



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102054808 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201010523955. 7

H05K 7/20(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 10. 26

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

245319/2009 2009. 10. 26 JP

(73) 专利权人 昭和电工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 森昌吾 伊藤贤 松岛诚二

栗林泰造

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 段承恩 杨光军

(51) Int. Cl.

H01L 23/473(2006. 01)

H01L 23/367(2006. 01)

JP 特开 2009-147107 A, 2009. 07. 02,
US 2006/0289152 A1, 2006. 12. 28,
JP 特开平 8-320194 A, 1996. 12. 03,
JP 特开 2009-147107 A, 2009. 07. 02,
US 2007/0056720 A1, 2007. 03. 15,

审查员 罗慧晶

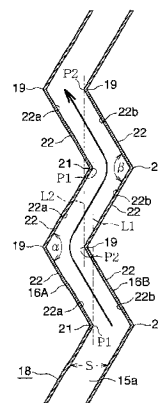
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

液冷式冷却装置

(57) 摘要

本发明涉及一种液冷式冷却装置(1),其具备设置有冷却液流路(15)的壳体(2)。在壳体(2)的安装有发热体(H)的顶壁(3)的面对冷却液流路(15)的部分的内部表面,隔着间隔地设置多片散热片(16A、16B)。各散热片(16A、16B)的由与散热片高度方向正交的水平面切断出的形状为波形。由连接左侧的散热片(16A)的相邻的2个波峰部(19)和位于两波峰部(19)之间的波谷部(21)的2个倾斜部(22)的右侧面(22a)和上述水平面形成的2条交线相交的点(P1)由第1直线(L1)连结,由连接右侧的散热片(16B)的相邻的2个波谷部(21)和位于两波谷部(21)之间的波峰部(19)的2个倾斜部(22)的左侧面(22b)和上述水平面形成的2条交线相交的点(P2)由第2直线(L2)连结。第1直线(L1)位置比第2直线(L2)靠右侧散热片侧(16B)侧。本发明的液冷式冷却装置(1)适用于例如车辆等的半导体电力转换装置,适合用于冷却半导体元件等的发热体。



1. 一种半导体元件冷却用液冷式冷却装置,其具备具有顶壁、底壁和周壁并且形成有冷却液入口和冷却液出口的壳体,在壳体内部的冷却液入口和冷却液出口之间的位置设置有冷却液流路,其中,

在壳体的顶壁和底壁中的外表面安装有发热体的壁的面对冷却液流路的部分的内表面,在冷却液流路的宽度方向隔着间隔地设置有突出到冷却液流路内并且向冷却液流路中的冷却液的流动方向延伸的多片散热片,各散热片的由与散热片高度方向正交的水平面切断出的形状在各散热片的整个高度上为波形,波峰部和波谷部交替形成,使得冷却液在相邻的 2 片散热片之间弯曲流动,

由连接相邻的 2 个散热片中的一方的散热片的相邻的 2 个波峰部和位于两波峰部之间的波谷部的 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和所述水平面形成的 2 条交线相交的所有点由第 1 直线连结,由连接所述另一方的散热片的相邻的 2 个波谷部和位于两波谷部之间的波峰部的 2 个倾斜部的朝向所述一方的散热片侧的面和所述水平面形成的 2 条交线相交的所有点由第 2 直线连结,所述第 1 直线位置比所述第 2 直线靠所述另一方的散热片侧,在所述水平面上,第 1 直线仅与另一方的散热片相交,

各散热片的波峰部和波谷部带圆角,由所述 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和所述水平面形成的 2 条交线相交的点,在所述水平面上,位于该 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面的向另一方的散热片侧的延伸部相交的部分,

由连接相邻的 2 片散热片中的一方的散热片的相邻的 2 个波谷部和位于两波谷部之间的波峰部的 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和所述水平面形成的 2 条交线所形成的角度、和由连接所述另一方的散热片的相邻的 2 个波峰部和位于两波峰部之间的波谷部的 2 个倾斜部的朝向所述一方的散热片侧的面和所述水平面形成的 2 条交线所形成的角度,分别为 $110 \sim 150$ 度,

相邻的 2 片散热片在上端部或下端部通过连接部连接成一体,并且连接部上下交替地设置,由此,由所有的散热片和连接部构成散热片单元,散热片单元的上侧的连接部与壳体的顶壁接合,下侧的连接部与壳体的底壁接合。

2. 根据权利要求 1 所述的半导体元件冷却用液冷式冷却装置,其中,相邻的 2 片散热片之间的间隔为 0.5mm 以上。

液冷式冷却装置

技术领域

[0001] 本发明涉及适用于例如车辆等的半导体电力转换装置的、对半导体元件等的发热体进行冷却的液冷式冷却装置。

背景技术

[0002] 以往,作为这种液冷式冷却装置,已知有如下液冷式冷却装置,其具备具有顶壁、底壁和周壁并且形成有冷却液入口和冷却液出口的壳体,在壳体内部的冷却液入口和冷却液出口之间的位置设置有冷却液流路,其中,在壳体的顶壁和底壁中的外表面安装有发热体的壁的面对冷却液流路的部分的内面,在冷却液流路的宽度方向上隔着间隔在设置有突出到冷却液流路内并且向冷却液流路中的冷却液的流动方向延伸的多片散热片,各散热片的由与散热片高度方向正交的水平面切断出的形状为波形,波峰部和波谷部交替形成,由连接相邻的2个散热片中的一方的散热片的相邻的2个波谷部和位于两波谷部之间的波峰部的2个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和上述水平面形成的2条交线相交的点,位于比由连接上述另一方的散热片的相邻的2个波峰部和位于两波峰部之间的波谷部的2个倾斜部的朝向上方的散热片侧的面和上述水平面形成的2条交线相交的点更靠上述一方的散热片侧(参照日本特开2007-201181号公报)。

