



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113228264 B

(45) 授权公告日 2025.02.14

(21) 申请号 202080006941.X

(73) 专利权人 株式会社UACJ

(22) 申请日 2020.02.06

地址 日本国东京都千代田区大手町一丁目
7番2号

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113228264 A

(72) 发明人 酒井义治 秦哲郎 鸟饲岳

(43) 申请公布日 2021.08.06

(74) 专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理
有限公司 11444
专利代理人 张黎 龚敏

(30) 优先权数据

2019-021316 2019.02.08 JP

(51) Int.CI.

H01L 23/473 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.06.11

H05K 7/20 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/004585 2020.02.06

(56) 对比文件

JP 2012013249 A, 2012.01.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/162549 JA 2020.08.13

审查员 仁艳秋

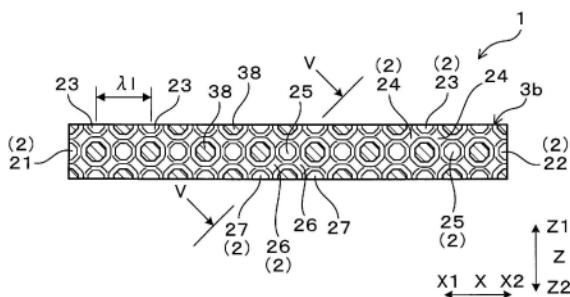
权利要求书2页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

散热器和热交换器

(57) 摘要

散热器(1)的制冷剂流路(2)具有制冷剂导入部(21)、制冷剂导出部(22)、制冷剂接触部(23)、制冷剂中继部(25)和连接部(24)。制冷剂接触部(23)沿从制冷剂导入部(21)起到制冷剂导出部(22)为止的制冷剂路径而相互隔开间隔进行配置，并构成为能够使冷却壁部和制冷剂接触。制冷剂中继部(25)配置于相邻的制冷剂接触部(23)之间，并构成为能够将制冷剂从制冷剂流路中的上游侧的制冷剂接触部(23)向下游侧的制冷剂接触部(23)中继。连接部(24)位于制冷剂中继部(25)和制冷剂接触部(23)之间，并且具有比制冷剂接触部(23)和制冷剂中继部(25)小的流路截面积。



1. 一种散热器, 构成为能安装于将热交换器中的发热体冷却的冷却壁部, 且所述散热器具有构成为能供制冷剂流通的制冷剂流路,

所述制冷剂流路具有:

制冷剂导入部, 导入制冷剂;

制冷剂导出部, 导出所述制冷剂;

多个制冷剂接触部, 沿从所述制冷剂导入部起到所述制冷剂导出部为止的制冷剂路径而相互隔着间隔进行配置, 来使所述冷却壁部与制冷剂接触;

制冷剂中继部, 配置于相邻的所述制冷剂接触部之间, 并将制冷剂从所述制冷剂路径中的上游侧的所述制冷剂接触部向下游侧的所述制冷剂接触部中继; 以及

连接部, 位于所述制冷剂中继部和所述制冷剂接触部之间, 且所述连接部的流路截面积小于所述制冷剂接触部的流路截面积和所述制冷剂中继部的流路截面积,

所述散热器具有相互层叠的多个翅片板, 且在相邻的翅片板之间形成有所述制冷剂流路。

2. 根据权利要求1所述的散热器, 其中,

所述制冷剂中继部配置得比所述制冷剂接触部离所述冷却壁部更远。

3. 根据权利要求1或2所述的散热器, 其中,

所述制冷剂流路具有: 第二制冷剂中继部, 设置于相邻的所述制冷剂中继部之间, 并将制冷剂从所述制冷剂路径中的上游侧的所述制冷剂中继部向下游侧的所述制冷剂中继部中继; 以及第二连接部, 位于所述第二制冷剂中继部和所述制冷剂中继部之间, 且所述第二连接部的流路截面积小于所述制冷剂中继部的流路截面积和所述第二制冷剂中继部的流路截面积。

4. 根据权利要求1所述的散热器, 其中,

所述散热器具有作为所述翅片板的第一翅片板和第二翅片板, 并且所述第一翅片板与所述第二翅片板被交替层叠,

所述第一翅片板具有:

第一基准面部;

第一凹部, 相对于所述第一基准面部而朝层叠方向上的第一方向凹陷; 以及

第一凸部, 相对于所述第一基准面部而朝与所述第一方向相反的方向即第二方向突出,

并且, 所述第一凹部和所述第一凸部在所述第一翅片板的横向和纵向上被交替配置,

所述第二翅片板具有:

第二基准面部;

第二凹部, 相对于所述第二基准面部而朝所述第一方向凹陷; 以及

第二凸部, 相对于所述第二基准面部而朝所述第二方向突出,

并且, 所述第二凹部和所述第二凸部在所述第二翅片板的横向和纵向上被交替配置,

所述第一凹部与所述第二凸部对置,

所述第二凹部与所述第一凸部对置。

5. 根据权利要求4所述的散热器, 其中,

所述第一基准面部配置于由所述第一凸部和所述第一凹部包围的部分, 所述第二基准

面部配置于由所述第二凸部和所述第二凹部包围的部分。

6. 一种热交换器，具备权利要求1~5中任一项所述的散热器，所述热交换器具有冷却套，

所述冷却套具有：外壁部，包含对发热体进行冷却的冷却壁部；内部空间，被所述外壁部包围；制冷剂入口，贯穿所述外壁部并从所述热交换器的外部向所述内部空间供给制冷剂；以及制冷剂出口，从所述内部空间向所述热交换器的外部排出制冷剂，

所述散热器容纳于所述冷却套的内部空间。

散热器和热交换器

技术领域

[0001] 本发明涉及散热器和热交换器。

背景技术

[0002] 为了对半导体元件等发热体进行冷却,而使用一种热交换器,该热交换器具备搭载有发热体的冷却壁部。以更高效地冷却发热体为目的,有时在这种冷却壁部安装例如板状翅片、针状翅片、波纹状翅片等翅片。

[0003] 例如,专利文献1公开了一种以将具有多个狭缝的金属板层叠且冷却水在该狭缝流通的方式构成的层叠式散热器的芯部。构成芯部的金属板在狭缝间具有多个相互平行的细长的纵肋和将相邻的各纵肋间连结的横肋。此外,多个金属板被层叠为使纵肋相互对齐并且使横肋的位置相互错开。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2014-33063号公报

发明内容

[0007] (发明要解决的课题)

[0008] 当制冷剂在散热器流通时,流经靠近散热器内表面的部分的制冷剂的温度通过与散热器的热交换而变得比流经远离散热器内表面的部分的制冷剂的温度高。由于专利文献1的芯部中的狭缝呈沿冷却水的流通方向延伸的矩形形状,因此在狭缝内容易产生上述的冷却水的温度分布的不均匀。在产生冷却水的温度分布的这种不均匀时,芯部和与芯部接触的冷却水之间的温差变得很小,因此有可能导致热交换效率下降,从而导致冷却性能下降。

[0009] 本发明是鉴于这样的背景而完成的,其目的在于提供一种能够提高热交换器的冷却性能的散热器和具备该散热器的热交换器。

[0010] (用于解决课题的技术方案)

[0011] 本发明的一个方式是一种散热器,构成为能够安装于将热交换器中的发热体冷却的冷却壁部,且所述散热器具有构成为能供制冷剂流通的制冷剂流路,所述制冷剂流路具有:制冷剂导入部,导入制冷剂;制冷剂导出部,导出所述制冷剂,多个制冷剂接触部,沿从所述制冷剂导入部起到所述制冷剂导出部为止的制冷剂路径而相互隔着间隔进行配置,来使所述冷却壁部与制冷剂接触;制冷剂中继部,配置于相邻的所述制冷剂接触部之间,并将制冷剂从所述制冷剂路径中的上游侧的所述制冷剂接触部向下游侧的所述制冷剂接触部中继;以及连接部,位于所述制冷剂中继部和所述制冷剂接触部之间,且所述连接部的流路截面积小于所述制冷剂接触部的流路截面积和所述制冷剂中继部的流路截面积。

[0012] (发明效果)

[0013] 该散热器具有制冷剂流路,所述制冷剂流路具有:多个制冷剂接触部,配置于制冷

剂导入部和制冷剂导出部之间；制冷剂中继部，将制冷剂从制冷剂路径中的上游侧的制冷剂接触部向下游侧的制冷剂接触部中继；以及连接部，位于制冷剂中继部和制冷剂接触部之间。此外，连接部具有比制冷剂接触部和制冷剂中继部小的流路截面积。

[0014] 在所述制冷剂流路中，当制冷剂从制冷剂中继部流入制冷剂接触部时，制冷剂通过与制冷剂中继部和制冷剂接触部相比流路截面积小的连接部。所述制冷剂流路通过该流路的扩缩而能够高效地对流入制冷剂接触部内的制冷剂进行搅拌。此外，与流入制冷剂接触部的制冷剂同样，所述制冷剂流路通过流路的扩缩还能够高效地对从制冷剂接触部流入制冷剂中继部内的制冷剂进行搅拌。

[0015] 这样，所述制冷剂流路构成为沿制冷剂的路径反复进行扩大和缩小，因此，能够高效地对在制冷剂流路中流动的制冷剂进行搅拌，并且能够减少制冷剂的温度的不均匀。结果，能够进一步增大散热器和与散热器接触的制冷剂之间的温差，并提高冷却性能。

[0016] 因此，根据上述散热器，能够提高热交换器的冷却性能。

附图说明

- [0017] 图1是实施方式1中的散热器的立体图。
- [0018] 图2是实施方式1中的散热器的俯视图。
- [0019] 图3是图2中III-III线视向的剖视图。
- [0020] 图4是图2中IV-IV线视向的部分剖视图。
- [0021] 图5是图3中V-V线视向的部分剖视图。
- [0022] 图6是从第二方向观察实施方式1中的第一翅片板的平面图。
- [0023] 图7是从第二方向观察实施方式1中的第二翅片板的平面图。
- [0024] 图8是从第二方向观察实施方式2中的在纵向的一部分赋予凹凸的第一翅片板的平面图。
- [0025] 图9是从第二方向观察实施方式3中的在横向的一部分赋予凹凸的第一翅片板的平面图。
- [0026] 图10是实施方式4中的热交换器的立体图。
- [0027] 图11是实施方式4中的热交换器的俯视图。
- [0028] 图12是图11中XII-XII线视向的剖视图。
- [0029] 图13是比较方式1中的将具备狭缝的多个板层叠而成的散热器的分解立体图。
- [0030] 图14是比较方式1中的散热器的俯视图。
- [0031] 图15是图14中XV-XV线视向的剖视图。
- [0032] 图16是将实施方式1的散热器的冷却性能与比较方式1的散热器的冷却性能进行比较的曲线图。

具体实施方式

[0033] 所述散热器可以具有一个制冷剂流路，也可以具有多个制冷剂流路。在后一种情况下，各制冷剂流路的制冷剂导入部和制冷剂导出部可以设置成与其他制冷剂流路的制冷剂导入部和制冷剂导出部分开。此外，多个制冷剂流路可以具有共同的制冷剂导入部和制冷剂导出部，且在制冷剂导入部和制冷剂导出部之间并排连接多个制冷剂流路。

