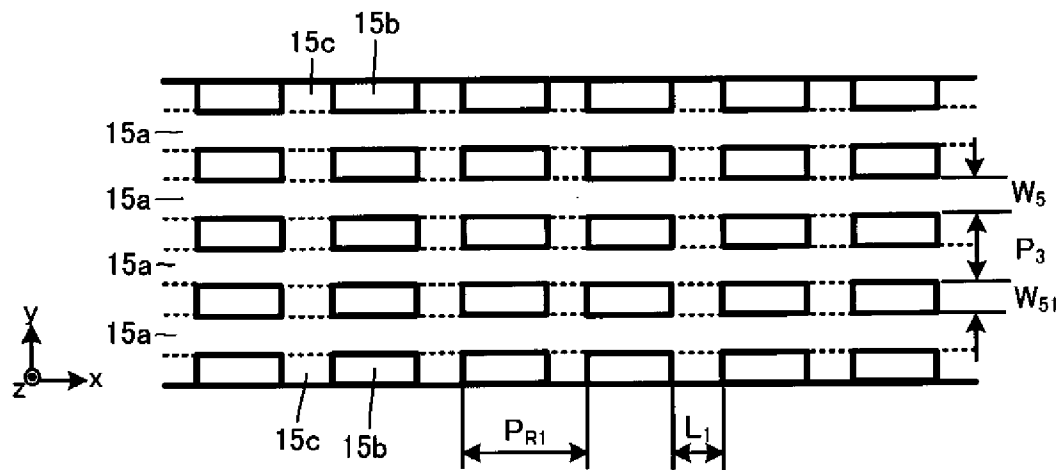
[図12]



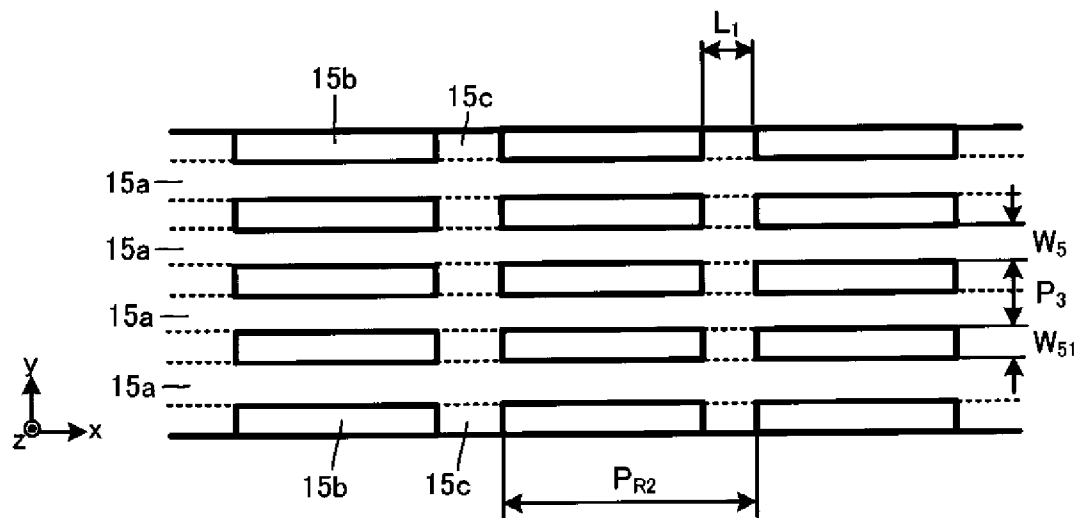
[図13]



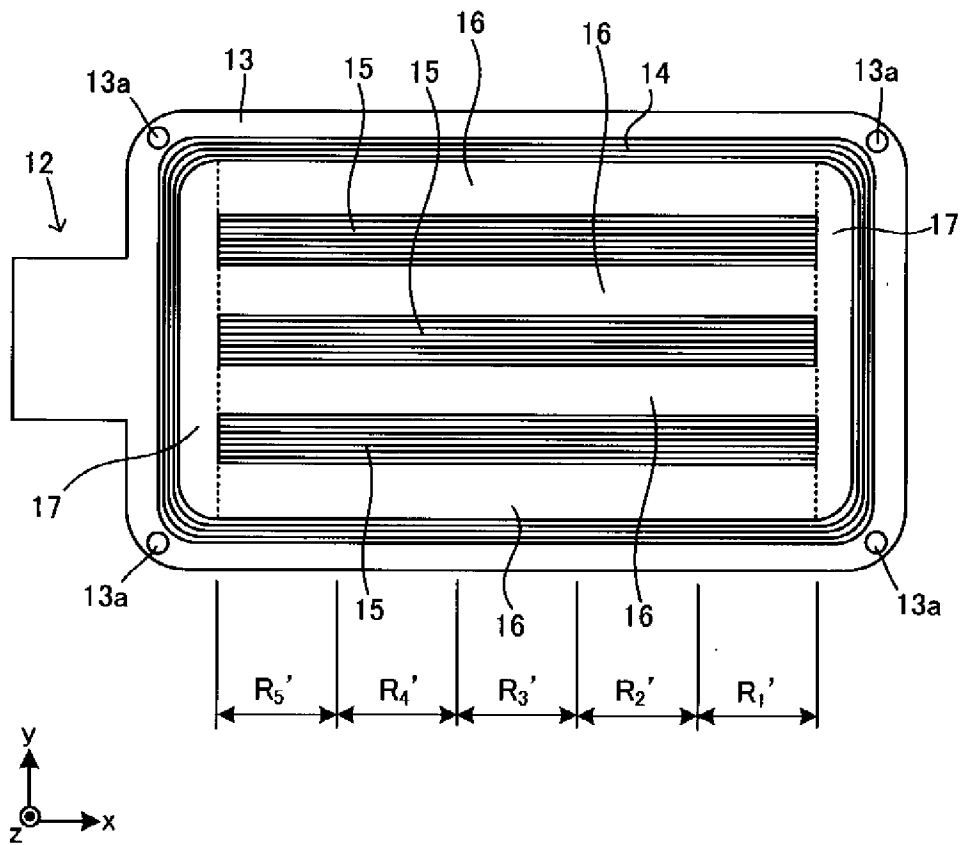
[図14]



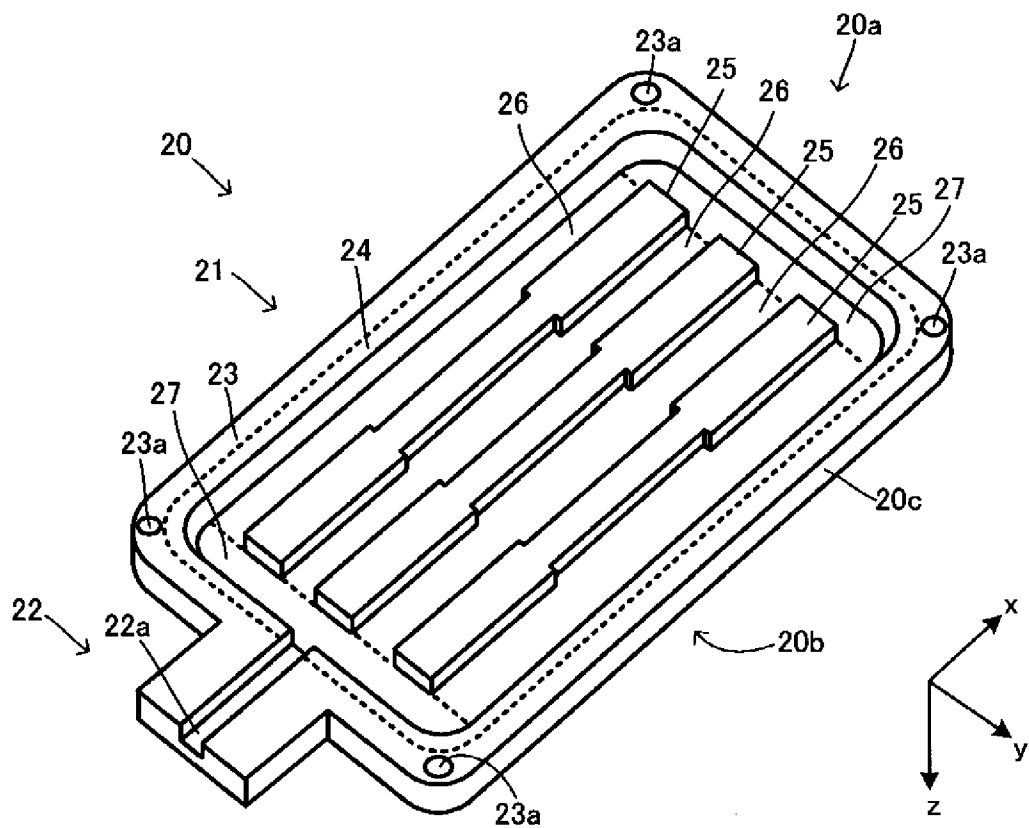
[図15]



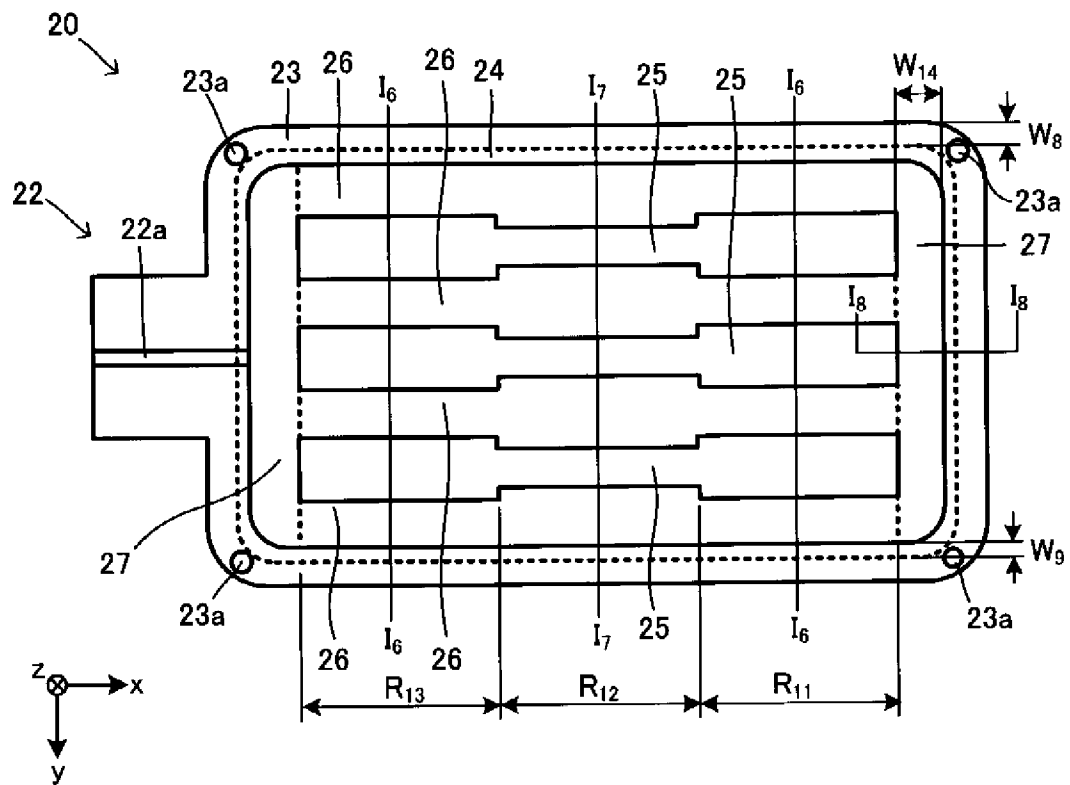
[図16]



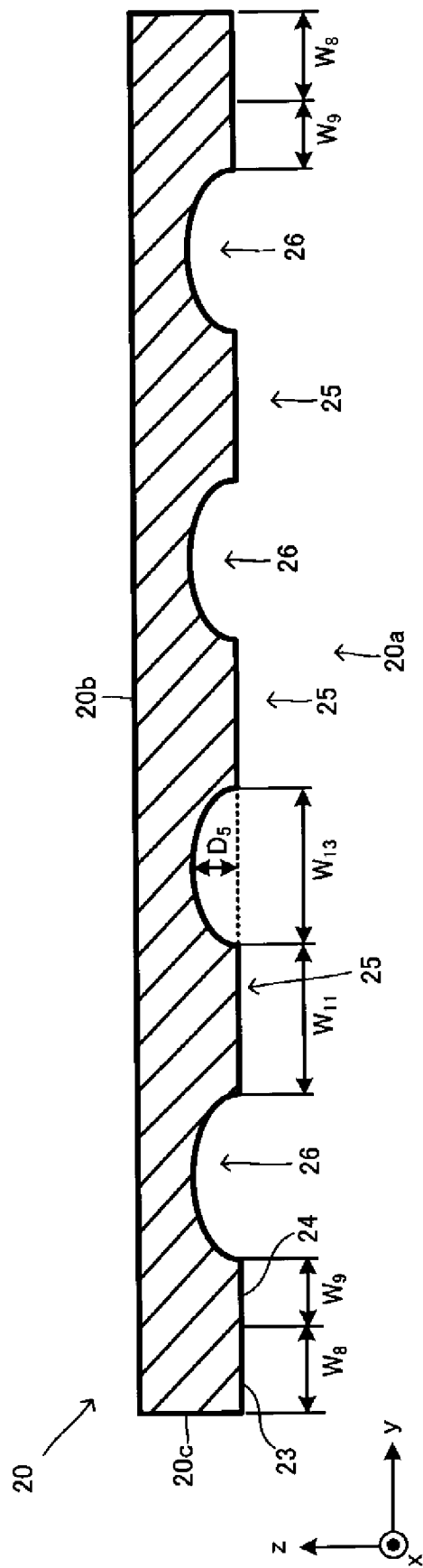
[図17]



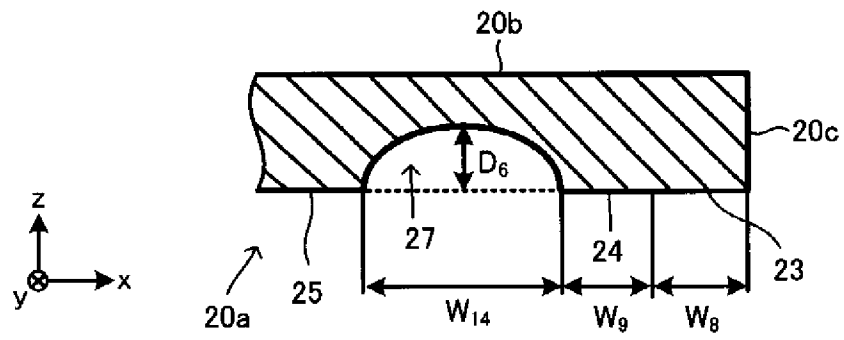
[図18]



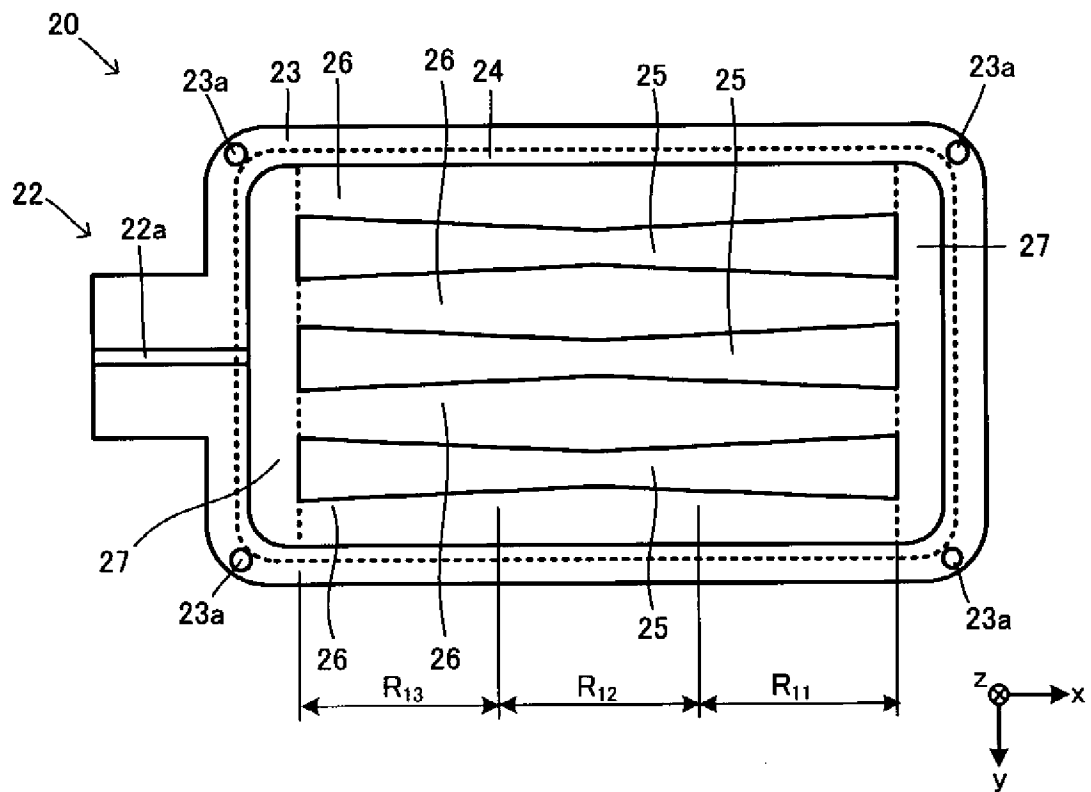
[図20]