[0003] 在上述公报记载的液冷式冷却装置中,通过将设置在冷却液流路的散热片设为波形来增加散热片面积,由此提高冷却性能。

[0004] 然而,在上述公报记载的液冷式冷却装置中,如图10所示,由连接相邻的2片散热片40A、40B中的左侧的散热片40A的相邻的2个波谷部42和位于两波谷部42之间的波峰部41的2个倾斜部43的右侧面43a与上述水平面形成的2条交线相交的交点P1位于沿前后方向延伸的第1直线L1上。另外,由连接右侧的散热片40B的相邻的2个波峰部41和位于两波峰部41之间的波谷部42的2个倾斜部43的左侧面43b与上述水平面形成的2条交线相交的交点P2位于沿前后方向延伸的第2直线L2上。而且,第1直线L1隔着比较大的间隔地位置比第2直线L2靠左侧,由此,左侧的散热片40A的上述点P1位置比右侧的散热片40B的上述点P2靠左侧,因此冷却液变得容易在相邻的2片散热片40A、40B之间直线流动而难以沿散热片40A、40B流动。因此,不能有效地增大散热片40A、40B的有效作用于导热的面积,在提高冷却性能的效果上有限。

发明内容

[0005] 本发明的目的是解决上述问题,提供一种可提高冷却性能的液冷式冷却装置。

[0006] 本发明为了达成上述目的,包括以下方式。

[0007] 1) 一种液冷式冷却装置,其具备具有顶壁、底壁和周壁并且形成有冷却液入口和冷却液出口的壳体,在壳体内部的冷却液入口和冷却液出口之间的位置设置有冷却液流路,其中,

[0008] 在壳体的顶壁和底壁中的外表面安装有发热体的壁的面对冷却液流路的部分的

内表面,在冷却液流路的宽度方向隔着间隔地设置有突出到冷却液流路内并且向冷却液流路中的冷却液的流动方向延伸的多片散热片,各散热片的由与散热片高度方向正交的水平面切断出的形状为波形,波峰部和波谷部交替形成,使得冷却液在相邻的 2 片散热片之间弯曲流动。

[0009] 2) 根据上述 1 所述的液冷式冷却装置,其中,由第 1 直线连结由连接相邻的 2 个散热片中的一方的散热片的相邻的 2 个波峰部和位于两波峰部之间的波谷部的 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线相交的所有的点,由第 2 直线连结由连接上述另一方的散热片的相邻的 2 个波谷部和位于两波谷部之间的波峰部的 2 个倾斜部的朝向上述一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线相交的所有的点,上述第 1 直线和上述第 2 直线一致(重叠),或者上述第 1 直线位置比上述第 2 直线靠上述另一方的散热片侧。

[0010] 3) 根据上述 2 所述的液冷式冷却装置,其中,各散热片的波峰部和波谷部带圆角,由上述 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线相交的点,在上述水平面上,位于该 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面的向另一方的散热片侧的延伸部相交的部分。

[0011] 4) 根据上述 2 所述的液冷式冷却装置,其中,各散热片的波峰部和波谷部形成为平坦的,由上述 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线相交的点,在上述水平面上,位于该 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面的向另一方的散热片侧的延伸部相交的部分。

[0012] 5) 根据上述 2 所述的液冷式冷却装置,其中,由连接相邻的 2 片散热片中的一方的散热片的相邻的 2 个波谷部和位于两波谷部之间的波峰部的 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线所形成的角度和由连接另一方的散热片的相邻的 2 个波峰部和位于两波峰部之间的波谷部的 2 个倾斜部的朝向上述一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线所形成的角度分别为 $110 \sim 150$ 度。

[0013] 6) 根据上述 2 所述的液冷式冷却装置,其中,相邻的 2 片散热片之间的间隔为 0.5mm 以上。

[0014] 7) 根据上述 2 所述的液冷式冷却装置,其中,由于相邻的 2 片散热片在上端部或下端部通过连接部被连接成一体,并且连接部被设置成上下交替,从而由所有的散热片和连接部构成散热片单元,散热片单元的上侧的连接部与壳体的顶壁接合,下侧的连接部与壳体的底壁接合。

[0015] 根据上述 1) 的液冷式冷却装置,在壳体的顶壁和底壁中的外表面安装散热体的壁的面对冷却液流路的部分的内表面,在冷却液流路的宽度方向隔着间隔地设置有突出到冷却液流路内并且向冷却液流路中的冷却液的流动方向延伸的多片散热片,各散热片的由与散热片高度方向正交的水平面切断出的形状为波形,波峰部和波谷部交替形成,使得冷却液在相邻的 2 片散热片之间弯曲流动,因此,冷却液变得容易沿波形的散热片流动。因此,可以有效地增大散热片的有效作用于导热的面积,提高冷却性能。

[0016] 根据上述 2) ~ 7) 的液冷式冷却装置,由第 1 直线连结由连接相邻的 2 个散热片中的一方的散热片的相邻的 2 个波峰部和位于两波峰部之间的波谷部的 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线相交的所有的点,由第 2 直线连结由

连接上述另一方的散热片的相邻的 2 个波谷部和位于两波谷部之间的波峰部的 2 个倾斜部的朝向上述一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线相交的所有的点,上述第 1 直线和上述第 2 直线一致,或者上述第 1 直线位置比上述第 2 直线靠上述另一方的散热片侧,因此,冷却液在相邻的 2 片散热片之间弯曲流动。因此,冷却液变得容易沿波形的散热片流动,可以有效地增大散热片的有效作用于导热的面积,提高冷却性能。