[0034] 制冷剂接触部可以配置成与冷却壁部接触,也可以配置成与冷却壁部分离。从进一步提高冷却性能的角度来看,制冷剂接触部优选配置成与冷却壁部接触。

[0035] 制冷剂中继部在制冷剂流路内的制冷剂路径上配置于相邻的制冷剂接触部之间。优选的是,制冷剂中继部配置成与制冷剂接触部相比离冷却壁部更远。在这种情况下,可以使相邻的制冷剂接触部彼此的间隔更窄,并且能够增加配置于各制冷剂流路中的制冷剂接触部的数量。

[0036] 此外,通过将制冷剂中继部配置于与制冷剂接触部相比离冷却壁部更远的位置,而使得在制冷剂中继部和制冷剂接触部能够更高效地搅拌制冷剂。散热器的温度具有随着与冷却壁部的距离增加而降低的倾向。因此,在制冷剂接触部中的离冷却壁部较近的部分通过的制冷剂的温度因为与冷却壁部等的热交换而容易变得较高。另一方面,在制冷剂接触部中的离冷却壁部较远的部分通过的制冷剂的温度与在离冷却壁部较近的部分通过的制冷剂的温度相比容易变低。因此,从制冷剂接触部流出的制冷剂的温度分布有时会产生不均匀。

[0037] 这样,即使在从制冷剂接触部流出的制冷剂的温度分布存在不均匀的情况下,通过将制冷剂中继部配置于与制冷剂接触部相比离冷却壁部更远的位置,也能更高效地搅拌制冷剂,并减小温度分布的不均匀。结果,能够使供应给下游侧制冷剂接触部的制冷剂的温度低于上述相对高温的制冷剂的温度。

[0038] 结果,通过将制冷剂中继部配置于与制冷剂接触部相比离冷却壁部更远的位置,而能够进一步提高热交换器的冷却性能。

[0039] 制冷剂接触部和制冷剂中继部经连接部连接。连接部具有比制冷剂接触部和制冷剂中继部小的流路截面积。即、制冷剂流路具有在从制冷剂接触部起到制冷剂中继部为止的制冷剂路径上流路截面积为最小的部分,将该流路截面积为最小的部分称为连接部。再有,上述的流路截面积指制冷剂流路内的与制冷剂流正交的截面的截面积。

[0040] 连接部优选配置为将制冷剂接触部和制冷剂中继部以最短距离连接。在这种情况下,能够在确保连接部所形成的冷却性能提高的效果的同时进一步抑制与流路截面积的缩小相伴的压力损失的增大。

[0041] 制冷剂流路可以具有:第二制冷剂中继部,该第二制冷剂中继部配置于相邻的制冷剂中继部之间,并将制冷剂从制冷剂路径中的上游侧的制冷剂中继部向下游侧的制冷剂中继部中继;以及第二连接部,该第二连接部位于第二制冷剂中继部和制冷剂中继部之间,且与制冷剂中继部和第二制冷剂中继部相比流路截面积小。在这种情况下,在第二制冷剂中继部中,可以与制冷剂中继部同样地搅拌制冷剂。

[0042] 此外,如上所述,由于散热器的温度具有离冷却壁的距离越大则越低的倾向,因此,通过第二制冷剂中继部的制冷剂的温度与通过制冷剂接触部的制冷剂的温度相比容易变低。因此,通过设置第二制冷剂中继部,而能够在制冷剂中继部中使从制冷剂接触部经连接部而流入的较高温的制冷剂和从第二制冷剂中继部经第二连接部流入的较低温的制冷剂合流,并将这些制冷剂更高效地混合,并且使制冷剂的温度进一步下降。结果,能够进一步提高热交换器的冷却性能。

[0043] 再有,第二连接部是从制冷剂中继部起到第二制冷剂中继部为止的制冷剂路径上的、流路截面积为最小的部分。此外,上述的流路截面积意指制冷剂流路内的与制冷剂流正

交的截面的截面积。

[0044] 第二连接部与连接部同样,优选配置为将制冷剂中继部和第二制冷剂中继部以最短距离连接。在这种情况下,能够在确保第二连接部所形成的冷却性能提高的效果的同时进一步抑制与流路截面积的缩小相伴的压力损失的增大。

[0045] 第二制冷剂中继部优选配置为比制冷剂中继部离冷却壁部更远。在这种情况下,基于与上述的、将制冷剂中继部配置成与制冷剂中继部相比离冷却壁部更远的情况相同的原因,而能够进一步提高热交换器的冷却性能。

[0046] 散热器可以具有相互层叠的多个翅片板,并在相邻的翅片板之间形成制冷剂流路。在这种情况下,可以通过将多个翅片板层叠这一简单作业来形成制冷剂流路。因此,能够更容易地降低散热器的制造成本。

[0047] 在具备多个翅片板的散热器中,散热器的具有制冷剂接触部一侧的端面的平面度优选为0.2mm以下。即、当将翅片板中的、具有制冷剂接触部一侧的整个端面夹在相互平行的两个平面之间时,两个平面之间的间隔优选为0.2mm以下。在这种情况下,当将冷却壁部和散热器进行钎焊时,能够更容易地使焊料进入冷却壁部和散热器之间,并且能够更有效地抑制空隙等接合缺陷的产生。

[0048] 散热器的具有制冷剂接触部一侧的端面的平面度具体可以通过以下方法来测定。首先,将散热器放置在表面板上,使翅片板的横向上的一个端面中的、不具有制冷剂接触部一侧的端面与表面板抵接。然后,使用高度计而在不同位置测定翅片板的具有制冷剂接触部一侧的端面的高度。而且,将测定结果中的最大高度和最小高度之差作为散热器的具有制冷剂接触部一侧的端面的平面度。

[0049] 散热器例如可以具有作为所述翅片板的第一翅片板和第二翅片板,并且具有将第一翅片板和第二翅片板交替层叠的层叠结构。在这样的散热器中,可以使用以下的翅片板来作为第一翅片板,该翅片板具有第一基准面部;相对于第一基准面部而朝层叠方向上的第一方向凹陷的第一凹部;以及相对于第一基准面部而朝与第一方向相反的方向即第二方向突出的第一凸部,并且第一凹部和所述第一凸部在第一翅片板的横向和纵向上交替配置。另外,可以使用以下的翅片板来作为第二翅片板,该翅片板具有:第二基准面部;相对于第二基准面部而朝所述第一方向凹陷的第二凹部;以及相对于第二基准面部而朝所述第二方向突出的第二凸部,并且第二凹部和第二凸部在第二翅片板的横向和纵向上交替配置。

[0050] 再有,上述的“翅片板的纵向”意指制冷剂导入部和制冷剂导出部的排列方向,“翅片板的横向”意指与层叠方向和纵向两者正交的方向。

[0051] 当将该第一翅片板和第二翅片板以第一凹部和第二凸部对置且第二凹部和第一凸部对置的方式层叠时,在第一翅片板中的第一凸部突出的一侧形成包括第一凹部和第二凸部之间的空间在内的制冷剂流路。此外,可以在第一翅片板中的第一凹部凹陷的一侧形成包括第二凹部和第一凸部之间的空间在内的制冷剂流路。

[0052] 因此,具有上述特定结构的散热器能够可靠地将在相邻的翅片板之间形成的空间用作所述制冷剂流路。结果,能够进一步扩大散热器和制冷剂接触的面积,并进一步提高冷却性能。

[0053] 在所述散热器中,第一凸部和在第二方向上与该第一凸部相邻的第二凹部之间可以形成间隙,或者也可以相互抵接。此外,第一凹部和第二凸部可以通过钎焊接合等的接合

部而接合。从抑制在第一翅片板和第二翅片板之间形成非预期的制冷剂路径的角度来看，优选使第一凸部和在第二方向上与该第一凸部相邻的第二凹部抵接，更优选使第一凸部和第二凹部通过钎焊接合等的接合部而接合。

[0054] 同样地，第二凸部和在该第二凸部的第一方向侧配置的第一凹部之间可以形成间隙，或者也可以相互抵接。此外，第二凸部和第一凹部可以通过钎焊接合等的接合部而接合。从抑制在第一翅片板和第二翅片板之间形成非预期的制冷剂路径的角度来看，优选使第二凸部和在该第二凸部的第一方向侧配置的第一凹部抵接，更优选使第二凸部和第一凹部通过钎焊接合等的接合部而接合。

[0055] 在具有上述特定结构的散热器中，优选的是，第一基准面部配置于由第一凸部和第一凹部包围的部分，第二基准面部配置于由第二凸部和第二凹部包围的部分。在这种情况下，能够在第一凹部和第二凸部之间的空间以及第二凹部和第一凸部之间的空间形成上述的制冷剂接触部、制冷剂中继部，并且在第一基准面部和第二基准面部之间形成连接部。结果，能够更可靠地形成所述制冷剂流路。

[0056] 所述散热器可以安装于热交换器的冷却壁部。例如，热交换器可以具有冷却套，该冷却套具有：外壁部，该外壁部包括冷却发热体的冷却壁部；内部空间，该内部空间由外壁部包围；制冷剂入口，该制冷剂入口贯穿外壁部并从外部向内部空间供给制冷剂；以及制冷剂出口，该制冷剂出口从内部空间向外部排出制冷剂。通过在该冷却套的内部空间容纳所述散热器，而可以提高热交换器的冷却性能。

[0057] (实施例)

[0058] (实施方式1)

[0059] 参照图1～图7来说明所述散热器的实施方式。本实施方式的散热器1(参照图1)以被安装到将热交换器中的发热体进行冷却的冷却壁部的状态下使用。如图1和图3所示，散热器1具有供制冷剂流通的制冷剂流路2。如图3所示，制冷剂流路2具有导入制冷剂的制冷剂导入部21和导出制冷剂的制冷剂导出部22。此外，在从制冷剂导入部21起到制冷剂导出部22为止的制冷剂路径上，设有多个制冷剂接触部23、制冷剂中继部25、连接部24。

[0060] 制冷剂接触部23构成为沿从制冷剂导入部21起到制冷剂导出部22为止的制冷剂路径而隔开间隔地配置，并使冷却壁部和制冷剂接触。制冷剂中继部25构成为配置于相邻的制冷剂接触部23之间，并能够将制冷剂从制冷剂路径中的上游侧的制冷剂接触部23向下游侧的制冷剂接触部23进行中继。如图3和图5所示，连接部24位于制冷剂中继部25和制冷剂接触部23之间，并且具有比制冷剂接触部23和制冷剂中继部25小的流路截面积。

[0061] 对本实施方式的散热器1的具体构成进行更详细说明。如图1和图2所示，本实施方式的散热器1具有相互层叠的多个翅片板3(3a、3b)，相邻的翅片板3之间形成有制冷剂流路2。散热器1在翅片板3的层叠方向上的外部尺寸为54.4mm。