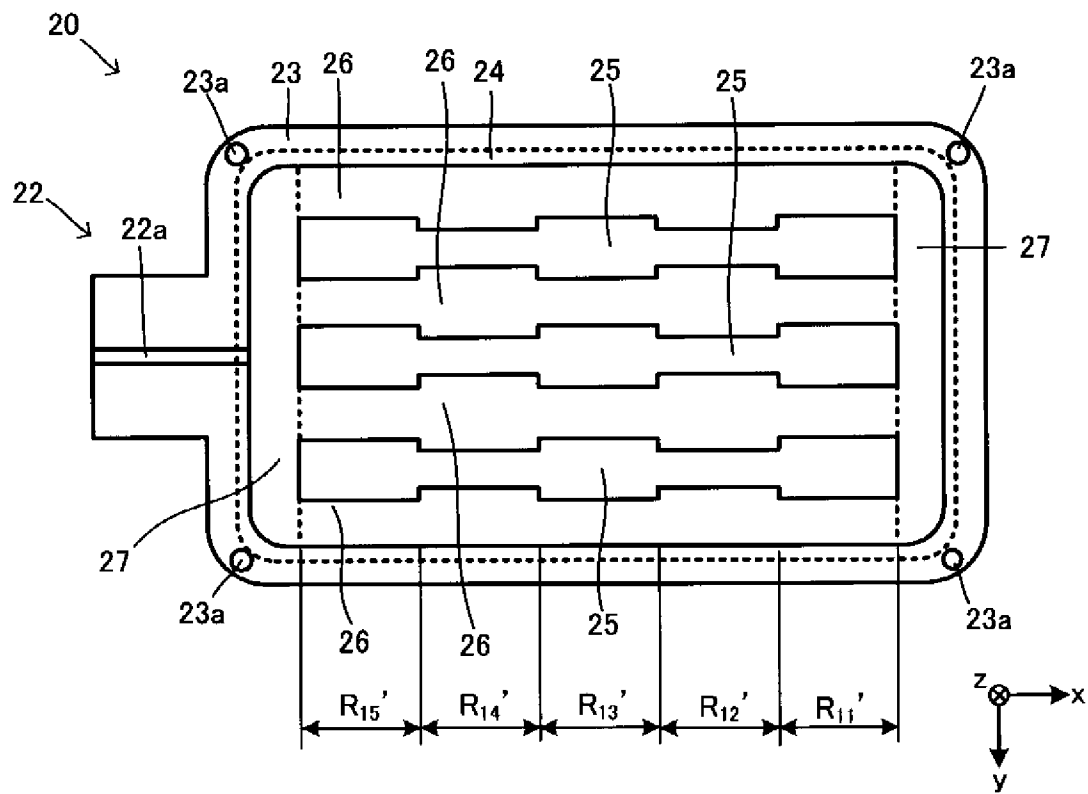
[図21]



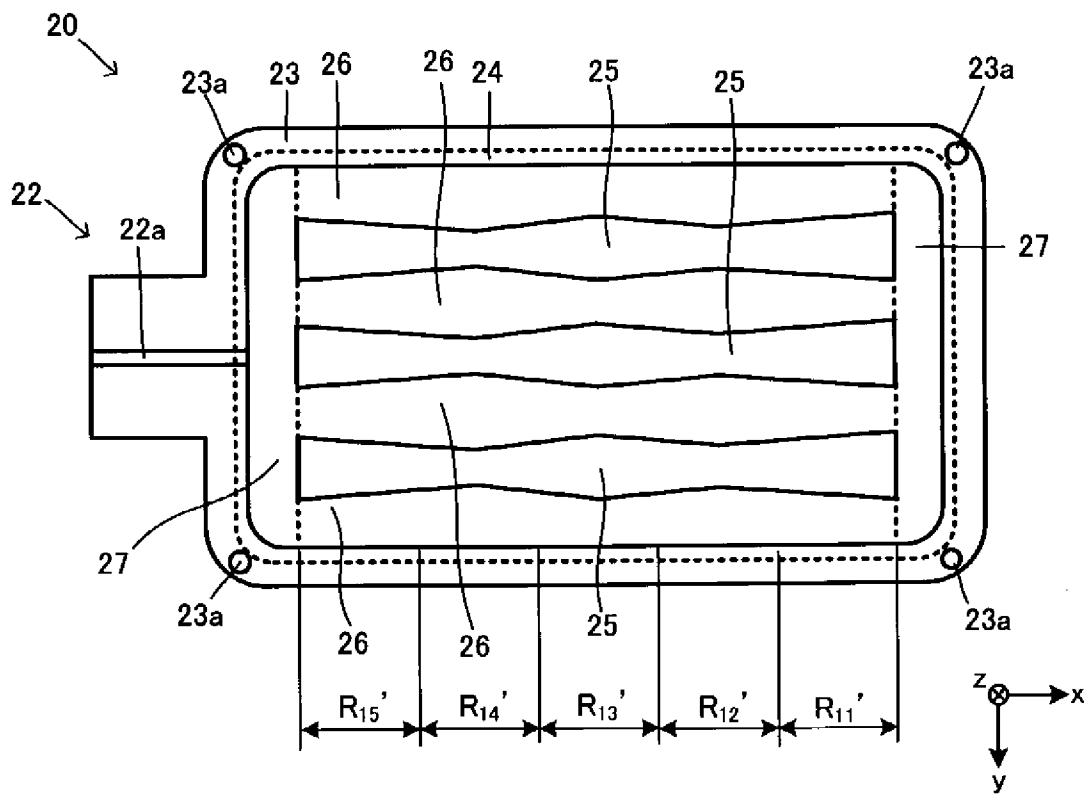
[図22]



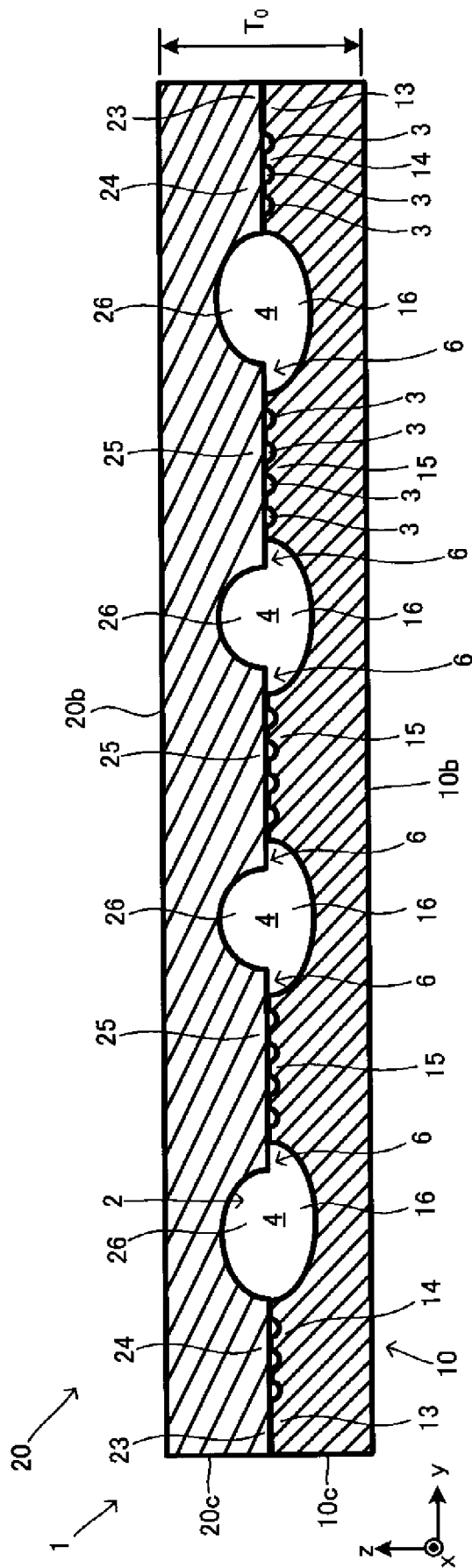
[図23]



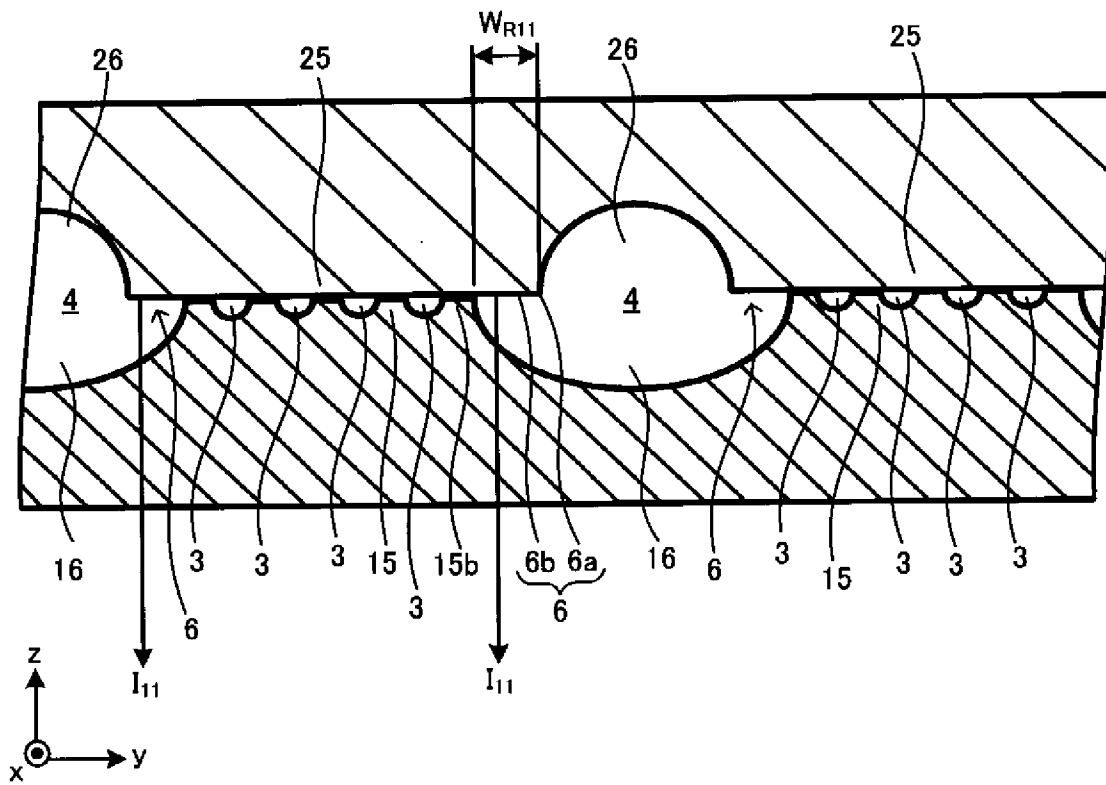
[図24]



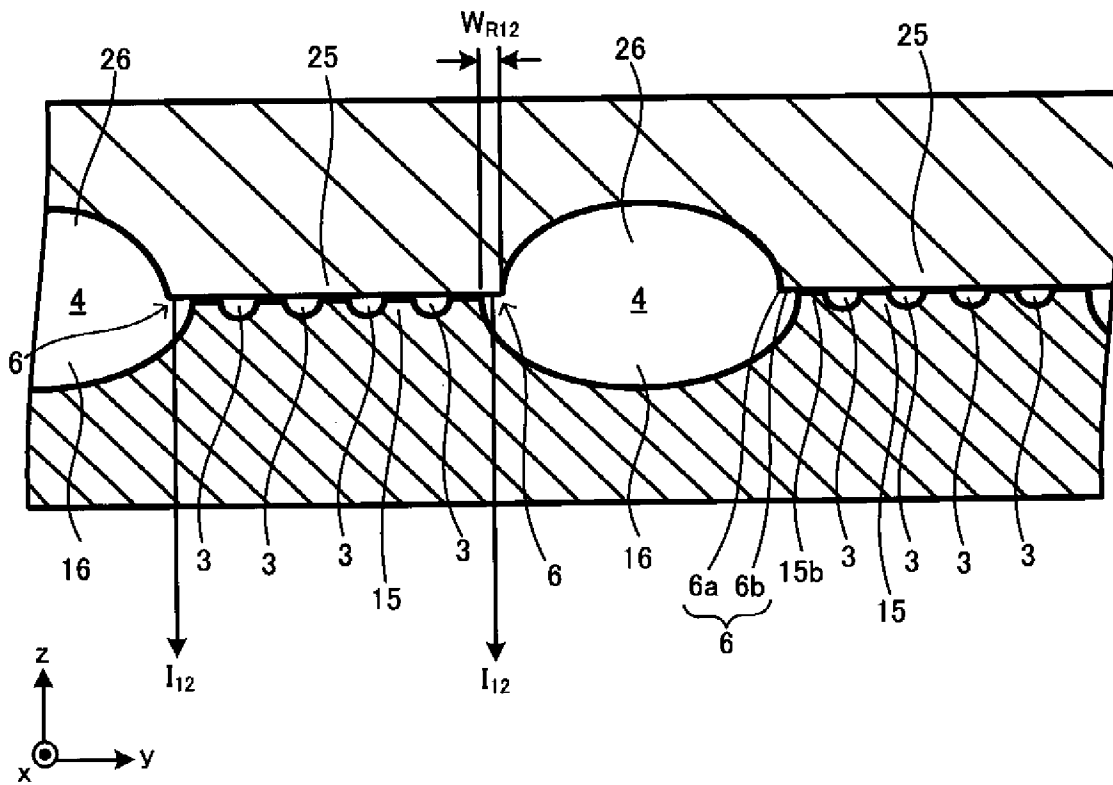
[図25]



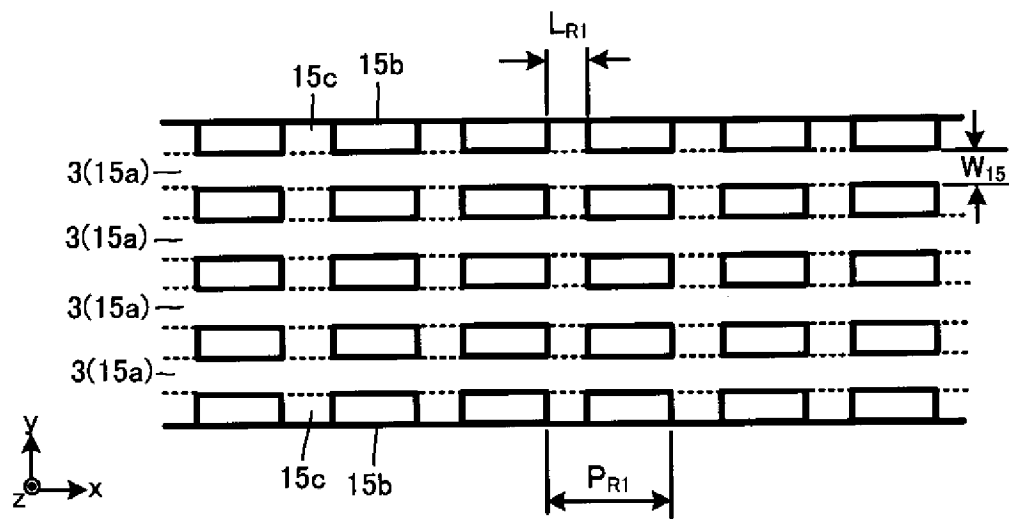
[図27]