[0017] 根据上述 5) 的液冷式冷却装置,可以有效地抑制冷却液在相邻的 2 片散热片之间流动时的压力损失的增大,并且可以最大限度地提高冷却性能。

[0018] 根据上述 6) 的液冷式冷却装置,可以有效地防止由相邻的 2 片散热片之间的异物所导致的堵塞。

[0019] 根据上述 7) 的液冷式冷却装置,可以在壳体内容易地设置散热片。

附图说明

[0020] 图 1 是表示本发明的液冷式冷却装置的立体图。

[0021] 图 2 是图 1 的 A-A 线剖视图。

[0022] 图 3 是图 2 的 B-B 线剖视图。

[0023] 图 4 是表示图 1 的液冷式冷却装置的散热片单元的一部分的立体图。

[0024] 图 5 是图 3 的要部放大图。

[0025] 图 6 是表示由连接散热片的相邻的 2 个波谷部和位于两波谷部之间的波峰部的 2 个倾斜部的朝向另一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线所形成的角度和由连接另一方的散热片的相邻的 2 个波峰部和位于两波峰部之间的波谷部的 2 个倾斜部的朝向上述一方的散热片侧的面和上述水平面形成的 2 条交线所形成的角度与冷却性能和压力损失的关系的曲线图。

[0026] 图 7 是表示实施方式和比较产品的在冷却液流路中流动的冷却液的流速和热阻的关系的曲线图。

[0027] 图 8 是表示散热片单元的变形例的相当于图 5 的图。

[0028] 图 9 是表示散热片单元的另一变形例的相当于图 5 的图。

[0029] 图 10 是表示以往的液冷式冷却装置的散热片的相当于图 5 的图。

具体实施方式

[0030] 以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。另外,在所有附图中对同一部分和同一物标注相同的附图标记,省略重复说明。

[0031] 在以下的说明中,设定图 2 的上下、左右为上下、左右,设定图 3 的下侧为前,上侧为后。

[0032] 另外,在以下的说明中,“铝”这样的术语除了纯铝之外还包括铝合金。

[0033] 图 1 ~ 图 3 表示本发明的液冷式冷却装置的整体构成,图 4 和图 5 表示其要部的构成。另外,图 1 ~ 图 3 表示在本发明的液冷式冷却装置上安装有包括半导体元件的发热体的状态。

[0034] 在图 1 ~ 图 3 中,液冷式冷却装置 1 具备包括顶壁 3、底壁 4 和周壁 5 的壳体 2,壳体 2 的周壁 5 由沿前后方向延伸的垂直状的左侧壁 6、沿前后方向延伸并且与左侧壁 6 相

对向的垂直状的右侧壁 7、沿左右方向延伸的垂直状的后侧壁 8 以及沿左右方向延伸的垂直状的前侧壁 9 形成。在壳体 2 的周壁 5 的左侧壁 6 的前端部以向左方突出的方式形成有冷却液入口 11, 同样在右侧壁 7 的后端部以向右方突出的方式形成有冷却液出口 12。冷却液入口 11 向左方开口, 冷却液出口 12 向右方开口。壳体 2 由包括形成顶壁 3 和周壁 5 的上半部的上侧周壁形成部 5A 的铝制上构成部件 13 和包括形成底壁 4 和周壁 5 的下半部的下侧周壁形成部 5B 的铝制下构成部件 14 构成。在上构成部件 13 的上侧周壁形成部 5A 的下端部和下构成部件 14 的下侧周壁形成部 5B 的上端部, 分别一体形成有朝外的凸缘 13a、14a, 两构成部件 13、14 的朝外的凸缘 13a、14a 彼此被钎焊。

[0035] 在壳体 2 内的左侧壁 6 和右侧壁 7 之间并且在冷却液入口 11 和冷却液出口 12 之间的部分, 设置有沿前后方向延伸并且使冷却液从前侧流动到后侧的冷却液流路 15。

[0036] 在壳体 2 的顶壁 3 和底壁 4 中的外表面安装有发热体 H 的壁、在此为顶壁 3 的面对冷却液流路 15 的内表面, 在左右方向 (冷却液流路 15 的宽度方向) 上隔着间隔地设置有向下方突出并且沿前后方向 (冷却液流路 15 中的冷却液的流动方向) 延伸的多片散热片 16。相邻的 2 片散热片 16 在上端部或下端部通过连接部 17 被连接成一体, 并且上下交替设置连接部 17, 由此, 由所有的散热片和连接部 17 构成散热片单元 18 (参照图 4), 散热片单元 18 的上侧的连接部 17 被钎焊在壳体 2 的顶壁 3 内表面, 下侧的连接部 17 被钎焊在壳体 2 的底壁 4 内表面。

[0037] 散热片单元 18 的各散热片 16 的由与散热片高度方向 (上下方向) 正交的水平面 F (参照图 2) 切断出的形状为波形, 交替形成有向左方突出的波峰部 19 和向右方突出的波谷部 21。散热片单元 18 为铝制, 通过挤压加工、弯曲加工、锻造等来制造。

[0038] 在此, 在图 5 中, 用 16A 表示散热片 18 的相邻的 2 片散热片中的左侧的散热片, 用 16B 表示右侧的散热片。如图 5 所示, 由沿前后方向延伸的第 1 直线 L1 连结, 由连接相邻的 2 片散热片 16A、16B 中的一方在此为左侧的散热片 16A 的相邻的 2 个波峰部 19 和位于两波峰部 19 之间的波谷部 21 的 2 个倾斜部 22 的朝向另一方在此为右侧的散热片 16B 的右侧面 22a 和上述水平面 F 形成的 2 条交线相交的点 P1。另外, 由沿前后方向延伸的第 2 直线 L2 连结, 由连接右侧的散热片 16B 的相邻的 2 个波谷部 21 和位于两波谷部 21 之间的波峰部 19 的 2 个倾斜部 22 的朝向左侧的散热片 16A 的左侧面 22b 和上述水平面 F 形成的 2 条交线相交的点 P2。而且, 第 1 直线 L1 位置比第 2 直线 L2 靠右侧, 由此, 上述点 P1 和上述点 P2, 在上述水平面 F 上, 位置比沿前后方向 (冷却液的流动方向) 延伸的 1 条直线更靠相邻的相反的散热片 16B、16A 侧。因此, 冷却液在冷却液流路 15 在相邻的 2 片散热片 16 之间的流路部分弯曲流动。另外, 第 1 直线 L1 和第 2 直线也可一致。

