



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113532167 A

(43) 申请公布日 2021.10.22

(21) 申请号 202110364846.3

(22) 申请日 2021.04.02

(30) 优先权数据

2020-074370 2020.04.17 JP

(71) 申请人 新光电气工业株式会社

地址 日本长野县

(72) 发明人 町田洋弘

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 向勇 宋晓宝

(51) Int.Cl.

F28D 15/02 (2006.01)

F28D 15/04 (2006.01)

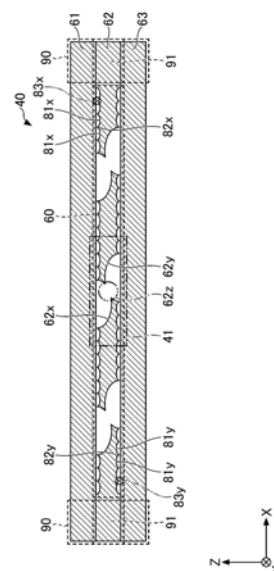
权利要求书2页 说明书8页 附图10页

(54) 发明名称

环路式热管及其制造方法

(57) 摘要

一种环路式热管及其制造方法,可以在获得适当的强度以及工作流体的流动性的同时薄型化。该环路式热管由一对最外金属层以及设于一对最外金属层之间的中间金属层构成,且具有:蒸发器,其用于使工作流体气化;冷凝器,其用于使工作流体液化;液管,其将蒸发器和冷凝器连接;以及蒸气管,其将蒸发器和冷凝器连接,并且与液管共同形成环路状的流路,中间金属层具有:一对壁部,其构成蒸发器、冷凝器、液管以及蒸气管的管壁的一部分;以及多孔体,其设于一对壁部之间,在一对壁部之间,中间金属层在与一对最外金属层中的一者相对的第一面上具有多个第一凹部、以及相邻的第一凹部之间的第一凸部,在第一凸部与一对最外金属层中的一者之间存在第一间隙。



1. 一种环路式热管,其由一对最外金属层以及设于上述一对最外金属层之间的中间金属层构成,该环路式热管具有:

蒸发器,其用于使工作流体气化;

冷凝器,其用于使上述工作流体液化;

液管,其将上述蒸发器和上述冷凝器连接;以及

蒸气管,其将上述蒸发器和上述冷凝器连接,并且与上述液管共同形成环路状的流路,上述中间金属层具有:

一对壁部,其构成上述蒸发器、上述冷凝器、上述液管以及上述蒸气管的管壁的一部分;以及

多孔体,其设于上述一对壁部之间,

在上述一对壁部之间,上述中间金属层在与上述一对最外金属层中的一者相对的第一面上具有多个第一凹部、以及相邻的上述第一凹部之间的第一凸部,

在上述第一凸部与上述一对最外金属层中的一者之间存在第一间隙。

2. 根据权利要求1所述的环路式热管,其中,

在上述一对壁部之间,上述中间金属层在与上述一对最外金属层中的另一者相对的第二面上具有多个第二凹部、以及相邻的上述第二凹部之间的第二凸部,

在上述第二凸部与上述一对最外金属层中的另一者之间存在第二间隙。

3. 根据权利要求2所述的环路式热管,其中,

上述多孔体包括:

第一有底孔,其自一面侧凹陷;

第二有底孔,其自另一面侧凹陷;以及

细孔,其是上述第一有底孔与上述第二有底孔部分连通而形成的,

上述第一凹部的深度小于上述第一有底孔的深度,

上述第二凹部的深度小于上述第二有底孔的深度。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的环路式热管,其中,

上述中间金属层由单一的金属层构成。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的环路式热管,其中,

上述多孔体设于上述液管内、上述蒸发器内、或者上述液管以及上述蒸发器这两者内。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的环路式热管,其中,

上述多孔体在上述液管内成对设置,

上述一对多孔体中的一者与上述一对壁部中的一者一体形成,

上述一对多孔体中的另一者与上述一对壁部中的另一者一体形成,

在上述一对多孔体之间,具有供上述工作流体流动的空间。

7. 根据权利要求1至5中任一项所述的环路式热管,其中,

上述多孔体在上述液管内自上述一对壁部分离设置,

在上述一对壁部中的一者与上述多孔体之间、以及在上述一对壁部中的另一者与上述多孔体之间,具有供上述工作流体流动的空间。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的环路式热管,其中,

上述工作流体在上述多孔体内三维地流动。

9.一种环路式热管的制造方法,该环路式热管由一对最外金属层、以及设于上述一对最外金属层之间的中间金属层构成,该环路式热管具有:蒸发器,其用于使工作流体气化;冷凝器,其用于使上述工作流体液化;液管,其将上述蒸发器和上述冷凝器连接;以及蒸气管,其将上述蒸发器和上述冷凝器连接,并且与上述液管共同形成环路状的流路,

该环路式热管的制造方法具有由金属层形成上述中间金属层的工序,该中间金属层具有一对壁部、以及多孔体,该一对壁部构成上述蒸发器、上述冷凝器、上述液管以及上述蒸气管的管壁的一部分,上述多孔体设于上述一对壁部之间,

形成上述中间金属层的工序具有如下工序,即,通过对上述金属层进行蚀刻,在上述金属层的一面上形成自该一面侧凹陷的多个第一有底孔以及多个第一凹部,并且在上述金属层的另一面上形成自该另一面侧凹陷的多个第二有底孔以及多个第二凹部,

上述第一有底孔与上述第二有底孔部分连通而形成细孔,

上述第一凹部的深度小于上述第一有底孔的深度,

上述第二凹部的深度小于上述第二有底孔的深度,

在相邻的上述第一凹部之间形成第一凸部,

在相邻的上述第二凹部之间形成第二凸部,

在上述第一凸部与上述一对最外金属层中的一者之间存在第一间隙,

在上述第二凸部与上述一对最外金属层中的另一者之间存在第二间隙。

环路式热管及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及环路式热管及其制造方法。

背景技术

[0002] 已知热管是用于冷却诸如安装在电子设备上的CPU (Central Processing Unit) 等发热构件的装置。热管是利用工作流体的相变化来传递热量的装置。

[0003] 环路式热管是热管的一个例子,环路式热管包括:蒸发器,其利用发热构件的热量使工作流体气化;以及冷凝器,其使气化的工作流体冷却并液化,并且蒸发器和冷凝器通过用来形成环路状流路的液管和蒸气管连接起来。在环路式热管中,工作流体在环路状的流路中沿一个方向流动。

[0004] 并且,环路式热管的蒸发器和液管内设有多孔体,通过多孔体产生的毛细管力将液管内的工作流体诱导至蒸发器,并抑制蒸气自蒸发器向液管逆流。多孔体中形成有许多细孔。各个细孔以金属层的形成于一面侧的有底孔和形成于另一面侧的有底孔部分连通的方式形成(例如,参照专利文献1、2)。

[0005] <现有技术文献>

[0006] <专利文献>

[0007] 专利文献1:日本国发明专利第6291000号公报

[0008] 专利文献2:日本国发明专利第6400240号公报

[0009] 专利文献3:日本国特开2020-3194号公报

发明内容

[0010] <本发明要解决的问题>

[0011] 在以往的环路式热管中,在获得适当的强度以及工作流体的流动性的同时薄型化是困难的。

[0012] 本发明的目的在于,提供一种能够在获得适当的强度以及工作流体的流动性的同时能够薄型化的环路式热管及其制造方法。

[0013] <用于解决问题的手段>

[0014] 根据本发明的一个方式,提供一种环路式热管,其由一对最外金属层以及设于上述一对最外金属层之间的中间金属层构成,该环路式热管具有:蒸发器,其用于使工作流体气化;冷凝器,其用于使上述工作流体液化;液管,其将上述蒸发器和上述冷凝器连接;以及蒸气管,其将上述蒸发器和上述冷凝器连接,并且与上述液管共同形成环路状的流路,上述中间金属层具有:一对壁部,其构成上述蒸发器、上述冷凝器、上述液管以及上述蒸气管的管壁的一部分;以及多孔体,其设于上述一对壁部之间,在上述一对壁部之间,上述中间金属层在与上述一对最外金属层中的一者相对的第一面上具有多个第一凹部、以及相邻的上述第一凹部之间的第一凸部,在上述第一凸部与上述一对最外金属层中的一者之间存在第一间隙。

