



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103999212 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201280061317.5

(22)申请日 2012.12.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103999212 A

(43)申请公布日 2014.08.20

(30)优先权数据
2012-024318 2012.02.07 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.06.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2012/007879 2012.12.10

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/118223 JA 2013.08.15

(73)专利权人 富士电机株式会社
地址 日本神奈川县

(72)发明人 柴田美里 田中泰仁

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 宋俊寅

(51)Int.Cl.
H01L 23/36(2006.01)
H01L 23/40(2006.01)
H01L 23/473(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开2010-73998 A,2010.04.02,
CN 101640495 A,2010.02.03,
JP 特开2004-282804 A,2004.10.07,
JP 特开平6-26772 A,1994.02.04,
JP 特开平11-26660 A,1999.01.29,
JP 特开2007-159204 A,2007.06.21,
CN 101202495 A,2008.06.18,

审查员 贾枫

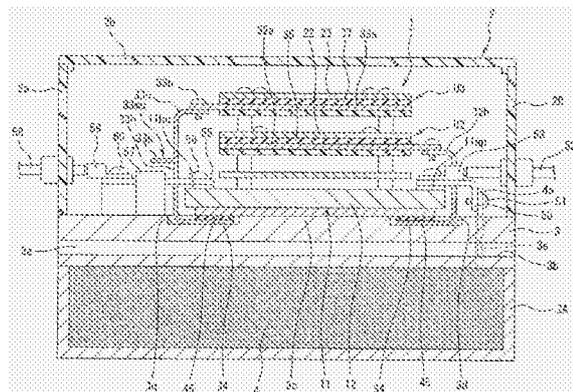
权利要求书2页 说明书14页 附图16页

(54)发明名称
功率转换装置

(57)摘要

本发明提供一种功率转换装置,该功率转换装置中,安装于基板的发热电路元件的热量的散热路径中不經由壳体而能将发热电路元件的热量高效地向冷却体进行散热,并进一步抑制发热电路元件的热量而导致的周围温度的上升。该功率转换装置包括:半导体功率模块,该半导体功率模块的箱体内存有功率转换用的半导体开关元件,且在该箱体的一个面上设置有对该半导体开关元件进行冷却的冷却构件;安装基板,该安装基板安装有包含发热电路元件的电路元件,所述发热电路元件驱动所述半导体开关元件;冷却体,该冷却体对所述半导体功率模块的冷却构件进行冷却;以及导热支承构件,该导热支承构件将安装于所述安装基板上的发热电路元件的发热直接传导至所述冷却体,所述导热支承构件包括支承所述安装基板的导热

支承板部、以及在该导热支承板与所述冷却体之间形成导热路径的导热支承侧板部,并在所述导热支承侧板部形成有从周围气氛吸热的吸热部。



1. 一种功率转换装置,其特征在于,包括:

半导体功率模块,该半导体功率模块在箱体内存置有功率转换用的半导体开关元件,且在该箱体的一个面上设置有对该半导体开关元件进行冷却的冷却构件;

安装基板,该安装基板安装有包含发热电路元器件的电路元器件,所述发热电路元器件驱动所述半导体开关元件;

冷却体,该冷却体对所述半导体功率模块的冷却构件进行冷却;以及导热支承构件,该导热支承构件将安装于所述安装基板上的发热电路元器件所发出的热量直接传导至所述冷却体,

所述导热支承构件包括支承所述安装基板的导热支承板部、以及在该导热支承板与所述冷却体之间形成导热路径的导热支承侧板部,所述导热支承侧板部形成有从周围气氛吸热的吸热部,

所述吸热部由形成供连接导体插入的开口并向外侧弯曲的弯曲部构成,该连接导体连接所述半导体功率模块的外部连接端子,该外部连接端子设置在所述导热支承侧板部的与所述半导体功率模块相对的侧面的外侧。

2. 如权利要求1所述的功率转换装置,其特征在于,

所述吸热部由设置于所述导热支承侧板部的与所述半导体功率模块相对的侧面的外侧的多个吸热翅片构成。

3. 如权利要求1所述的功率转换装置,其特征在于,

所述吸热部由在设置于所述导热支承侧板部的与所述半导体功率模块相对的侧面的外侧的多个吸热肋片构成。

4. 如权利要求1所述的功率转换装置,其特征在于,

所述导热支承板由导热支承侧板部固定支承。

5. 如权利要求1所述的功率转换装置,其特征在于,

所述导热支承板部隔着导热构件来支承所述安装基板。

6. 如权利要求5所述的功率转换装置,其特征在于,

所述导热构件由绝缘体构成。

7. 如权利要求5所述的功率转换装置,其特征在于,

所述导热构件由具有伸缩性的弹性体构成。

8. 如权利要求7所述的功率转换装置,其特征在于,

利用紧固构件压缩所述导热构件并将所述安装基板与所述导热支承构件的导热支承板部固定。

9. 如权利要求8所述的功率转换装置,其特征在于,

在所述紧固构件的周围插入间隔调整构件,该间隔调整构件将所述安装基板与所述导热支承构件的导热支承板部之间的间隔维持在规定值。

10. 如权利要求1所述的功率转换装置,其特征在于,

所述导热支承板部具有支承所述安装基板的导热基板支承部。

11. 如权利要求1所述的功率转换装置,其特征在于,

具备多组由所述安装基板和所述导热支承构件所构成的组,使每个所述组中的所述导热支承构件的所述导热支承侧板部的高度各不相同,并且该导热支承侧板部通过所述半导

体功率模块的不同侧面而与所述冷却构件相接触。

12. 如权利要求1所述的功率转换装置,其特征在于,

包括配置在所述冷却体上,用于密封所述半导体功率模块、所述安装基板以及所述导热支承构件的壳体。

功率转换装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种功率转换装置,在所述功率转换装置中,在内置有功率转换用的半导体开关元件的半导体功率模块上隔着规定间隔地对安装基板进行支承,所述安装基板安装有包含驱动上述半导体开关元件的发热电路元器件的电路元器件。

背景技术

[0002] 作为这种功率转换装置,已知有专利文献1所记载的功率转换装置。该功率转换装置的壳体内设置有水冷套管,在该水冷套管上配置了半导体功率模块,该半导体功率模块内置有作为功率转换用的半导体开关元件的IGBT,并且该功率转换装置对该半导体功率模块进行冷却。此外,在壳体内,在半导体功率模块的水冷套管的相反侧隔着规定距离地配置有控制电路基板,由该控制电路基板产生的热量经由散热构件传导至对控制电路基板进行支承的金属底板,并且传导至金属底板的热量经由支承该金属底板的壳体的侧壁传导至水冷套管。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第4657329号公报

发明概要

[0006] 发明所要解决的技术问题

[0007] 然而,在上述专利文献1所记载的现有例中,控制电路基板所产生的热沿着控制电路基板→散热构件→金属底板→壳体→水冷套管这样的路径进行散热。因此,存在以下未解决的问题:即,由于将壳体用作为导热路径的一部分,因而也要求壳体具有良好的导热性,从而材料被限定为热传导率较高的金属,因此在要求小型化轻量化的功率转换装置中,无法选择树脂等较轻的材料,因而难以实现轻量化。

[0008] 另外,对于壳体,由于在大多数情况下要求防水、防尘,因此,一般在金属底板与壳体之间、壳体与水冷套管之间,涂布液态密封剂或夹入橡胶制充填物等。因此还存在以下未解决的问题:即,液态密封剂或橡胶制充填物的热传导率一般较低,将这些材料夹在热冷却路径中会导致热阻增大,从而导致冷却效率下降。

[0009] 为了解决该未解决的问题,还需要使基板或安装元器件的未完全去除的发热从壳体或壳体盖通过自然对流进行散热,为了增大壳体或壳体盖的表面积,壳体或壳体盖的外形变大,从而使得功率转换装置变得大型化。

[0010] 因此,本发明的目的在于着眼于上述现有例的未解决的问题,而提供一种功率转换装置,该功率转换装置使安装于基板的发热电路元器件的热量的散热路径不經由壳体,由此高效地将发热电路元器件的热量散热至冷却体,并且还能抑制由发热电路元器件的热量引起的周围温度的上升。

[0011] 解决技术问题所采用的技术方案

[0012] 为实现上述目的,本发明所涉及的功率转换装置的第一方式在于,包括:半导体功率模块,该半导体功率模块的一个面与冷却体相接合;安装基板,该安装基板安装有包含发热电路元器件的电路元器件,所述发热电路元器件驱动所述半导体功率模块;以及热传导路径,该热传导路径使所述安装基板的热量传导至所述冷却体。此外,所述热传导路径具有从周围气氛吸热的吸热部。

[0013] 根据该结构,能利用热传导路径将安装于安装基板的发热电路元器件的热量直接向冷却体进行散热。此外,导热支承侧板部具有从周围气氛吸热的吸热部,因此通过从导热支承侧板部的周边部的周边气氛进行吸热,能抑制周围气氛的温度上升。

[0014] 本发明所涉及的功率转换装置的第二方式在于,包括:半导体功率模块,该半导体功率模块在箱体内存有功率转换用的半导体开关元件,且在该箱体的一个面上设置有对该半导体开关元件进行冷却的冷却构件;安装基板,该安装基板安装有包含发热电路元器件的电路元器件,所述发热电路元器件驱动所述半导体开关元件;冷却体,该冷却体对所述半导体功率模块的冷却构件进行冷却;以及导热支承构件,该导热支承构件将安装于所述安装基板上的发热电路元器件所发出的热量直接传导至所述冷却体。此外,所述导热支承构件包括支承所述安装基板的导热支承板部、以及在该导热支承板与所述冷却体之间形成导热路径的导热支承侧板部,所述导热支承侧板部形成有从周围气氛吸热的吸热部。

[0015] 根据该结构,能利用导热支承构件的导热支承板部及导热支承侧板部将安装于安装基板的发热电路元器件的热量直接向冷却体进行散热,而不经由壳体。此外,导热支承侧板部具有从周围气氛吸热的吸热部,因此通过从导热支承侧板部的周边部的周边气氛进行吸热,能抑制周围气氛的温度上升。

[0016] 另外,本发明所涉及的功率转换装置的第三方式在于,所述吸热部由形成供连接导体插入的开口并向外侧弯曲的弯曲部构成,该连接导体连接所述半导体功率模块的外部连接端子,该外部连接端子设置在所述导热支承侧板部的与所述半导体功率模块相对的侧面的外侧。

[0017] 根据该结构,使由导热路径形成构件上的例如U字形的狭缝形成的舌片弯曲,从而能形成供与半导体功率模块的外部连接端子相连接的连接导体插入的开口,并形成弯曲部,能发挥吸热效果,而无需安装其它的吸热构件。

[0018] 本发明所涉及的功率转换装置的第四方式在于,所述吸热部由设置于所述导热支承侧板部的与所述半导体功率模块相对的侧面的外侧的多个吸热翅片构成。

[0019] 根据该结构,在导热路径形成构件中设有多个吸热翅片,因此增加了吸热面积,能提高吸热效果。

[0020] 本发明所涉及的功率转换装置的第五方式在于,所述吸热部由在设置于所述导热支承侧板部的与所述半导体功率模块相对的侧面的外侧的多个吸热肋片构成。

[0021] 根据该结构,在导热路径形成构件中设有多个吸热肋片,因此增加了吸热面积,能提高吸热效果。

[0022] 在本发明所涉及的功率转换装置的第六方式中,所述导热支承板由导热支承侧板部固定支承。

[0023] 根据该结构,导热支承板部由导热支承侧板部固定支承,因此增加了到冷却体的导热截面积,能高效地使发热电路元器件散热。

[0024] 在本发明所涉及的功率转换装置的第七方式中,所述导热支承板部隔着导热构件来支承所述安装基板。

[0025] 根据该结构,安装于安装基板的发热电路元器件的热量能经由导热构件传导至导热支承板,能确保较大的导热截面积从而进行高效的导热。

[0026] 本发明所涉及的功率转换装置的第八方式在于,所述导热构件由绝缘体构成。

[0027] 根据该结构,由于导热构件由绝缘体构成,因此能可靠地进行安装于安装基板的电路元器件与导热支承板之间的绝缘,能使两者的间隔变窄,并且能以热传导率较高的金属材料来形成导热支承板。

[0028] 另外,本发明所涉及的功率转换装置的第九方式在于,所述导热构件由具有伸缩性的弹性体构成。

[0029] 根据该结构,由于导热构件由具有伸缩性的弹性体构成,因此能扩大与安装于安装基板的电路元器件之间的接触面积,能高效地将发热电路元器件所发出的热量传导至导热支承板。

[0030] 本发明所涉及的功率转换装置的第十方式在于,利用紧固构件压缩所述导热构件并将所述安装基板与所述导热支承构件的导热支承板部固定。

[0031] 根据该结构,由于利用紧固构件对导热构件进行压缩的同时将该导热构件固定,因此在使用混入了例如充填物而形成的导热构件的情况下,能通过压缩提高导热构件的热传导率。