[0039] 另外, 由连接左侧的散热片 16A 的相邻的 2 个波谷部 21 和位于两波谷部 21 之间的波峰部 19 的 2 个倾斜部 22 的右侧面 22a 和上述水平面 F 形成的 2 条交线所形成的角度 α 、以及由连接右侧的散热片 16B 的相邻的 2 个波峰部 19 和位于两波峰部 19 之间的波谷部 21 的 2 个倾斜部 22 的左侧面 22b 和上述水平面 F 形成的 2 条交线所形成的角度 β , 优选, 分别为 $110 \sim 150$ 度。若该角度 α 、 β 过小, 则冷却液在相邻的 2 片散热片 16 之间流动时的压力损失有可能过度增大, 若该角度 α 、 β 过大, 则有时冷却性能的提高效果不充分。为了参考, 在图 6 中示出了上述角度 α 、 β 与压力损失和冷却性能的关系。

[0040] 此外, 优选, 相邻的 2 片散热片 16A、16B 之间的间隔 S 为 0.5mm 以上。若该间隔 S

过小,则有可能包含在冷却液中的异物会堵塞相邻的 2 片散热片 16A、16B 之间。另外,该间隔 S 的上限为 2mm 左右。这是因为:若该间隔 S 过大,则冷却性能有可能降低。

[0041] 将壳体 2 内的比冷却液流路 15 靠上游侧(前侧)的部分做成为与冷却液入口 11 相通的入口储液箱部 23,并且将比冷却液流路 15 靠下游侧(后侧)的部分做成为与冷却液出口 12 相通的出口储液箱部 24。壳体 2 整体的内部高度即入口储液箱部 23、出口储液箱部 24 和冷却液流路 15 的高度相等。另外,入口储液箱部 23 和出口储液箱部 24 的前后方向的宽度在整个长度上相等。入口储液箱部 23 的与冷却液入口 11 相通的左侧壁 6 侧的流入端部 23a 的形状以及出口储液箱部 24 的与冷却液出口 12 相通的右侧壁 7 侧的流出端部 24a 的形状为方形,入口储液箱部 23 的流入端部 23a 的宽度(前后方向的宽度)和出口储液箱部 24 的流出端部 24a 的宽度(前后方向的宽度)相等。

[0042] 包括半导体元件的发热体 H 通过板状绝缘部件 1 与壳体 2 的顶壁 3 外表面接合。

[0043] 在上述构成的液冷式冷却装置 1 中,从冷却液入口 11 通过流入端部 23a 流入入口储液箱部 23 内的冷却液,在冷却液流路 15 内的相邻的 2 片散热片 16 之间的流路部分 15a 分流,在各流路部分 15a 内向后方流动。

[0044] 在冷却液流路 15 的流路部分 15a 向后方流动的冷却液进入出口储液箱部 24 内,并且在出口储液箱部 24 内向右方流动,通过出口储液箱部 24 的右侧壁 7 侧的流出端部 24a 从冷却液出口 12 流出。

[0045] 而且,从发热体 H 发出的热量经由绝缘部件 I、壳体 2 的顶壁 3 和散热片单元 18 的各散热片 16 传递到在冷却液流路 15 的各流路部分 15a 内流动的冷却液,冷却了发热体 H。

[0046] 为了参考,在图 7 中用实线表示上述实施方式的液冷式冷却装置 1 的在冷却液流路 15 中流动的冷却液的流速和热阻的关系。另外,在图 7 中用虚线表示具备图 10 所示的散热片的比较产品的在冷却液流路 15 中流动的冷却液的流速和热阻的关系。根据图 7 所示的结果,可知:上述实施方式的液冷式冷却装置 1 与日本特开 2007-201181 号公报记载的液冷式冷却装置同样的构成的比较产品相比冷却性能提高。

[0047] 另外,图 7 所示的结果是根据下述结果得出的,所述结果为:将来自发热体 H 的热量负荷设为 50~200W 并且使由水形成的 20~30℃ 的冷却液在冷却液流路流动,通过使流速在 5m/s 以下发生各种变化来实行的计算机模拟计算的结果。

[0048] 图 8 和图 9 表示散热片单元的变形例。另外,在图 8 和图 9 中也用 16A 表示散热片单元的相邻的 2 片散热片中的左侧的散热片,用 16B 表示右侧的散热片。

[0049] 在图 8 中所示的散热片单元 30 的情况下,各散热片 16A、16B 的由与散热片高度方向(上下方向)正交的水平面 F 切断出的形状为波形,突出到左方的波峰部 31 和突出到右方的波谷部 32 分别带圆角。

[0050] 因此,由连接左侧的散热片 16A 的相邻的 2 个波峰部 31 和位于两波峰部 31 之间的波谷部 32 的 2 个倾斜部 22 的右侧面 22a 和上述水平面 F 形成的 2 条交线相交的点 P1,在上述水平面 F 上,位于该 2 个倾斜部 22 的右侧面 22a 的向右侧的延长部相交的部分。另外,由连接右侧的散热片 16B 的相邻的 2 个波谷部 32 和位于两波谷部 32 之间的波峰部 31 的 2 个倾斜部 22 的左侧面 22b 和上述水平面 F 形成的 2 条交线相交的点 P2,在上述水平面 F 上,位于该 2 个倾斜部 22 的左侧面 22b 的向左侧的延长部相交的部分。与图 5 所示的散热片 16A、16B 的情况同样,分别由沿前后方向延伸的第 1 直线 L1 和第 2 直线 L2 联结上