[0015] <发明的效果>

[0016] 根据本发明,能够在获得适当的强度以及工作流体的流动性的同时薄型化。

附图说明

[0017] 图1是举例示出第一实施方式的环路式热管的俯视示意图。

[0018] 图2是第一实施方式的环路式热管的蒸发器及其周围的剖视图。

[0019] 图3是举例示出第一实施方式的环路式热管的液管的剖视图(其一)。

[0020] 图4是举例示出第一实施方式的环路式热管的液管的剖视图(其二)。

[0021] 图5是举例示出第一实施方式的环路式热管的液管的剖视图(其三)。

[0022] 图6是举例示出第一实施方式的环路式热管的蒸发器的俯视图。

[0023] 图7是举例示出第一实施方式的环路式热管的蒸发器的剖视图。

[0024] 图8是举例示出第一实施方式的环路式热管的制造工序的图(其一)。

[0025] 图9是举例示出第一实施方式的环路式热管的制造工序的图(其二)。

[0026] 图10是举例示出第二实施方式的环路式热管的液管的剖视图。

[0027] 图11是举例示出第二实施方式的变形例的环路式热管的液管的剖视图。

[0028] 附图标记的说明:

[0029] 1 环路式热管

[0030] 10 蒸发器

[0031] 20 冷凝器

[0032] 30 蒸气管

[0033] 40 液管

[0034] 50 流路

[0035] 60 多孔体

[0036] 61~63 金属层

[0037] 81x、81y 凹部

[0038] 82x、82y 凸部

[0039] 83x、83y 间隙

[0040] 90 管壁

[0041] 91 壁部

具体实施方式

[0042] 以下,参照附图对用于实施发明的方式进行说明。需要说明的是,在各附图中,对于相同构成部分付与相同附图标记,有时省略重复的说明。

[0043] <第一实施方式>

[0044] [第一实施方式的环路式热管的构造]

[0045] 首先,对第一实施方式的环路式热管的构造进行说明。图1是举例示出第一实施方式的环路式热管的俯视示意图。

[0046] 参照图1,环路式热管1具有蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30以及液管40。环路式热管1能够容纳在例如智能手机、平板终端等的便携式电子设备2中。

[0047] 在环路式热管1中,蒸发器10具有使工作流体C气化并生成蒸气Cv的功能。冷凝器20具有使工作流体C的蒸气Cv液化的功能。蒸发器10和冷凝器20通过蒸气管30和液管40连接,通过蒸气管30和液管40来形成作为供工作流体C或者蒸气Cv流动的环路的流路50。

[0048] 图2是第一实施方式的环路式热管的蒸发器及其周围的剖视图。如图1以及图2所示,在蒸发器10上例如形成有四个通孔10x。将螺栓150插入到形成于蒸发器10的每个通孔10x和形成于电路板100的每个通孔100x中,并且从电路板100的下表面侧通过螺母160固定螺栓150,使得蒸发器10和电路板100彼此固定。蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30以及液管40具有上表面1a以及与上表面1a相反一侧的下表面1b。

[0049] 将诸如CPU等的发热部件120例如通过凸块110安装在电路板100上,并且发热部件120的上表面与蒸发器10的下表面1b紧密接触。蒸发器10内的工作流体C被由发热部件120产生的热量气化,从而产生蒸气Cv。

[0050] 如图1所示,蒸发器10中生成的蒸气Cv通过蒸气管30被导入冷凝器20,并在冷凝器20中液化。由此,发热部件120产生的热量转移至冷凝器20,发热部件120的温度上升被抑制。在冷凝器20中液化的工作流体C通过液管40被导入蒸发器10。可以设定蒸气管30的宽度 W_1 为例如约8mm。另外,可以设定液管40宽度 W_2 为例如约6mm。

[0051] 工作流体C的种类不受特定限制,然而,优选地使用具有高蒸发压力和高蒸发潜热的流体,从而通过蒸发潜热有效地冷却发热部件120。作为这种流体,可以举出例如氨、水、氟利昂、乙醇以及丙酮。

[0052] 蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30以及液管40可以设定为例如多个金属层层叠的构造。如后所述,蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30、以及液管40具有金属层61~63这3层层叠的构造(参照图3~图5、图7)。在蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30、以及液管40中,金属层61和金属层63是最外金属层,金属层62是中间金属层。但是,蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30、以及液管40包括成为最外层的一对最外金属层、以及最外金属层之间的一层或两层以上的金属层层叠而成的中间金属层即可。

[0053] 金属层61~63为例如导热性优异的铜层,其通过固相接合等彼此直接接合。金属层61~63各自的厚度可以设定为例如约50 μm ~200 μm 。需要说明的是,金属层61~63不限于铜层,也可以由不锈钢层、铝层、镁合金层等形成。金属层的层叠数不限定,也可以层叠4层以上的金属层。从环路式热管1的薄型化的观点出发,优选金属层的数量较少,特别优选为3层。即,特别优选中间金属层中包含的金属层的数量为1。

[0054] 蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30、以及液管40分别在与工作流体C或其蒸气Cv流动的方向以及金属层61~63的层叠方向这两个方向垂直的方向的两端部具有金属层61~63全部层叠而构成的管壁90(参照图3、图6、图7)。

[0055] 这里,对液管40的构造进行说明。图3~图5是举例示出第一实施方式的环路式热管的液管的图。图3是沿图1中的III-III线的剖视图。图4是沿图1中的IV-IV线的剖面图,图5是图3中的区域41的放大图。在图3~图5中,将金属层61~63的层叠方向设定为Z方向,将与Z方向垂直的平面内的任意的方向设定为X方向,将在该平面内与X方向正交的方向设定为Y方向(其他的图也相同)。另外,本发明中的俯视是指,自Z方向的俯视。

[0056] 如图3所示,在液管40的中间金属层(金属层62)中,设有构成管壁90的一部分的一对壁部91、以及一对壁部91之间的多孔体60。

[0057] 如图3~图5所示,多孔体60与第一层的金属层61(一侧的最外金属层)的下表面以及第三层的金属层63(另一侧的最外金属层)的上表面相接。在金属层61以及金属层63中未形成孔、槽。与此相对,在构成多孔体60的第二层的金属层62中,分别形成有多个自上表面侧朝向厚度方向的大致中央部凹陷的有底孔62x、以及自下表面侧朝向厚度方向的大致中央部凹陷的有底孔62y。

[0058] 如图3以及图4所示,俯视时,有底孔62x和有底孔62y在X方向上交替配置。另外,俯视时,有底孔62x和有底孔62y在Y方向上交替配置。俯视时,在X方向上交替配置的有底孔62x和有底孔62y部分重叠,并且重叠部分连通而形成细孔62z。另外,俯视时,在Y方向上交替配置的有底孔62x和有底孔62y部分重叠,并且重叠部分连通而形成细孔62z。

[0059] 有底孔62x以及有底孔62y的俯视形状可以设定为例如直径约 $100\mu\text{m}$ ~ $300\mu\text{m}$ 的圆形,但也可以设定为椭圆形、多边形等任意的形状。有底孔62x以及有底孔62y的深度可以设定为例如金属层62的厚度的约一半。在X方向上相邻的有底孔62x的间隔可以设定为例如约 $100\mu\text{m}$ ~ $400\mu\text{m}$ 。在Y方向上相邻的有底孔62x的间隔也相同。在X方向上相邻的有底孔62y的间隔可以设定为例如约 $100\mu\text{m}$ ~ $400\mu\text{m}$ 。在Y方向上相邻的有底孔62y的间隔也相同。