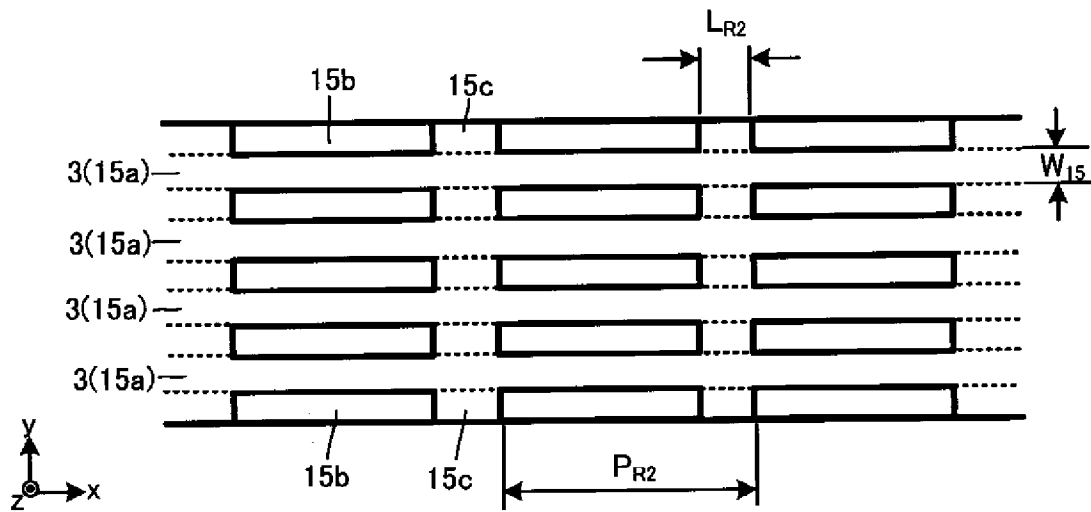
[図28]



[図29]

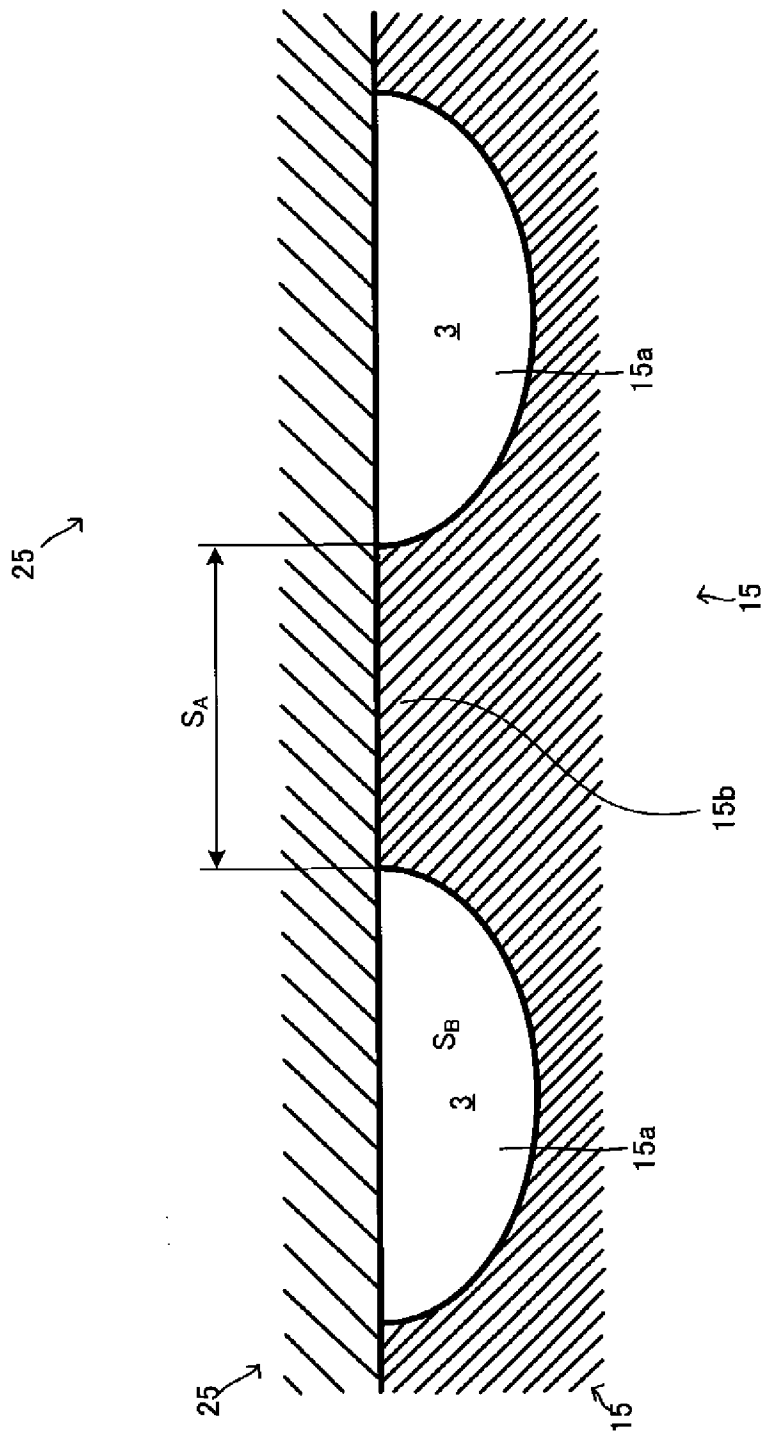


[図30]

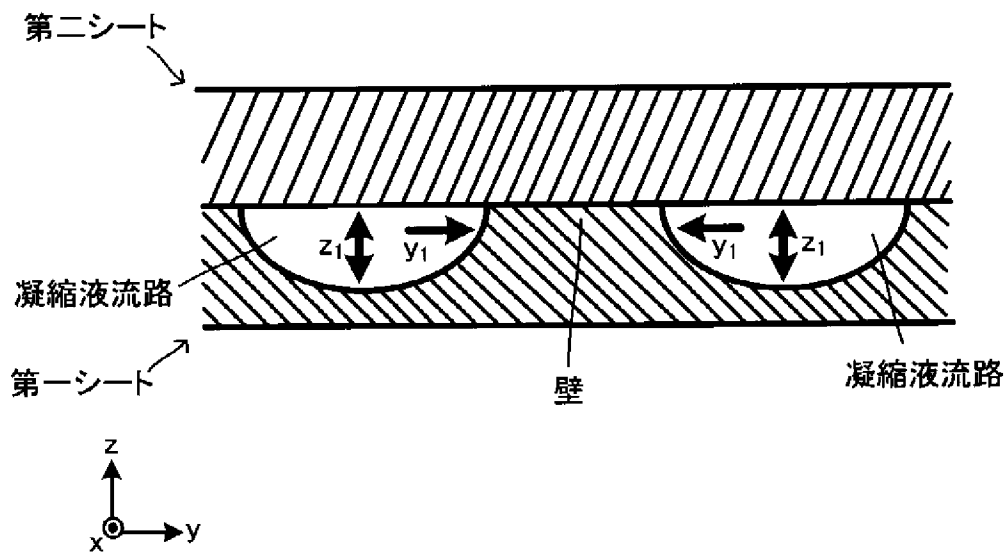


A cross-sectional view of a device 10. The device has a central cavity 4. A horizontal channel 15 passes through the cavity. On the right side of the cavity, there are three circular features 3. The device is surrounded by a hatched material 20. A coordinate system (x, y, z) is shown at the bottom left.

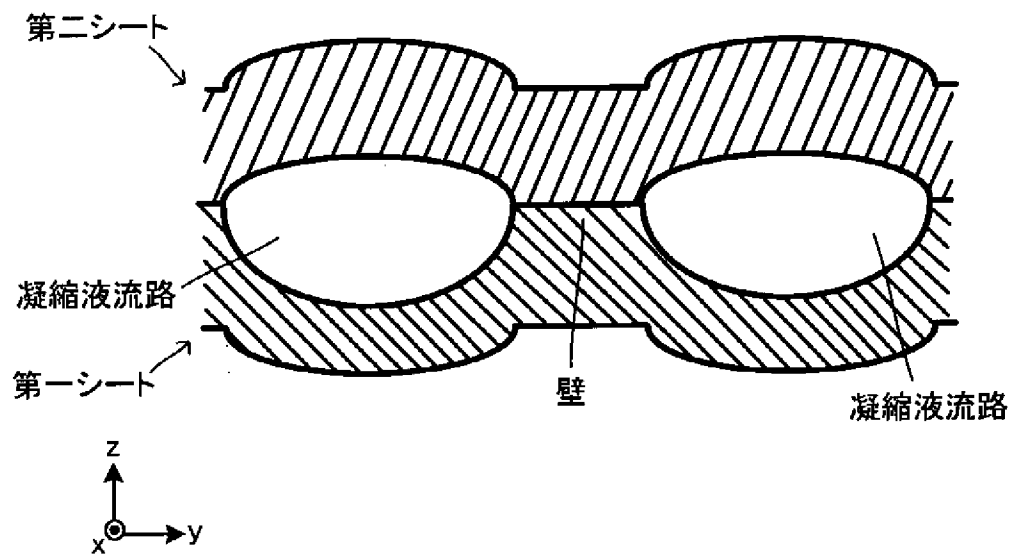
[図32]



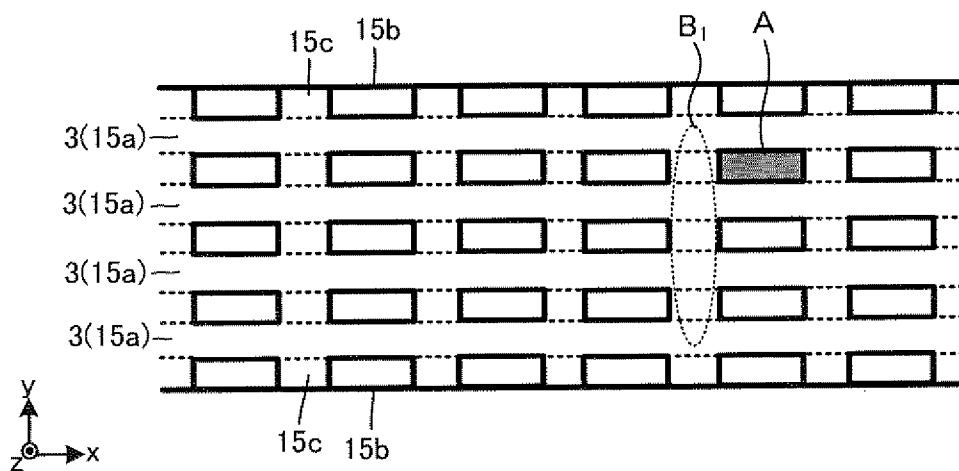
[図33]



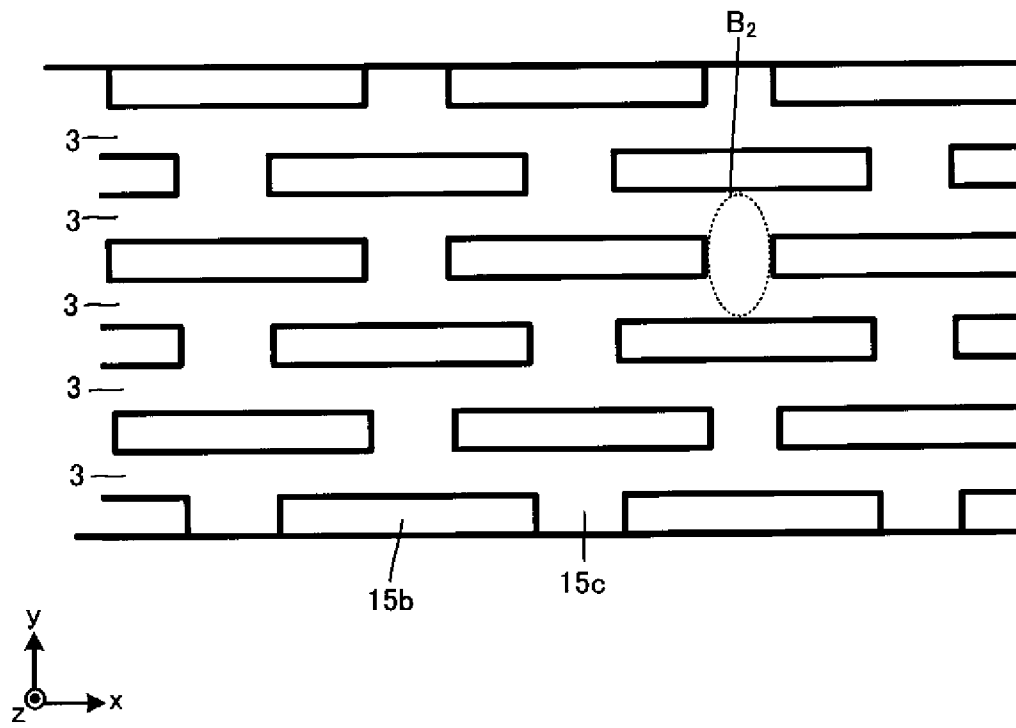
[図34]



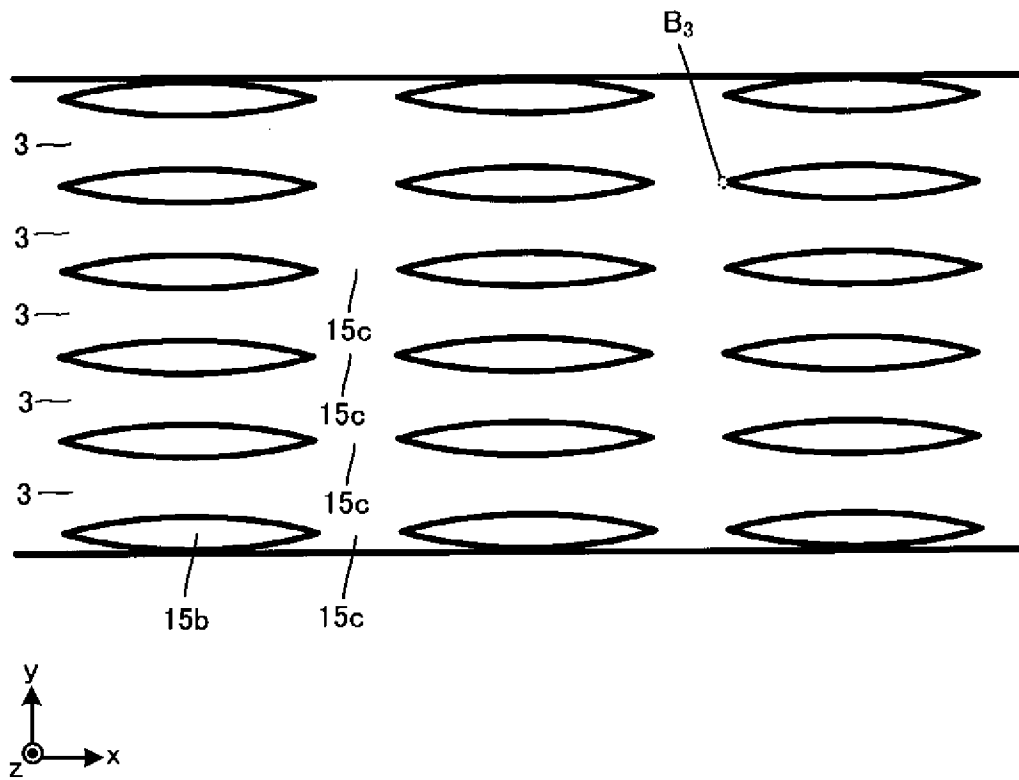
[図35]