[0032] 本发明所涉及的功率转换装置的第十一方式在于,在所述紧固构件的周围插入间隔调整构件,该间隔调整构件将所述安装基板与所述导热支承构件的导热支承板部之间的间隔维持在规定值。

[0033] 根据该结构,在导热构件是混入了充填物的弹性体的情况下,能正确地规定导热构件的压缩高度,能正确地调整导热构件的热传导率。

[0034] 本发明所涉及的功率转换装置的第十二方式在于,所述导热支承板部具有支承所述安装基板的导热基板支承部。

[0035] 根据该结构,利用与导热支承板形成为一体的导热基板支承部对安装基板进行支承,因此能抑制导热基板支承部与导热支承板之间的热阻,进行高效的热传导。

[0036] 本发明所涉及的功率转换装置的第十三方式在于,具备多组由所述安装基板和所述导热支承构件所构成的组,使每个所述组中的所述导热支承构件的所述导热支承侧板部的高度各不相同,并且该导热支承侧板部通过所述半导体功率模块的不同侧面而与所述冷却构件相接触。

[0037] 根据该第十三方式,在存在多个安装基板与导热支承板部构成的组的情况下,能按每个安装基板形成不同的散热路径,能进行更高效的散热。

[0038] 本发明所涉及的功率转换装置的第十四方式在于,包括配置在所述冷却体上,用于密封所述半导体功率模块、所述安装基板以及所述导热支承构件的壳体。

[0039] 根据该第十四方式,利用配置在冷却体上的壳体,将半导体功率模块、安装基板以及导热支承构件密封,因此利用吸热部从由于安装于安装基板的发热电路元器件的发热而导致温度上升的封入气体进行吸热,从而能抑制封入气体的温度上升。

[0040] 发明效果

[0041] 根据本发明,使安装于安装基板的发热电路元器件的发热经由热传导路径传导到冷却体,由此能进行高效的散热。

[0042] 此外,在热传导路径中形成弯曲部、吸热翅片、吸热肋片等吸热构件,因此能从热传导路径的周围气氛吸热,能抑制周围气氛的温度上升。

附图说明

[0043] 图1是表示本发明所涉及的功率转换装置的实施方式1的整体结构的剖视图。

[0044] 图2是表示实施方式1的主要部分的放大剖视图。

[0045] 图3是表示安装有安装基板的状态下的具体结构的放大剖视图。

[0046] 图4是表示将安装基板安装到导热支承构件的安装方法的图。

[0047] 图5是表示将安装基板安装到导热支承构件后的状态的剖视图。

[0048] 图6是表示导热构件的变形例的剖视图。

[0049] 图7是表示安装了半导体功率模块及基板的导热支承构件的俯视图。

[0050] 图8是表示安装了半导体功率模块及基板的导热支承构件的立体图。

[0051] 图9是表示导热支承构件的立体图。

[0052] 图10是对发热电路元器件的散热路径和周围气氛的吸热路径进行说明的图。

[0053] 图11是表示对功率转换装置施加上下振动或横向摇动的状态的图。

[0054] 图12是说明导热支承构件的其他示例中的散热路径的图。

[0055] 图13是表示半导体功率模块的冷却构件的其它示例的整体结构的剖视图。

[0056] 图14是图13的主要部分的放大剖视图。

[0057] 图15是表示导热支承构件的其它示例的剖视图。

[0058] 图16是表示安装基板的其它示例的剖视图。

[0059] 图17是表示导热支承板部的其它示例的剖视图。

[0060] 图18是表示本发明的实施方式2的整体结构的剖视图。

[0061] 图19是表示安装了实施方式2的半导体功率模块及安装基板的导热支承构件的立体图。

[0062] 图20是表示实施方式2的导热支承构件的立体图。

[0063] 图21是表示本发明的实施方式3所示的安装了半导体功率模块及安装基板的导热支承构件的立体图。

[0064] 图22是表示实施方式3的导热支承构件的立体图。

具体实施方式

[0065] 以下,利用附图,对本发明的实施方式进行说明。

[0066] 图1是表示本发明所涉及的功率转换装置的整体结构的剖视图。

[0067] 图中,标号1是功率转换装置,该功率转换装置1收纳于壳体2内。壳体2由合成树脂材料成形而成,所述壳体2由下部壳体2A及上部壳体2B构成,该下部壳体2A及上部壳体2B夹着具有水冷套管的结构的冷却体3而被分割成上下侧。

[0068] 下部壳体2A由有底方筒体构成。该下部壳体2A的开放上部被冷却体3所覆盖,其内部收纳有滤波用的薄膜电容器4。

[0069] 上部壳体2B包括上端和下端开放的方筒体2a、以及封闭该方筒体2a上端的盖体2b。而且,方筒体2a的下端被冷却体3所封闭。虽未图示,但在该方筒体2a的下端与冷却体3之间,存在涂布有液态密封剂或夹有橡胶制充填物等的密封材料。

[0070] 冷却体3的冷却水的供水口3a和排水口3b朝壳体2外侧开口。这些供水口3a和排水口3b例如经由挠性软管与未图示的冷却水提供源相连接。该冷却体3例如通过将热传导率较高的铝、铝合金进行射出成型而形成。并且,冷却体3的下表面为平坦面,上表面的除中央部3c外的剩余部分上形成有方框状的周槽3d。此外,在冷却体3上形成有插入孔3e,该插入孔3e供外部连接电极4a在上下方向上插入,所述外部连接电极4a是保持于下部壳体2A的薄膜电容器4的经过绝缘覆盖的正负的外部连接电极。

[0071] 同时参照图2可知,功率转换装置1包括半导体功率模块11,该半导体功率模块11内置有例如绝缘栅双极晶体管(IGBT)来作为构成功率转换用的例如逆变器电路的半导体开关元件。对于该半导体功率模块11,在扁平的长方体状的绝缘性的箱体12内内置有IGBT,在箱体12的下表面上形成有金属制的冷却构件13。在箱体12及冷却构件13中,俯视时,在四个角上形成有插入孔15,该插入孔15用于供作为固定构件的固定螺钉14插入。另外,在箱体12的上表面上,在插入孔15内侧的四个部位上突出形成有规定高度的基板固定部16。

[0072] 在该基板固定部16的上端固定有驱动电路基板21,该驱动电路基板21安装有对内置于半导体功率模块11的IGBT进行驱动的驱动电路等。此外,在控制电路基板21的上方隔着规定间隔固定有控制电路基板22,该控制电路基板22作为安装基板安装有控制电路等,该控制电路中包含对内置于半导体功率模块11的IGBT进行控制的发热量较大、或者发热密度较大的发热电路元器件。并且,在控制电路基板22的上方隔着规定间隔固定有电源电路基板23,该电源电路基板23作为安装基板安装有电源电路等,该电源电路中包含对内置于半导体功率模块11的IGBT进行供电的发热电路元器件。

[0073] 而且,驱动电路基板21通过以下方式进行固定:即,将接头螺钉24的外螺纹部24a插入至形成在与基板固定部16相对的位置处的插入孔21a内,将该外螺纹部24a与形成于基板固定部16上表面的内螺纹部16a螺合。

[0074] 此外,控制电路基板22通过以下方式进行固定:即,将接头螺钉25的外螺纹部25a插入至插入孔22a内,该插入孔22a形成在与内螺纹部24b相对的位置处,该内螺纹部24b形成于接头螺钉24的上端,然后将该外螺纹部25a与接头螺钉24的内螺纹部24b螺合。

[0075] 而且,电源电路基板23通过以下方式进行固定:即,将固定螺钉26插入至插入孔23a内,该插入孔23a形成于与内螺纹部25b相对的位置处,该内螺纹部25b形成在接头螺钉25的上端,然后将该固定螺钉26与接头螺钉25的内螺纹部25b螺合。

[0076] 此外,控制电路基板22及电源电路基板23利用作为热传导路径的导热支承构件32及33来进行支承,使其不经由壳体2而独自形成到冷却体3的散热路径。这些导热支承构件32及33由例如铝、铝合金等热传导率较高(例如 $100\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 以上)的金属所形成。

[0077] 导热支承构件32及33配置在对控制电路基板22进行支承的冷却体3的周槽3d内,并具有成为冷却体接触板部的呈方框状的共用的底板部34。因此,导热支承构件32和33通过底板部34而连结为一体。而且,导热支承构件32和33及底板部34具有黑色的表面。为了使这些导热支承构件32和33及底板部34的表面变为黑色,在表面涂布黑色树脂、或用黑色涂料来进行涂抹即可。由此,使导热支承构件32和33及底板部34的表面变为黑色,从而与金属

原有颜色相比,能增大热辐射率,增加辐射导热量。因此,能促进导热支承构件32和33及底板部34向周围进行散热,使控制电路基板22及电源电路基板23高效地进行热冷却。此外,也可以只将导热支承构件32和33的表面变为黑色而不将底板部34的表面变为黑色。

[0078] 导热支承构件32由平板上的导热支承板部32a与导热支承侧板部32c构成,俯视时,该导热支承侧板部32c通过固定螺钉32b固定在该导热支承板部32a的沿着半导体功率模块11的长边的右端侧。此外,导热支承侧板部32c与共用的底板部34相联结。

[0079] 控制电路基板22隔着导热构件35通过固定螺钉36固定于导热支承板部32a。导热构件35由具有伸缩性的弹性体构成为与电源电路基板23相同的外形尺寸。作为该导热构件35,适用通过在硅胶的内部设置金属填料,来发挥绝缘性能的同时提高导热性的材料。

[0080] 如图2所示,导热支承侧板部32c由连结板部32d以及上板部32e形成,其截面呈倒L字形,其中,该连结板部32d与配置于冷却体3的周槽3d内的共用的底板部34的长边侧的外边缘连结为一体且向上方延伸,该上板部32e从该连结板部32d的上端向左侧延伸。连结板部32d通过半导体功率模块11的长边侧的右侧面向上方延伸。

[0081] 而且,将连结板部32d与底板部34的连结部、以及连结板部32d与上板部32e的连结部形成为例如以圆筒面的一部分构成的弯曲面32f及32g。由此,将连结板部32d与底板部34的连结部、以及连结板部32d与上板部32e的连结部形成为圆筒状的弯曲面32f及32g,从而能提高对上下振动或横向摇动等的抗振性。即,能缓和对功率转换装置1传递上下振动或横向摇动时、连结板部32d与底板部34的连结部及连结板部32d与上板部32e的连结部上所产生的应力的集中。

[0082] 并且,将连结板部32d与底板部34的连结部、以及连结板部32d与上板部32e的连结部形成为圆筒状的弯曲面32f及32g,从而与将连结板部32d与底板部34的连结部、以及连结板部32d与上板部32e的连结部形成为直角的L字形的情况相比,能缩短热传导路径。因此,能缩短从导热支承板部32a至冷却体3的热传导路径,实现高效率的热冷却。

[0083] 导热支承构件33由平板上的导热支承板部33a与导热支承侧板部33c构成,俯视时,该导热支承侧板部33c通过固定螺钉33b固定于该导热支承板部33a的沿着半导体功率模块11的长边的左端侧。此外,导热支承侧板部33c与共用的底板部34相联结。

[0084] 电源电路基板23隔着与上述导热构件35相同的导热构件37通过固定螺钉38固定于导热支承板部33a。

[0085] 如图2及图3所示,导热支承侧板部33c由连结板部33d以及上板部33e形成,其截面呈逆L字形,其中,该连结板部33d与配置于冷却体3的周槽3d内的共用的底板部34的长边侧的外边缘连结为一体且向上方延伸,该上板部33e从该连结板部33d的上端向右侧延伸。连结板部33d通过半导体功率模块11的长边侧的左侧面向上方延伸。

[0086] 而且,将连结板部33d与底板部34的连结部、以及连结板部33d与上板部33e的连结部形成为例如以圆筒面的一部分构成的弯曲面33f及33g。由此,将连结板部33d与底板部34的连结部、以及连结板部33d与上板部33e的连结部形成为圆筒状的弯曲面33f及33g,从而能提高对上下振动或横向摇动等的抗振性。即,能缓和对功率转换装置1传递上下振动或横向摇动时、连结板部33d与底板部34的连结部、以及连结板部33d与上板部33e的连结部上所产生的应力的集中。

[0087] 并且,将连结板部33d与底板部34的连结部、以及连结板部33d与上板部33e的连结

部形成圆筒状的弯曲面33f及33g,从而与将连结板部33d与底板部34的连结部、以及连结板部33d与上板部33e的连结部形成为直角的L字形的情况相比,能缩短热传导路径。因此,能缩短从导热支承板部33a至冷却体3的热传导路径,实现高效率的热冷却。