[0060] 有底孔62x以及有底孔62y的内壁面可以设定为由曲面构成的凹形状。作为由曲面构成的凹形状,可以举出例如剖面形状为大致半圆形或大致半椭圆形的凹形状。但是,不限于此,有底孔62x以及有底孔62y的内壁可以设定为自底面侧向开口侧扩宽的锥形状。有底孔62x以及有底孔62y的内壁也可以相对底面垂直。细孔62z在宽度方向的宽度可以设定为例如约 $10\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ 程度。另外,细孔62z在长度方向的宽度可以设定为例如约 $50\mu\text{m}$ ~ $150\mu\text{m}$ 。

[0061] 如图3以及图5所示,在一对壁部91之间,金属层62在与金属层61相对的上表面上具有多个凹部81x、以及相邻的凹部81x之间的凸部82x,并且在凸部82x与金属层61之间存在间隙83x。另外,在一对壁部91之间,金属层62在与金属层63相对的下表面上具有多个凹部81y、以及相邻的凹部81y之间的凸部82y,并且在凸部82y与金属层63之间存在间隙83y。

[0062] 可以在Y方向上相邻的有底孔62x之间设置凹部81x以及凸部82x,也可以在Y方向上相邻的有底孔62y之间设置凹部81y以及凸部82y。即,在图4所示剖面中,可以设置凹部81x、81y、以及凸部82x、82y,并且在凸部82x与金属层61之间存在间隙83x,在凸部82y与金属层63之间存在间隙83y。

[0063] 凹部81x以及81y的俯视形状可以设定为例如直径约 $10\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ 的圆形,但是也可以设定为椭圆形、多边形等的任意形状。凹部81x以及81y的深度可以设定为例如金属层62的厚度的约5%~20%,优选设定为约10%。例如,若金属层62的厚度为 $100\mu\text{m}$,则凹部81x以及81y的深度可以设定为 $5\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$,优选设定为约 $10\mu\text{m}$ 。

[0064] 间隙83x以及83y的大小、即凸部82x与金属层61之间的举例以及凸部82y与金属层63之间的举例可以设定为例如大于 $0\mu\text{m}$ 且小于等于 $5\mu\text{m}$ 。

[0065] 在液管40中,细孔62z通过有底孔62x或62y与其他的细孔62z连通,相互连通的细孔在多孔体60内三维分布。另外,多个有底孔62x的一部分通过凹部81x以及间隙83x与其他的有底孔62x连通,多个有底孔62y的一部分通过凹部81y以及间隙83y与其他的有底孔62y连通。因此,工作流体C在毛细管力作用下在相互连通的细孔62z内三维分布。

[0066] 构成多孔体60的有底孔62x以及62y的至少一部分与冷凝器20内的流路50连通。由此,工作流体C可以渗透至多孔体60内。

[0067] 这样,在液管40中设有多孔体60,多孔体60沿液管40延伸至蒸发器10的附近。由此,在多孔体60中产生的毛细管力作用下,液管40内的液相的工作流体C被引导至蒸发器10。

[0068] 其结果,即使因来自蒸发器10的热泄露等导致蒸气Cv想要在液管40内逆流,也能够由多孔体60作用于液相的工作流体C的毛细管力的作用下将蒸气Cv推回,从而使防止蒸气Cv的逆流成为可能。

[0069] 需要说明的是,虽然在液管40中形成有用于注入工作流体C的注入口(未图示),但是注入口被密封部件封住,从而环路式热管1内保持气密。

[0070] 接下来,对蒸发器10的构造进行说明。图6以及图7是举例示出第一实施方式的环路式热管的蒸发器的图。图6是俯视图。图7是沿图6中的VII-VII线的剖面图。在图6中,为了示出蒸发器10内的多孔体以及支柱的俯视形状,省略了成为一侧的最外层的金属层(图7中所示的金属层61)的图示。

[0071] 如图6以及图7所示,在蒸发器10的中间金属层(金属层62)中,设有构成管壁90的一部分的一对壁部91、以及一对壁部91之间的多孔体60。

[0072] 如图6所示,蒸发器10内的多孔体60包括连结部60v以及突起部60w。

[0073] 俯视时,连结部60v设于X方向的最靠液管40一侧(蒸发器10与液管40连接的那一侧),其沿Y方向延伸。连结部60v的靠液管40一侧的面的一部分与蒸发器10的管壁90相接,剩下的一部分与设于液管40的多孔体60相连。并且,连结部60v的靠蒸气管30一侧的面的一部分与突起部60w相连接,剩下的一部分与空间70相接。

[0074] 俯视时,突起部60w自连结部60v向蒸气管30侧突起有多个。

[0075] 各个突起部60w在Y方向上以预定间隔并列设置,各个突起部60w的靠蒸气管30一侧的端部与蒸发器10的管壁90隔开距离。并且,各个突起部60w的靠蒸气管30一侧的端部相互不连接。另一方面,各个突起部60w的靠液管40一侧的端部借助连结部60v连接在一起。换言之,俯视时蒸发器10内的多孔体60形成为具有连结部60v和多个突起部60w的梳齿状。

[0076] 在蒸发器10内,在没有设置多孔体60的区域形成有空间70。空间70与蒸气管30的流路50相连。

[0077] 工作流体C自液管40侧被引导至蒸发器10,进而渗透进多孔体60。在蒸发器10内,渗透进多孔体60的工作流体C因在发热部件120产生的热量气化并生成蒸气Cv,蒸气Cv通过蒸发器10内的空间70流向蒸气管30。需要说明的是,在图6以及图7中,作为一个例子将突起部60w(梳齿)的数量设定为三个,突起部60w(梳齿)的数量可以适当决定。突起部60w与空间70的接触面积增大时工作流体C易于蒸发,能够降低压力损失。

[0078] 蒸发器10内的多孔体60具有与液管40内的多孔体60相同的构成。即,构成多孔体60的第二层的金属层62具有多个有底孔62x、多个有底孔62y、以及有底孔62x与有底孔62y部分连通而形成的多个细孔62z。在一对壁部91之间,金属层62在与金属层61相对的上表面具有多个凹部81x、以及相邻的凹部81x之间的凸部82x,并且在凸部82x与金属层61之间存在间隙83x。另外,在一对壁部91之间,金属层62在与金属层63相对的下表面具有多个凹部81y、以及相邻的凹部81y之间的凸部82y,在凸部82y与金属层63之间存在间隙83y。

[0079] 在蒸发器10中,细孔62z通过有底孔62x或62y与其他的细孔62z连通,相互连通的细孔62z在多孔体60内三维分布。另外,多个有底孔62x的一部分通过凹部81x以及间隙83x

与其他的有底孔62x连通,多个有底孔62y的一部分通过凹部81y以及间隙83y与其他的有底孔62y连通。因此,工作流体C在毛细管力作用下在相互连通的细孔62z内三维分布。

[0080] 如此,在构成多孔体60的金属层62中设有多个凹部81x、81y、以及相邻的凹部81x、81y之间的凸部82x、82y,并且在凸部82x与金属层61之间存在间隙83x,在凸部82y与金属层63之间存在间隙83y。因此,工作流体C在毛细管力作用下在多孔体60内三维分布。由此,根据环路式热管1,可以在获得适当的强度以及工作流体C的流动性的同时使金属层的数量较少从而薄型化。

[0081] 假设不设置凹部81x、81y以及凸部82x、82y,并且为了薄型化而将金属层的数量设定为3,则工作流体C的流动性会降低。另外,在不设置凹部81x、81y和凸部82x、82y且为了薄型化将金属层的数量设定为3,同时为了获得适当的工作流体C的流动性而在金属层61以及63中也形成多孔体的情况下,强度会降低。

[0082] [第一实施方式的环路式热管的制造方法]

[0083] 接下来,对于第一实施方式的环路式热管的制造方法,以多孔体的制造工序为中心进行说明。图8以及图9是举例示出第一实施方式的环路式热管的制造工序的图。图8以及图9示出与图3对应的剖面。虽然省略图示,但是在图8以及图9所示工序中,在与图4以及图7对应的剖面中也进行与图3对应的剖面相同的处理。

[0084] 首先,在图8的(a)所示工序中,准备形成为图1的俯视形状的金属片620。然后,在金属片620的上表面形成抗蚀层310,在金属片620的下表面形成抗蚀层320。金属片620是最终成为金属层62部件,其可以由例如铜、不锈钢、铝、镁合金等形成。金属片620的厚度例如可以设定为约50 μ m~200 μ m。可以使用例如感光干膜抗蚀剂等作为抗蚀层310、320。