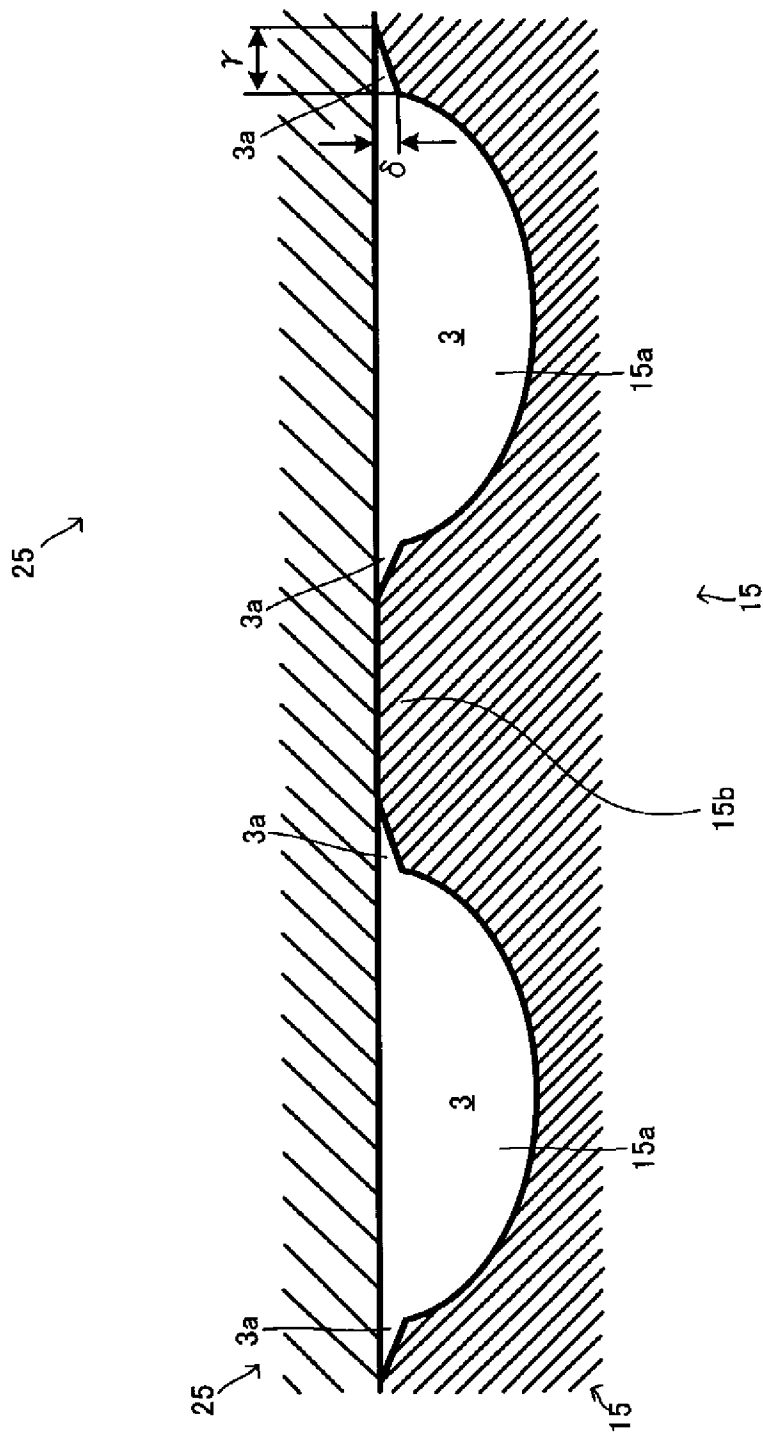
[図36]



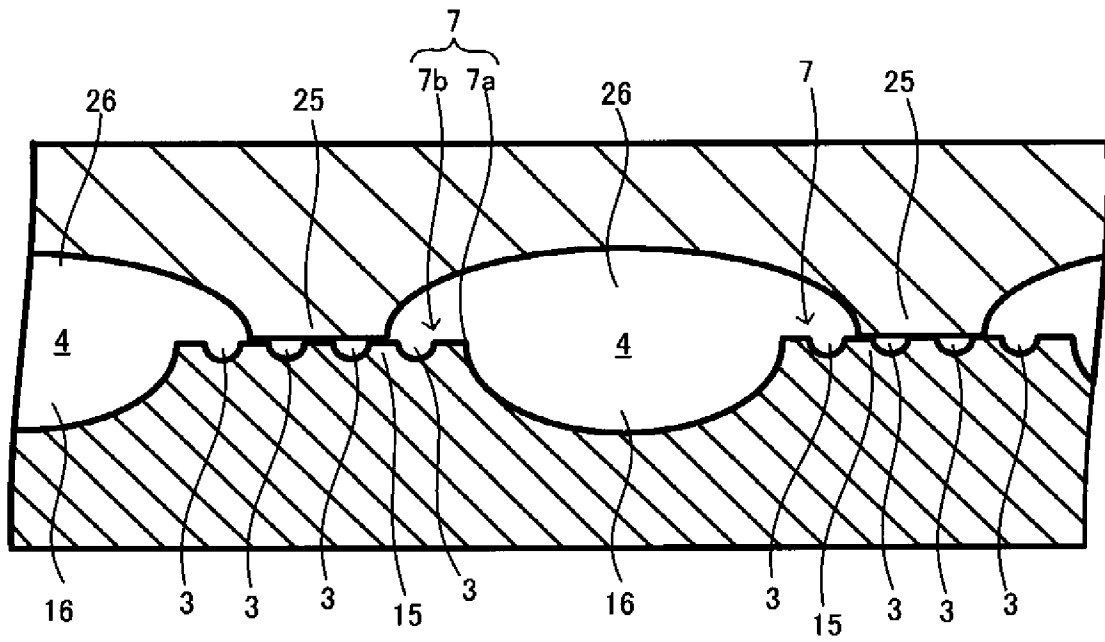
[図37]



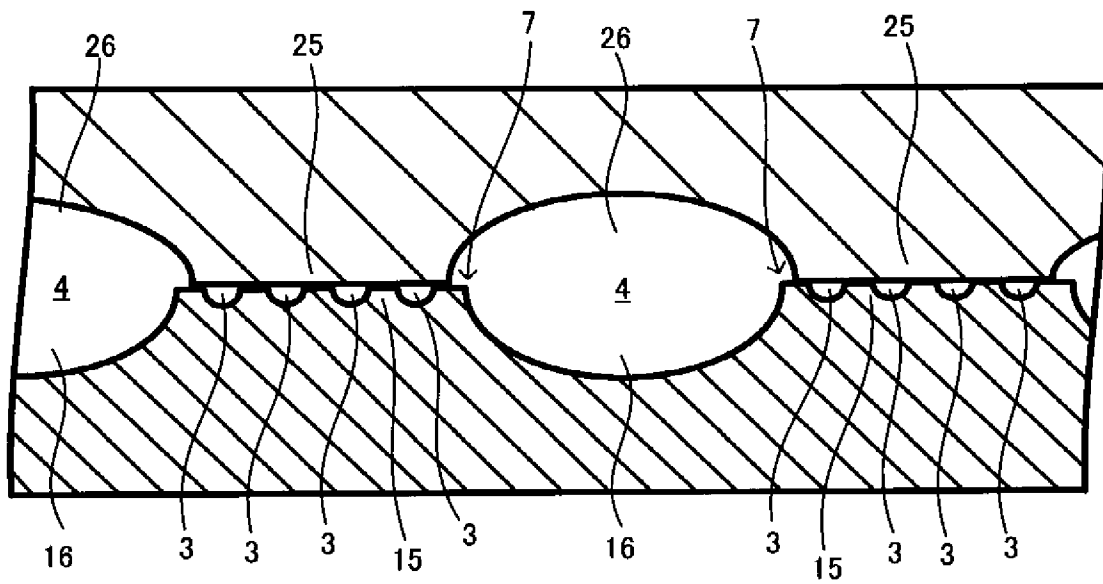
[図38]



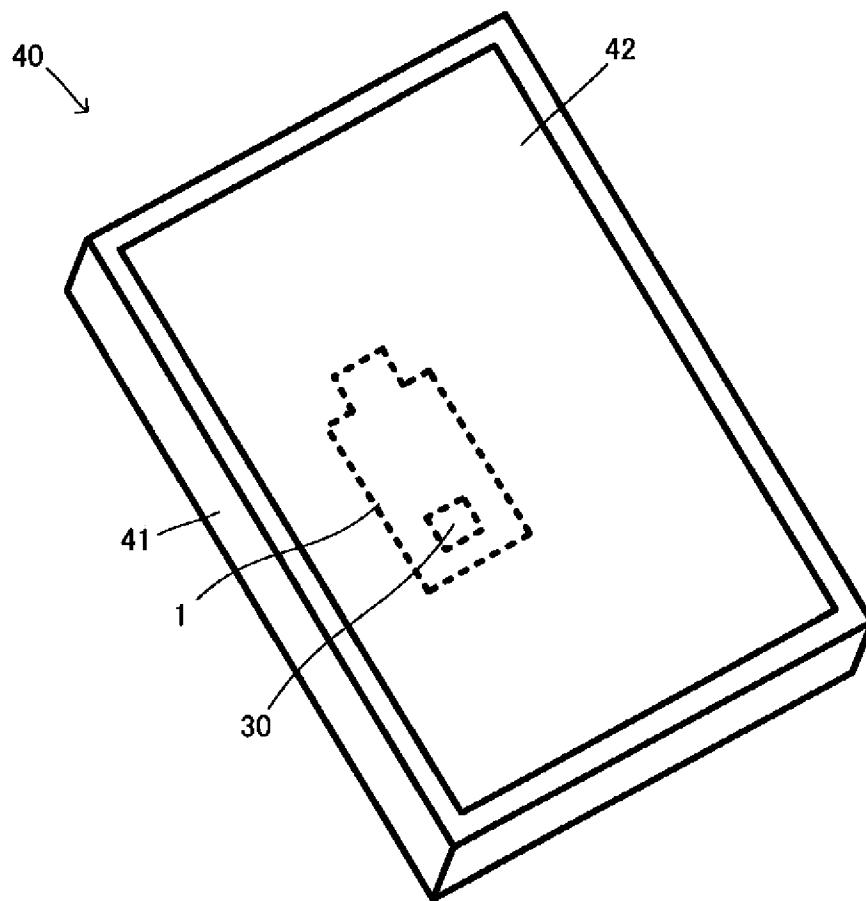
[図39]



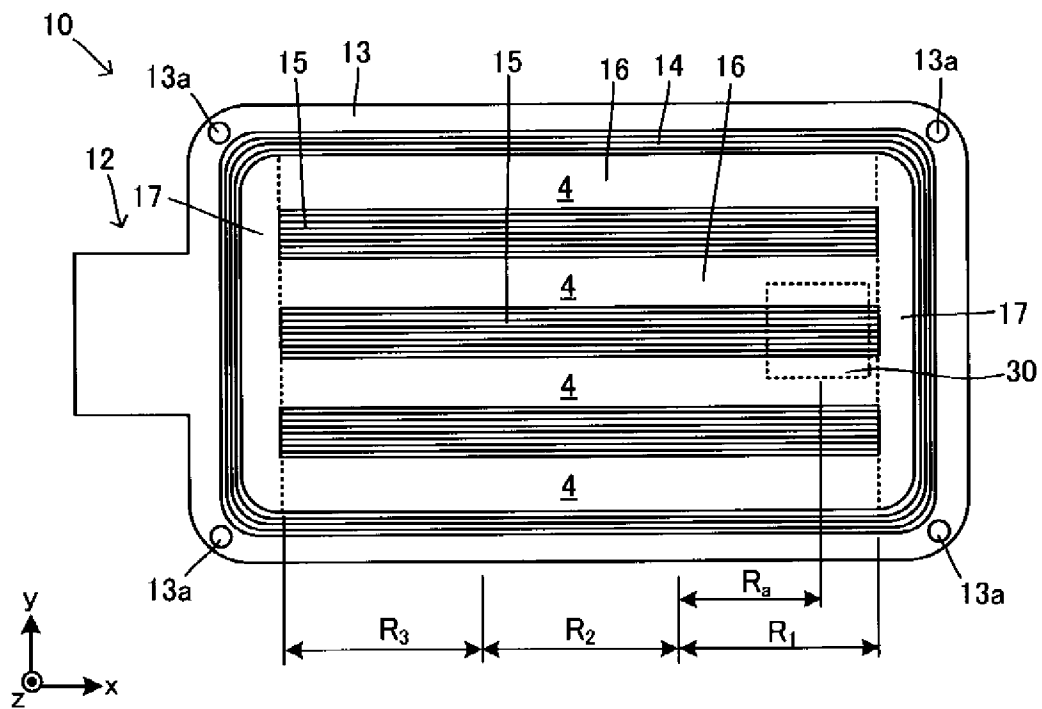
[図40]



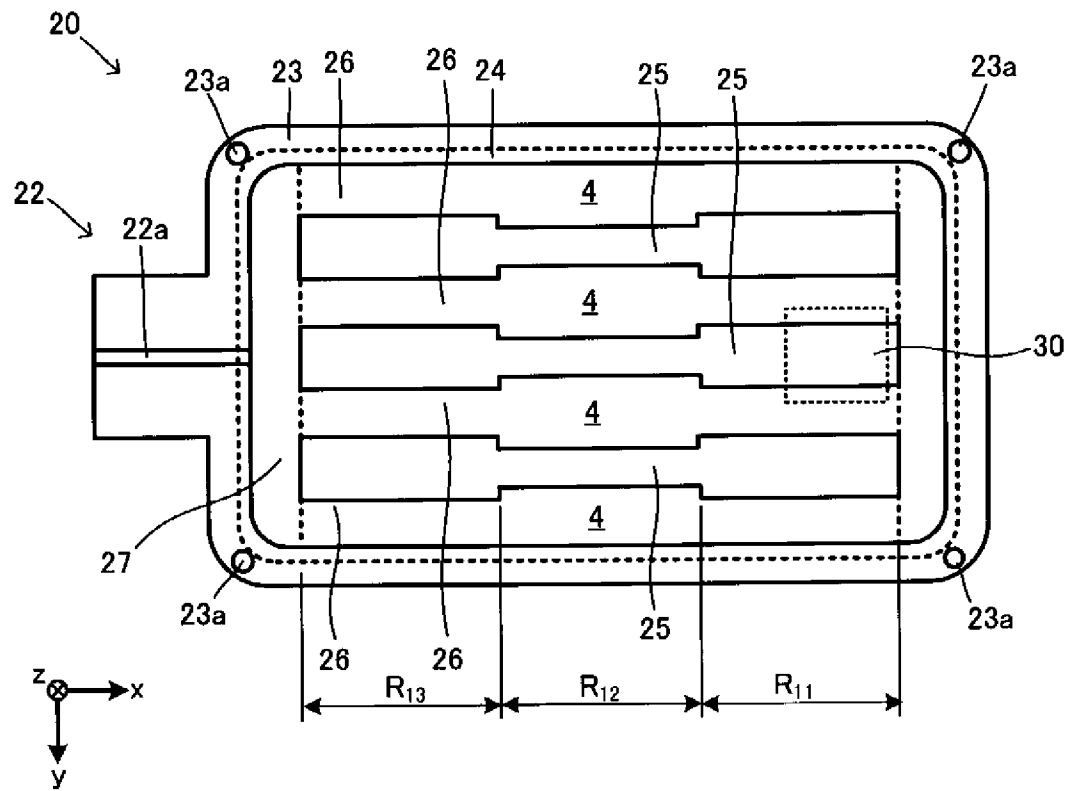
[図41]



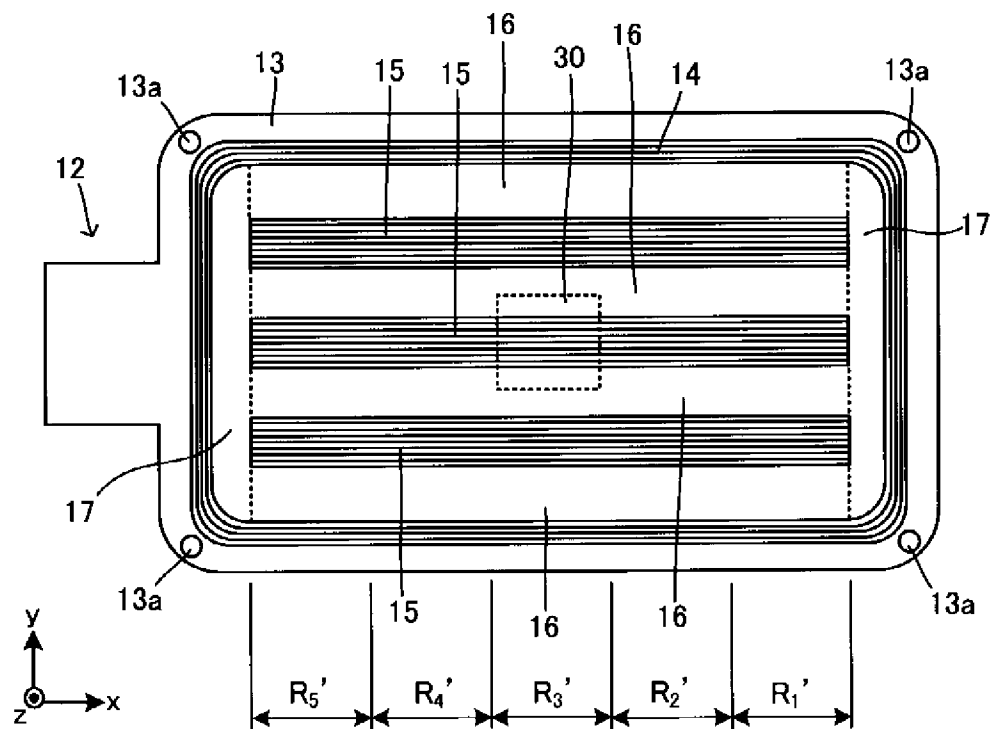
[図42]