[0088] 此外,如图1、图2及图7所示,在支承控制电路板22的导热支承构件32的导热支承侧板部32c处形成了开口部32h,该开口部32h位于与正负两个直流输入端子11a相对的位置处,该直流输入端子11a形成于半导体功率模块11的箱体12的上表面右端侧。如图1、图7及图8所示,该开口部32h中插入有作为将箱体12的直流输入端子11a与薄膜电容器4的正负两根外部连接导体4a分别电连接的连接导体的正负两根母线50p、50n。如图1所示,开口部32h中插入有压接端子53,该压接端子53与向直流输入端子11a提供直流电的正负两根电源电缆52的前端相连接。

[0089] 如图1、图2、图8及图9所示,在对电源电路板23进行支承的导热支承构件33的导热支承侧板部33c处,形成有开口部33h、33i、及33j,该开口部33h、33i、及33j位于与形成在半导体功率模块11的箱体12的上表面左端侧的U相、V相及W相这3个交流输出端子11b相对的位置。

[0090] 这些开口部33h、33i及33j中插入有母线55u、55v及55w,该母线55u、55v及55w作为对形成于箱体12的上表面的U相、V相及W相的交流输出端子11b与安装于三根电动机连接电缆58的前端的压接端子59之间进行连接的三个连接导体。

[0091] 为了形成这些开口部33h、33i、及33j,首先在导热支承侧板部33c上形成三个狭缝,该三个狭缝形成这些开口部的前后侧边缘及下侧边缘,而仅在上缘部形成与导热支承侧板部33c相连接的舌片33k。接着,如图8及图9所示,舌片33k以其上缘部为基准向外侧弯曲例如90度,从而形成作为吸热部的弯曲部33mu、33mv及33mw,并且形成开口部33h、33i、及33j。

[0092] 并且,如图4及图5所示,发热电路元器件39安装于控制电路板22及电源电路板23的下表面侧。

[0093] 此外,如图4所示那样,进行控制电路板22及电源电路板23、与导热构件35、37及导热支承板部32a、33a之间的连结。这些控制电路板22与导热支承板部32a之间的连结、以及电源电路板23与33a之间的连结除了左右相反以外实质上相同,因此以电源电路板23与导热支承板部33a为代表进行说明。

[0094] 如图4及图5所示,该电源电路板23与导热支承板部33a之间的连结中,使用具有比导热构件37的厚度T要低的导热板部管理高度H的垫片40,以作为间隔调整构件。该垫片40通过与形成于导热支承板部33a的、与固定螺钉38螺合的内螺纹部41的外周侧相粘接等来临时固定。此处,垫片40的导热板部管理高度H设定为使导热构件37的压缩率大约为5~30%。由此,通过将导热构件37压缩5~30%左右,从而能减少热阻来高效地发挥导热效果。

[0095] 另一方面,导热构件37中形成有可供接头螺钉25插入的插入孔37a与可供垫片40插入的插入孔37b。

[0096] 然后,将导热构件37放置到导热支承板部33a上,使得临时固定于导热支承板部33a的垫片40插入至插入孔37b,将发热电路元器件39作为导热构件37一侧,在该导热构件37上放置电源电路板23。

[0097] 在该状态下,固定螺钉38通过电源电路板23的插入孔23b,通过垫片40的中心开

口,与导热支承板部33a的内螺纹部41螺合。然后,将固定螺钉38紧固至导热构件37的上表面与垫片40的上表面大致一致为止。

[0098] 因此,通过以5~30%左右的压缩率来压缩导热构件37,能减少热阻并高效地发挥导热效果。此时,导热构件37的压缩率由垫片40的高度H来管理,因此不会产生紧固不足或紧固过剩,而进行恰当的紧固(参照图5)。

[0099] 此外,将安装于电源电路板23的下表面侧的发热电路元器件39按入导热构件37内,来增加发热电路元器件39与导热构件37的接触面积。

[0100] 并且,导热构件37具有弹性,因此在利用固定螺钉38将电源电路板23固定于导热支承板部33a的状态下,能利用适度的按压力来使发热电路元器件39的底面与发热构件37的上表面相接触。因此,良好地进行电源电路板23及导热构件37之间的接触,能减少导热构件37与电源电路板23之间、以及导热构件37与导热支承板部33a之间的热阻。

[0101] 控制电路板22与导热支承板部32a隔着导热构件35的连结也与上述导热构件37同样。

[0102] 另外,为了缩短绝缘距离,而在导热支承构件32及33的导热支承板部32a及33a的下表面粘贴有绝缘片材42及43。

[0103] 如图2和图3所示,在导热支承构件32和33的共用的底板部34处,在与半导体功率模块11的供固定螺钉14插入的插入孔15相对的位置上,形成有固定构件插入孔34a。另外,通过图9可知,在底板部34的中央部形成了供冷却体3的中央部3c插入的开口部34b。并且,在底板部34的上表面与形成于半导体功率模块11的冷却构件13的下表面之间,夹有板状弹性构件45。

[0104] 接着,通过使固定螺钉14插入半导体功率模块11及冷却构件13的插入孔15及底板部34的固定构件插入孔34a,并使该固定螺钉14与形成于冷却体3的内螺纹部3f相螺合,来将半导体功率模块11和底板部34固定于冷却体3。

[0105] 接着,对上述实施方式1的功率转换装置1的组装方法进行说明。

[0106] 首先,如图4中上述那样,电源电路板23隔着导热构件37与导热支承构件33的导热支承板部33a重合。在该情况下,在利用固定螺钉38以5~30%左右的压缩率来对导热构件37进行压缩的状态下,对电源电路板23、导热构件37及导热支承板部33a进行固定,形成电源电路单元U3。

[0107] 同样,控制电路板22隔着导热构件35与导热支承构件32的导热支承板部32a重合。在该情况下,在利用固定螺钉36以5~30%左右的压缩率来对导热构件35进行压缩的状态下,对控制电路板22、导热构件35及导热支承板部32a进行固定,形成控制电路单元U2。

[0108] 另一方面,在导热支承构件32和33所共用的底板部34的上表面与形成于半导体功率模块11的冷却构件13的下表面之间夹有板状弹性构件45的状态下,利用固定螺钉14,将该底板部34与半导体功率模块11一同固定于冷却体3的周槽3d内。由此,能将半导体功率模块11及导热支承构件32和33的共用的底板部34同时固定于冷却体3,因此,能减少组装工序数。此外,在将底板部34固定于冷却体3时在底板部34与半导体功率模块11的冷却构件13之间夹有板状弹性构件45,因此利用该板状弹性构件45将底板部34按压到冷却体3的周槽3d的底部,从而底板部34与冷却体3可靠接触,能确保较大的接触面积。

[0109] 另外,在将半导体功率模块11固定于冷却体3之前或固定之后,将驱动电路板21

放置在形成于半导体功率模块11的上表面的基板固定部16上。然后,利用四根接头螺钉24从该驱动电路基板21的上方将该驱动电路基板21固定于基板固定部16。然后,利用固定螺钉32b使导热支承板部32a与导热支承侧板部32c相连接。

[0110] 然后,在接头螺钉24的上表面放置控制电路单元U2的控制电路基板22,利用四根接头螺钉25进行固定。接着,在接头螺钉25的上表面放置电源电路单元U3的电源电路基板23,利用四根固定螺钉26进行固定。然后,利用固定螺钉33b使导热支承板部33a与导热支承侧板部33c相连接。

[0111] 之后,如图1所示,半导体功率模块11的正负的直流输入端子11a通过导热支承构件32的开口部32h与正负两根母线50p及50n相连接,该母线50p及50n的另一端利用固定螺钉51与贯通冷却体3的薄膜电容器4的正负的外部连接电极4a相连接。并且,将压接端子53与半导体功率模块11的直流输入端子11a相固定,该压接端子53固定于与外部整流器(未图示)相连接的两根连接电缆52的前端。

[0112] 并且,半导体功率模块11的三相交流输出端子11b通过形成于导热支承构件33的导热支承侧板部33c的开口部33h~33j并利用固定螺钉56连接三根母线55u~55w,在这三根母线55u~55w的中部配置有电流传感器57。然后,利用固定螺钉60将压接端子59与各母线55u~55w的另一端相固定并连接,该压接端子59固定在与外部的三相电动机(未图示)相连接的电动机连接电缆58的前端。

[0113] 之后,通过密封材料将下部壳体2A和上部壳体2B固定于冷却体3的下表面及上表面,从而完成功率转换装置1的组装。

[0114] 在该状态下,由外部整流器(未图示)提供直流电的,并使安装在电源电路基板23上的电源电路、安装在控制电路基板22上的控制电路处于工作状态,由控制电路经由安装在驱动电路基板21上的驱动电路将栅极信号、例如脉宽调制信号提供给半导体功率模块11。由此,对内置于半导体功率模块11的IGBT进行控制,并将直流电转换为交流电。从三相交流输出端子11b经由母线55将转换后的交流电提供给电动机连接电缆58,从而对三相电动机(未图示)进行驱动控制。

[0115] 此时,内置于半导体功率模块11的IGBT会发热。由于形成在半导体功率模块11的冷却构件13与冷却体3的中央部3c直接接触,因此利用提供给冷却体3的冷却水对该发热进行冷却。

[0116] 另一方面,安装于控制电路基板22及电源电路基板23的控制电路及电源电路中包含有发热电路元器件39,这些发热电路元器件39会发热。此时,发热电路元器件39安装于控制电路基板22及电源电路基板23的下表面侧。

[0117] 在这些控制电路基板22及电源电路基板23的下表面侧,隔着热传导率较高且具有弹性的导热构件35及37,设置有导热支承构件32及33的导热支承板部32a及33a。因此,如图10所示,发热电路元器件39的发热经由导热构件35及37传导至导热支承板部32a及33a。

[0118] 此外,导热支承板部32a及33a与导热支承侧板部32c及33c相连接,因此传导至导热支承板部32a及33a的热量如图10所示那样通过导热支承侧板部32c及33c传导至共用的底板部34。由于该底板部34与冷却体3的周槽3d内直接接触,因此传导到底板部34的热量向冷却体3进行散热。

[0119] 并且,传导到底板部34的热量从底板部34的上表面侧开始经由板状弹性构件45传

导至半导体功率模块11的冷却构件13,并经由该冷却构件13传导至冷却体3的中央部3c,进行散热。

[0120] 此外,为了在导热支承构件33的导热支承侧板部33c形成开口部33h~33j,在前后侧边缘及连结这些前后侧边缘的下部的下部侧边缘位置形成U字形的狭缝,来形成舌片33k,通过以该舌片33k的上缘部为基准向外侧弯曲,从而形成开口部33h~33j,并且形成成为吸热部的弯曲部33m。

[0121] 由此,开口部33h~33j的上部侧形成向外侧突出的弯曲部33m,因此能利用各弯曲部33m扩大导热支承侧板部33c的侧面的表面积。因此,如图10中以虚线图示的箭头所示那样,能利用弯曲部33m高效地吸收被控制电路基板22及电源电路基板23周围的上部壳体2B所密封的空气中的热量。因此,能降低控制电路基板22及电源电路基板23的温度。

[0122] 并且,作为形成于各开口部33h~33j的上部的吸热部的弯曲部33m通过弯曲上端缘与导热支承侧板部33c相连接的舌片33k而形成,因此在弯曲部33mu~33mw与导热支承侧板部33c之间几乎不存在热阻,经过插入至开口部33h~33j的母线55u~55w、安装于控制电路基板22以及电源电路基板23的发热电路元器件39加热的空气的热量能无热阻地散热至冷却体3。能抑制弯曲部33mu~33mw周围的气氛的温度上升。

[0123] 由此,根据上述实施方式1,在支承电源电路基板23的导热支承构件33的导热支承侧板部33c处,通过向外侧弯曲舌片33k,从而形成弯曲部33mu~33mw,该舌片33k形成供母线55u~55w插入的开口部33h~33j。因此,利用弯曲部33mu~33mw能扩大导热支承侧板部33c的外侧的表面积,能从被上部壳体2B密封的导热支承侧板部33c的周围的气氛进行吸热并散热至冷却体3。因此,能抑制导热支承侧板部33c周围的气氛温度的上升,并能抑制控制电路基板22及电源电路基板23的温度上升。

[0124] 并且,弯曲部33mu~33mw的上端缘与导热支承侧板部33c直接连接,因此能抑制该连接部的热阻,能高效地对周围气氛进行吸热。

[0125] 此外,以5~30%左右的压缩率压缩导热构件35及37其自身,提高了热传导率,因此,如图9所示,传导至导热构件35及37的热量高效地传导至导热支承构件32及33的导热支承板部32a及33a。

[0126] 此外,安装于控制电路基板22及电源电路基板23的发热电路元器件39的发热不經由热阻较大的控制电路基板22及电源电路基板23而直接传导至导热构件35及37,因此能进行高效的散热。