[0085] 接下来,在图8的(b)所示工序中,在金属片620的要形成多孔体60的区域中,使抗蚀层310曝光并显影以形成开口部310x以及311x,从而使金属片620的上表面选择性地露出。另外,使抗蚀层320曝光并显影以形成开口部320y以及321y,从而使金属片620的下表面选择性地露出。开口部310x用于有底孔62x的形成,开口部320y用于有底孔62y的形成。开口部310x、320y的形状以及配置形成为与图3以及图4所示的有底孔62x、62y的形状和配置对应。开口部311x用于凹部81x的形成,开口部321y用于凹部81y的形成。开口部311x以及321y的形状以及配置形成为与图3所示凹部81x以及81y的形状以及配置对应。另外,相邻的开口部311x接近配置,使得在后述的半蚀刻的时候在抗蚀层310之下相邻的凹部81x彼此相接。同样地,相邻的开口部321y接近配置,使得在后述的半蚀刻的时候在抗蚀层320之下相邻的凹部81y彼此相接。

[0086] 接下来,在图8的(c)所示工序中,自金属片620的上表面侧对在开口部310x以及311x内露出的金属片620进行半刻蚀,并且自金属片620的下表面侧对在开口部320y以及321y内露出的金属片620进行半刻蚀。由此,在金属片620的上表面侧形成有底孔62x以及凹部81x,在下表面侧形成有底孔62y以及凹部81y。另外,因为在X方向、Y方向上于正反面交替配置的开口部310x和开口部320y俯视时部分重叠,因此重叠的部分相连通并形成细孔62z。在金属片620的半刻蚀中,可以使用例如氯化铁溶液。

[0087] 在相邻的凹部81x之间形成凸部82x,并且在相邻的凹部81y之间形成凸部82y。此时,在抗蚀层310之下相邻的凹部81x彼此相接,并且凸部82x的顶端自金属片620的上表面后退。因此,在凸部82x与抗蚀层310之间形成间隙。同样地,在抗蚀层320之下相邻的凹部

81y彼此相接,并且凸部82y的顶端自金属片620的下表面后退。因此,在凸部82y与抗蚀层320之间形成间隙。

[0088] 接下来,在图8的(d)所示工序中,利用剥离液来将抗蚀层310以及320剥离。由此,金属层62完成。

[0089] 接下来,在图9的(a)所示工序中,准备未形成孔、槽的实心状的金属层61和金属层63。

[0090] 接下来,在图9的(b)所示工序中,以图9的(a)所示顺序来层叠各金属层,并且通过加压以及加热来进行固相接合。由此,相邻的金属层彼此直接接合,具有蒸发器10、冷凝器20、蒸气管30、以及液管40的环路式热管1完成,并且在液管40以及蒸发器10中形成多孔体60。由于凸部82x的顶端自金属层62的上表面后退,因此在凸部82x与金属层61之间形成间隙83x。另外,由于凸部82y的顶端自金属层62的下表面后退,因此在凸部82y与金属层63之间形成间隙83y。之后,使用真空泵等对液管40内进行排气之后,自未图示的注入口向液管40内注入工作流体C,之后封闭注入口。

[0091] 这里,所谓固相接合,是指如下方法:使接合对象物在彼此不熔融而保持固相(固体)状态下对其进行加热软化,并且对其加压使其塑性变形从而进行接合。需要说明的是,优选将全部金属层61~63的全部材料设定为相同,由此能够利用固相接合使相邻的金属层彼此良好接合。

[0092] 如此,通过设定为使自各金属层的两面侧形成的有底孔部分连通且在各金属层内设置细孔的构造,从而能够在金属层内形成恒定大小的细孔。由此,能够防止细孔的大小不均匀而导致因细孔产生的毛细管力降低,从而能够稳定获得抑制蒸气Cv自蒸发器10向液管40逆流的效果。

[0093] 需要说明的是,多孔体60可以也设于冷凝器20的一部分,并且可以也设于蒸气管30的一部分。

[0094] <第二实施方式>

[0095] 在第二实施方式中,液管40的构成与第一实施方式不同。在第二实施方式中,有时省略对于已经说明的实施方式相同构成部分的说明。图10举例示出第二实施方式的环路式热管的液管的剖视图。图10相当于沿图1中的III-III线的剖视图。

[0096] 在第二实施方式中,如图10所示,在液管40内,多孔体60以与两侧的管壁90相接的方式设于两个部位。即,多孔体60成对地设于液管40内。一个多孔体60与一个壁部91一体形成,另一个多孔体60与另一个壁部91一体形成。在两个多孔体60之间形成供工作流体C流动的空间51。空间51被两个多孔体60的彼此相对的面、金属层61的下表面、以及金属层63的上表面包围。空间51是流路50的一部分。构成多孔体60的有底孔的至少一部分与空间51连通。其他的构成与第一实施方式相同。

[0097] 根据第二实施方式也可以获得与第一实施方式相同的效果。另外,工作流体C可以在空间51内流动。

[0098] <第二实施方式的变形例>

[0099] 在第二实施方式的变形例中,液管40的构成与第二实施方式不同。在第二实施方式的变形例中,有时省略对于与已经说明的实施方式相同构成部的说明。图11是举例示出第二实施方式的变形例的环路式热管的液管的俯视图。图11相当于沿图1中的III-III线的

剖视图。

[0100] 在第二实施方式的变形例中,如图11所示,在液管40内,多孔体60以自两侧的管壁90分离的方式设置。在多孔体60与一个管壁90之间、以及在多孔体60与另一个管壁90之间形成有供工作流体C流动的空间51。空间51被管壁90与多孔体60的彼此相对的面、金属层61的下表面、以及金属层63的上表面包围。空间51是流路50的一部分。构成多孔体60的有底孔的至少一部分与空间51相连通。其他的构成与第二实施方式相同。