[0062] 作为翅片板3的材料，例如，可以采用例如铝、铝合金、铜、铜合金等导热性高的金属。具体而言，本实施方式的翅片板3由在铝或铝合金制成的芯材的两面层叠Al-Si(铝-硅)系合金制成的钎焊材料的、所谓双面钎焊板构成。

[0063] 如图6和图7所示，翅片板3呈矩形的形状。此外，本实施方式的翅片板3在整个纵向X和整个横向Z的范围内被赋予凹凸，其中，纵向X为制冷剂导入部和制冷剂导出部的排列方向，横向Z为与翅片板3的层叠方向Y及纵向X两者正交的方向。翅片板3的长度和宽度没有特

别限制。例如,本实施方式的翅片板3的长度为64mm,宽度为8mm。

[0064] 翅片板3的厚度优选为0.6~1.5mm。在这种情况下,可以兼顾压力损失的减少和冷却性能的提高,并且可以更容易地将向翅片板3赋予凹凸形状。本实施方式的翅片板3的厚度具体为0.8mm。

[0065] 再有,在下文中,将翅片板3的纵向X上的制冷剂导入部21一侧称为“前方X1”,将制冷剂导出部22一侧称为“后方X2”。另外,将翅片板3的横向Z上的朝向冷却壁部一侧称为“上方Z1”,将上方的相反侧称为“下方Z2”。还有,与上述方向相关的表述只是为了方便,与实际配置散热器1时的方向没有任何关系。

[0066] 更具体而言,本实施方式的散热器1具有作为翅片板3的第一翅片板3a和第二翅片板3b。如图1和图2所示,在本实施方式的散热器1中,将第一翅片板3a和第二翅片板3b交替层叠。

[0067] 如图5和图6所示,第一翅片板3a具有:呈平板状的第一基准面部31a、相对于第一基准面部31a而在层叠方向Y上的第一方向Y1上凹陷的第一凹部32a、以及相对于第一基准面部31a而在与第一方向Y1相反的方向即第二方向Y2上突出的第一凸部33a。如图6所示,第一凹部32a和第一凸部33a在第一翅片板3a的纵向X和横向Z上被交替配置。

[0068] 更具体而言,本实施方式的第一翅片3a具有三个凹凸列,分别为:第一凹部32a和第一凸部33a沿横向Z的上方Z1的边进行交替设置而成的上层凹凸列34a、沿下方Z2的边进行设置而成的下层凹凸列36a、以及设置于上层凹凸列34a和下层凹凸列36a之间的中层凹凸列35a。在上层凹凸列34a和下层凹凸列36a的最前方X1配置有第一凹部32a,且在中层凹凸列35a的最前方X1配置有第一凸部33a。

[0069] 第一基准面部31a在从层叠方向Y观察的俯视时配置于由第一凹部32a和第一凸部33a包围的部分。虽然在图中没有显示,但是,在从层叠方向Y观察的俯视时,第一基准面部31a呈在相对于纵向X而45°倾斜的方向上延伸的矩形形状。

[0070] 当将第一翅片板3a的厚度设为t[mm]时,第一翅片板3a在图4所示的层叠方向Y上的外部尺寸H[mm]优选为 $1.0 \leq H/t \leq 7.0$ 。在这种情况下,能够抑制成形缺陷,并且使第一凹部32a的深度和第一凸部33a的高度足够高,并进一步扩大导热面积。结果,能够进一步提高冷却性能。本实施方式的第一翅片板3a在层叠方向Y上的外部尺寸H具体为1.7mm。

[0071] 如图5所示,第一凹部32a的底部321a、即在第一方向Y1侧最凹陷的部分呈与第一基准面部31a平行的平板状。另外,如图6所示,多个第一凹部32a当中的、沿第一翅片板3a的边设置的第一凹部32a的底部321a在从层叠方向Y观察的俯视时呈形成八边形的一部分的形状,在比第一翅片板3a的边靠内部处设置的第一凹部32a的底部321a呈完整的八边形。

[0072] 如图4所示,底部321a的周缘部322a呈光滑的曲面状,并与第一凸部33a中的顶部331a的周缘部332a(后述)连接。图4所示的底部321a的周缘部322a的外侧弯曲半径R优选为1.0~3.0mm。在这种情况下,能够抑制成形缺陷,并且能够兼顾压力损失的减少和冷却性能的提高。本实施方式的第一翅片板3a中的底部321a的周缘部322a的外侧弯曲半径R具体为1.3mm。

[0073] 第一凸部33a具有使第一凹部32a的凹形状颠倒的形状。虽然未图示,但第一凸部33a的顶部331a、即在第二方向Y2侧最突出的部分与第一凹部32a的底部321a同样,呈与第一基准面部31a平行的平板状。此外,如图6所示,多个第一凸部33a当中的、沿第一翅片板3a

的边设置的第一凸部33a的顶部331a在从层叠方向Y观察的俯视时呈形成八边形的一部分的形状，并且在比第一翅片板3a的边靠内部处设置的第一凸部33a的顶部331a呈完整的八边形。

[0074] 如图4所示，顶部331a的周缘部332a呈光滑的曲面状，并与第一凹部32a中的底部321a的周缘部322a连接。虽然未图示，但顶部331a的周缘部332a的外侧弯曲半径与第一凹部32a的底部321a同样，优选为1.0～3.0mm。本实施方式的第一翅片板3a中的顶部331a的周缘部332a的外侧弯曲半径具体为1.3mm。

[0075] 图4所示的第一块翅片板3a的成形角θ优选为30～60°。在这种情况下，可以抑制成形缺陷，并且可以兼顾压力损失的减少和冷却性能的提高。再有，如图4所示，上述成形角θ具体为：在通过第一凹部32a中央的横向Z的截面上，第一凸部33a的顶部331a处的在第二方向Y2上的表面333a与第一翅片板3a的第一方向Y1的表面上的、通过第一凹部32a的周缘部322a和第一凸部33a的周缘部332a之间的边界的切线334a所成的角度。

[0076] 另外，代替上述的表面333a和切线334a所成的角度，也可以将以下的角度设定为成形角θ：在通过第一凹部32a中央的横向Z的截面上，第一凹部32a的底部321a处的在第一方向Y1上的表面与第一翅片板3a的第二方向Y2的表面上的、通过第一凹部32a的周缘部322a和第一凸部33a的周缘部332a之间的边界的切线所成的角度。本实施方式的第一块翅片板3a的成形角θ具体为60°。

[0077] 如图5和图7所示，第二翅片板3b具有：呈平板状的第二基准面部31b、相对于第二基准面部31b而在第一方向Y1上凹陷的第二凹部32b、以及相对于第二基准面部31b而在第二方向Y2上突出的第二凸部33b。如图7所示，第二凹部32b和第二凸部33b在第二翅片板3b的纵向X和横向Z上被交替配置。

[0078] 更具体地，本实施方式的第二翅片板3b具有使第一翅片板3a的凹凸颠倒的形状。即，第二翅片板3b具有三个凹凸列，分别为：第二凹部32b和第二凸部33b沿横向Z的上方Z1的边而交替设置的上层凹凸列34b、沿下方Z2的边设置的下层凹凸列36b、以及设置于上层凹凸列34b和下层凹凸列36b之间的中层凹凸列35b。在上层凹凸列34b和下层凹凸列36b的最前方X1配置有第二凸部33b，且在中层凹凸列35b的最前方X1配置有第二凹部32b。

[0079] 第二基准面部31b在从层叠方向Y观察的俯视时配置于由第二凹部32b和第二凸部33b包围的部分。虽然在图中没有显示，但是，在从层叠方向Y观察的俯视时，第二基准面部31b呈在相对于纵向X而45°倾斜的方向上延伸的矩形形状。

[0080] 与第一翅片板3a同样，当将第二翅片板3b的厚度设为t[mm]时，第二翅片板3b在图4所示的层叠方向Y上的外部尺寸H[mm]优选为 $1.0 \leq H/t \leq 7.0$ 。在这种情况下，能够抑制成形缺陷，并且使第二凹部32b的深度和第二凸部33b的高度足够高，并进一步扩大导热面积。结果，能够进一步提高冷却性能。本实施方式的第二翅片板3b在层叠方向Y上的外部尺寸H具体为1.7mm。

[0081] 虽然未图示，但是，第二凹部32b的底部321b(参照图4)、即在第一方向Y1侧最凹陷的部分呈与第二基准面部31b平行的平板状。此外，如图7所示，第二凹部32b的底部321b在从层叠方向Y观察的俯视时呈形成完整的八边形或八边形的一部分的形状。与第二凹部32b的底部321b同样，第二凸部33b的顶部331b、即在第二方向Y2侧最突出的部分呈与第二基准面部31b平行的平板状，并且在从层叠方向Y观察的俯视时呈形成完整的八边形或八边形的

一部分的形状。

[0082] 如图4所示,第二凹部32b中的底部321b的周缘部322b和第二凸部33b中的顶部331b的周缘部332b呈光滑的曲面状,底部321b的周缘部322b和与该底部相邻的顶部331b的周缘部332b连接。底部321b的周缘部322b和顶部331b的周缘部332b的外侧弯曲半径R优选为1.0~3.0mm。在这种情况下,能够抑制成形缺陷,并且兼顾压力损失的减少和冷却性能的提高。本实施方式的第二翅片板3b中的、底部321b的周缘部322b和顶部331b的周缘部332b的外侧弯曲半径R具体为1.3mm。

[0083] 此外,与第一翅片板3a同样,第二翅片板3b中的凹凸形状的成形角θ优选为30~60°。在这种情况下,能够抑制成形缺陷,并且兼顾压力损失的减少和冷却性能的提高。再有,如图4所示,上述的成形角θ具体为:在通过第二凹部32b中央的横向Z的截面上,第二凹部32b的底部321b处的在第一方向Y1上的表面323b与第二翅片板3b的第二方向Y2的表面上的、通过第二凹部32b的周缘部322b和第二凸部33b的周缘部332b之间的边界的切线324b所成的角度。

[0084] 此外,代替上述的表面323b和切线324b所成的角度,也可以将以下的角度设定为成形角θ:在通过第二凹部32b中央的横向Z的截面上,第二凸部33b的顶部331b处的在第二方向Y2上的表面与第二翅片板3b的第一方向Y1的表面上的、通过第二凹部32b的周缘部322b和第二凸部33b的周缘部332b之间的边界的切线所成的角度。本实施方式的第二块翅片板3b的成形角θ具体为60°。

[0085] 本实施方式的散热器1中,如图4所示,第一翅片板3a的第一凹部32a和与第一翅片板3a相邻的第二翅片板3b的第二凸部33b对置,且第二翅片板3b的第二凹部32b和与第二翅片板3b相邻的第一翅片板3a的第一凸部33a对置。此外,如图4所示,第一凹部32a的底部321a和在第一方向Y1上与底部321a相邻的第二凸部33b的顶部331b通过钎焊接合部37而接合,第一凸部33a的顶部331a和在第二方向Y2上与顶部331a相邻的第二凹部32b的底部321b通过钎焊接合部38而接合。