[0127] 此外,传导至导热构件35及37的热量被传导至导热支承板部32a及33a,并进一步传导至导热支承侧板部32c及33c。此时,导热支承侧板部32c和33c沿着半导体功率模块11的长边设置。

[0128] 因此,能增大导热截面积,并能确保较宽的散热路径。而且,由于将导热支承侧板部32c和33c的弯曲部设为圆筒状的弯曲部,因此,与将弯曲部设为L字形的情况相比,能缩短到冷却体3为止的导热距离。这里,热输送量Q可用以下式(1)来表示。

[0129] $Q = \lambda \times (A/L) \times T \cdots \cdots (1)$

[0130] 其中, λ 是热传导率[W/m $^{\circ}$ C],T是温度差[$^{\circ}$ C]基板温度T1-冷却体温度T2,A是导热最小截面积[m 2],L是导热长度[m]。

[0131] 根据该式(1)可知,若导热长度L变短,则热输送量Q增加,由此能发挥良好的冷却

效果。

[0132] 另外,导热支承构件32及33的导热支承侧板部32c及33c与共用的底板部34形成为一体,因此在导热支承侧板部32c及33c与底板部34之间不存在构件间的接缝,能抑制热阻。

[0133] 并且,由于从安装有发热电路元器件39的控制电路基板22和电源电路基板23到冷却体3的散热路径中未包含壳体2,因此,对壳体2的导热性没有要求。因此,不必使用铝等高热传导率的金属来作为壳体2的构成材料,能以合成树脂材料来构成壳体2,从而能力图实现轻量化。

[0134] 此外,散热路径不依赖于壳体2,能单独以功率转换装置1形成散热路径。因此,半导体功率模块11和由驱动电路基板21、控制电路基板22及电源电路基板23构成的功率转换装置1能应用于各种不同方式的壳体2及冷却体3,能够提高壳体2设计的自由度。

[0135] 此外,由于控制电路基板22和电源电路基板23与金属制的导热支承板32a及33a相固定,因此,能提高控制电路基板22和电源电路基板23的刚性。并且,导热支承构件33的导热支承侧板部33c的侧面形成有弯曲部33mu~33mw,能利用这些弯曲部33mu~33mw提高导热支承侧板部33c的刚性。因此,即使在将功率转换装置1用作为对车辆的行驶用电动机进行驱动的电动机驱动电路的情况那样,对功率转换装置1施加图8所示的上下振动或横向摇动的作用的情况下,也能利用导热支承构件32和33来提高刚性。因此,能提供受上下振动或横向摇动等的影响较小的功率转换装置1。

[0136] 另外,在上述实施方式1中,对仅在导热支承侧板部33c上形成弯曲部33mu~33mw的情况进行了说明,但并不局限于此,也可以在导热支承侧板部32c上也形成弯曲部。在该情况下,能进一步提高密封在壳体2内的空气的吸热效果。

[0137] 此外,在上述实施方式中,对在控制电路单元U2和电源电路单元U3中,导热构件35和37的外形与控制电路基板22及电源电路基板23相同的情况进行了说明。然而,本发明并不限于上述结构,也可以如图6所示那样仅在存在发热电路元器件39的位置设置导热构件35及37。

[0138] 另外,在上述实施方式中,对安装有发热电路元器件39的基板存在两种的情况进行了说明。然而,本发明并不局限于上述结构,在例如只存在控制电路基板22这一块安装有发热电路元器件39的基板的情况下,也可以采用如图12(a)所示的结构。即,控制电路基板22的左右两侧分别设有导热支承侧板部32c及32L,在导热支承板部32a的两侧形成散热路径。根据上述结构,通过在导热支承板部32a的两侧形成散热路径,从而能进一步提高散热效果。

[0139] 并且,也可以如图12(b)所示那样在导热支承侧板部32c上形成多个对各电路单元U2及U3进行支承的上板部32e,来对多个电路基板进行支承。

[0140] 此外,在上述实施方式1中,对半导体功率模块11的冷却构件13与冷却体3的上表面相接触的情况进行了说明。然而,本发明并不限于上述结构,也能如图13及图14所示那样构成冷却构件13。

[0141] 即,本实施方式中,形成于半导体功率模块11的冷却构件13具备与流过冷却体3的冷却水直接接触的冷却翅片61。与此相应,在冷却体3的中央部形成使冷却翅片61浸渍到冷却水的通路中的浸渍部62。

[0142] 并且,在包围浸渍部62的周壁63与冷却构件13之间配置呈O形环等的密封构件66。

[0143] 其他的结构与上述的实施方式1相同,对于与图1及图2相对应的部分标注相同的标号,并省略其详细说明。

[0144] 在该结构下,由于在半导体功率模块11的冷却构件13出形成有冷却翅片61,并利用浸渍部62将该冷却翅片61浸渍在冷却水中,因此能更高效地对半导体功率模块11进行冷却。

[0145] 此外,在上述实施方式中,对分开构成导热支承构件32及33的导热支承板部32a及33a与导热支承侧板部32c及33c的情况进行了说明。然而,本发明并不限于上述结构,如图15所示,也可以将导热支承板部32a及33a与导热支承侧板部32c及33c构成为一体。在这种情况下,由于不会在导热支承板部32a和33a与导热支承侧板部32c和32c之间形成接缝,因此,能进一步减小热阻从而更高效地进行散热。

[0146] 另外,在上述实施方式1中,对将导热支承板部32a和33a隔着导热构件35和37与控制电路基板22和电源电路基板23相结合的情况进行了说明。然而,本发明并不局限于上述结构,作为控制电路基板22和电源电路基板,如图16所示,也可以应用如下这种金属基底电路基板74,该金属基底电路基板74中,以铝或铝合金为主体的散热板71上隔着绝缘层72形成有电路图案73。在这种情况下,如图16所示,可以省略导热构件35和37以及导热支承板部32a和33a,而将金属基底电路基板74的散热板71直接与导热支承侧板部32c和33c相连接。

[0147] 此外,在上述实施方式1中,对如下情况进行了说明:即,利用导热支承构件32及33的导热支承板部32a及33a隔着导热构件35及37对安装有发热电路元器件39的控制电路基板22及电源电路基板23进行支承。然而,本发明并不限于上述结构,也可以如图17所示那样,省略导热构件35及37而在导热支承板部32a及33a上一体形成直接对控制电路基板22及电源电路基板23进行支承的导热基板支承部75。在该情况下,导热基板支承部75与导热支承板部32a及33a形成为一体,因此能处于导热基板支承部75与导热支承板部32a及33a之间几乎不存在热阻的状态。因此,通过将导热基板支承部75配置在发热电路元器件39的附近,能高效地对发热电路元器件39进行散热。另外,在导热支承板部33a的上表面设有绝缘片材76。

[0148] 接着,使用图18~图20对本发明的实施方式2进行说明。

[0149] 在该实施方式2中,作为吸热部使用冷却翅片,而不使用弯曲部。

[0150] 即,在实施方式2中,如图18~图20所示那样,在夹着导热支承构件32及33的导热支承侧板部32c及33c的开口部32h及33h~33j的前后位置上,隔着规定间隔在前后方向上配置有在基台81上沿上下方向延伸的多个冷却翅片82,从而形成吸热部83。然后,使用焊接或钎焊等接合方法将吸热部83的基台81固定于导热支承侧板部32c及33c。

[0151] 在该实施方式2中,在导热支承侧板部32c及33c的前后端部位置上分别形成具有多个冷却翅片82的吸热部83,因此与上述实施方式1的弯曲部33mu~33mw相比,能大大增加导热支承侧板部32c及33c的外侧面的表面积。因此,能更高效地对导热支承侧板部32c及33c的周围气氛的温度进行吸热,能可靠地抑制周围气氛的温度上升。

[0152] 另外,在上述实施方式2中,对在导热支承侧板部32c及33c的前后端部位置上形成冷却翅片82的情况进行了说明,但也可以在开口部32h及33h~33j的下部侧、上部侧也配置冷却翅片82。

[0153] 接着,使用图20和图21对本发明的实施方式3进行说明。

[0154] 在该实施方式3中,作为吸热部使用冷却肋片,而不使用冷却翅片。

[0155] 即,实施方式3中,如图21及图22所示,省略了上述实施方式2中由基台81及冷却翅片82构成的吸热部83,取而代之,在前后方向上隔着固定间隔配置有多个沿上下方向延伸的三角筒状的冷却肋片91。在该情况下,在对导热支承构件32及33进行冲压成形时,进行肋条加工而一体形成冷却肋片91。

[0156] 根据该实施方式3,利用肋条加工在导热支承构件32及33的导热支承侧板部32c及33c的前后端部侧形成吸热条91。因此,能与上述实施方式1同样地增加导热支承侧板部32c及33c的表面积,能提高导热支承侧板部32c及33c的吸热效果。并且,吸热条91与导热支承侧板部32c及33c形成为一体,因此能减小冷却肋片91与导热支承侧板部32c及33c之间的连结部的热阻。因此,通过形成冷却肋片91,能发挥导热支承侧板部32c及33c的良好的吸热效果。

[0157] 另外,上述实施方式3中,对冷却肋片91形成为三角筒状的情况进行了说明,但并不限于此,该冷却肋片91的截面形状也能形成为半圆形、梯形等任意形状。

[0158] 此外,在上述实施方式1~实施方式3中,对作为冷却部分别设置弯曲部33mu~33mw、冷却翅片82、冷却肋片91的情况进行了说明,但并不限于此,也可以同时设置弯曲部33mu~33mw、以及冷却翅片82与冷却肋片91中的一个。

[0159] 并且,在上述实施方式1~3中,对应用薄膜电容器4来作为滤波用电容器的情况进行了说明,但并不限于此,也可以应用圆柱形的电解电容器。

[0160] 此外,在上述实施方式1~3中,对应用导热支承构件32、33来作为到冷却体3的热传导路径的情况进行了说明,但并不限于此。即,在由热传导率较高的材料形成上部壳体2B的情况下,也可以省略导热支承侧板部32c、33c,将导热支承板部32a、33a直接与上部壳体2B相连接,安装基板22、23的热量经由上部壳体2B传导至冷却体3。

[0161] 此外,在上述实施方式1~3中,对将本发明的功率转换装置应用于电动汽车的情况进行了说明,但并不限于此,本发明也可适用于行驶于轨道的铁道车辆,还可适用于任意的电驱动车辆。此外,作为功率转换装置并不限于电驱动车辆,在对其它产业设备中的电动机等的致动器进行驱动的情况下,也能应用本发明的功率转换装置。

[0162] 工业上的实用性

[0163] 根据本发明,能提供一种功率转换装置,该功率转换装置通过使安装于基板的发热电路元器件的热量经由热传导路径高效地散热至冷却体,并且在热传导路径中设置吸热部,从而能抑制由于发热电路元器件的发热而导致周围温度的上升。

[0164] 标号说明

[0165] 1...功率转换装置、2...壳体、3...冷却体、4...薄膜电容器、

[0166] 5...蓄电池收纳部、11...半导体功率模块、12...箱体、13...冷却构件、

[0167] 21...驱动电路基板、22...控制电路基板、23...电源电路基板、

[0168] 24,25...接头螺钉、32...导热支承构件、32a...导热支承板部、

[0169] 32b...固定螺钉、32c...导热支承侧板部、33...导热支承构件、

[0170] 33a...导热支承板部、33b...固定螺钉、33c...导热支承侧板部、

[0171] 33h~33j...开口部、33k...舌片、33mu~33mw...弯曲部、34...底板部、

[0172] 35、37...导热构件、39...发热电路元器件、40...垫片(间隔调整构件)、

- [0173] 61…冷却翅片、71…散热板、72…绝缘层、73…电路图案、
- [0174] 74…金属基底电路基板、75…导热基板支承部、81…基台、
- [0175] 82…冷却翅片、83…吸热部、91…冷却肋片。