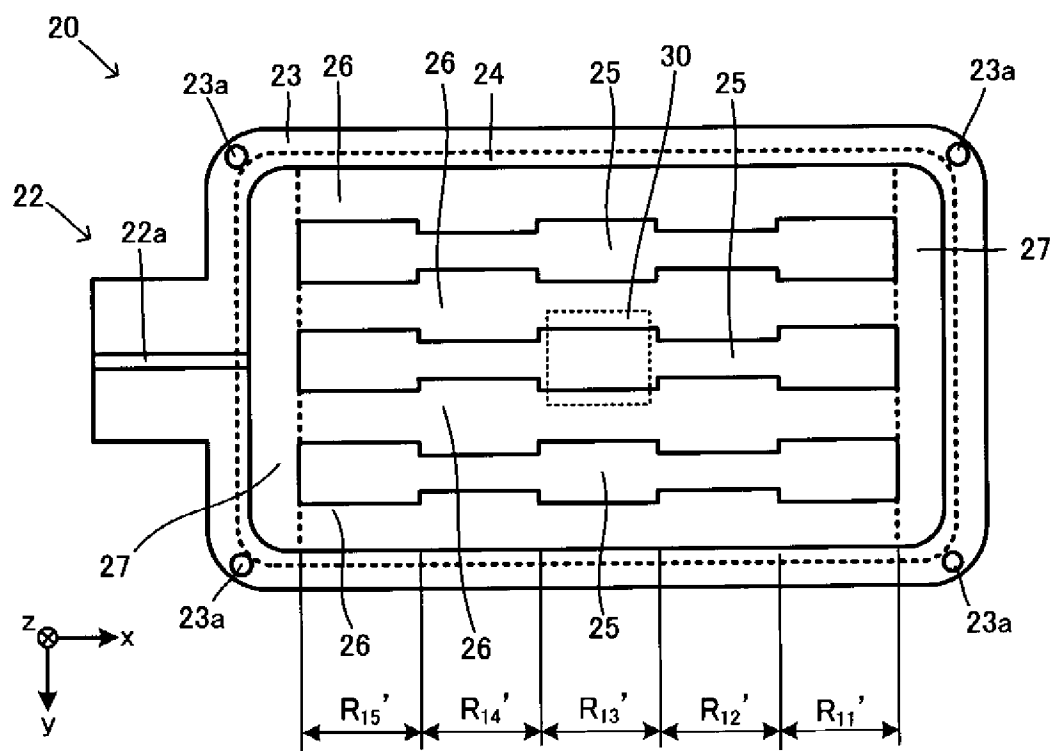
[図43]



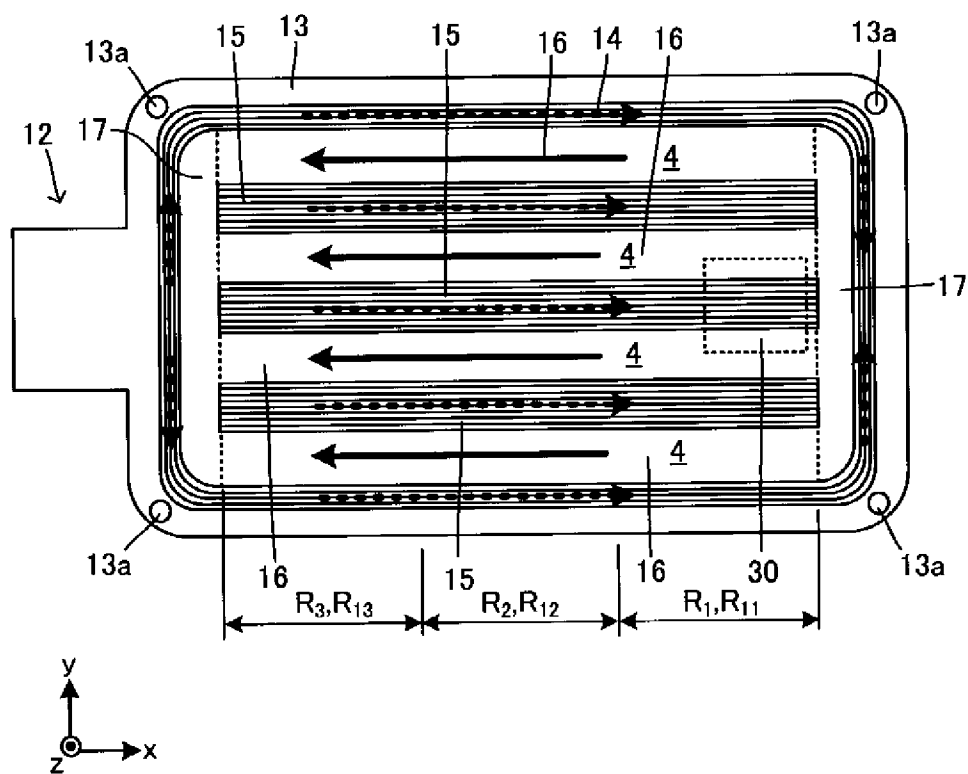
[図44]



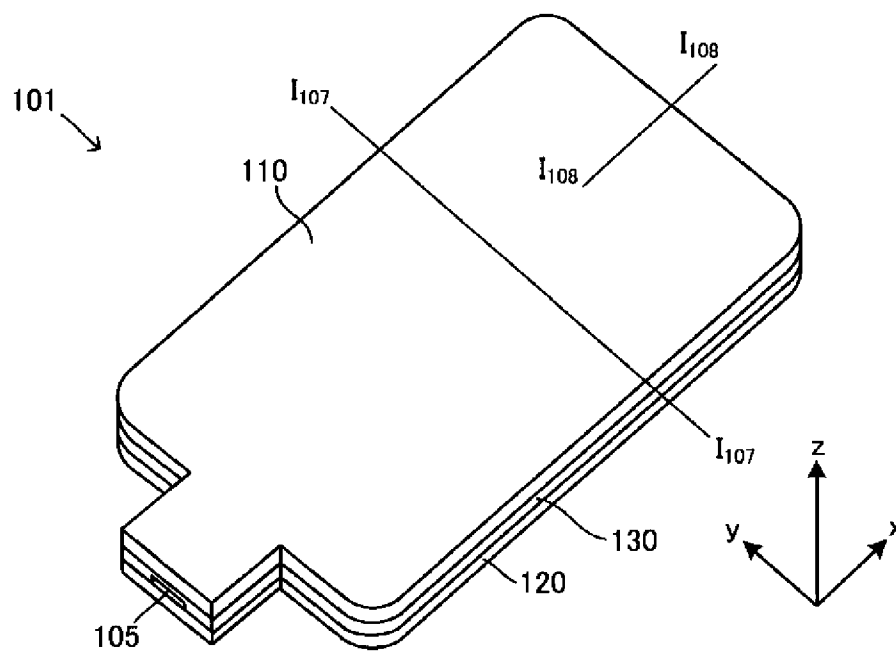
[図45]



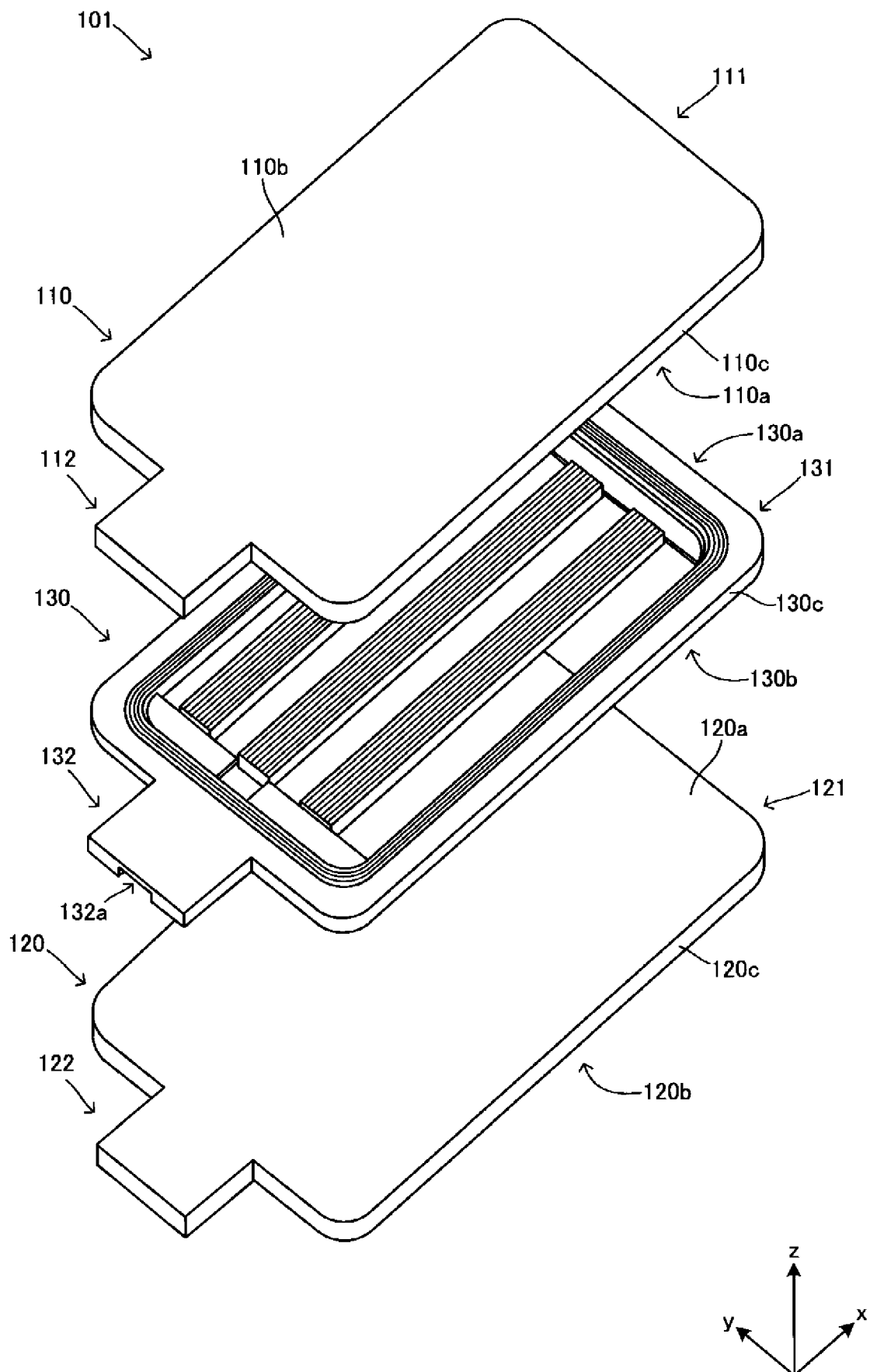
[図46]



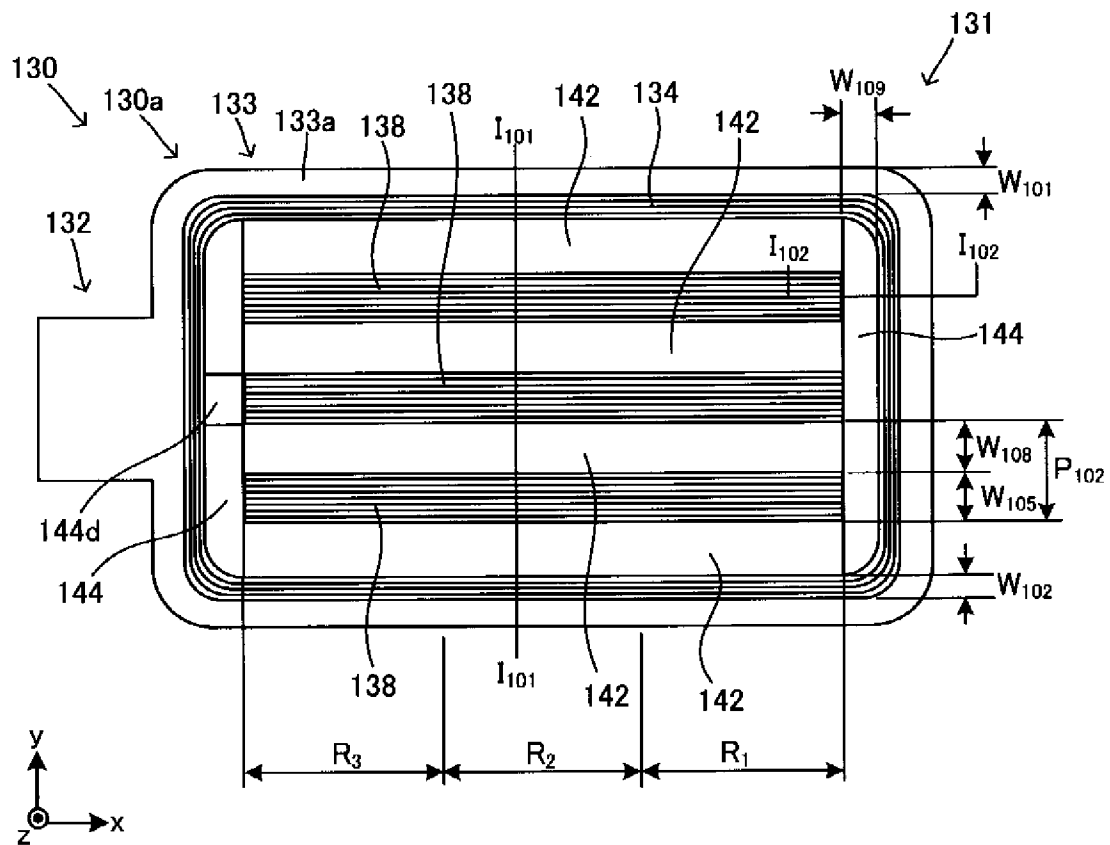
[図47]



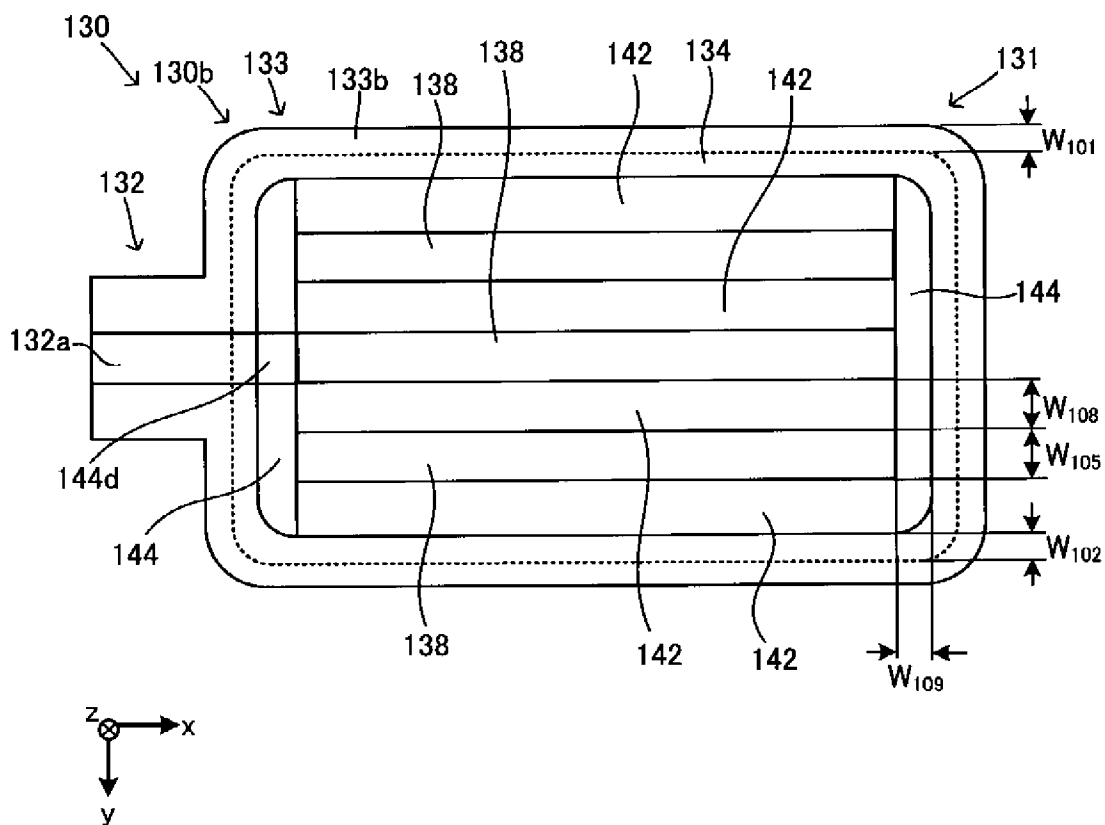
[図48]