[0086] 因此,如图3和图5所示,在第一翅片板3a和在第二方向Y2上与第一翅片板3a相邻的第二翅片板3b之间形成制冷剂流路2,该制冷剂流路包括第一凹部32a和第二凸部33b之间的空间以及第一基准面部31a和第二基准面部31b之间的空间。另外,虽然未图示,但是,在第一翅片板3a和在第一方向Y1上与第一翅片板3a相邻的第二翅片板3b之间形成制冷剂流路2,该制冷剂流路包括第二凹部32b和第一凸部33a之间的空间以及第一基准面部31a和第二基准面部31b之间的空间。

[0087] 如上所述,本实施方式的制冷剂流路2形成于相邻的翅片板3彼此之间。具体地,如图3所示,本实施方式的制冷剂流路2中的制冷剂导入部21由沿第一翅片板3a的前方X1的边进行设置的第一凹部32a和在第二方向Y2上与第一凹部32a相邻的第二凸部33b之间的空间、以及沿第一翅片板3a的前方X1的边进行设置的第一凸部33a和在第一方向Y1上与第一凸部33a相邻的第二凹部32b之间的空间构成。

[0088] 具体地,本实施方式的制冷剂导出部22由沿第一翅片板3a的后方X2的边进行设置的第一凹部32a和在第二方向Y2上与第一凹部32a相邻的第二凸部33b之间的空间、以及沿第一翅片板3a的后方X2的边进行设置的第一凸部33a和在第一方向Y1上与第一凸部33a相邻的第二凹部32b之间的空间构成。

[0089] 具体地,本实施方式的制冷剂接触部23由第一翅片板3a的上层凹凸列34a和第二翅片板3b的上层凹凸列34b之间的空间构成。此外,制冷剂接触部23构成为配置于散热器1的上方Z1的端面,并能够向冷却壁部直接供给制冷剂。

[0090] 各制冷剂流路2中的制冷剂接触部23例如可以配置为满足以下的式(1)。然而,下述式(1)中的 λ_1 是纵向X上的制冷剂接触部23的间距(参照图3),L是散热器1在纵向X上的尺寸,n是自然数。

$$n\lambda_1/2=L \quad (1)$$

[0092] 本实施方式的制冷剂接触部23的间距 λ_1 具体为8.0mm。本实施方式的制冷剂接触部23配置为满足n值为16的情况下的上述式(1)。

[0093] 本实施方式的制冷剂中继部25配置为与冷剂接触部23相比向下方Z2离冷却壁部更远。具体地,如图5所示,制冷剂中继部25是第一翅片板3a的中层凹凸列35a和第二翅片板3b的中层凹凸列35b之间的空间。

[0094] 具体地,如图5所示,本实施方式的连接部24包括第一基准面部31a和第二基准面部31b之间的空间,该第一基准面部存在于第一翅片板3a中的上层凹凸列34a与中层凹凸列35a之间,该第二基准面部存在于第二翅片板3b中的上层凹凸列34b与中层凹凸列35b之间。本实施方式的连接部24将制冷剂接触部23和制冷剂中继部25之间以直线状、即以最短距离连接。

[0095] 连接部24优选在相对于翅片板3的纵向X倾斜的方向上延伸。在这种情况下,能够在保持冷却性能的同时进一步减少制冷剂流动时的压力损失。从兼顾高冷却性能和低压力损失的角度来看,连接部24的延伸方向相对于纵向X的倾斜度优选为20~70°,更优选为30~60°,进一步优选为40~50°。具体地,本实施方式的连接部24在相对于翅片板3的纵向X倾斜45°的方向上延伸。

[0096] 此外,本实施方式的制冷剂流路2还具有:第二制冷剂中继部27,该第二制冷剂中继部配置于相邻的制冷剂中继部25之间,并将制冷剂从制冷剂路径中的上游侧的制冷剂中继部25向下游侧的制冷剂中继部25中继;以及第二连接部26,该第二连接部位于第二制冷剂中继部27和制冷剂中继部25之间,且与制冷剂中继部25和第二制冷剂中继部27相比流路截面积小。

[0097] 具体地,如图5所示,本实施方式的第二制冷剂中继部27是第一翅片板3a的下层凹凸列36a和第二翅片板3b的下层凹凸列36b之间的空间。

[0098] 具体地,如图5所示,本实施方式的第二连接部26包括第一基准面部31a和第二基准面部31b之间的空间,该第一基准面部存在于第一翅片板3a中的中层凹凸列35a和下层凹凸列36a之间,该第二基准面部存在于第二翅片板3b中的上层凹凸列34b和中层凹凸列35b之间。本实施方式的第二连接部26将制冷剂中继部25和第二制冷剂中继部27之间以直线状、即以最短距离连接。

[0099] 与连接部24同样,第二连接部26优选在相对于翅片板3的纵向X倾斜的方向上延伸。在这种情况下,能够在保持冷却性能的同时进一步减少制冷剂流动时的压力损失。从兼顾高冷却性能和低压力损失的角度来看,第二连接部26的延伸方向相对于纵向X的倾斜度优选为20~70°,更优选为30~60°,进一步优选为40~50°。具体地,本实施方式的第二连接部26在相对于翅片板3的纵向X倾斜45°的方向上延伸。

[0100] 本实施方式的散热器1具有制冷剂流路2,该制冷剂流路具备:多个制冷剂接触部23,该制冷剂接触部配置于制冷剂导入部21和制冷剂导出部22之间;制冷剂中继部25,该制冷剂中继部将制冷剂从制冷剂路径中的上游侧的制冷剂接触部23向下游侧的制冷剂接触部23中继;以及连接部24,该连接部位于制冷剂中继部25和制冷剂接触部23之间。此外,连接部24具有比制冷剂接触部23和制冷剂中继部25小的流路截面积。

[0101] 本实施方式的散热器1的制冷剂流路2内的制冷剂流例如如以下那样。从制冷剂导入部21流入流路内的制冷剂从制冷剂导入部21向制冷剂接触部23进行引导。而且,在制冷剂接触部23中与热交换器的冷却壁部等进行热交换的制冷剂经连接部24内向制冷剂中继部25流入。由于连接部24的流路截面积比制冷剂接触部23和制冷剂中继部25的流路截面积小,因此向制冷剂中继部25内流入的制冷剂通过流路的扩缩而被搅拌。此外,从制冷剂中继部25经连接部24流入制冷剂接触部23的制冷剂也与上述内容同样地通过连接部24与制冷剂接触部23及制冷剂中继部25之间的流路截面积的不同而被搅拌。

[0102] 因此,在散热器1中,通过在制冷剂接触部23和制冷剂中继部25之间设置连接部24,而能够高效地将在制冷剂流路2内流动的制冷剂进行搅拌,并减少制冷剂流路2内的制冷剂的温度的不均匀。由此,能够进一步增大与散热器1接触的制冷剂和散热器1之间的温差。结果,能够提高热交换器的冷却性能。

[0103] 此外,制冷剂流路2具有:第二制冷剂中继部27,该第二制冷剂中继部配置于相邻的制冷剂中继部25之间,并将制冷剂从制冷剂路径中的上游侧的制冷剂中继部25向下游侧的制冷剂中继部25中继;以及第二连接部26,该第二连接部位于第二制冷剂中继部27和制冷剂中继部25之间,且与制冷剂中继部25和第二制冷剂中继部27相比流路截面积小。因此,在第二制冷剂中继部27中,能够与制冷剂接触部23同样地将制冷剂进行搅拌。再有,在制冷剂中继部25中,使从制冷剂接触部23经连接部24流入的制冷剂流和从第二制冷剂中继部27经第二连接部26流入的制冷剂流合流,能够更有效地将制冷剂进行搅拌。结果,能够进一步提高热交换器的冷却性能。

[0104] 此外,本实施方式的第一凹部32a的周缘部322a、第一凸部33a的周缘部332a、第二凹部32b的周缘部322b和第二凸部33b的周缘部332b皆由光滑的曲面构成。因此,在制冷剂流路2的任何位置,散热器1的内表面都相对于与制冷剂流动方向正交的面倾斜。即、本实施方式的散热器1的内表面不具有与制冷剂流动方向正交的面。

[0105] 这样,通过将散热器1构成为该散热器的内表面不具有与制冷剂流动方向正交的面,而能够进一步减少制冷剂的流通阻力。结果,能够进一步减少压力损失。

[0106] (实施方式2)

[0107] 在本实施方式中,对将赋予凹凸形状的范围改变的翅片板302进行说明。再有,在本实施方式以后的实施方式中使用的符号中的、与之前实施方式相同的符号在没有特别说明时表示与之前实施方式中的构成要素等相同的构成要素等。

[0108] 虽然在实施方式1中,表示了在整个纵向X和横向Z上设置了凹部32(第一凹部32a、第二凹部32b)和凸部33(第一凸部33a、第二凸部33b)的第一翅片板3a和第二翅片板3b,但凹部32和凸部33也可以设置于翅片板3的一部分。

[0109] 例如,如图8所示,凹部32和凸部33可以设置于翅片板302的纵向X上的一部分。例如,通过在发热体的预定安装位置的正下方设置凹部32和凸部33,而能够在确保足够的冷

却性能的同时抑制凹凸形状所导致的压力损失的增大。

[0110] (实施方式3)

[0111] 在本实施方式中,对将赋予凹凸形状的范围改变的翅片板303的另一实施方式进行说明。例如,如图9所示,凹部32和凸部33可以设置于翅片板303的横向Z上的一部分。在这种情况下,能够通过凹凸形状来提高冷却性能,并能够抑制凹凸形状所导致的压力损失的增大。

[0112] (实施方式4)

[0113] 在本实施方式中,对具备散热器1的热交换器4进行说明。如图10~12所示,热交换器4具有散热器1和冷却套5。如图10和图12所示,冷却套5具有:外壁部52,该外壁部包括冷却发热体的冷却壁部51;内部空间53,该内部空间由外壁部52包围;制冷剂入口54,该制冷剂入口贯穿外壁部52,并从热交换器4的外部向内部空间53供给制冷剂;以及制冷剂出口55,该制冷剂出口将制冷剂从内部空间53向热交换器4的外部排出。散热器1容纳于冷却套5的内部空间53。

[0114] 如图10和11所示,冷却套5的外壁部52具有大体呈矩形形状的盖部56和放置于盖部56上的杯部57。如图10和图12所示,杯部57具有:冷却壁部51,该冷却壁部与盖部56对置且大体呈矩形形状;侧壁部571,该侧壁部从冷却壁部51的外周端缘延伸到盖部56侧;以及凸缘部572,该凸缘部形成于侧壁部571的前端且与盖部56接合。再有,盖部56和凸缘部572的接合可以通过例如钎焊、焊接和搅拌摩擦焊等方法来进行。

[0115] 制冷剂入口54和制冷剂出口55设置于冷却壁部51的外周缘部中的、一对短边的中央部。

[0116] 如图12所示,散热器1配置于由盖部56和杯部57包围的冷却壁部51的内部空间53。散热器1配置成将制冷剂流路2的制冷剂导入部21朝向冷却套5的制冷剂入口54侧、且将制冷剂导出部22朝向制冷剂出口55侧。