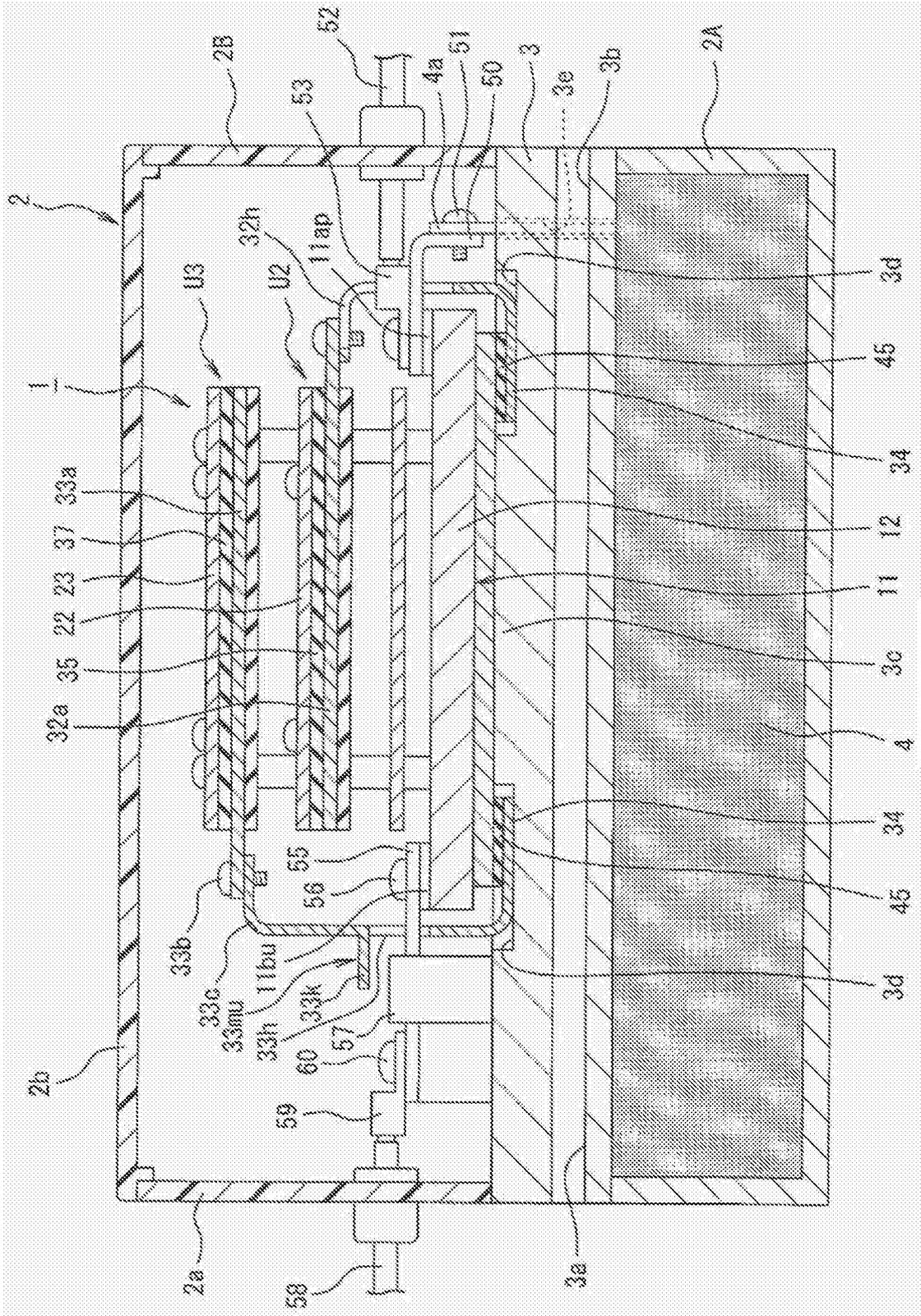


图1

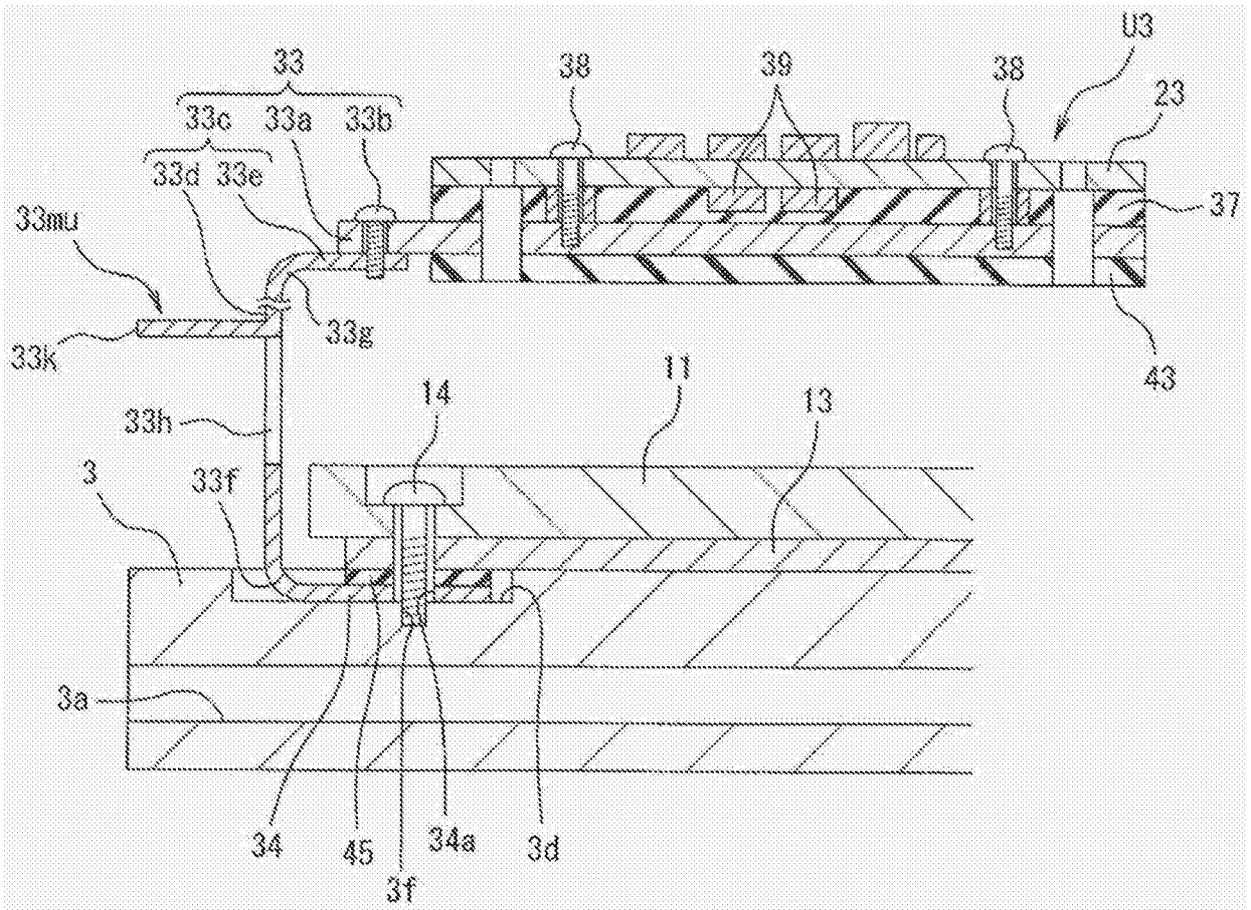


图3

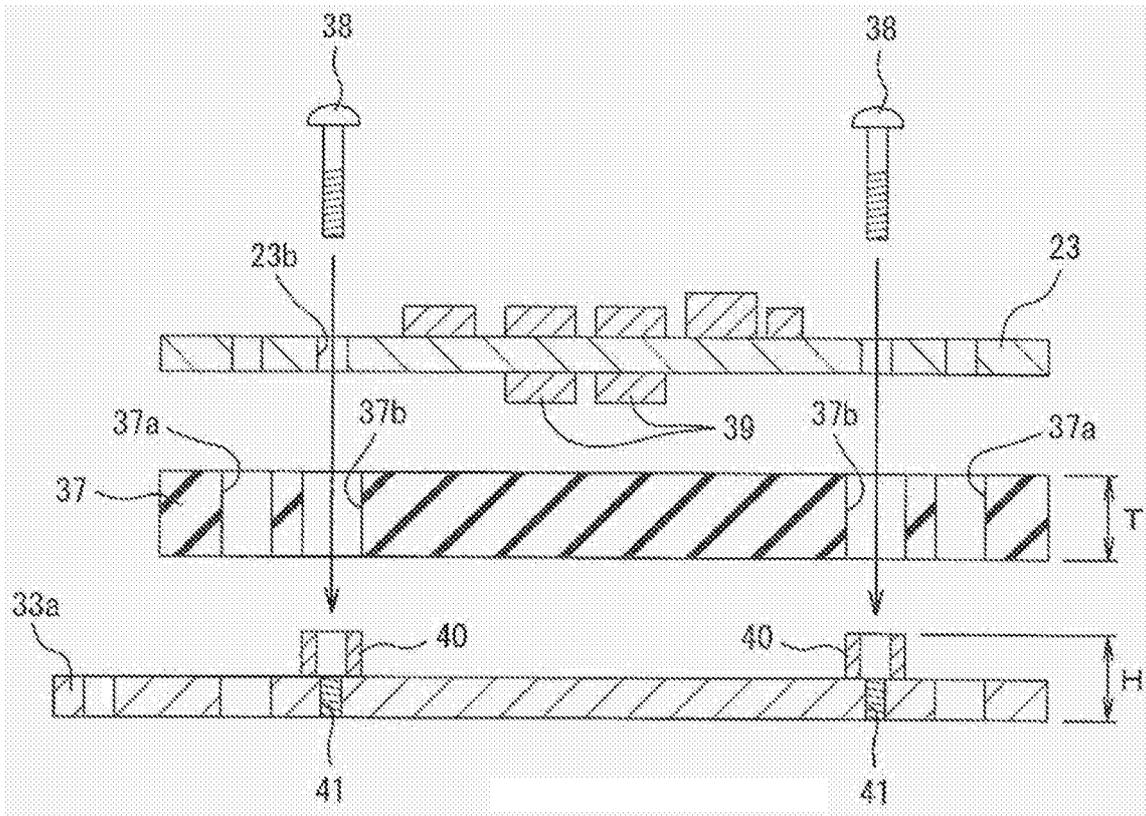


图4

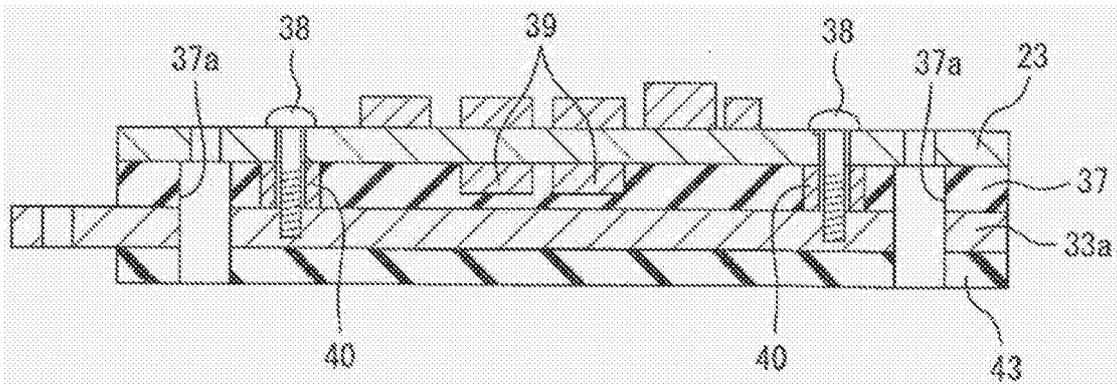