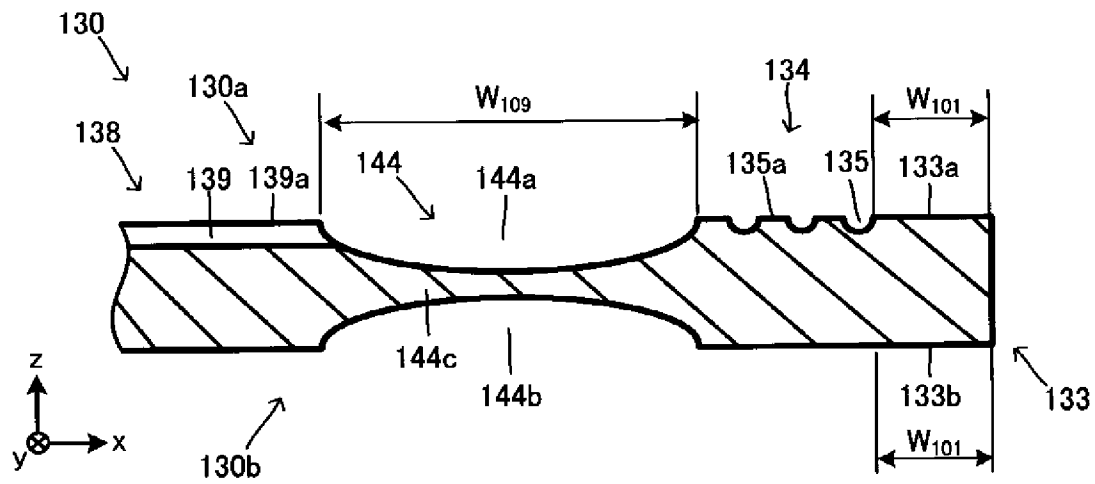
[図49]



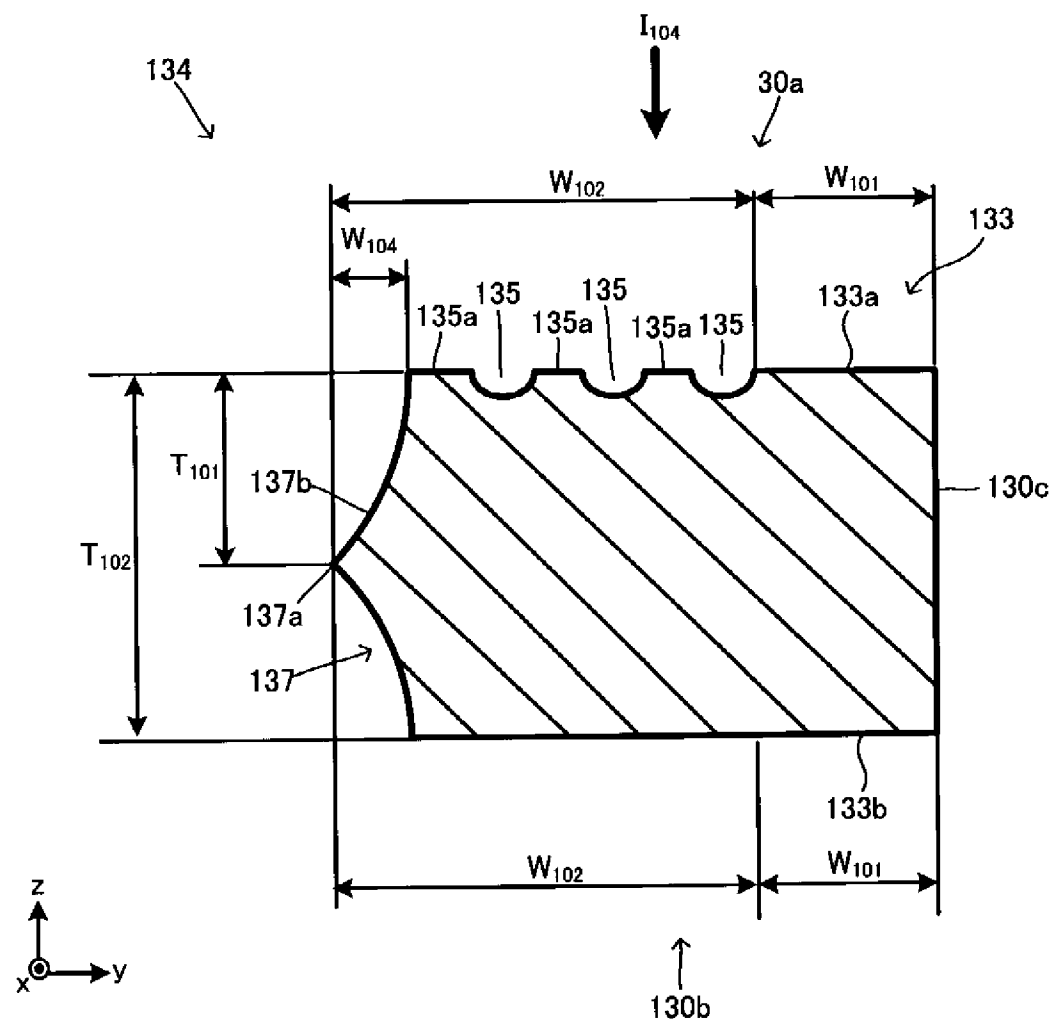
[図50]



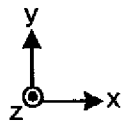
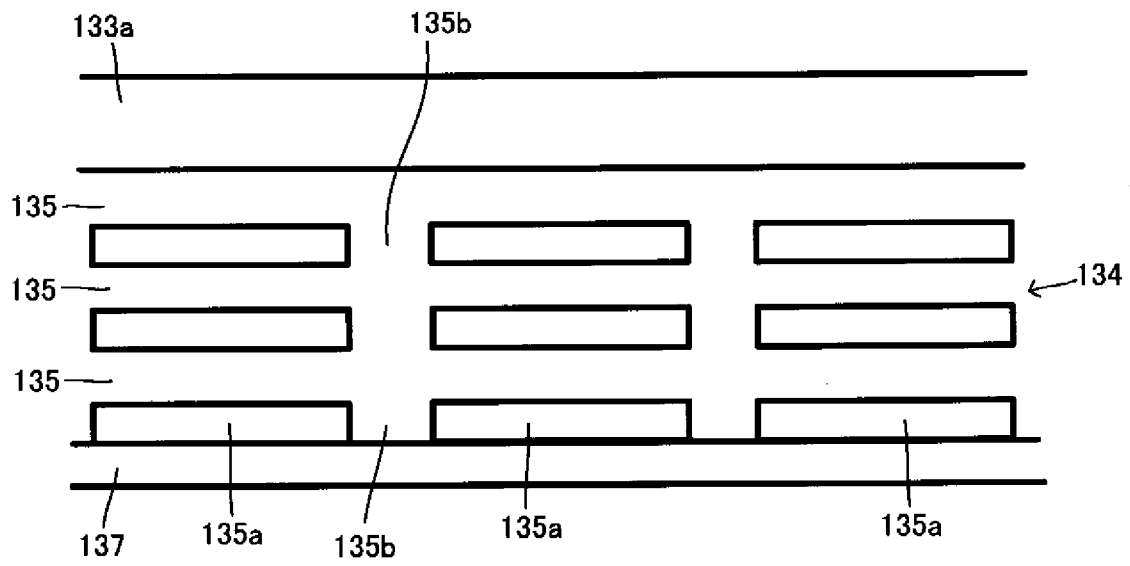
[図52]



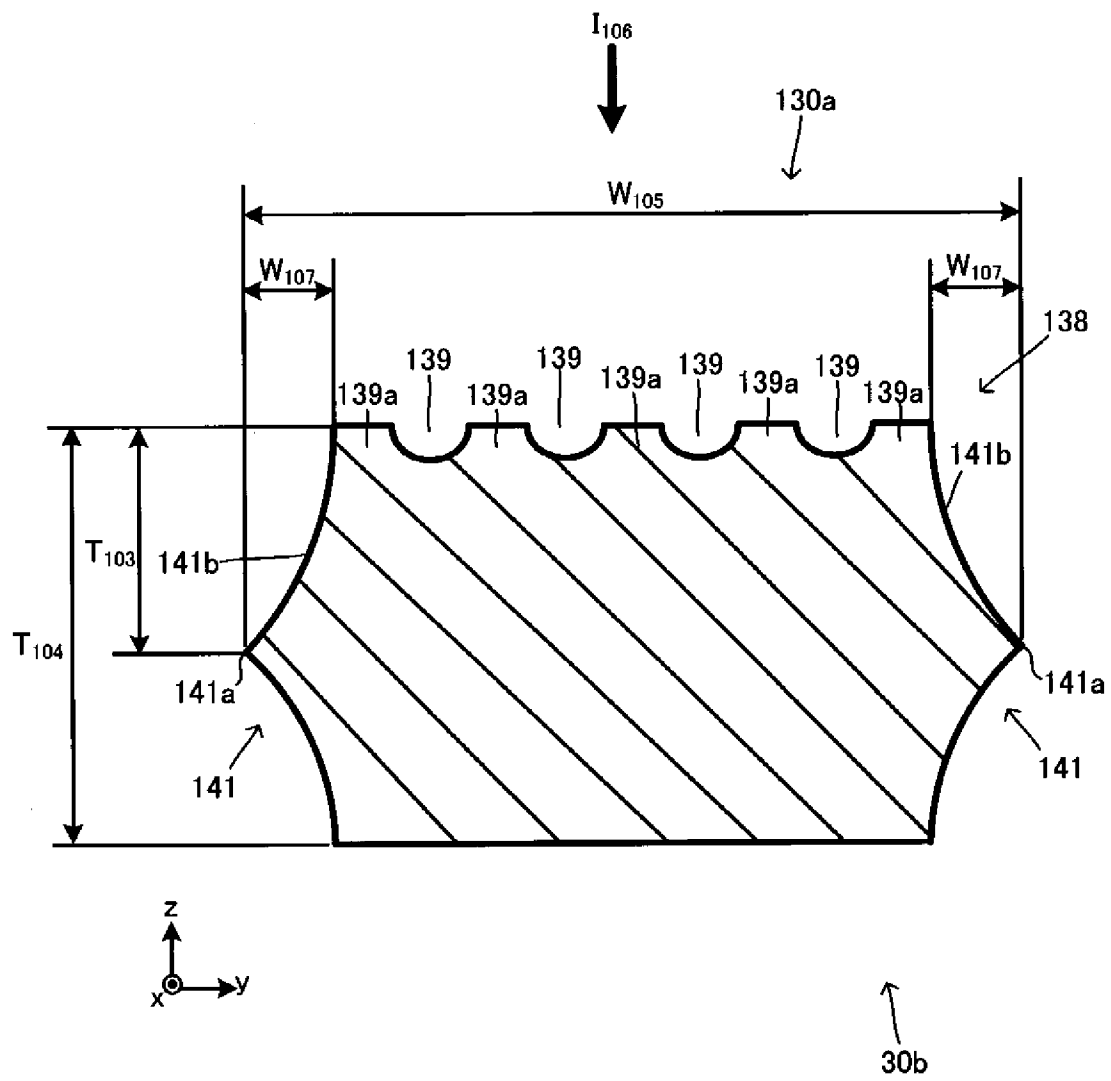
[図53]

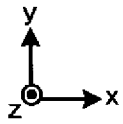


[図54]

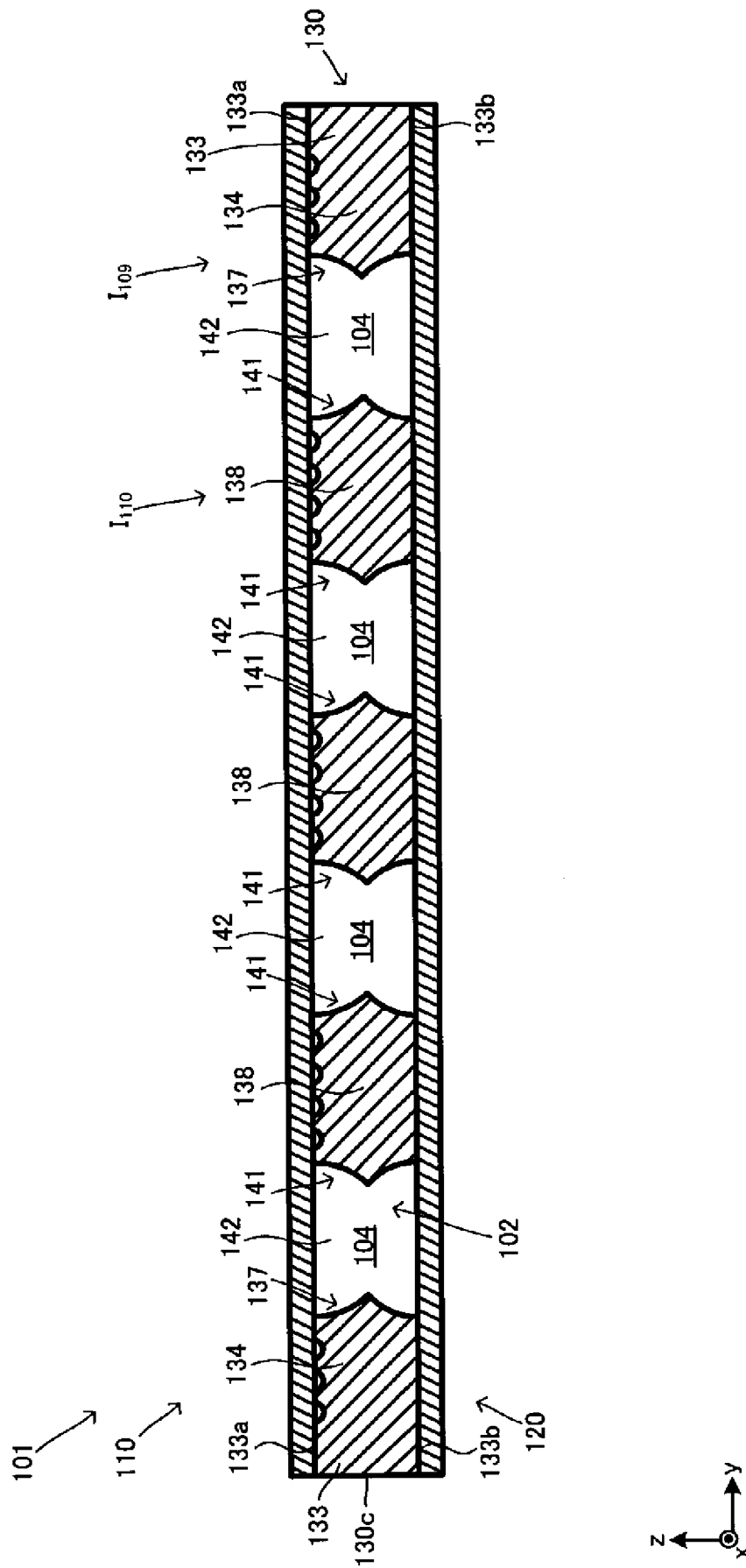


[図55]

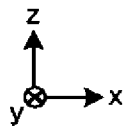
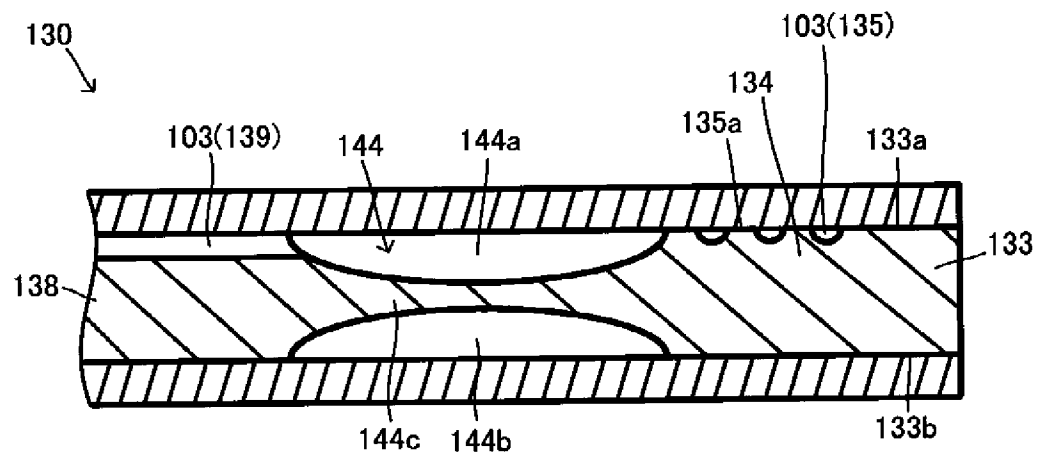