[0101] 根据第二实施方式的变形例,能够得到与第二实施方式相同的效果。

[0102] 以上对优选的实施方式等进行了详细说明,但是并不受到上述实施方式等的限制,可以不出权利要求书记载的范围地对上述实施方式等施加各种变形以及置换。

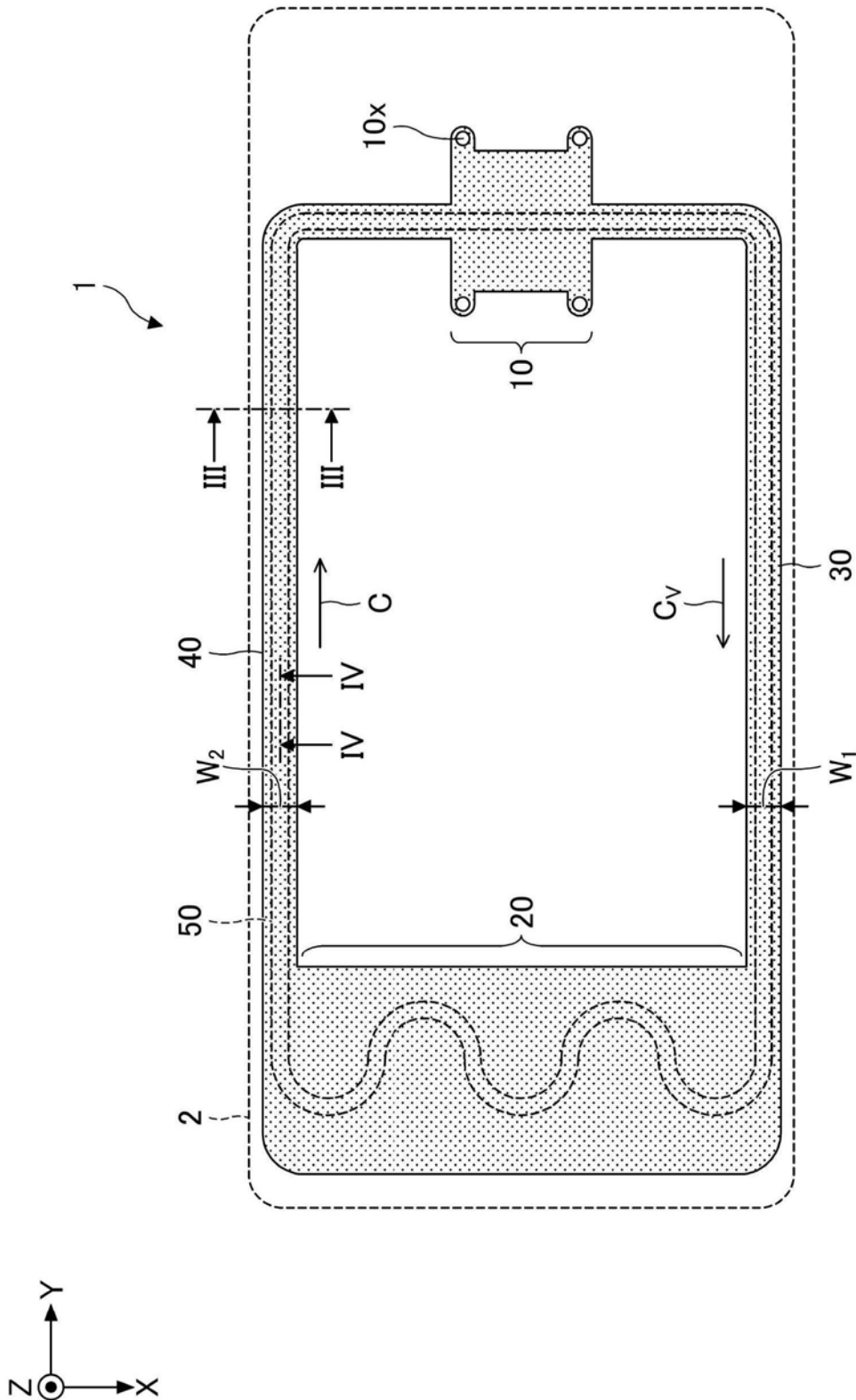