[0117] 如图12所示,在本实施方式中,翅片板3的横向Z上的两个端面34(341,342)都通过钎焊接合而接合到冷却壁部51的内表面或盖部56的内表面。

[0118] 在如本实施方式那样将具备多个翅片板3的散热器1钎焊到冷却套5的情况下,优选使散热器1的具有制冷剂接触部23一侧的端面的平面度和散热器1的不具有制冷剂接触部23一侧的端面的平面度为0.2mm以下。在这种情况下,当将冷却套5和散热器1钎焊时,可以使焊料更容易地进入冷却套5和散热器1之间,并且可以更有效地抑制空隙等粘合缺陷的产生。

[0119] 再有,散热器1的不具有制冷剂接触部23一侧的端面的平面度可以通过上述的、与散热器1的具有制冷剂接触部23一侧的端面的平面度相同的方法来测定。即、将散热器1放置在表面板上,以使翅片板3的横向Z上的一对端面34中的、具有制冷剂接触部23一侧的端面341与表面板抵接。然后,使用高度计而在不同的位置测定翅片板的不具有制冷剂接触部23一侧的端面342的高度。而且,将测定结果中的最大高度和最小高度之差作为散热器1的不具有制冷剂接触部23一侧的端面的平面度。

[0120] 由于本实施方式的热交换器4具有上述构成,因此能够将从制冷剂入口54流入内部空间53的制冷剂经散热器1的制冷剂导入部21而引导到制冷剂流路2内。此外,如上所述,制冷剂流路2内的制冷剂可以在被制冷剂中继部25、连接部24、第二制冷剂中继部27和第二

连接部26搅拌的同时在制冷剂接触部23处与冷却壁部51进行热交换。而且，到达制冷剂导出部22的制冷剂从制冷剂出口55排出。因此，能够高效地冷却在冷却壁部51的外表面搭载的发热体。

[0121] (比较方式1)

[0122] 在本实施方式中，对将格子状的多个板91(91a, 91b)层叠而成的散热器9进行说明，其中，该板具有在纵向延伸的多个纵肋911(911a, 911b)、与纵肋911正交的多个横肋912(912a, 912b)、以及由纵肋911和横肋912划分的多个狭缝913。如图13～15所示，本实施方式的散热器9具有：第一板91a，该第一板具有在纵向延伸的多个狭缝913a；以及第二板91b，在该第二板中纵向上的狭缝913b的位置相对于第一板91a的狭缝913a偏移狭缝913的间距的一半，并且第一板91a和第二板91b被交替层叠。如图15所示，本实施方式的散热器9的制冷剂流路由第一板91a的狭缝913a和第二板91b的狭缝913b构成。

[0123] 具体地，本实施方式的散热器9具有长64mm、宽54.2mm、厚8mm的外部尺寸。板91的厚度为1.0mm。此外，板91的纵肋911的宽度为1.0mm，纵肋911彼此的间隔(即、狭缝913的宽度)为0.90mm。另外，板91的横肋912的宽度为2.0mm，横肋912彼此的间隔(即、狭缝913的长度)为5.75mm。

[0124] 实施方式1的散热器和比较方式1的散热器9的冷却性能和压力损失能够通过例如以下的热流体模拟来进行比较。

[0125] 首先，准备将作为冷却壁部51的铝板放置于散热器1、9而成的结构模型。在该冷却壁部51上配置发热量1650W的发热体。然后，以不同的流量向散热器1、9的制冷剂流路供给作为制冷剂的长效冷却剂，并算出发热体的温度到达稳定状态的时间点的发热体和制冷剂之间的热阻和压力损失(即、在制冷剂流路的入口处的制冷剂的压力和出口处的制冷剂的压力之差)。

[0126] 图16表示绘制实施方式1的散热器1和比较方式1的散热器9中的、热阻和压力损失之间的关系的曲线图。再有，图16的纵轴是以在比较方式1的散热器9中制冷剂流量为6L/分钟时的热阻值为基准的情况下热阻的比率，横轴是以在比较方式1的散热器9中制冷剂流量为6L/分钟时的压力损失值为基准的情况下压力损失的比率。

[0127] 如图16所示，实施方式1的散热器1能够以与比较方式1的散热器9相比较低的压力损失来实现与比较方式1的散热器9相同程度的热阻。从结果可知，根据实施方式1的散热器1，能够提高冷却性能，并且减少压力损失。

[0128] 本发明涉及的散热器的具体形式不限于实施方式1～3所示的形式，在不损害本发明主旨的范围内可以适当改变构成。例如，第一凹部和第二凹部的底部、第一凸部和第二凸部的顶部也可以呈圆、椭圆、四边形、六边形以及形成这些形状的一部分的形状。

[0129] 此外，虽然在实施方式1～3中，表示了第一凹部和第二凹部的底部、第一凸部和第二凸部的顶部呈平板状的构成，但是，第一凹部、第二凹部、第一凸部和第二凸部可以是例如半球状等没有平板状底部、顶部的形状。

[0130] 第一翅片板3a和第二翅片板3b可以如实施方式1～3所示那样通过钎焊接合来相互接合，也可以例如通过与多个翅片板交叉且将多个翅片板连结的连结部件来进行保持。

[0131] 此外，虽然在实施方式1～3中，表示了各翅片板具有上层凹凸列、中层凹凸列、下层凹凸列这三个凹凸列的构成，但是，各翅片板也可以具有四个以上凹凸列。凹凸列能够以

