



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103533810 A

(43) 申请公布日 2014.01.22

(21) 申请号 201310454966.8

(22) 申请日 2013.09.27

(71) 申请人 山东和顺电气有限公司

地址 271600 山东省泰安市肥城市工业三路  
新城私营工业园

(72) 发明人 孙宪忠 徐俊起 马卫华 武明  
许震 李晓东 胡维强

(74) 专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限  
公司 37219

代理人 吕利敏

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

F25B 21/02 (2006.01)

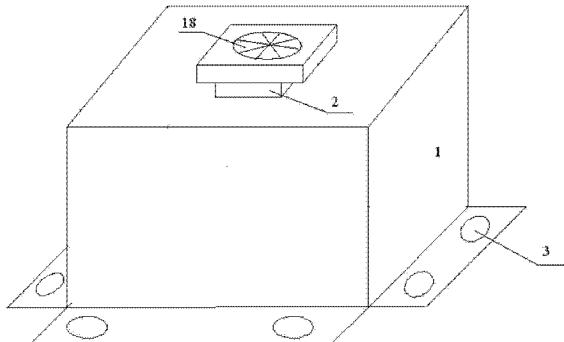
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置及  
其工作方法

(57) 摘要

本发明涉及一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，包括安装在列车悬浮控制器外部的外壳，在所述外壳的上安装有半导体散热片，所述的半导体散热片包括安装在外壳外部的散热端和安装在外壳内部的制冷端。本发明针对列车悬浮控制器散热降温的技术领域中散热效果不佳的缺陷，本发明采用散热效果较高、适用于较小空间散热的半导体散热片对列车悬浮控制器进行散热，其散热效率提高80%以上。本发明有针对性的采用固定功率的半导体散热片对列车悬浮控制器进行对应散热，确保散热及时，保证元件常温工作环境中正常工作，大大避免了由于高温致使元件损坏停车的危险。



1. 一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,包括安装在列车悬浮控制器外部的外壳,其特征在于,在所述外壳的上安装有半导体散热片,所述的半导体散热片包括安装在外壳外部的散热端和安装在外壳内部的制冷端。

2. 根据权利要求 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,其特征在于,所述外壳内部设置有隔热板,将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区,所述列车悬浮控制器中的主控电路设置在主控电路区内,所述列车悬浮控制器中的驱动电路设置在驱动电路区内,在所述外壳的主控电路区和驱动电路区分别设置有半导体散热片,所述的半导体散热片包括安装在外壳外部的散热端和安装在外壳内部的制冷端。

3. 根据权利要求 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,其特征在于,在所述半导体散热片的散热端外侧设置有散热用的第一风扇;在所述半导体散热片的制冷端外侧设置有吸热用的第二风扇;在主控电路区设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12708,在驱动电路区内设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12705。

4. 根据权利要求 2 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,其特征在于,所述隔热板为真空隔热板;所述真空隔热板包括真空保护表层,在所述真空保护表层内填充有玻璃纤维层、石棉层和岩棉层;所述真空保护表层的厚度:1-2cm,所述玻璃纤维层的厚度:0.5-1cm、所述石棉层的厚度为 0.5-1cm、所述岩棉层的厚度:0.3-1cm。

5. 根据权利要求 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,其特征在于,所述外壳的尺寸:长:40-60cm、宽:30-40cm、高:30-40cm;在所述外壳的两端设置有散热区,在散热区下方设置有对流区,在所述对流区设置有散热风扇,其风向由下向上吹;在外壳的内部,且与所述散热区相对应的位置上设置有 IGBT,即绝缘栅双极型晶体管,在所述 IGBT 的四周且垂直于外壳一端侧壁上设置有隔热板。

6. 根据权利要求 5 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,其特征在于,在所述散热区设置有散热翅片,所述相邻散热翅片的距离为:0.5-0.8cm,所述散热翅片的高度为:3-4cm;在所述散热区设置有半圆形凸起,其半径为 1-2cm,所述相邻半圆形凸起的间隔距离为 0.5-1cm。