图5

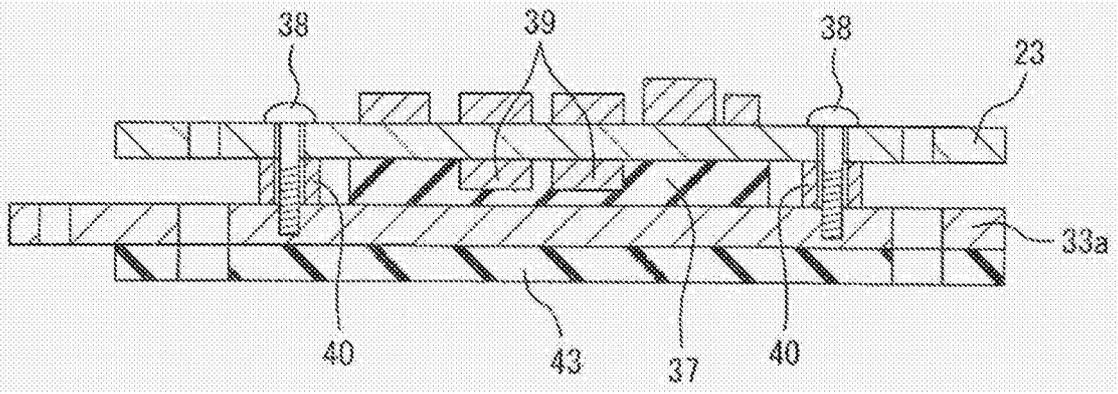


图6

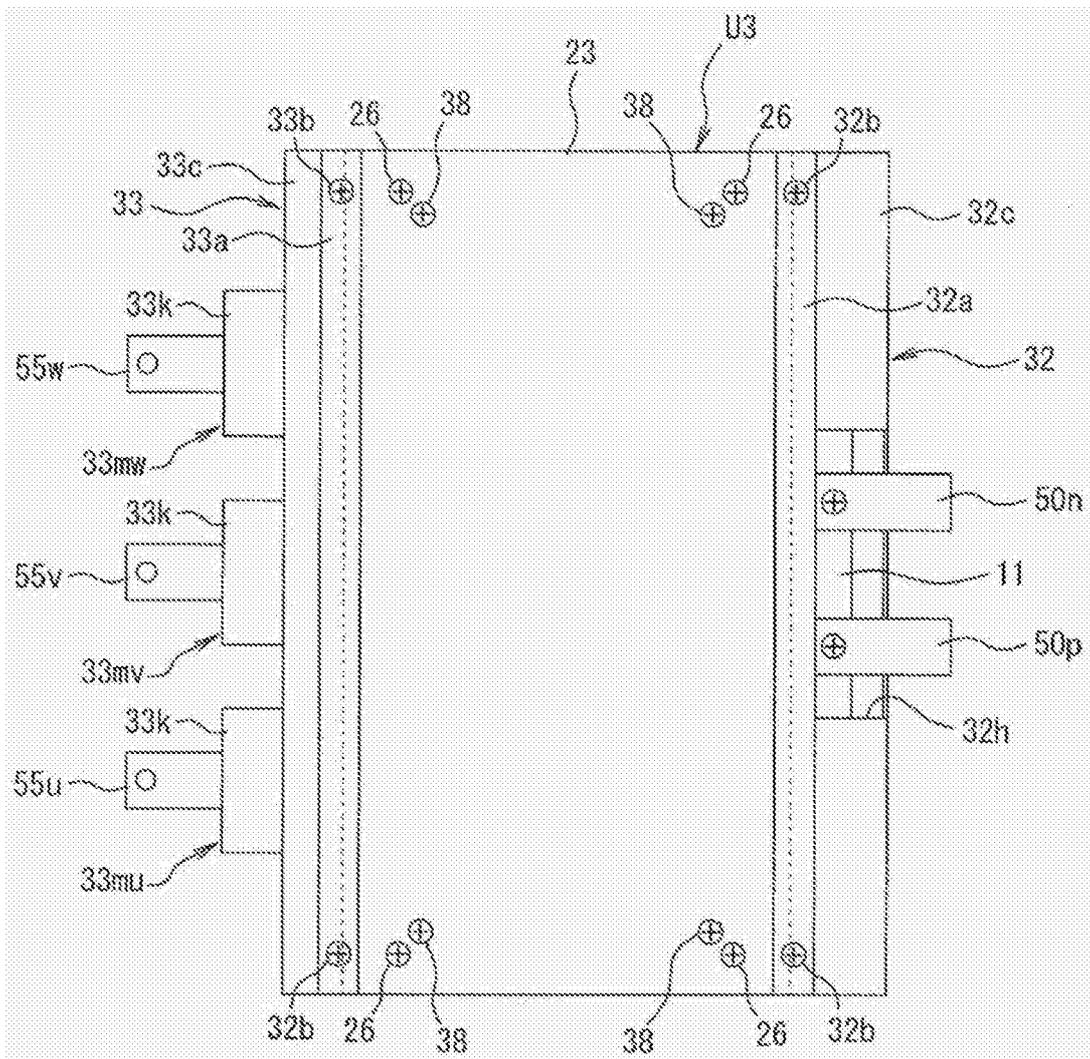


图7

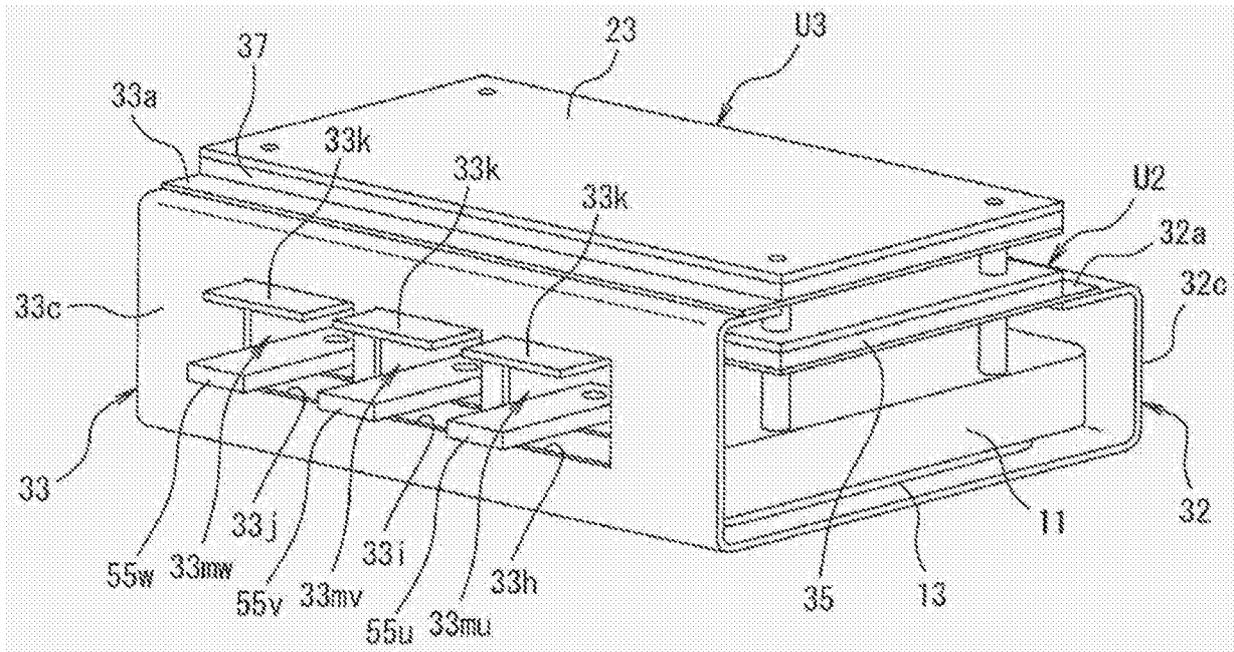
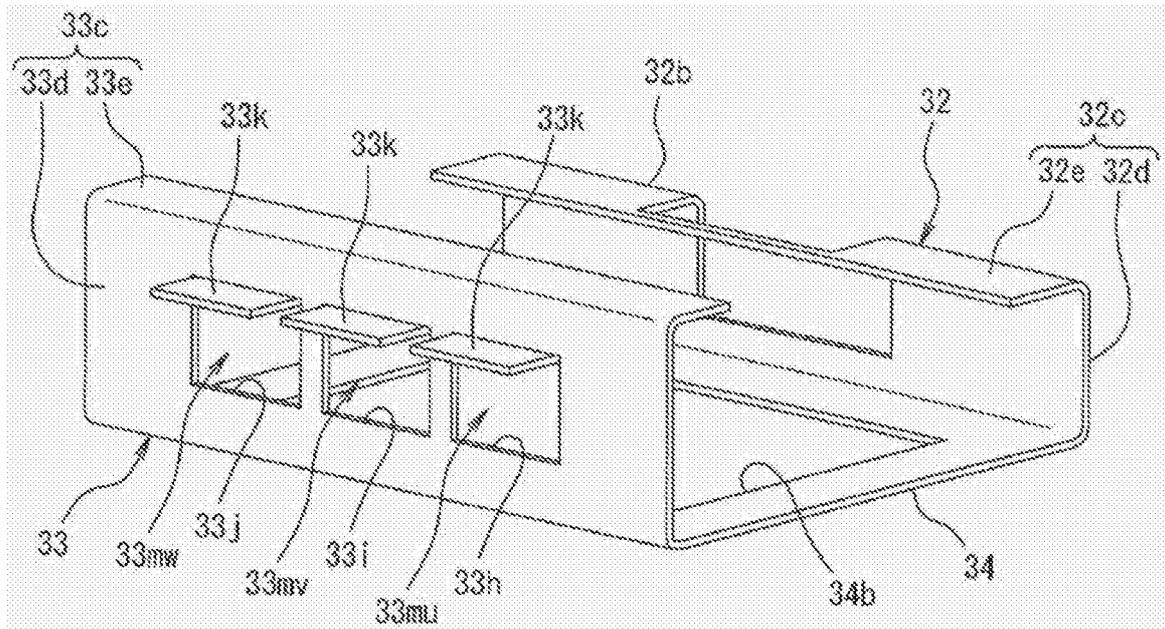