例如满足以下的式(2)的方式配置。然而,下式(2)中的 λ_h 是凹凸列在横向Z上的间距,h是散热器在横向Z上的尺寸,m是自然数。

$$[0132] \quad m\lambda_h/2 = h \quad (2)$$

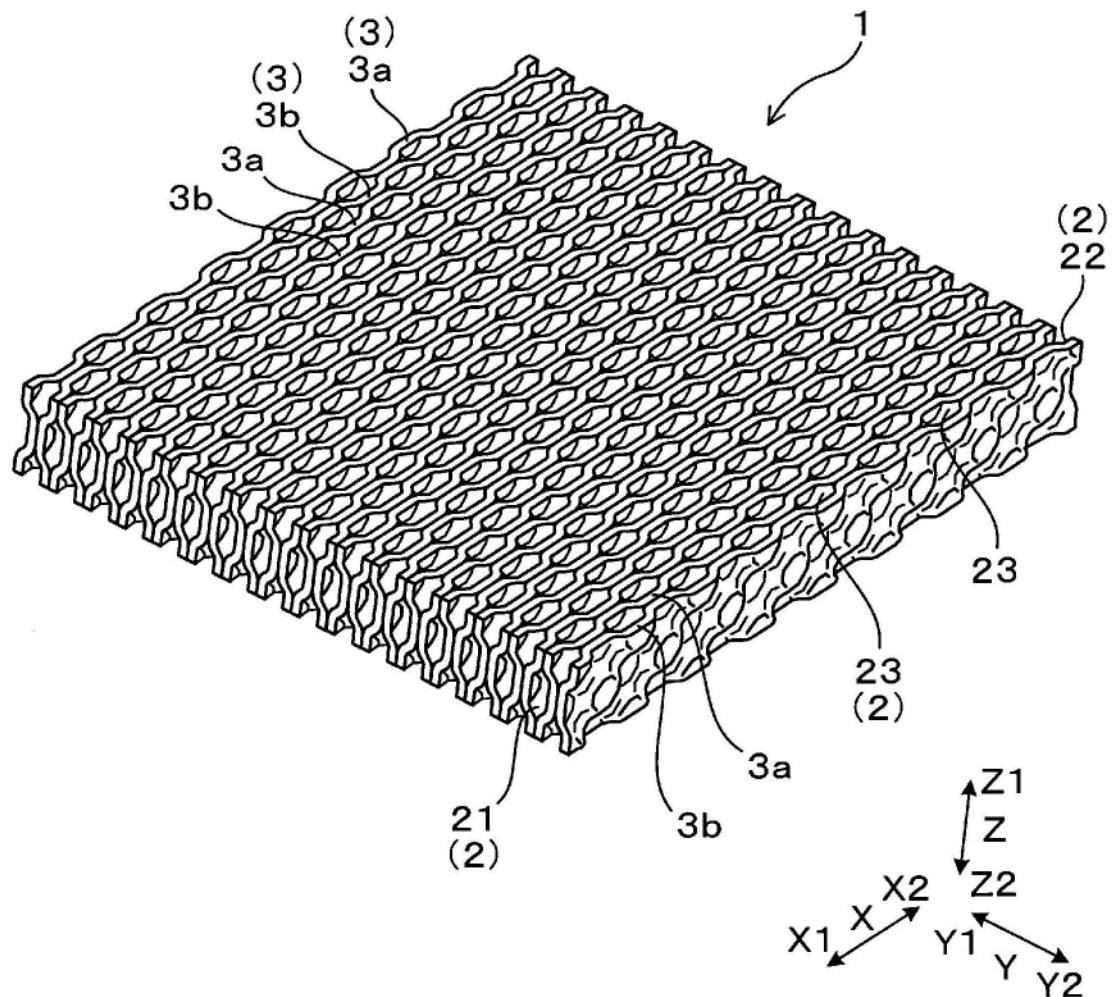


图1

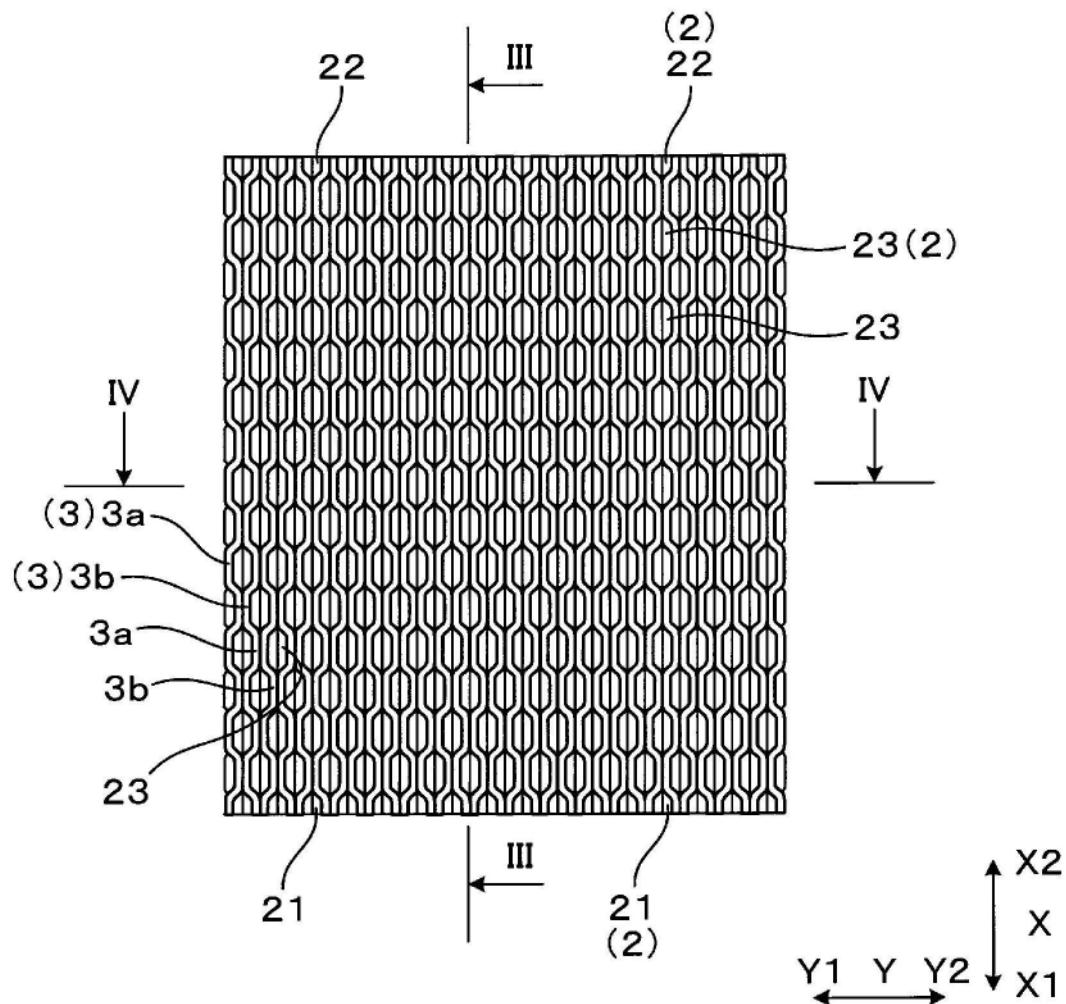


图2

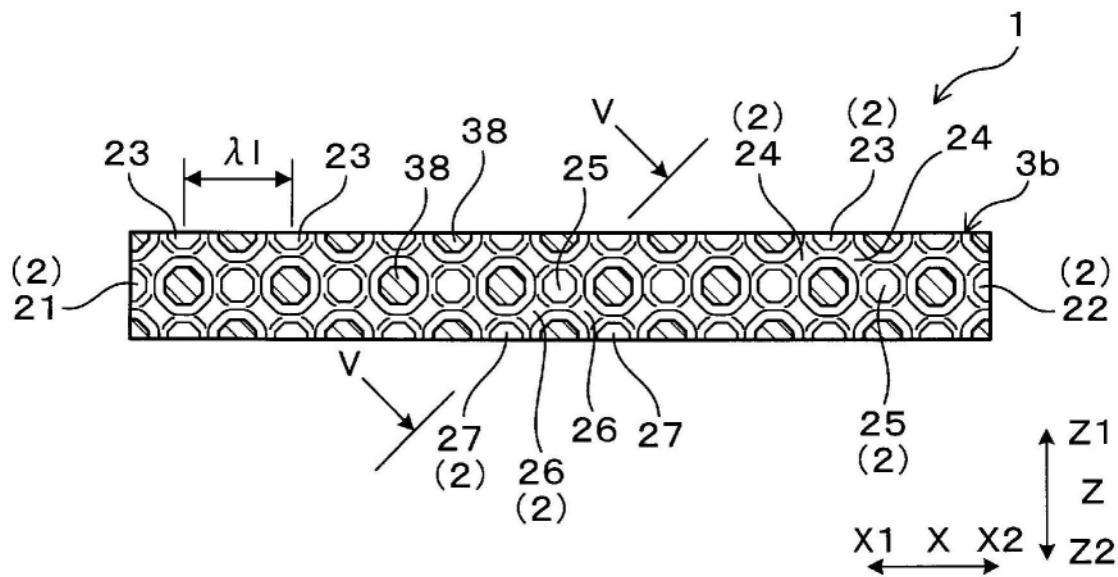


图3

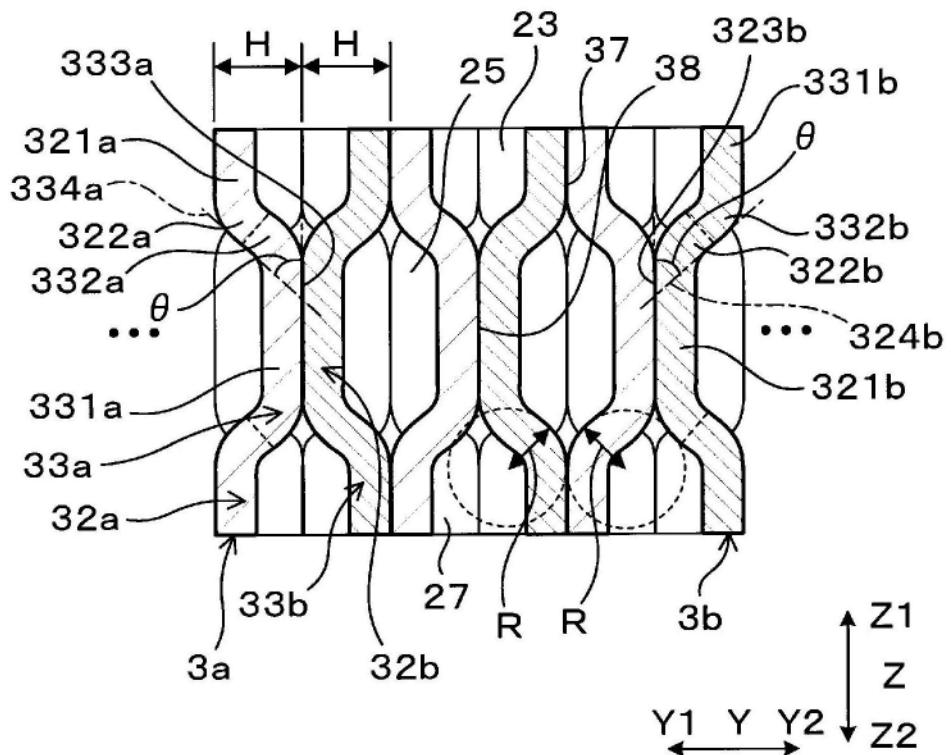
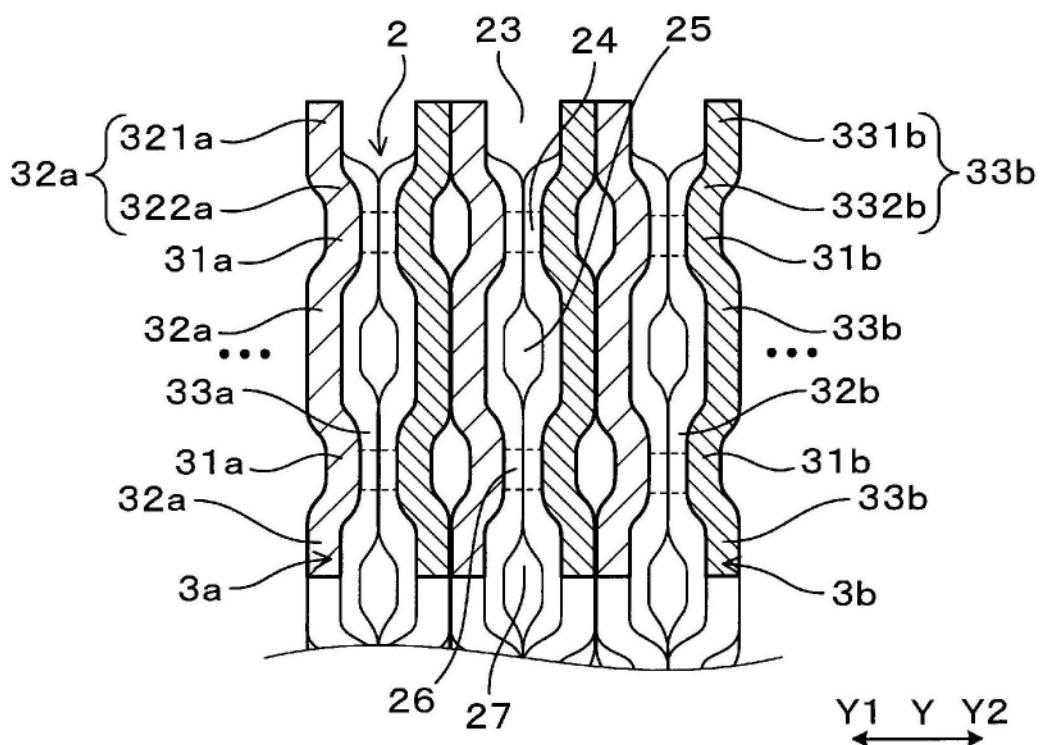