图1

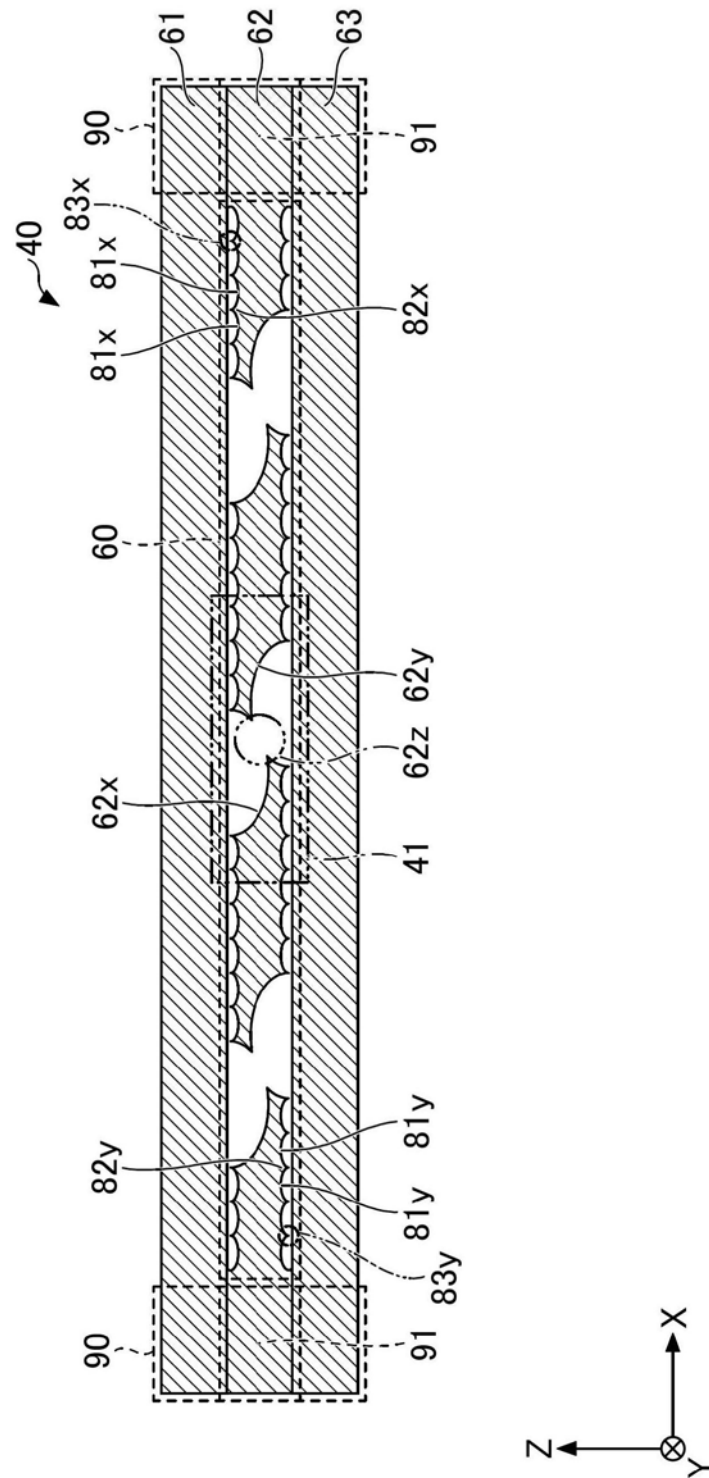


图3

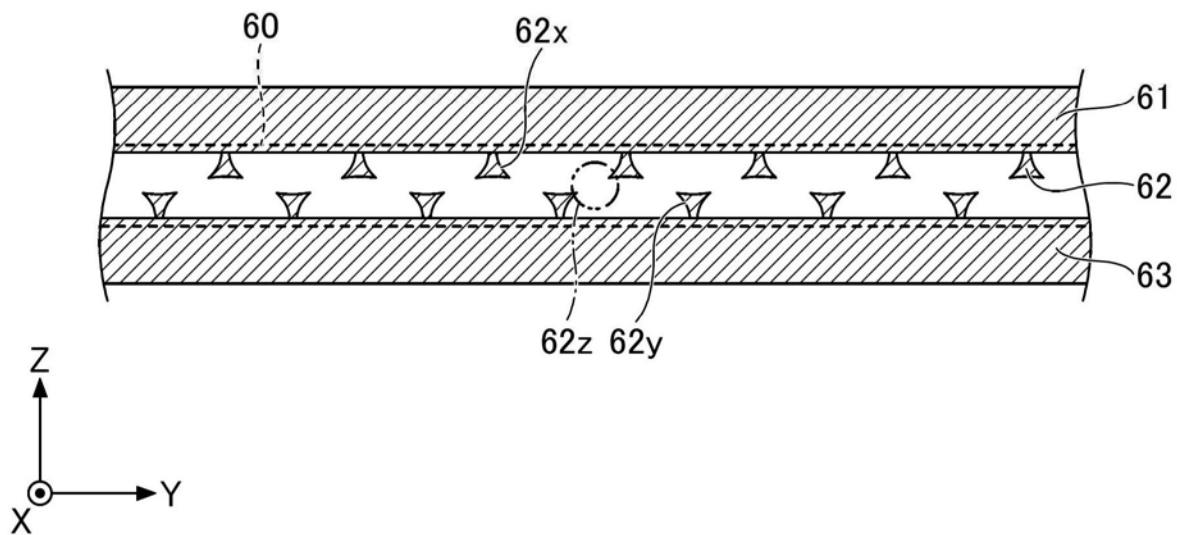


图4

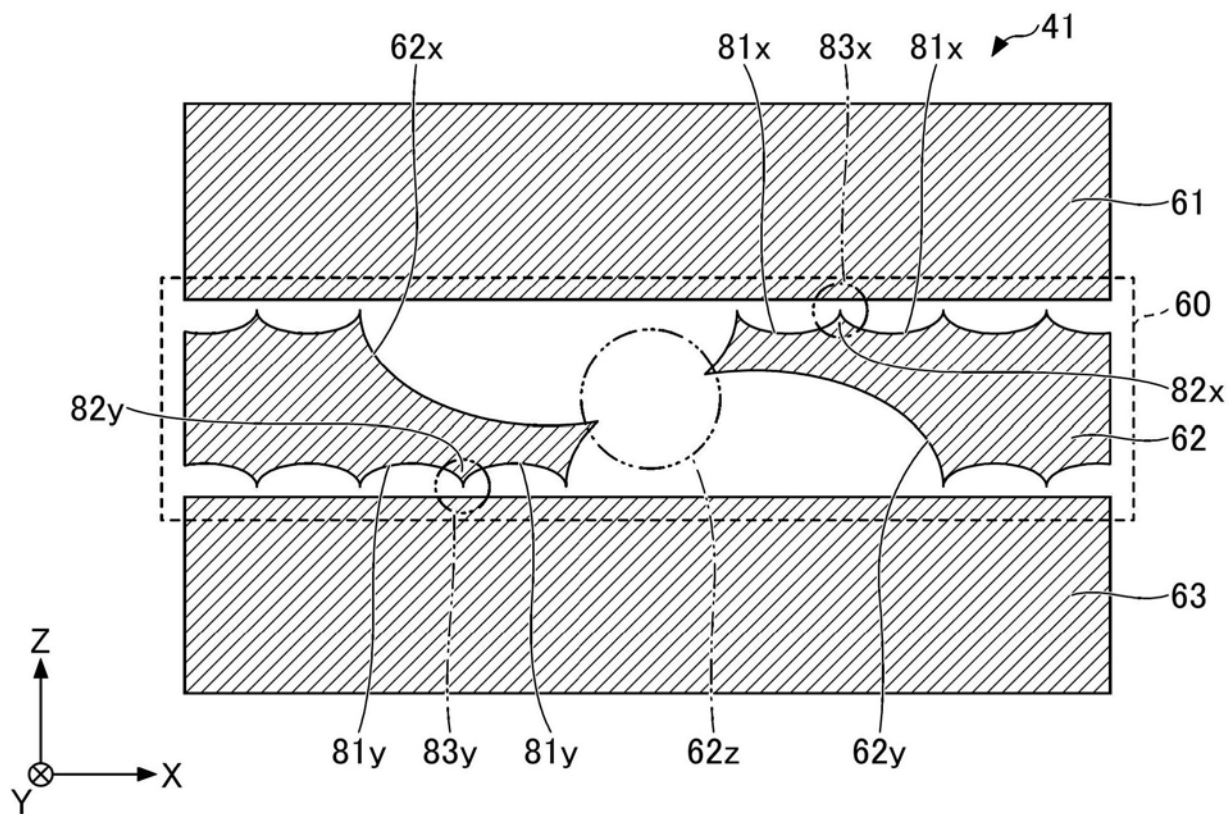