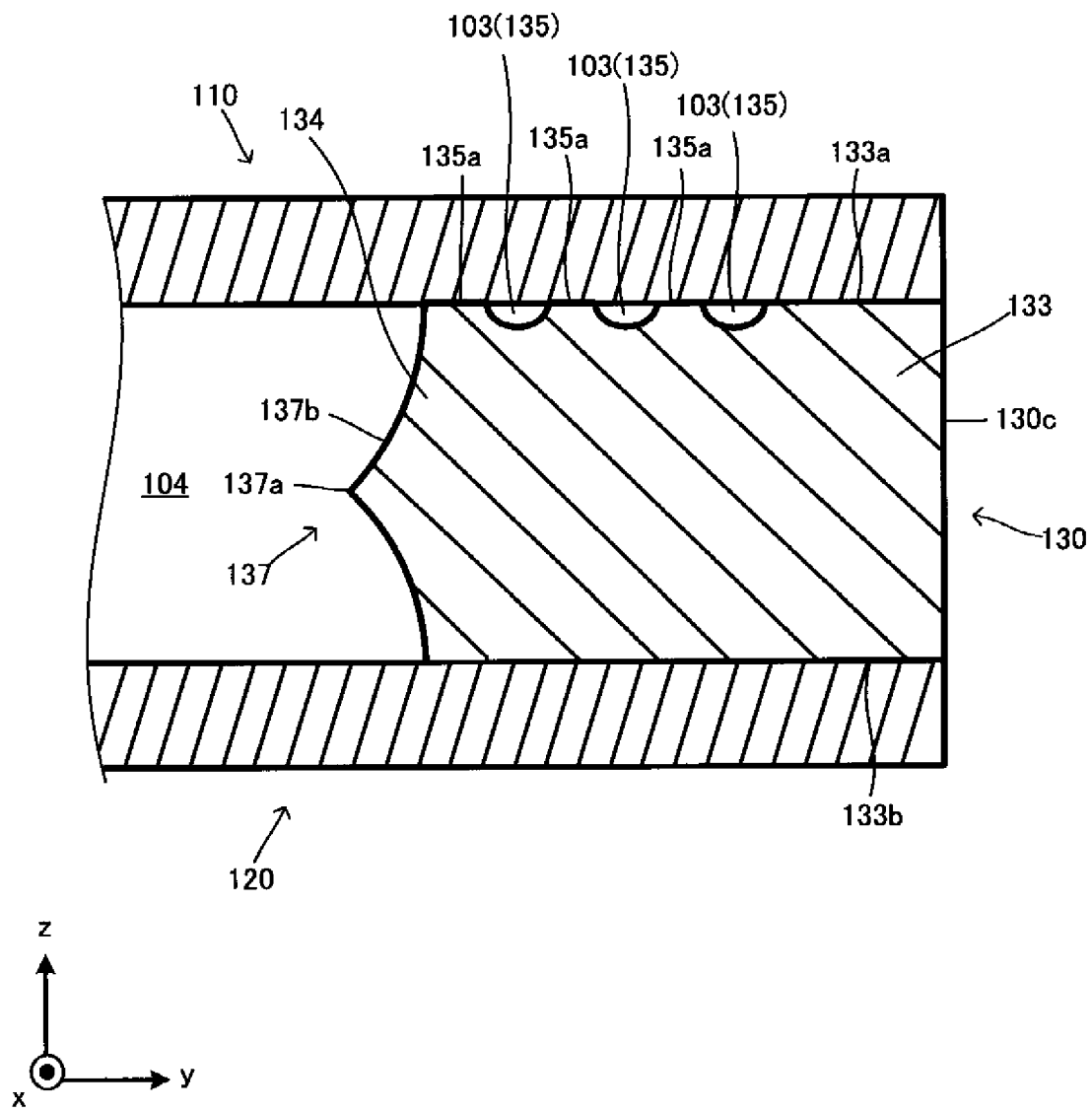
[図57]



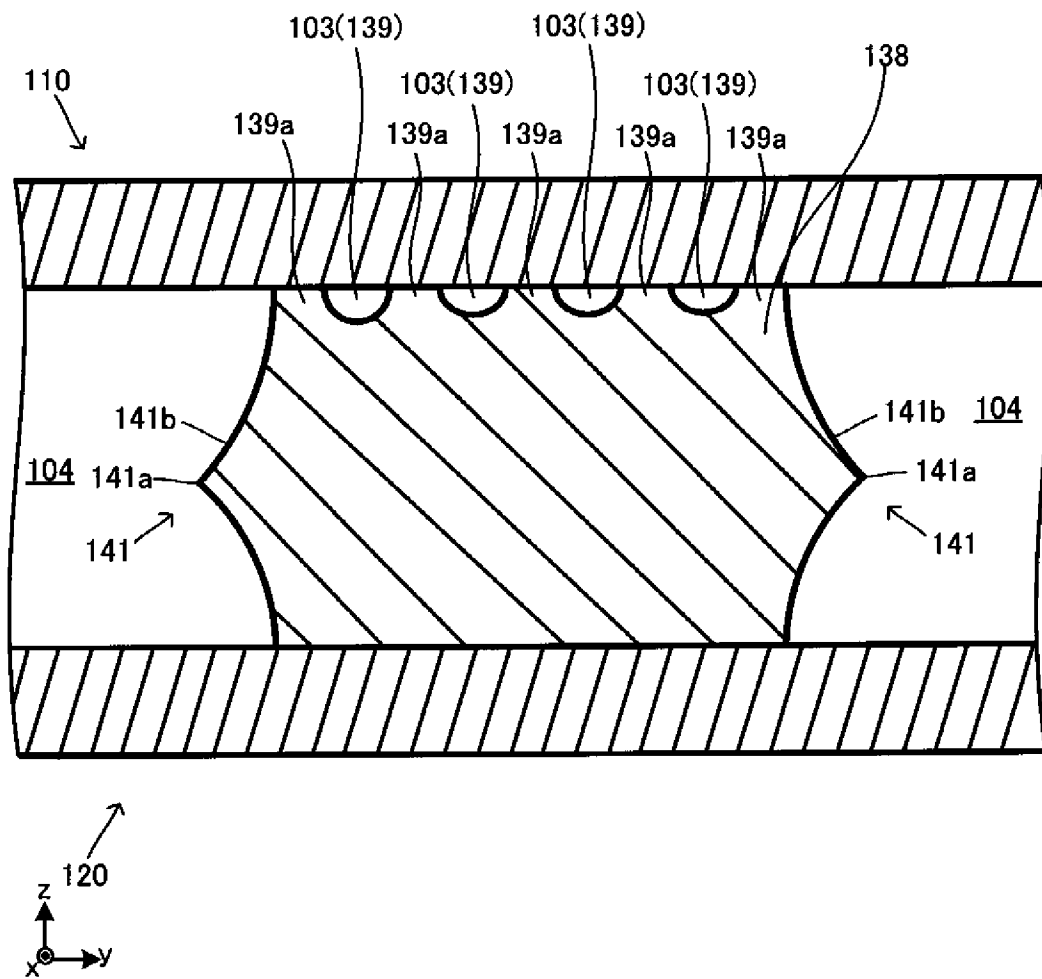
[図58]



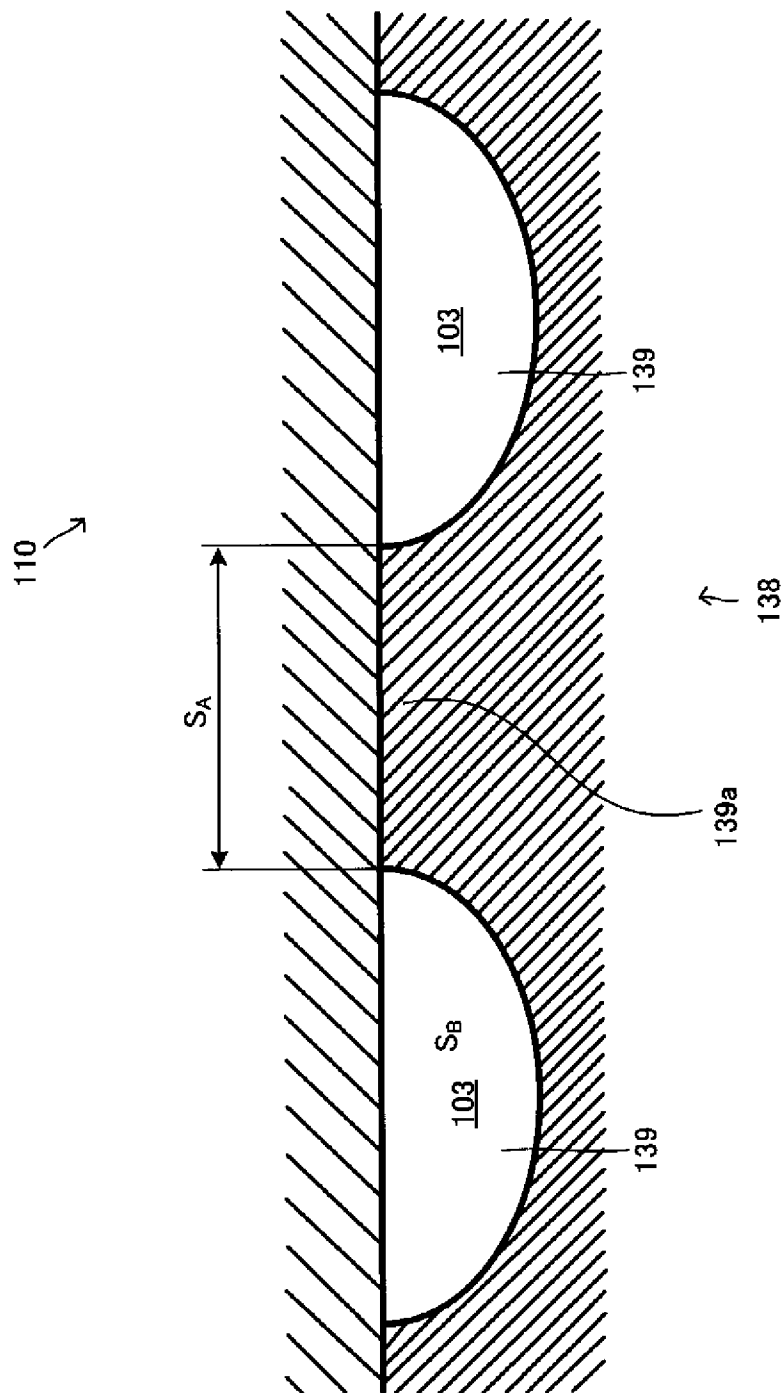
[図59]



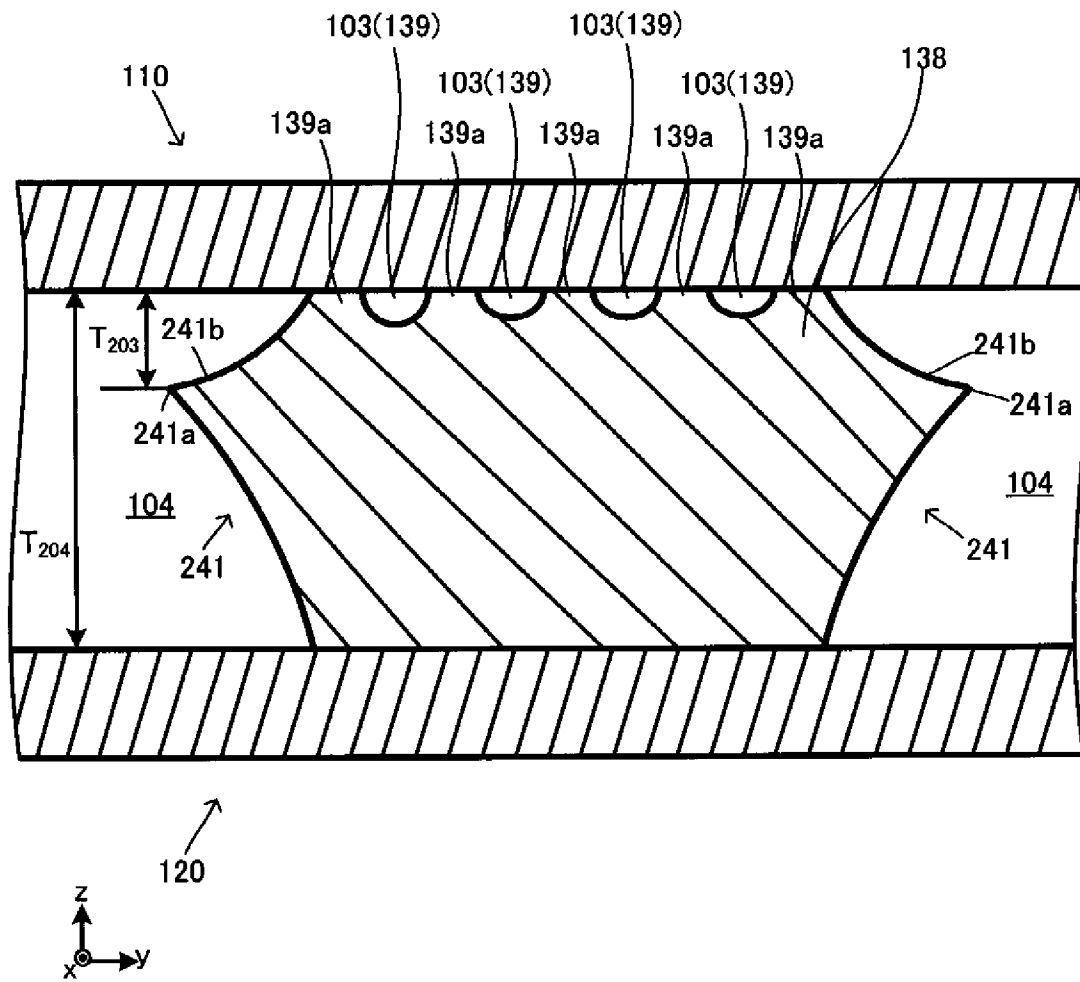
[図60]



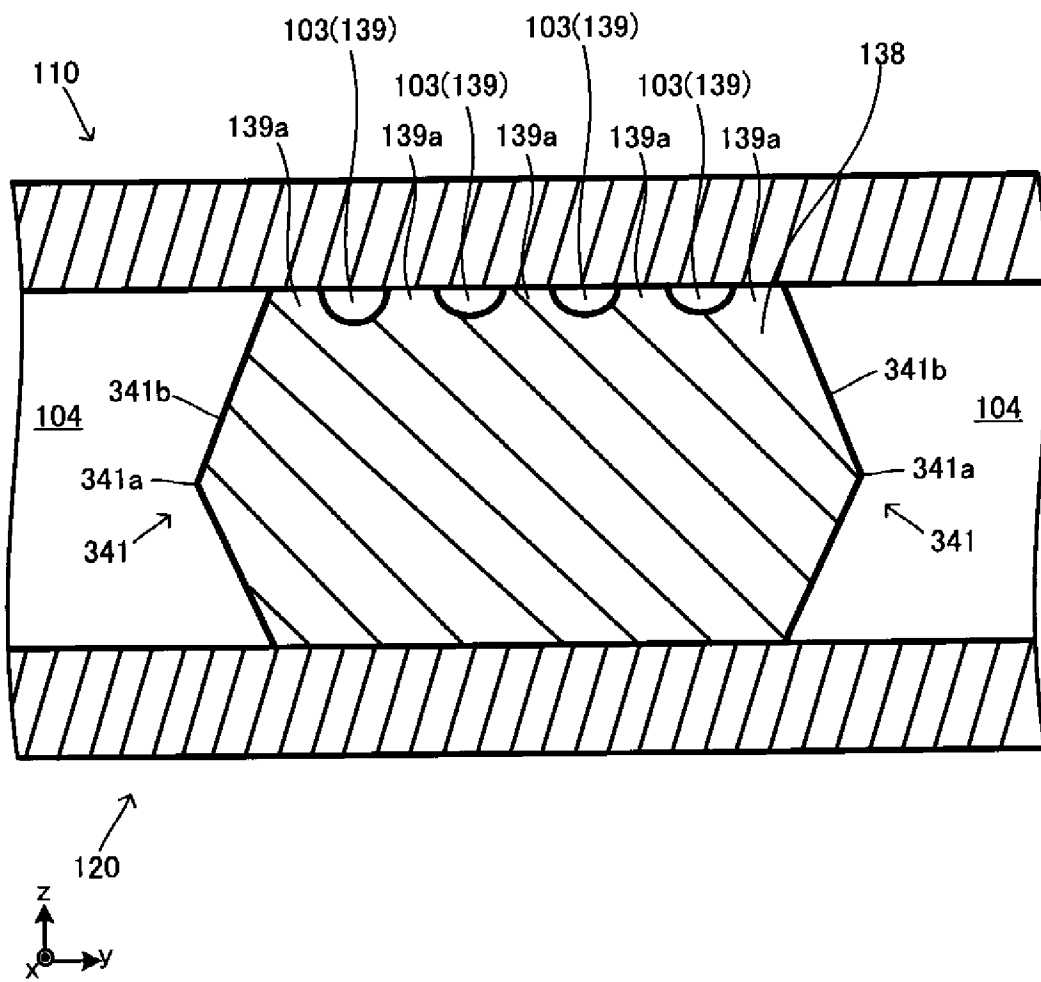
[図61]