图4



冬5

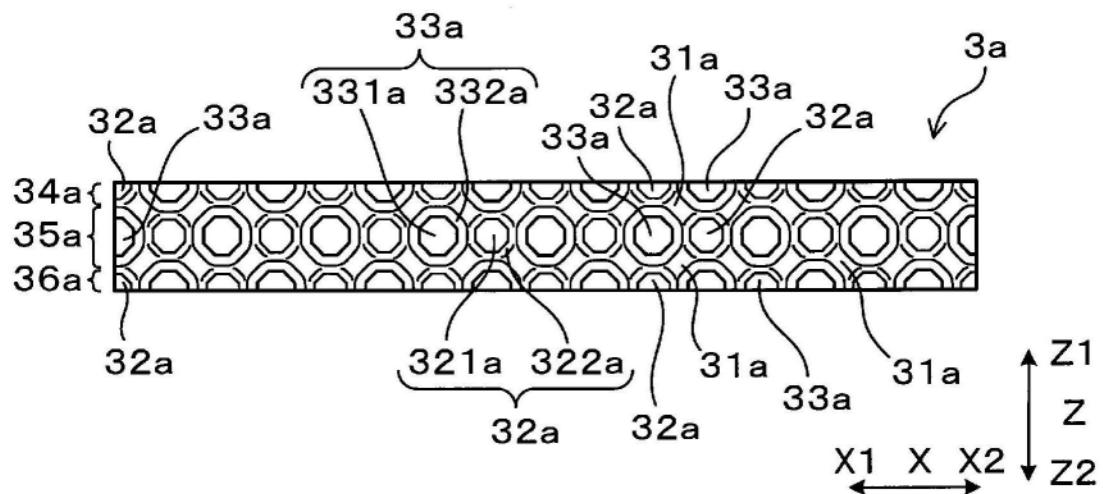


图6

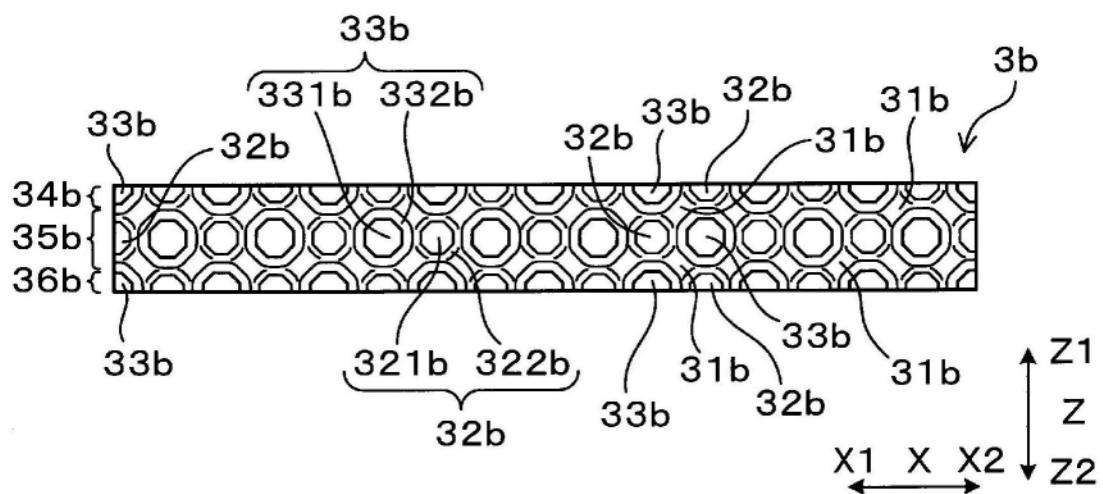


图7

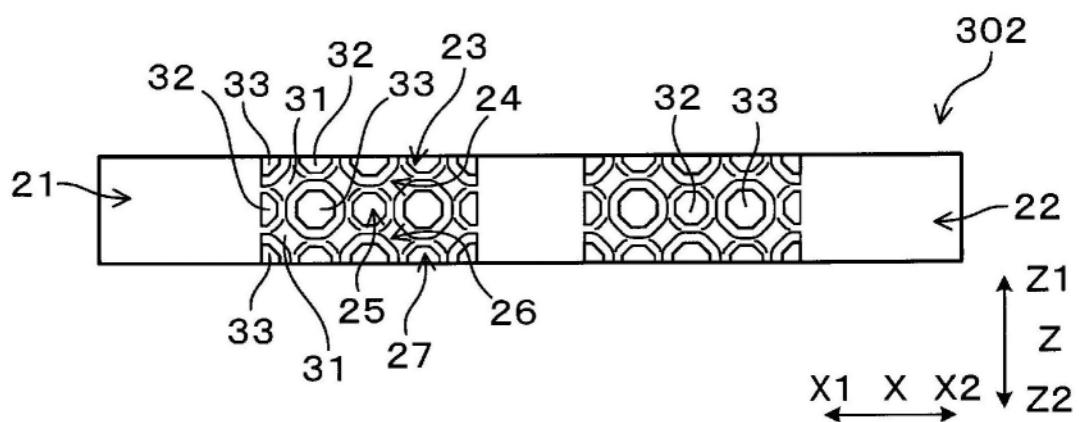


图8

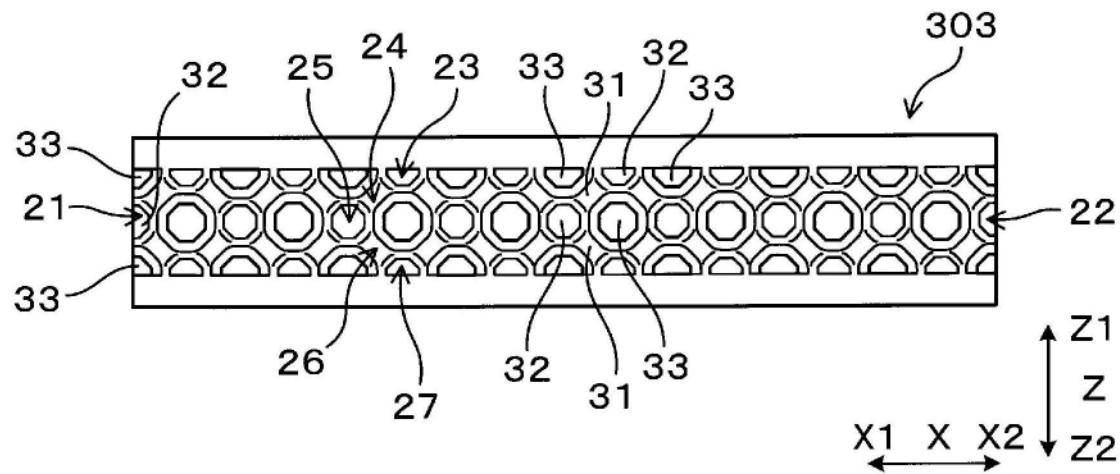


图9

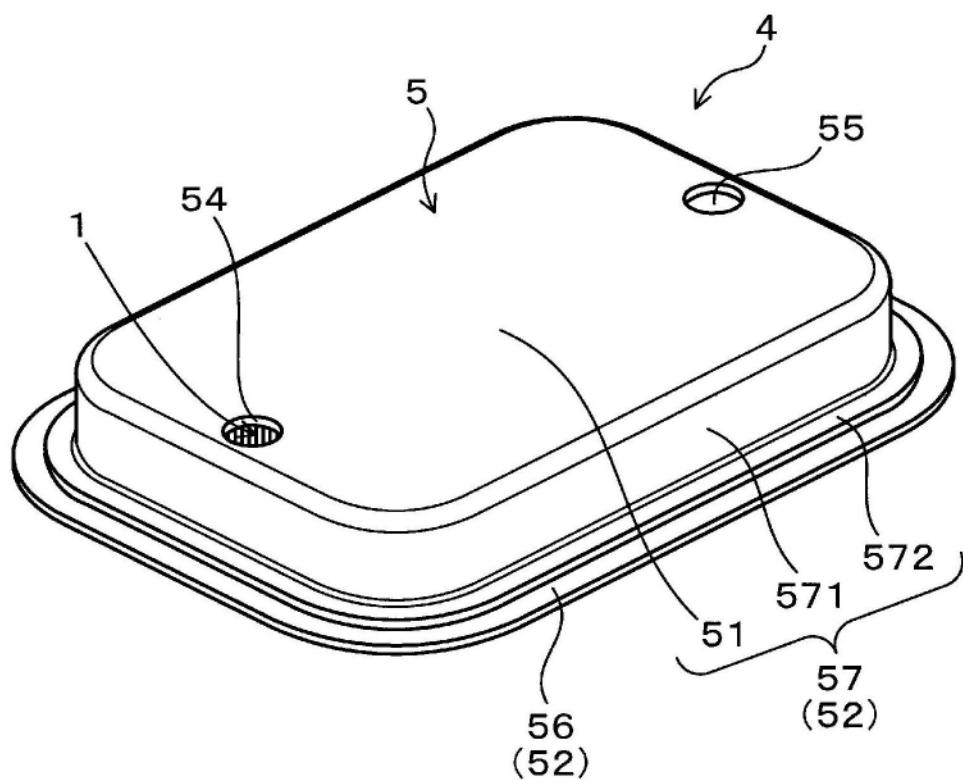


图10