述 2 个点 P1、P2。而且,第 1 直线 L1 位置比第 2 直线 L2 靠右侧,由此,上述点 P1 和上述点 P2,在上述水平面 F 上,位置比沿前后方向(冷却液的流动方向)延伸的 1 条直线更靠相邻的相反的散热片 16B、16A 侧。另外,第 1 直线 L1 和第 2 直线 L2 也可一致。

[0051] 在图 9 所示的散热片单元 35 的情况下,各散热片 16A、16B 的由与散热片高度方向(上下方向)正交的水平面 F 切断出的形状为波形,突出到左方的波峰部 36 和突出到右方的波谷部 37 分别形成平坦状。

[0052] 因此,由连接左侧的散热片 16A 的相邻的 2 个波峰部 36 和位于两波峰部 36 之间的波谷部 37 的 2 个倾斜部 22 的右侧面 22a 和上述水平面 F 形成的 2 条交线相交的点 P1,在上述水平面 F 上,位于该 2 个倾斜部 22 的右侧面 22a 的向右侧的延长部相交的部分。另外,由连接右侧的散热片 16B 的相邻的 2 个波谷部 37 和位于两波谷部 37 之间的波峰部 36 的 2 个倾斜部 22 的左侧面 22b 和上述水平面 F 形成的 2 条交线相交的点 P2,在上述水平面 F 上,位于该 2 个倾斜部 22 的左侧面 22b 的向左侧的延长部相交的部分。与图 5 所示的散热片 16A、16B 的情况同样,分别由沿前后方向延伸的第 1 直线 L1 和第 2 直线 L2 连结上述 2 点 P1、P2。而且,第 1 直线 L1 位置比第 2 直线 L2 靠右侧,由此,上述点 P1 和上述点 P2,在上述水平面 F 上,位置比沿前后方向(冷却液的流动方向)延伸的 1 条直线更靠相邻的相反的散热片 16B、16A 侧。另外,第 1 直线 L1 和第 2 直线 L2 也可一致。

[0053] 在图 8 和图 9 所示的散热片单元 30、35 中,与图 5 所示的散热片单元 18 同样,优选,由连接左侧的散热片 16A 的相邻的 2 个波谷部 21 和位于两波谷部 21 之间的波峰部 19 的 2 个倾斜部 22 的右侧面 22a 和上述水平面 F 形成的 2 条交线所形成的角度 α 以及由连接右侧的散热片 16B 的相邻的 2 个波峰部 19 和位于两波峰部 19 之间的波谷部 21 的 2 个倾斜部 22 的左侧面 22b 和上述水平面 F 形成的 2 条交线所形成的角度 β ,分别为 110 ~ 150 度,优选,相邻的 2 片散热片 16A、16B 之间的间隔 S 为 0.5mm 以上。

[0054] 在上述实施方式中,所有散热片 16 中的相邻的 2 片散热片 16 由连接部 17 连接,但不限于此,也可将所有散热片 16 分别固定在壳体 2 的顶壁 3 和底壁 4 中的外表面安装有发热体的壁的面对冷却液流路 15 的部分的内表面或者一体形成。

[0055] 另外,在上述实施方式中,在壳体 2 的周壁 5 的左侧壁 6 的一端部形成有冷却液入口,同样,在右侧壁 7 的另一端部形成有冷却液出口,但不限于此,也可在左侧壁 6 和右侧壁 7 中的任何一方的壁的一端部形成有冷却液入口,在其另一端部形成有冷却液出口。另外,也可在壳体的顶壁或底壁隔着间隔地形成有冷却液入口和冷却液出口。