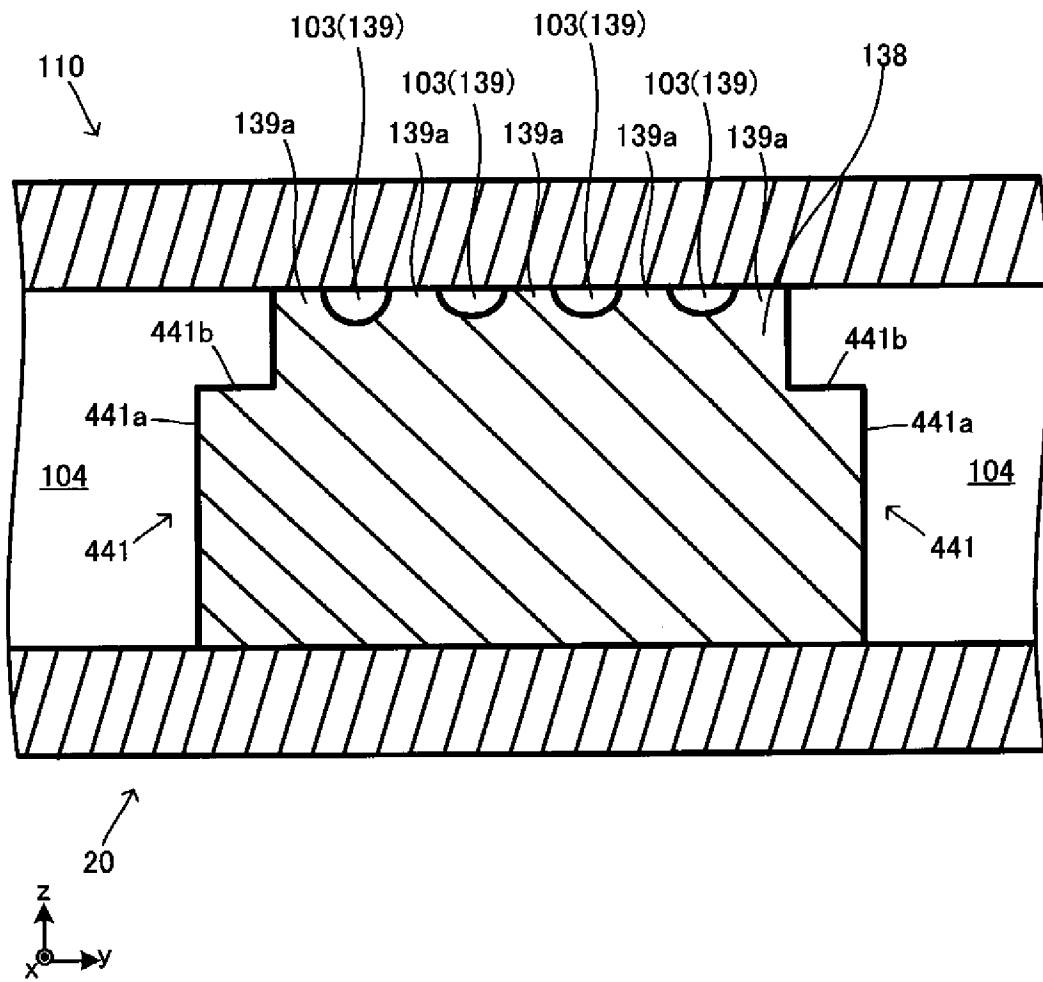
[図62]



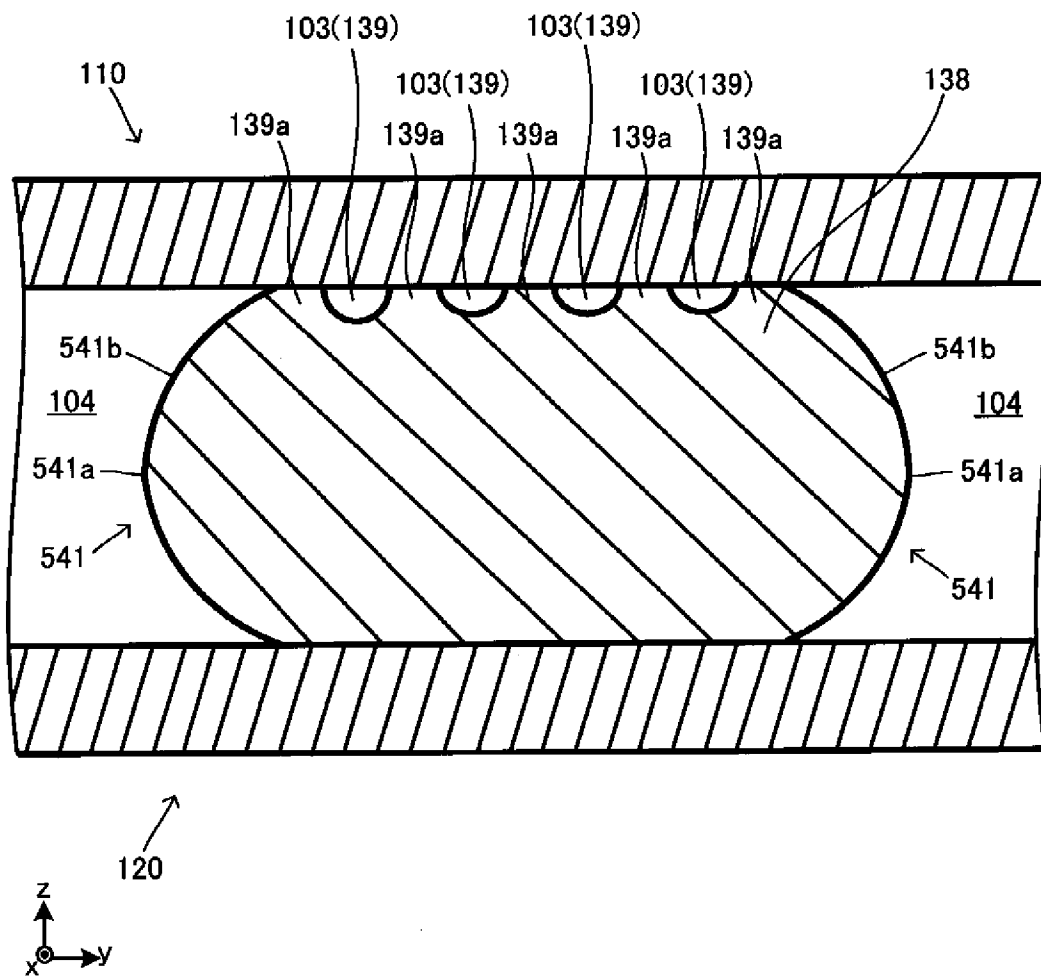
[図63]



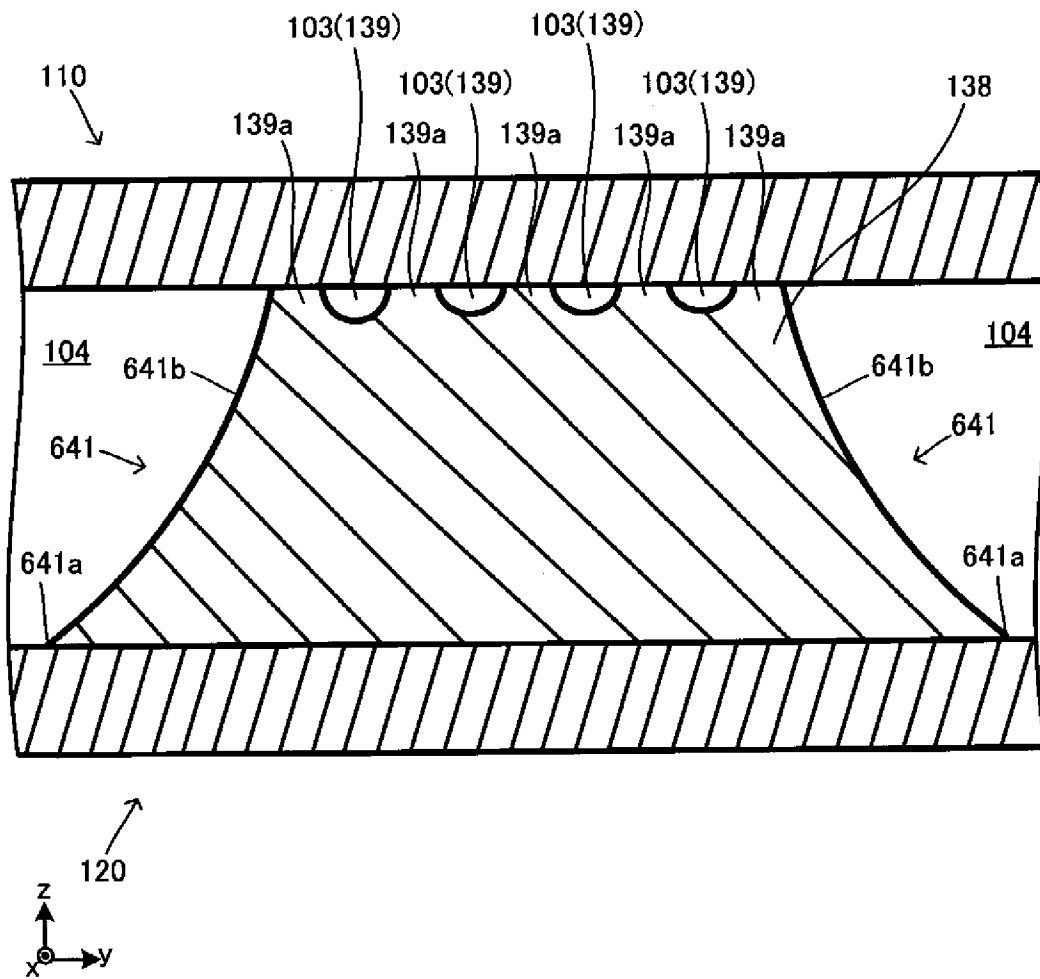
[図64]



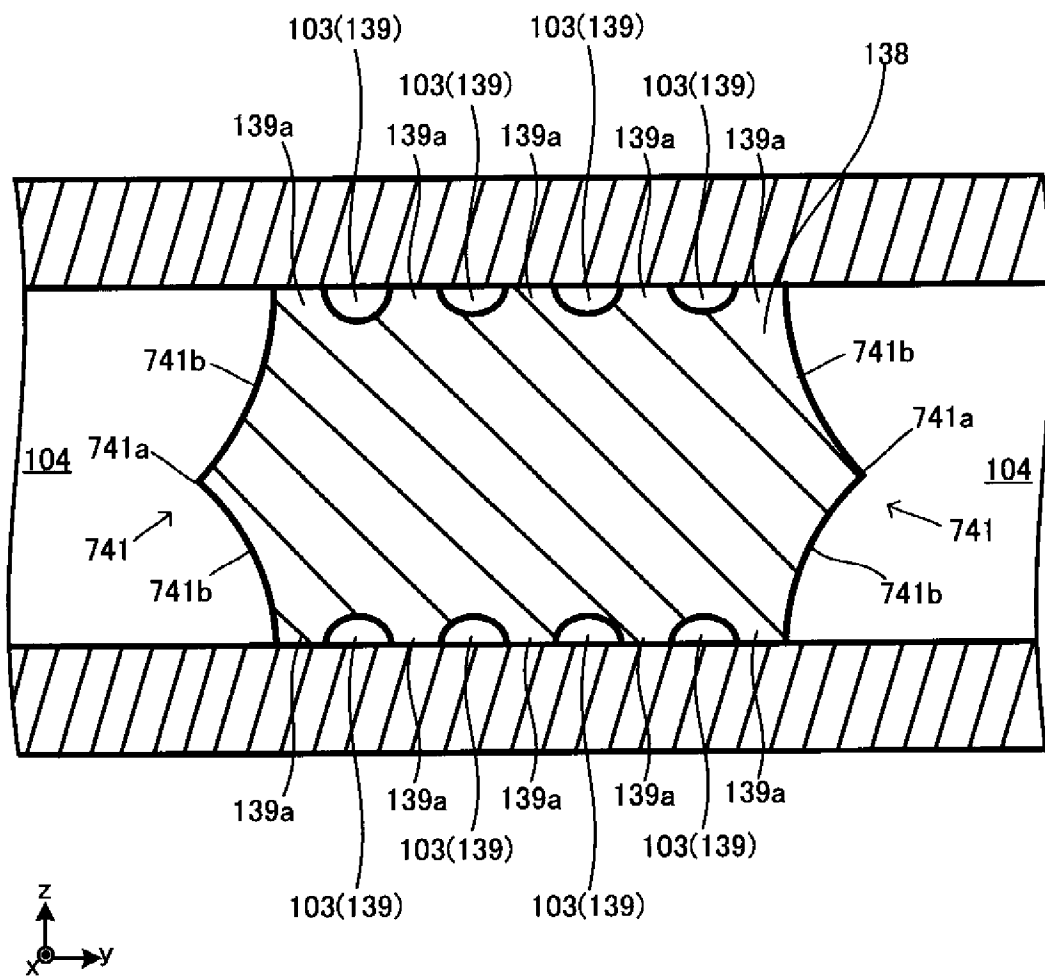
[図65]



[図66]



[図67]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/021609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F28D15/02 (2006.01) i, H01L23/36 (2006.01) i, H05K7/20 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. F28D15/02, H01L23/36, 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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 Y A	US 2005/0022978 A1 (DUVAL, Jean) 03 February 2005, paragraphs [0002]-[0117], fig. 1-15 (Family: none)	1, 9-11 12, 15 2-8, 13-14
Y A	JP 2015-219639 A (LENOVO SINGAPORE PTE LTD.) 07 December 2015, paragraphs [0001]-[0051], fig. 1-13 (Family: none)	12, 15 1-11, 13-14
A	JP 2007-95762 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 12 April 2007, paragraphs [0151]-[0169], fig. 11-12 (Family: none)	1-15
A	JP 2012-202570 A (TOSHIBA CORP.) 22 October 2012, paragraphs [0001]-[0069], fig. 1-15 (Family: none)	1-15



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
16 July 2019 (16.07.2019)

Date of mailing of the international search report
30 July 2019 (30.07.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/021609

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-74578 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 14 March 2000, paragraphs [0001]-[0032], fig. 1-6 (Family: none)	1-15
A	WO 2001/063195 A1 (FUJITSU LTD.) 30 August 2001, page 5, line 3 to page 14, line 12, fig. 1-13 (Family: none)	1-15
A	JP 2002-39693 A (TOFUJI E.M.I CO., LTD.) 06 February 2002, paragraphs [0001]-[0046], fig. 1-21 (Family: none)	1-15
A	JP 2014-142143 A (NTEC CO., LTD.) 07 August 2014, paragraphs [0001]-[0045], fig. 1-7 (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28D15/02(2006.01)i, H01L23/36(2006.01)i, H05K7/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F28D15/02, H01L23/36, 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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y A	US 2005/0022978 A1 (DUVAL, Jean) 2005.02.03, 段落 0002-0117, 図 1-15 (ファミリーなし)	1, 9-11 12, 15 2-8, 13-14
Y A	JP 2015-219639 A (レノボ・シンガポール・プライベート・リミテッド) 2015.12.07, 段落 0001-0051, 図 1-13 (ファミリーなし)	12, 15 1-11, 13-14
A	JP 2007-95762 A (松下電器産業株式会社) 2007.04.12, 段落 0151-0169, 図 11-12 (ファミリーなし)	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.07.2019

国際調査報告の発送日

30.07.2019

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官（権限のある職員）

河野 俊二

3M

3941

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-202570 A (株式会社東芝) 2012. 10. 22, 段落 0001-0069, 図 1-15 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2000-74578 A (古河電気工業株式会社) 2000. 03. 14, 段落 0001-0032, 図 1-6 (ファミリーなし)	1-15
A	WO 2001/063195 A1 (富士通株式会社) 2001. 08. 30, 第 5 ページ第 3 行-第 14 ページ第 12 行, 図 1-13 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2002-39693 A (東富士電機株式会社) 2002. 02. 06, 段落 0001-0046, 図 1-21 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2014-142143 A (株式会社 エヌ・テック) 2014. 08. 07, 段落 0001-0045, 図 1-7 (ファミリーなし)	1-15