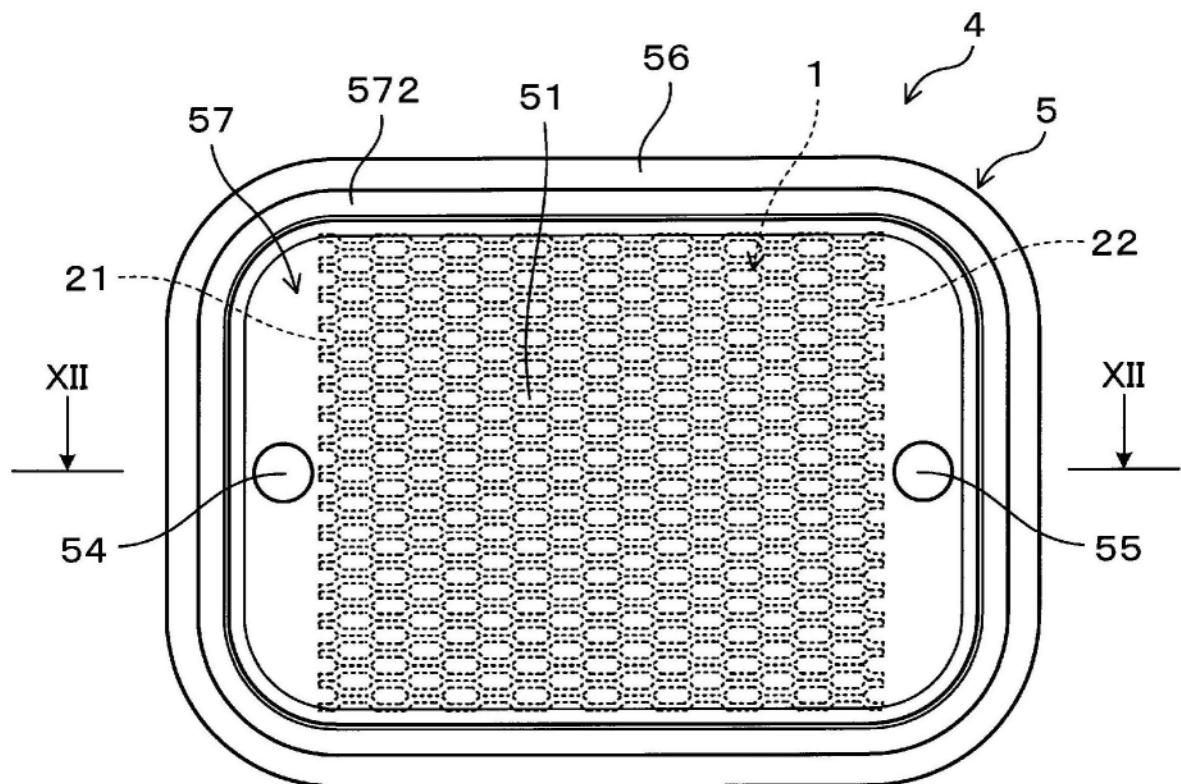


图11

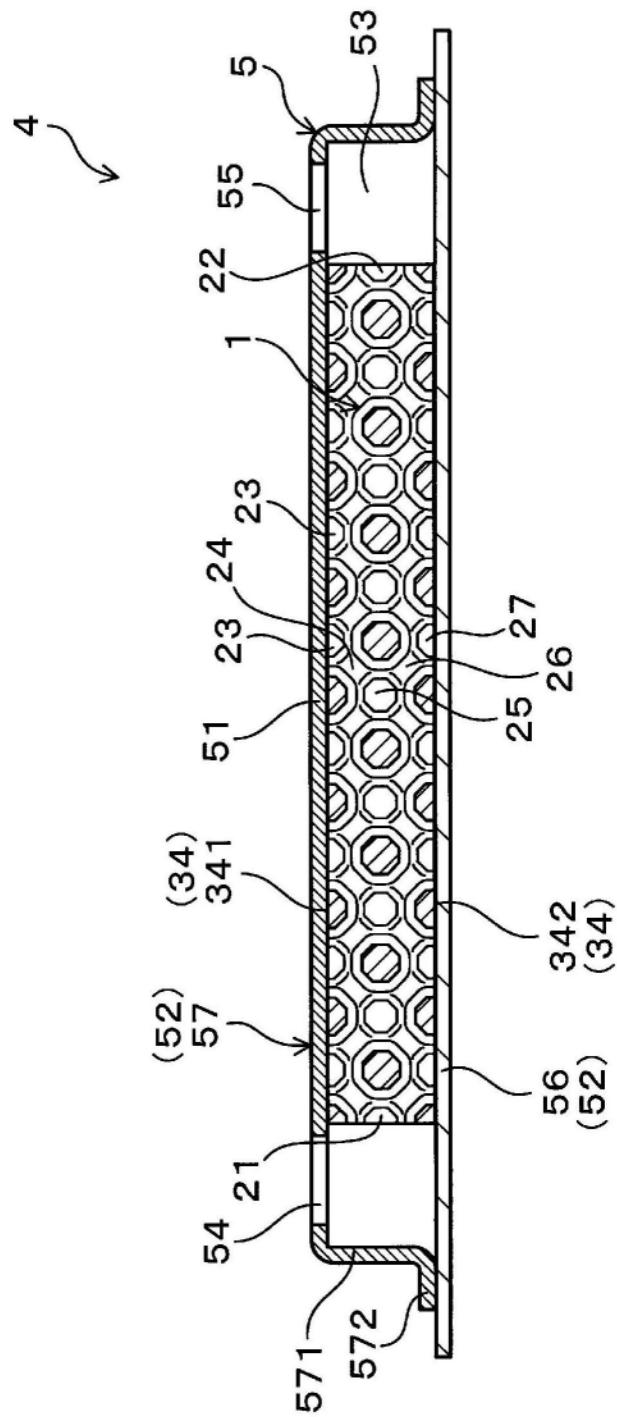


图12

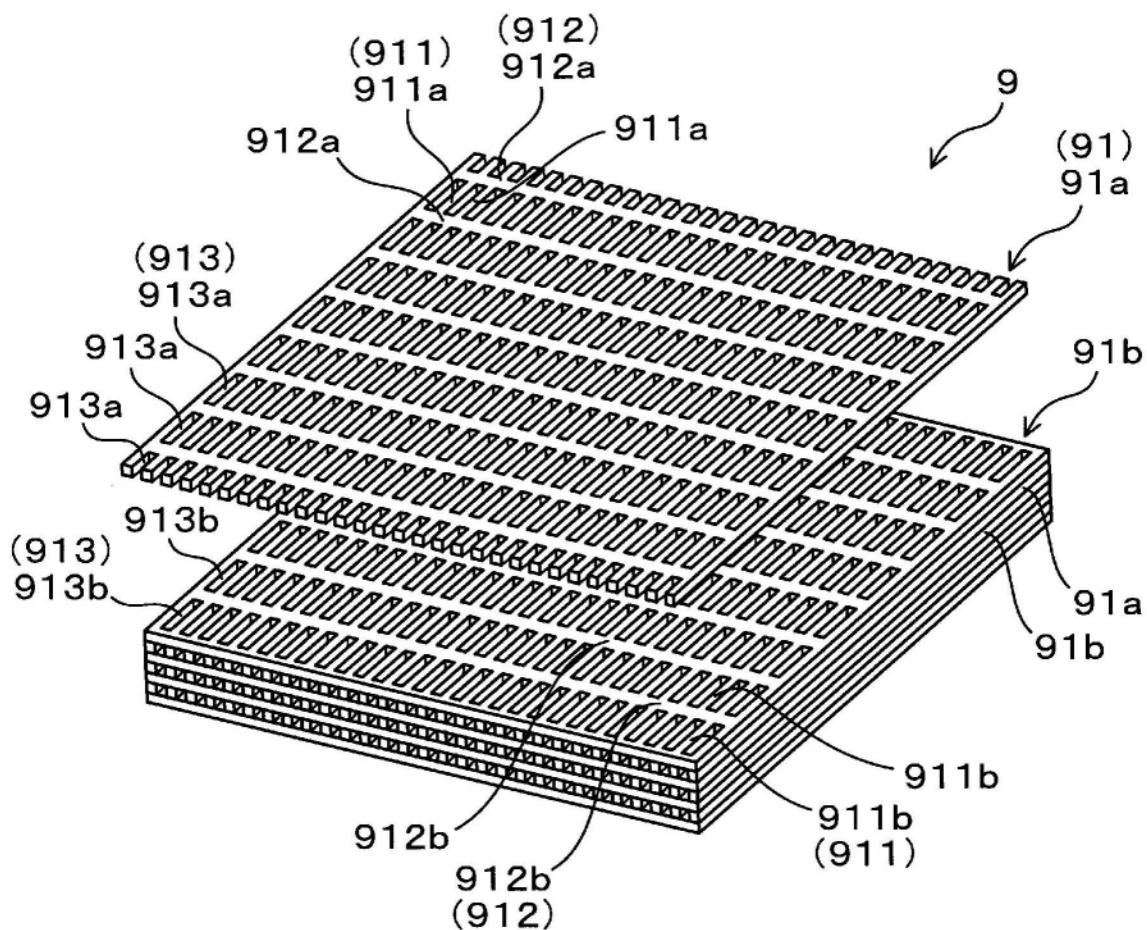


图13

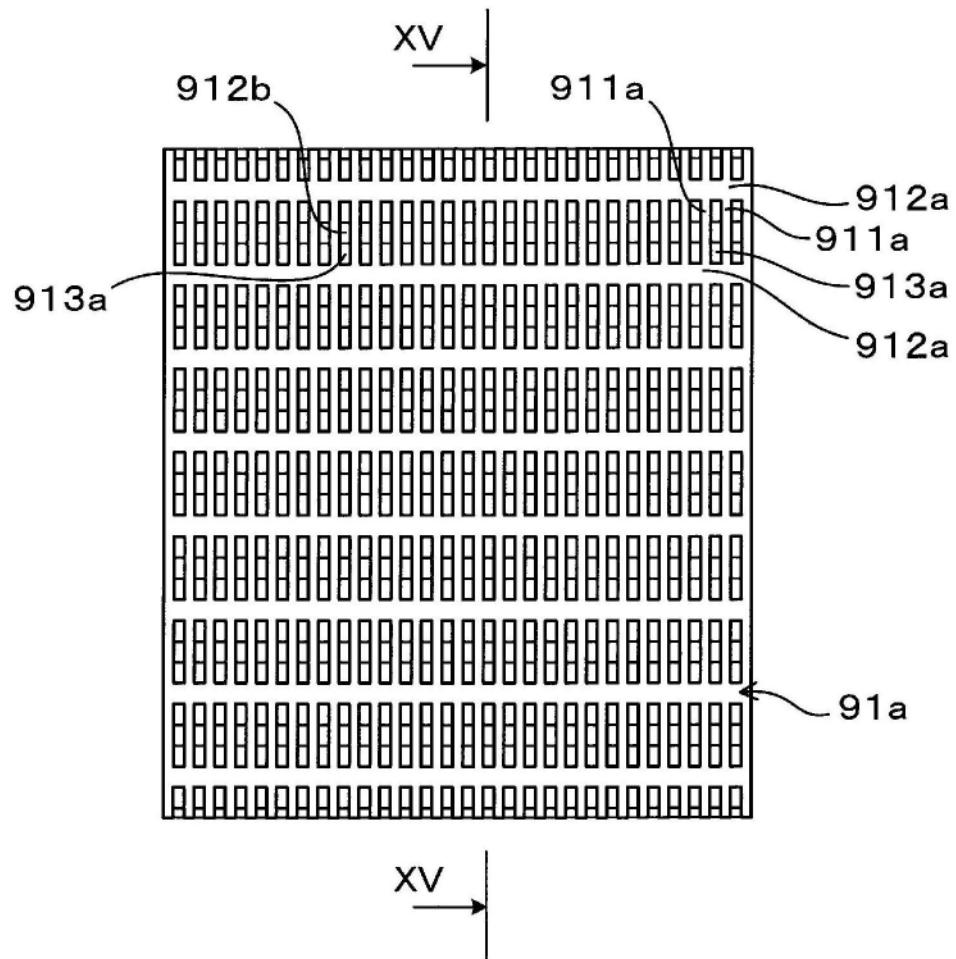


图14

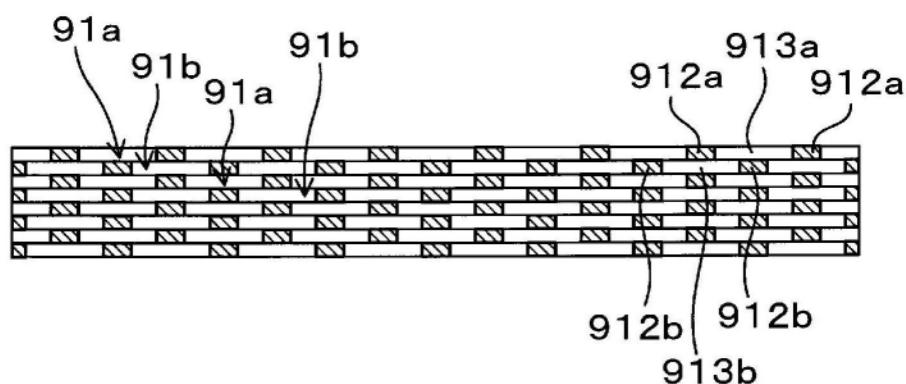


图15

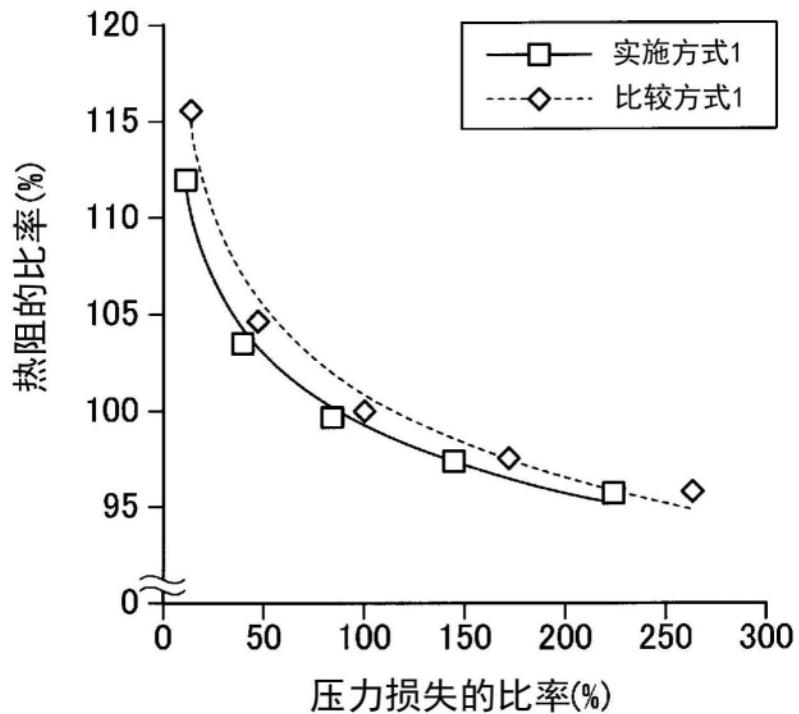


图16