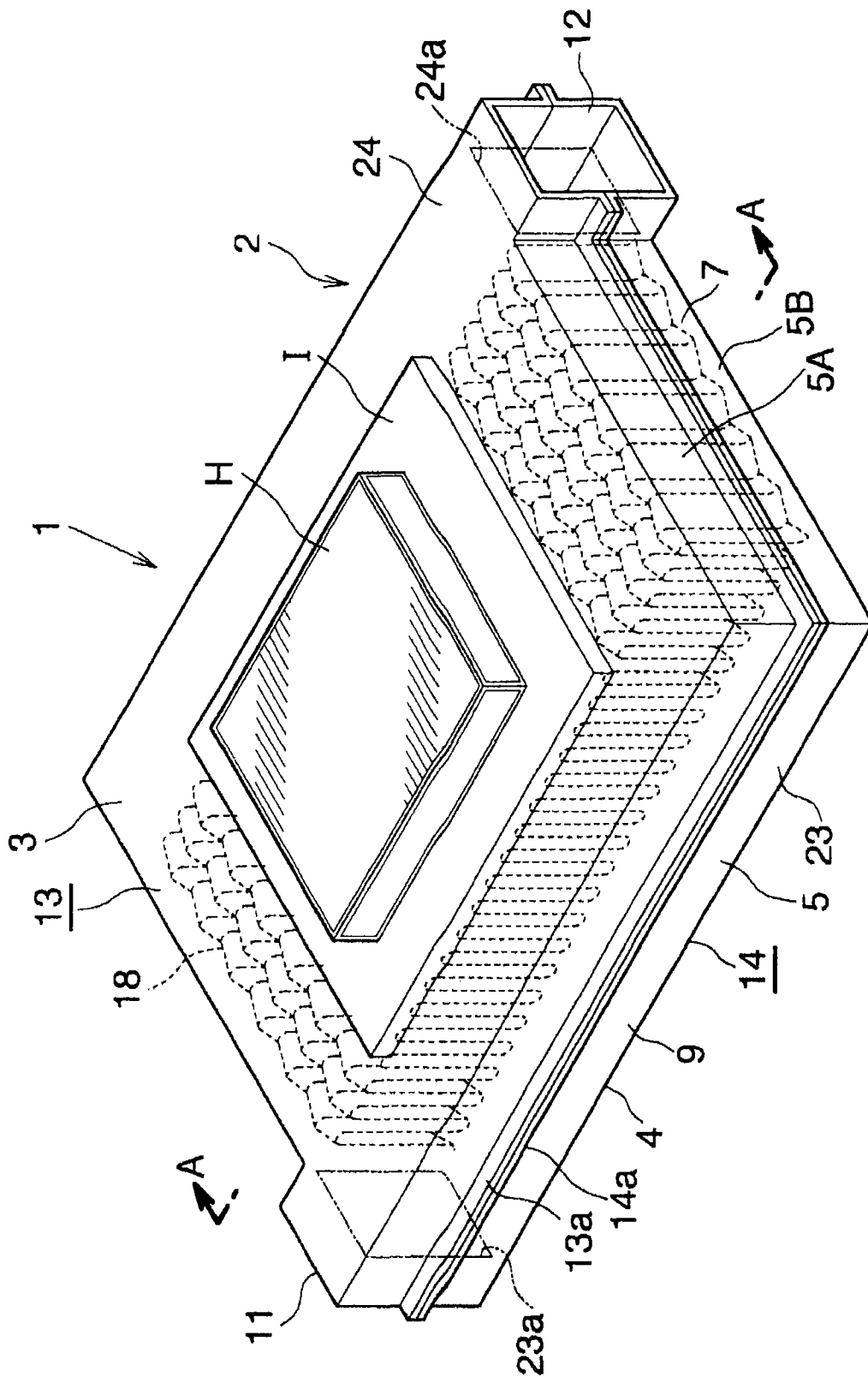


图 1

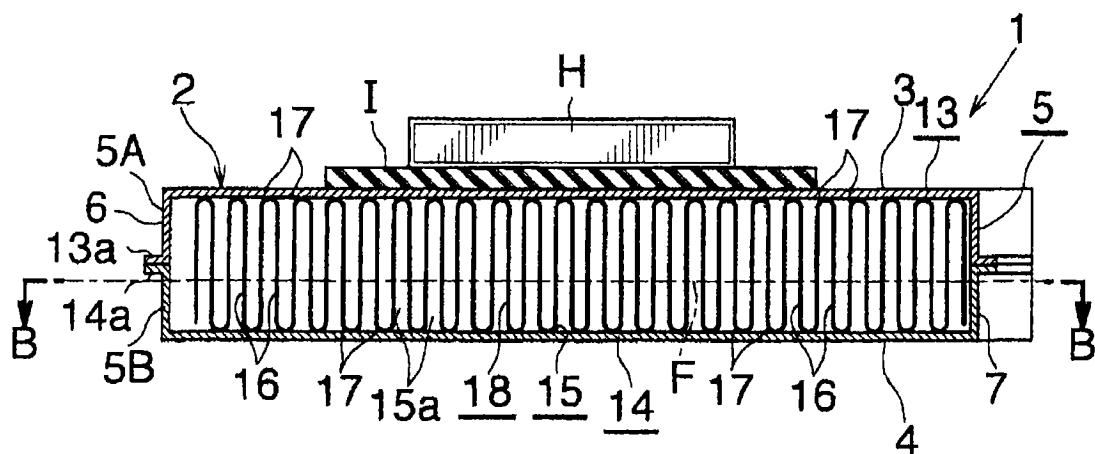


图 2

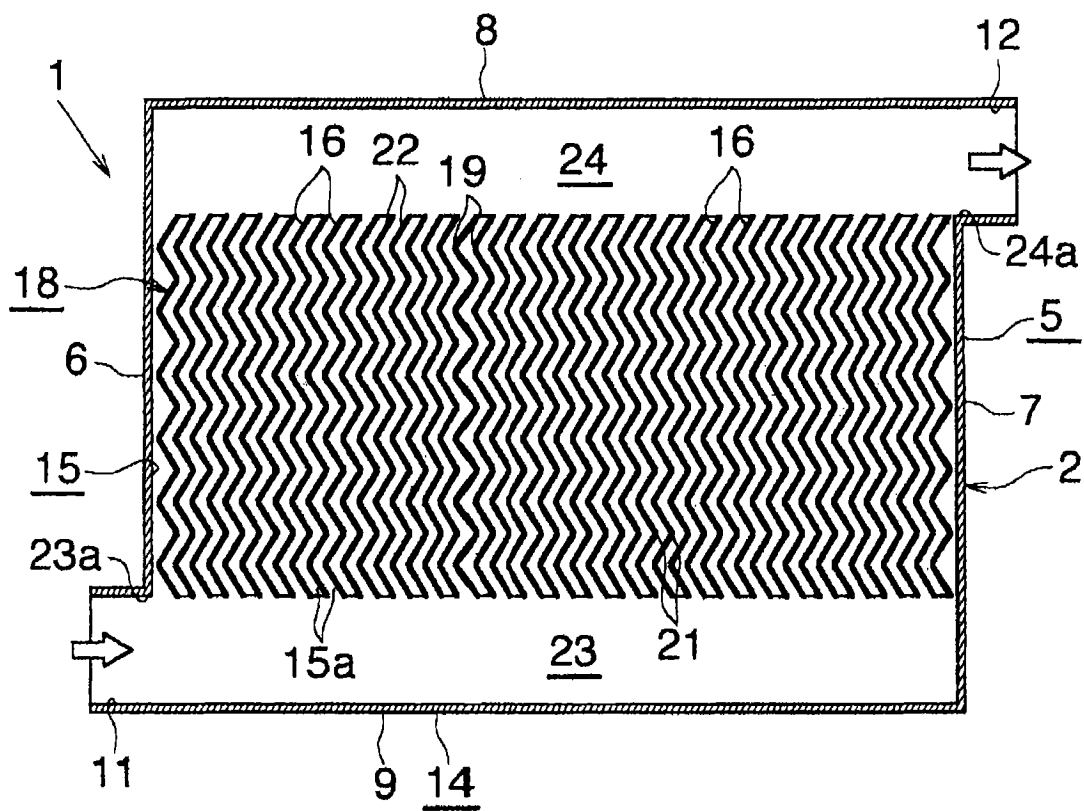