7. 根据权利要求 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,其特征在于,所述外壳的材质为镁铝合金或碳纤维,当所述外壳的材质为碳纤维时,在所述外壳上设置有底线接地。

8. 根据权利要求 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置,其特征在于,在所述外壳上设置有凹陷区域,所述的凹陷区域将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区,在主控电路区设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12708,在驱动电路区内设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12705;在所述凹陷区域内安装隔热板或导流风扇。

9. 一种如权利要求 1-8 所述中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法,包括步骤如下:

(1) 安装:将内部安装有半导体散热片的外壳设置在所述的列车悬浮控制器上;

(2) 开启电源,当所述外壳内温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ 时,半导体散热片开启工作,否则,半导体散热片停止工作。

10. 根据权利要求 9 所述的中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法,其特征在于,在所述步骤(2)中,所述散出热量沿外壳上设置的散热区进行散热;当需要对外壳进

一步散热时，打开对流区设置的散热风扇，对散热区进行强制散热；

在步骤(1)中，在所述外壳内安装隔热板，将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区，所述列车悬浮控制器中的主控电路设置在主控电路区内，所述列车悬浮控制器中的驱动电路设置在驱动电路区内；

当所述的外壳上设置有设置有凹陷区域时，在所述步骤(1)中，所述的凹陷区域将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区；在所述凹陷区域内安装隔热板或导流风扇；当所述半导体散热板正常散热的时候，将所述隔热板安装在所述的凹陷区域内，以便在壳体外将所述主控电路和驱动电路分隔开；当半导体散热片出现故障时，将所述的导流风扇安装在所述的凹陷区域内，以尽快散热，增加故障时期的散热效果。

## 一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置及其工作方法，属于列车悬浮控制器散热降温的技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着电子元件的集成化以及控制理论和转子动力学的发展，经过多年的研究工作，国内外对该项技术的研究都取得了很大的进展。但是不论是在理论还是在产品化的过程中，该项技术都存在很多的难题，其中磁悬浮列车的技术难题是悬浮与推进以及一套复杂的控制系统，它的实现需要运用电子技术、电磁器件、直线电机、机械结构、计算机、材料以及系统分析等方面的高技术成果。需要攻关的是组成系统的技术和实现工程化。

[0003] 随着磁悬浮在运输列车领域的应用，其中所搭载的磁悬浮控制器在磁悬浮列车上的精确安装、安全运行成为现有技术亟待提高的技术问题：尤其是所述磁悬浮控制器的散热问题。现有技术中，未防止磁悬浮控制器中精密半导体元器件在无尘环境工作，因此多在磁悬浮控制器采用无尘全封闭罩体对其进行封闭，但是此安装方式埋藏着巨大的安全生产隐患：其散热效果不良，易使磁悬浮控制器中的元件局部过热，导致失灵、击穿或引起火灾。针对此不足，现有往往通过在所述磁悬浮控制器外壳上设置风扇、散热翅片等结构以增加对磁悬浮控制器的整体散热，例如，中国专利 CN102005989A 公开了一种磁悬浮列车的悬浮控制器，包括箱体和 IGBT 等电器件，其箱体为铝材料铸造而成，底部有散热翅；其主电路输入端保护熔断器和控制电路输入端保护熔断器安装在绝缘板上，组成绝缘板组件；其支撑电容器和接线端子安装在铝质安装板上，组成安装板组件；其电流传感器、电压传感器电路板、输出滤波电抗器、充电电阻和放电电阻安装在“L”型安装板的底面上，充电接触器与主接触器安装在“L”型安装板的侧面上，组成“L”型安装板组件。本发明的 IGBT 等发热电器件安装在箱体内部底面上，其热量可被箱体散掉。该专利中所记载箱体作为散热器时，特意在箱体的底部设置散热翅片，这样省掉了专门为 IGBT 配置的散热器，箱体即为散热器，但是在实际应用时，仅通过箱体散热，其控制器内部电路的热量难以及时排散，大大降低了元器件的工作寿命，影响控制器的正常工作。