图5

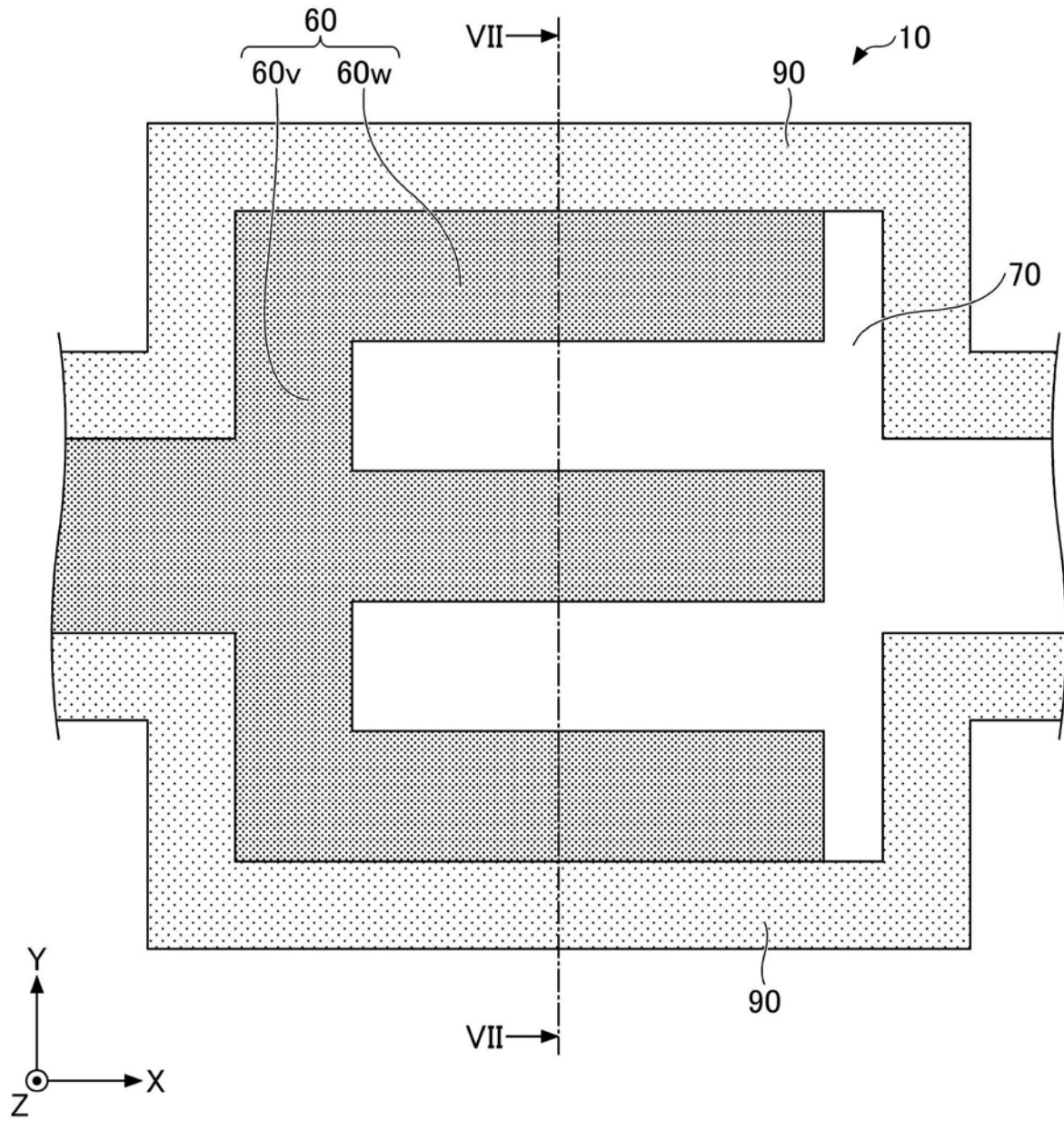


图6

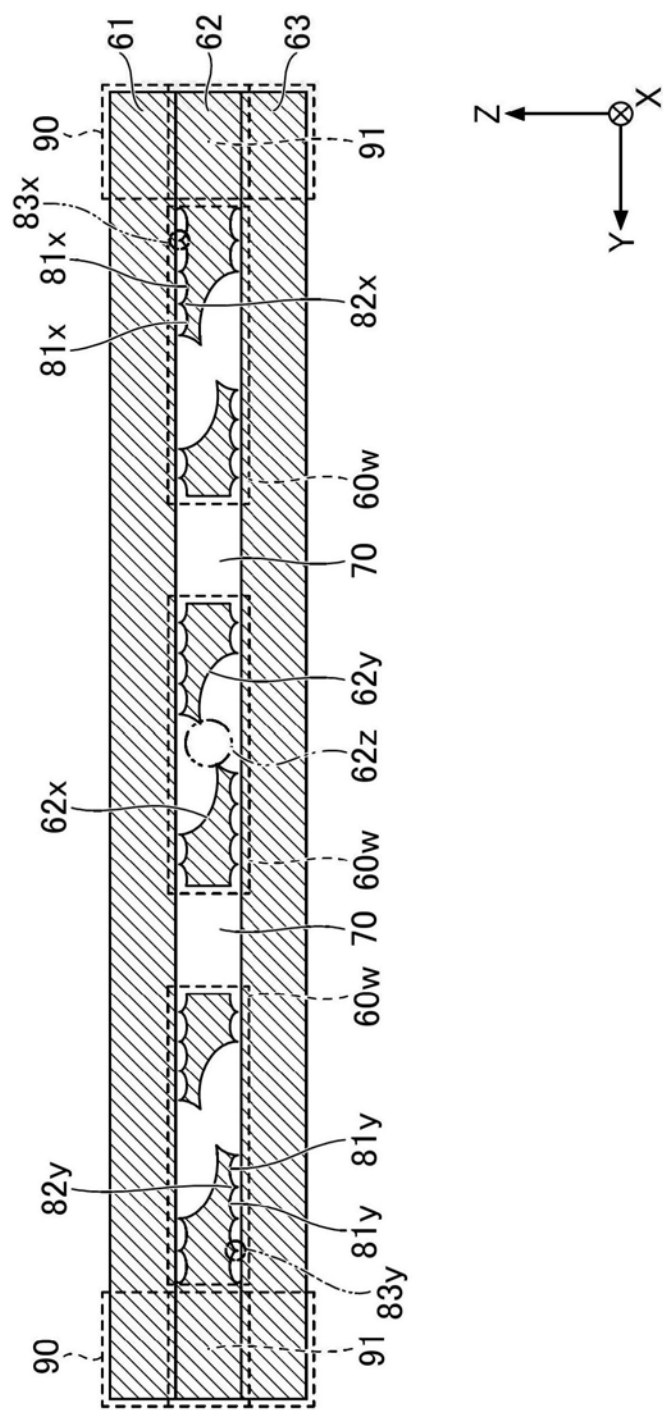


图7

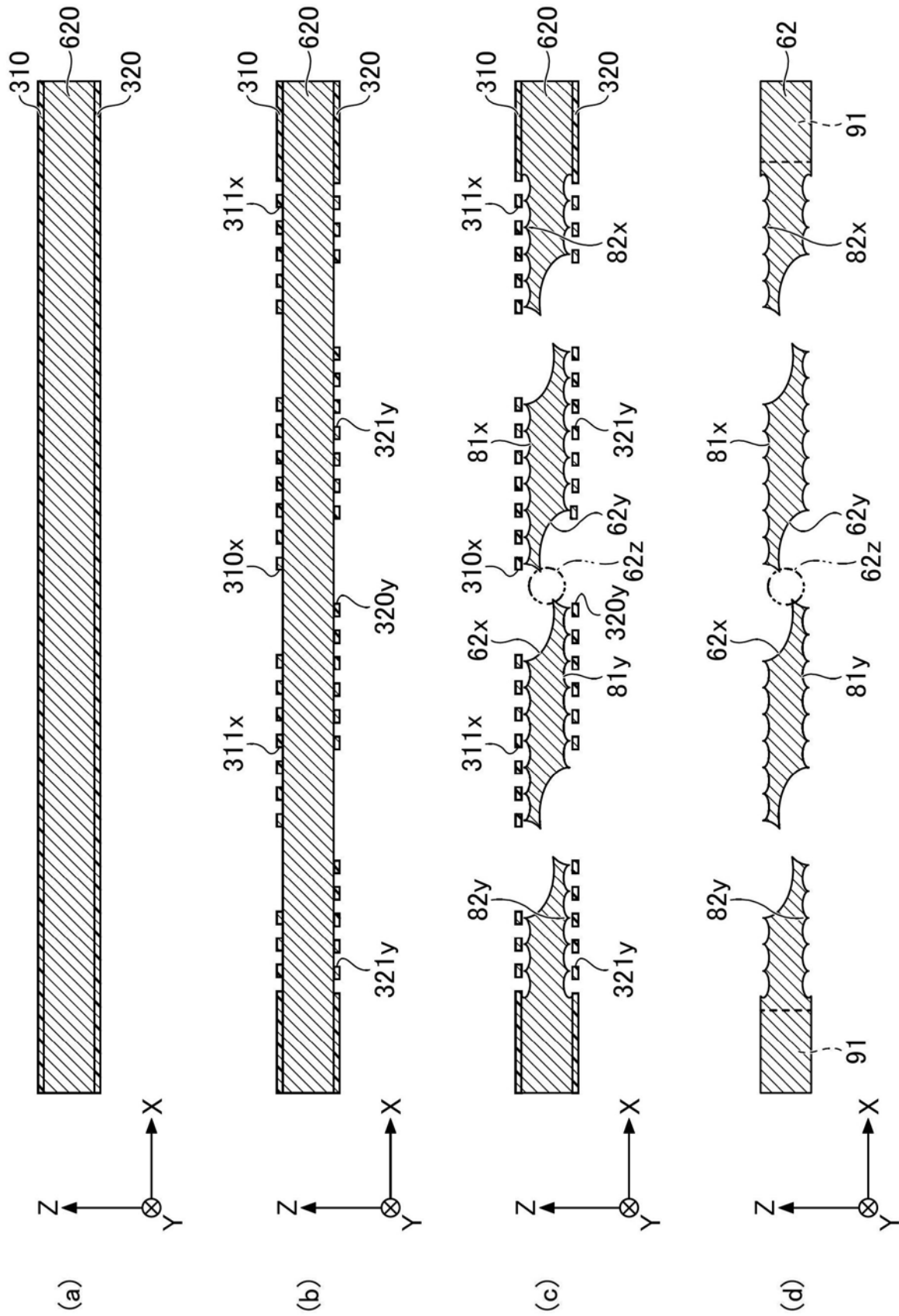