图 3

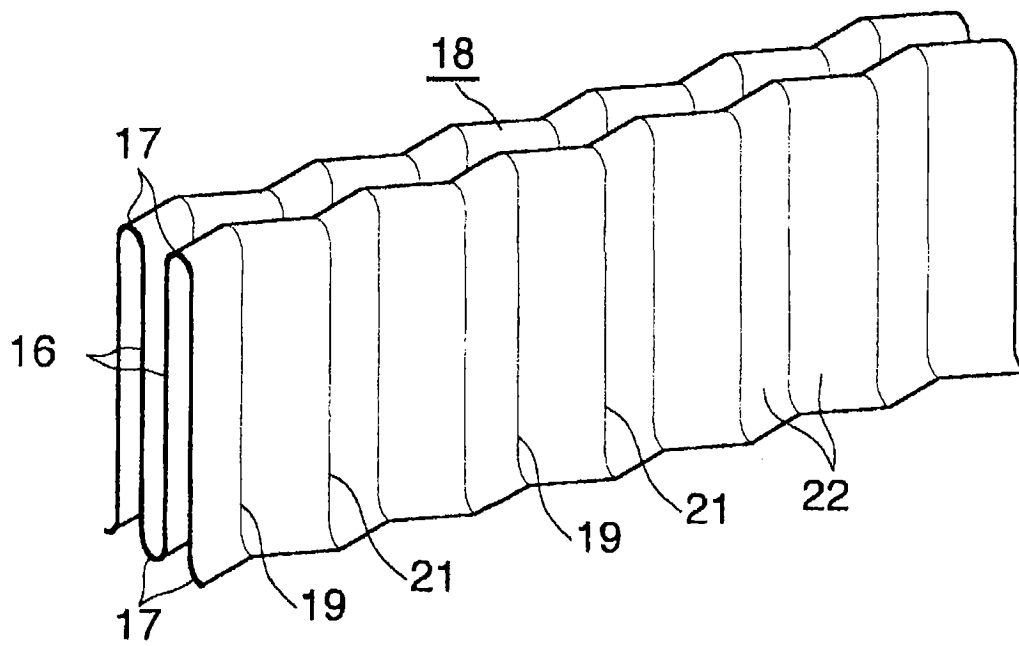


图 4

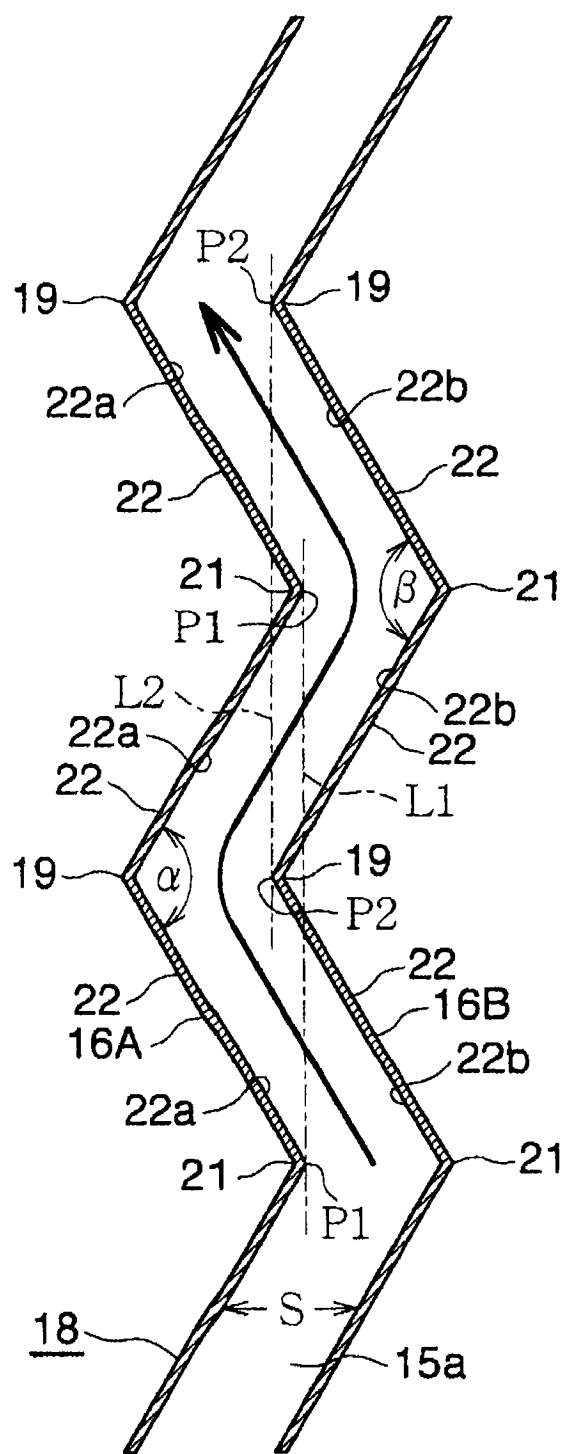


图 5