图8



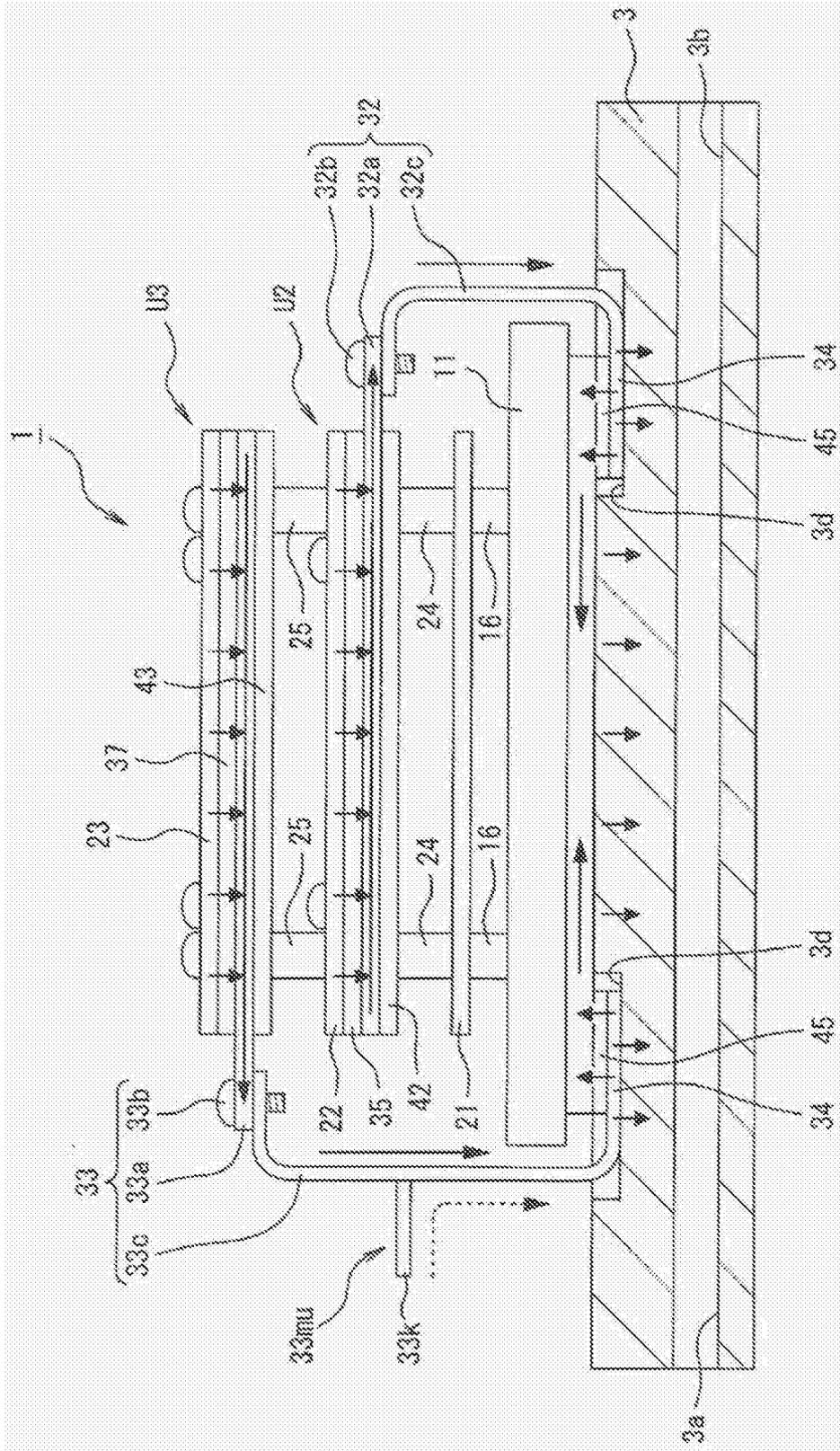


图10

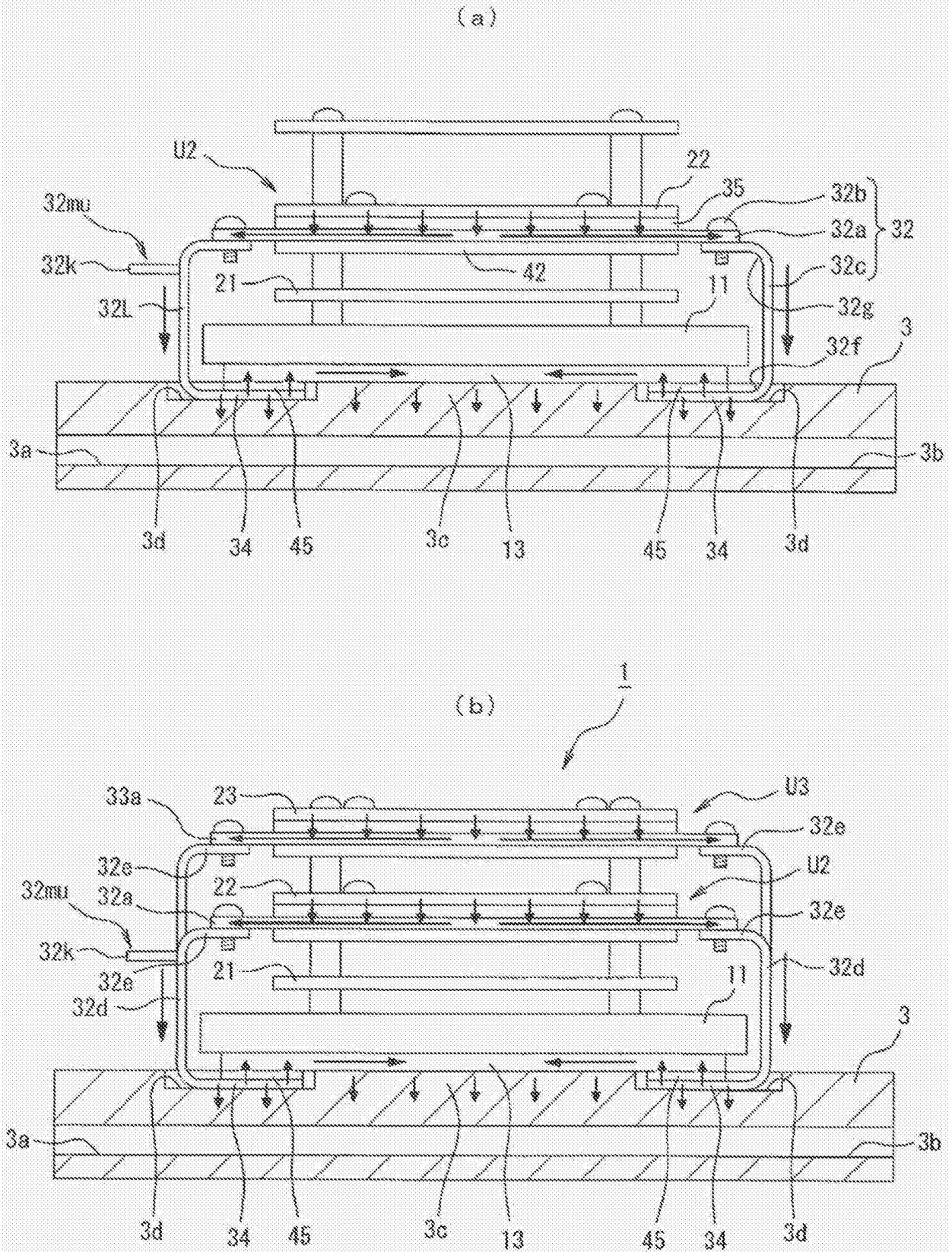


图12

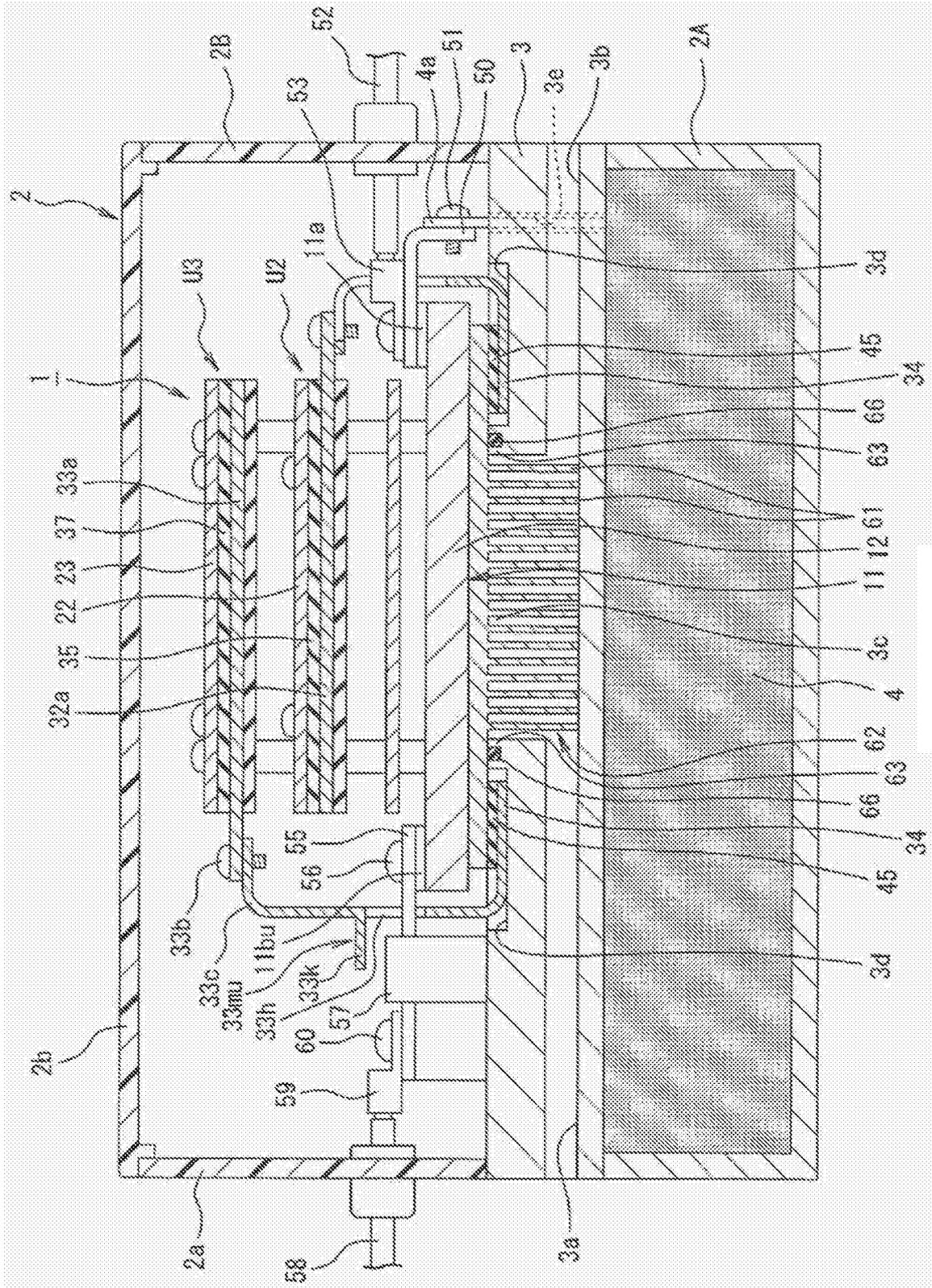


图13

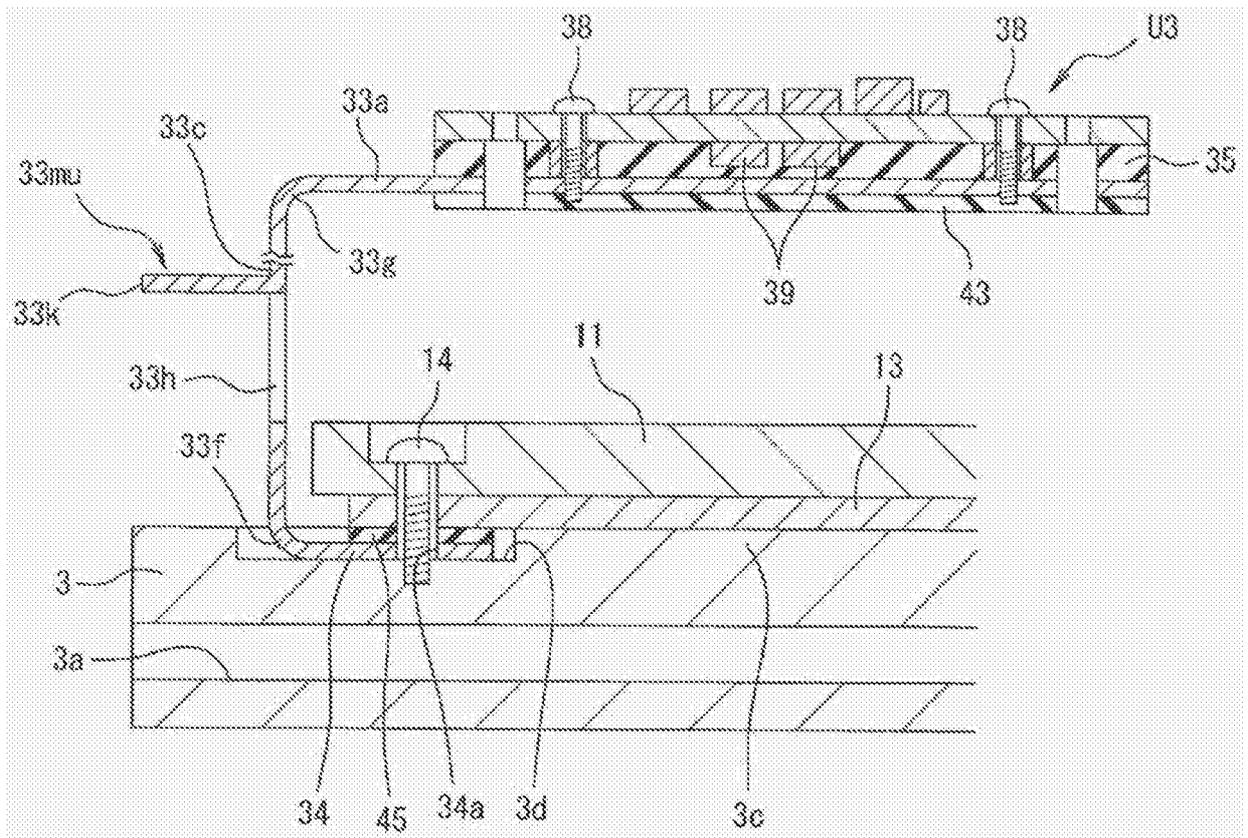


图15