图8

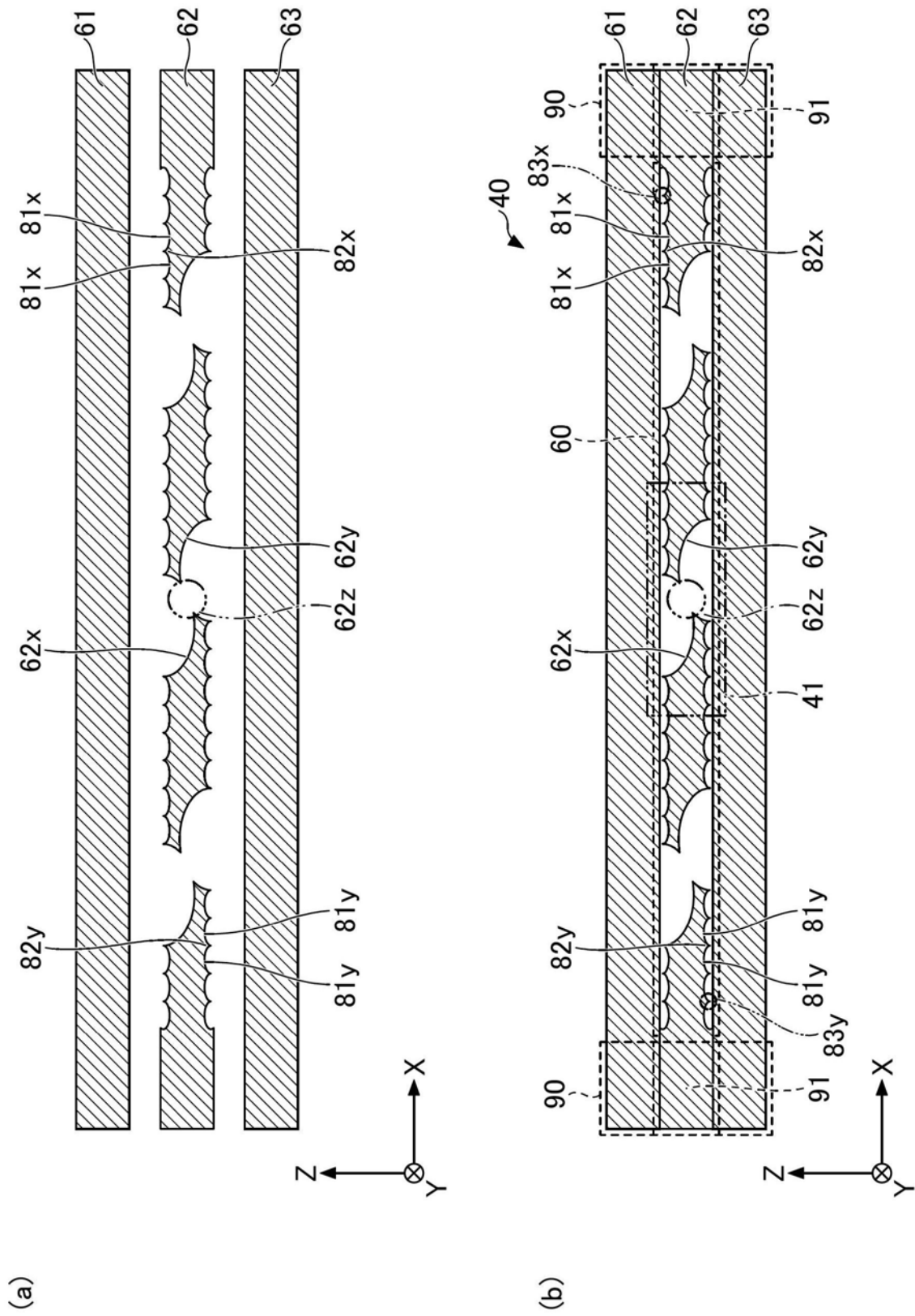


图9

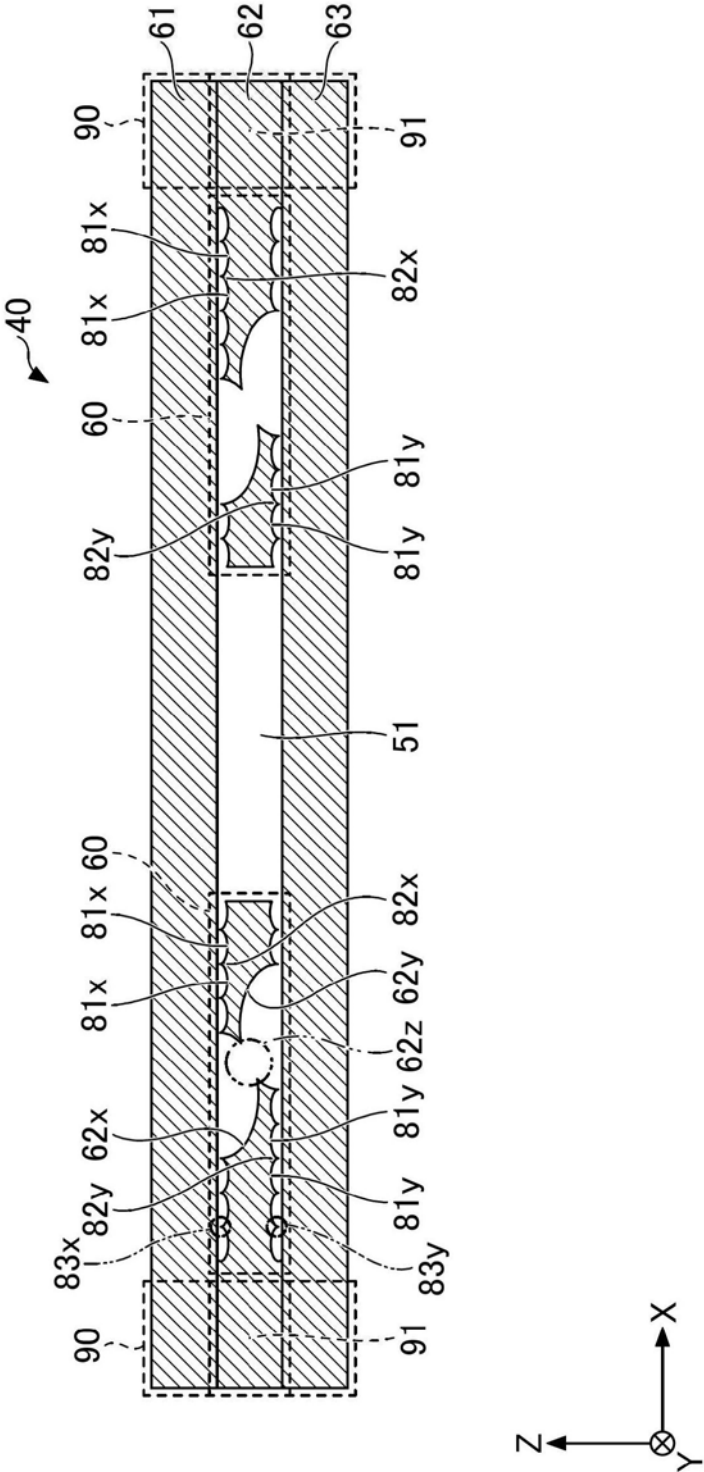


图10

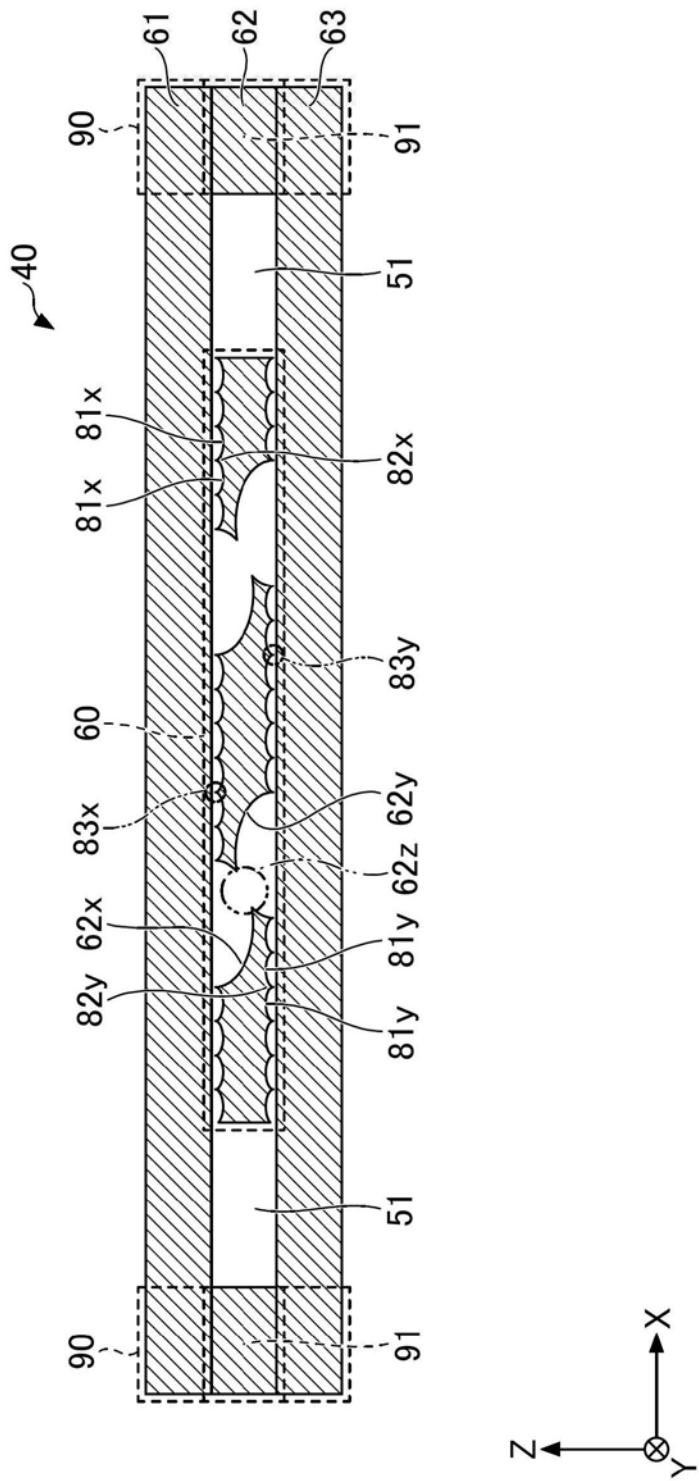


图11