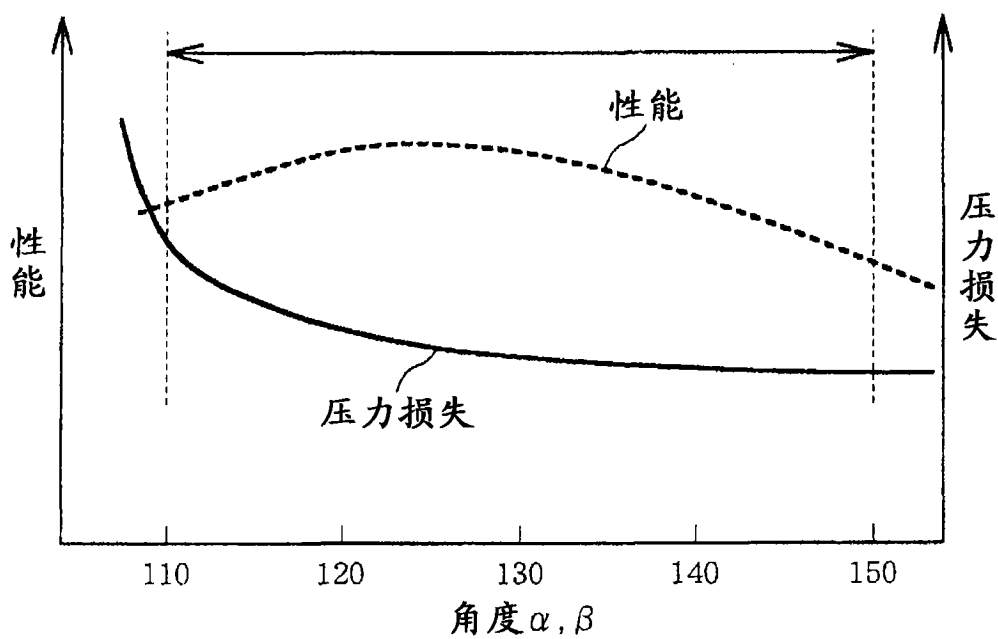


图 6

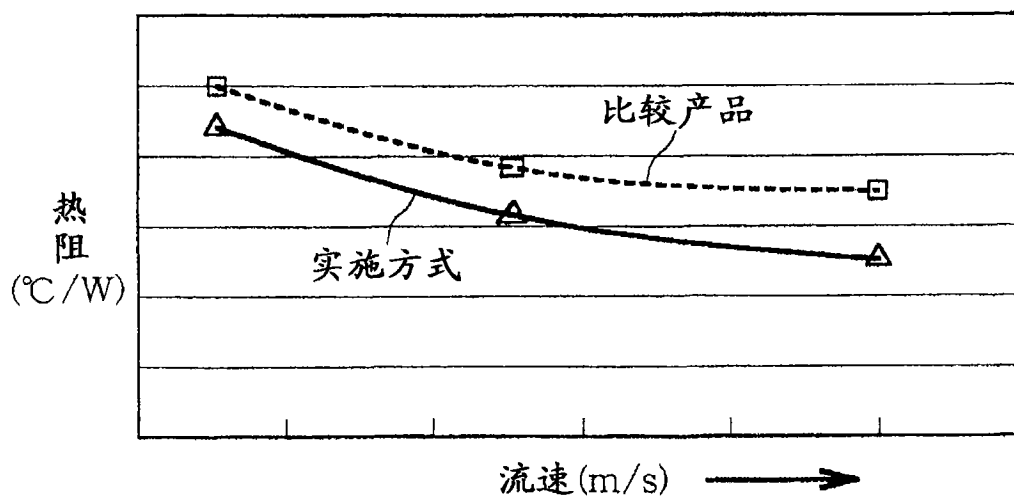


图 7

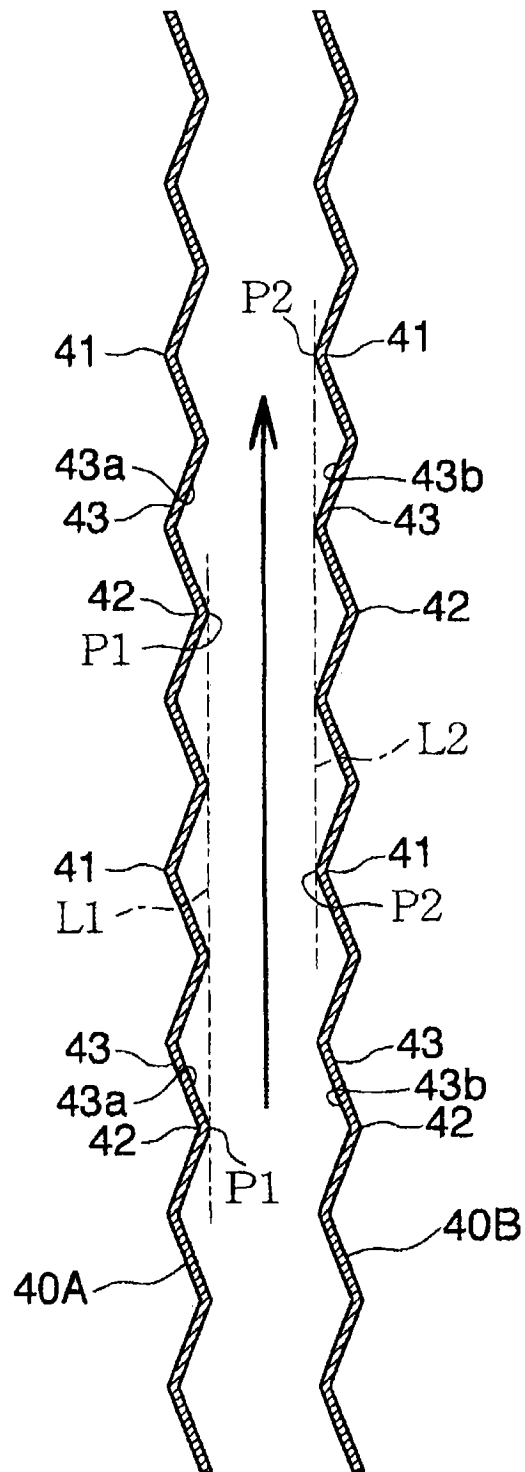


图 10