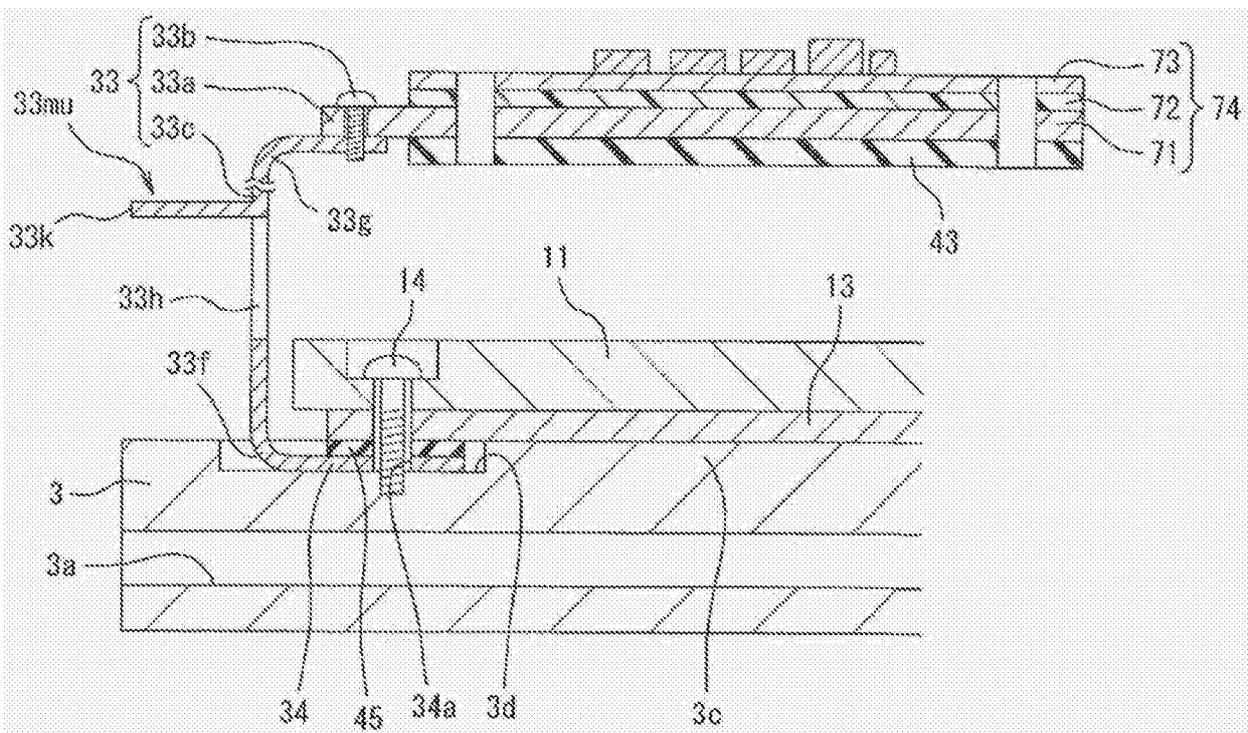


图16

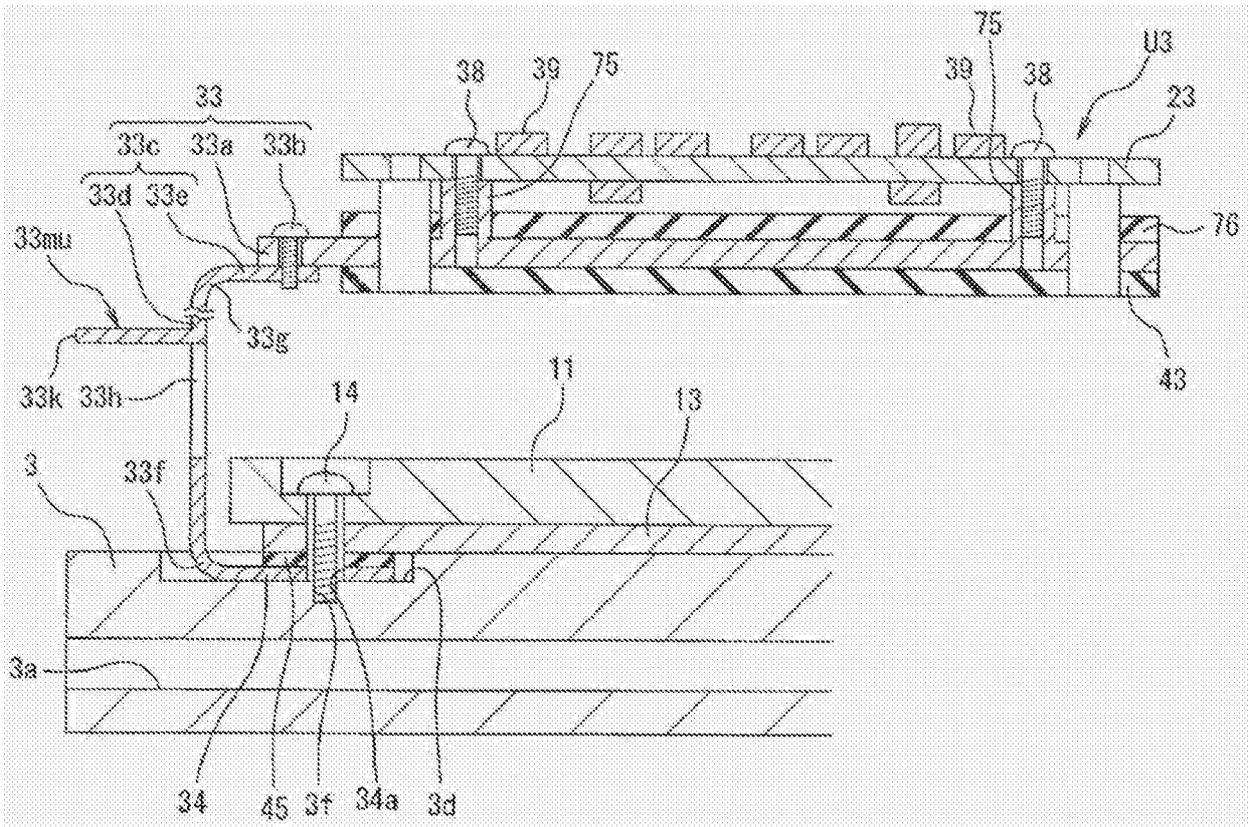


图17

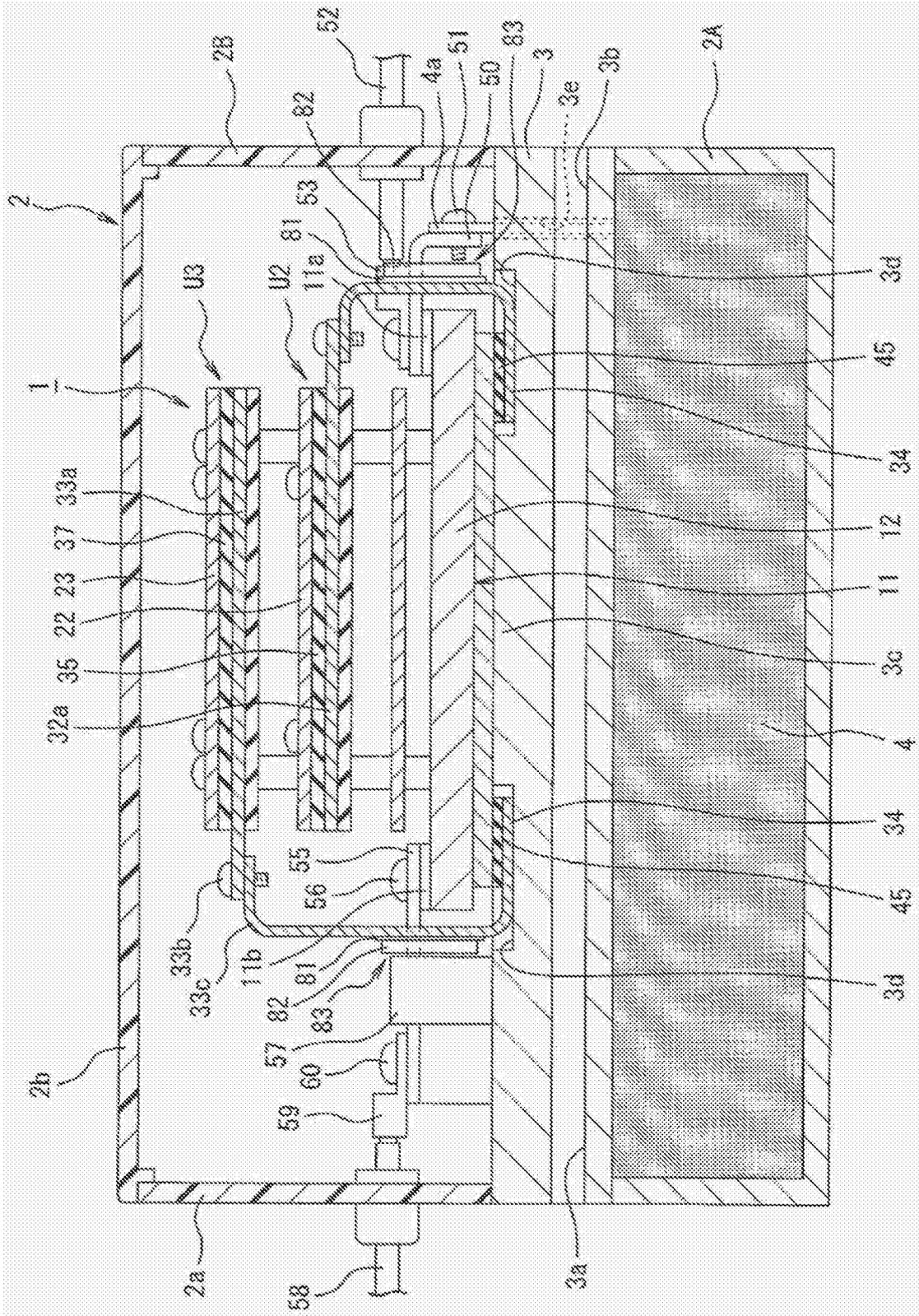


图18

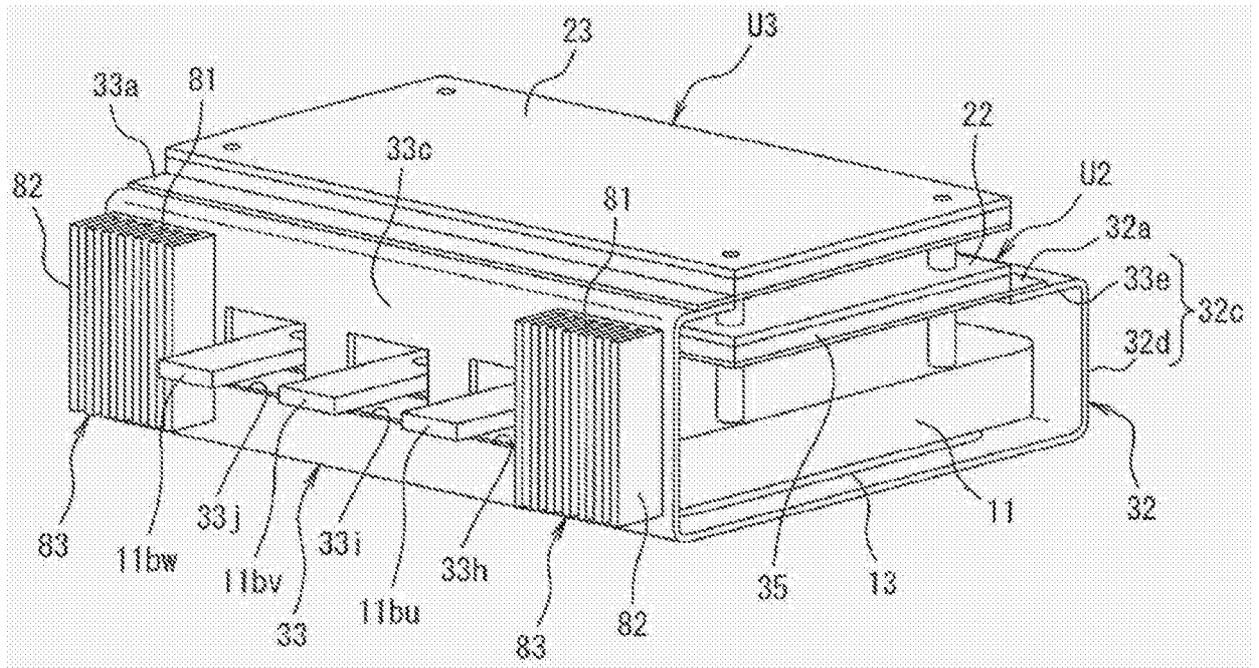


图19

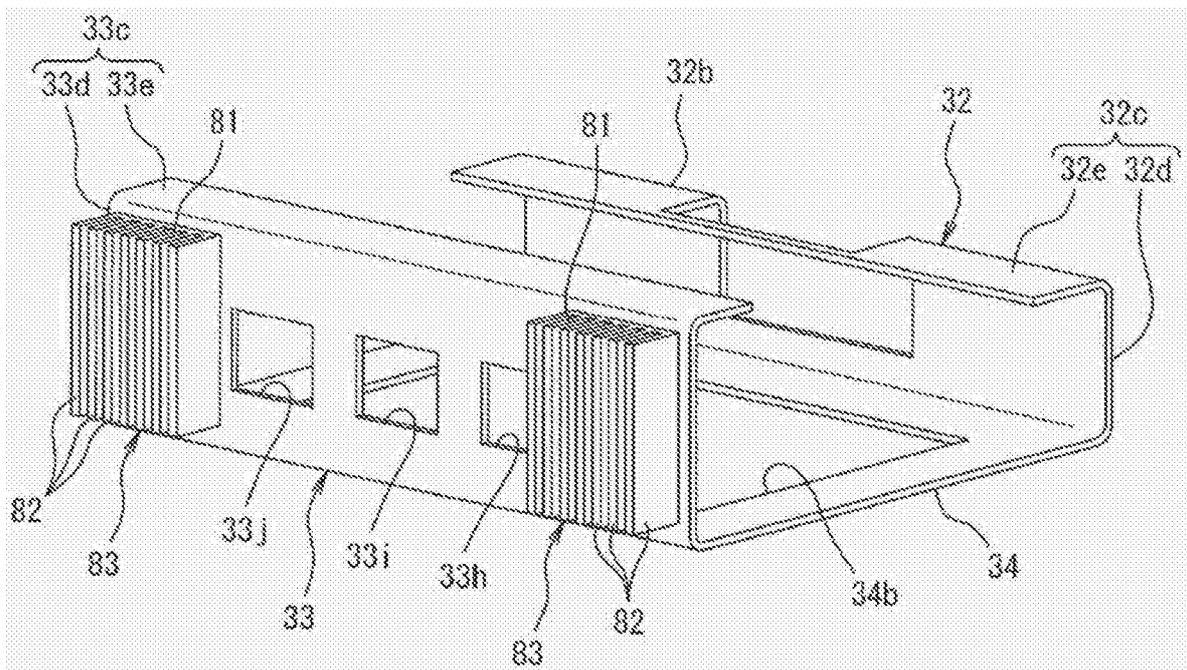


图20