[0004] 实践表明，该散热方法只能满足短距离列车的需要，然而当磁悬浮控制器工作时间过长时，其散热效果大大下降。

[0005] 由于所述磁悬浮控制器主要包括两部分电路模块，其中包含 IGBT 的电路模块其散热极大，如将其两个电路模块置于一个外壳内，势必影响整个磁悬浮控制器的安全生产和使用。

### 发明内容

[0006] 针对现有技术的不足，本发明提供一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置。

[0007] 本发明还提供一种上述中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法。

[0008] 本发明的技术方案如下：

[0009] 一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，包括安装在列车悬浮控制器外部的外壳，在所述外壳的上安装有半导体散热片，所述的半导体散热片包括安装在外壳外部的散热端和安装在外壳内部的制冷端。此处设计的优点在于，针对列车悬浮控制器散热降温的技术领域中散热效果不佳的缺陷，本发明采用强制冷降温、适用于较小空间散热的半导体散热片对列车悬浮控制器进行散热，其散热效率提高 80% 以上。

[0010] 根据本发明优选的，所述外壳内部设置有隔热板，将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区，所述列车悬浮控制器中的主控电路设置在主控电路区内，所述列车悬浮控制器中的驱动电路设置在驱动电路区内，在所述外壳的主控电路区和驱动电路区分别设置有半导体散热片，所述的半导体散热片包括安装在外壳外部的散热端和安装在外壳内部的制冷端；此处设计的优点在于，根据列车悬浮控制器包含有不同散热程度的电路模块，进而将其分隔为不同的区域，对应散热，避免热量转移，提高散热效果。

[0011] 根据本发明优选的，在所述半导体散热片的散热端外侧设置有散热用的第一风扇；在所述半导体散热片的制冷端外侧设置有吸热用的第二风扇；在主控电路区设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12708，在驱动电路区内设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12705。此处设计的优点在于，采用散热用的第一风扇对半导体散热片的散热端强制散热，加速散热效果；采用吸热用的第二风扇对壳体内部的气流加速扰流，加速热空气对流至半导体散热片的制冷端实现散热；本发明还针对主控电路区和驱动电路区采用不同型号的半导体散热片进行对应散热，达到散热值最高。本发明有针对性的采用固定功率的半导体散热片对列车悬浮控制器进行对应散热，确保散热及时，保证元件常温工作环境中正常工作，大大避免了由于高温致使元件损坏停车的危险。

[0012] 根据本发明优选的，所述隔热板为真空隔热板。所述真空隔热板(VIP 板)是英文 Vacuum Insulation Panel 的简称，是真空保温材料中的一种，是由填充芯材与真空保护表层复合而成，它有效地避免空气对流引起的热传递，因此导热系数可大幅度降低，小于  $0.035\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ ，并且不含有任何 OD 材料，具有环保和高效节能的特性，是目前世界上最先进的高效保温材料。

[0013] 根据本发明优选的，所述真空隔热板包括真空保护表层，在所述真空保护表层内填充有玻璃纤维层、石棉层和岩棉层；所述真空保护表层的厚度：1-2cm，所述玻璃纤维层的厚度：0.5-1cm、所述石棉层的厚度为 0.5-1cm、所述岩棉层的厚度：0.3-1cm。此处设计的优点，采用复合的多层隔热层形成真空隔热板，完全阻断主控电路区和驱动电路区的热量流动，有针对性的利用半导体散热片对不同的电路区域进行有效散热。

[0014] 根据本发明优选的，所述外壳的尺寸：长：40-60cm、宽：30-40cm、高：30-40cm；在所述外壳的两端设置有散热区，在散热区下方设置有对流区，在所述对流区设置有散热风扇，其风向由下向上吹；在外壳的内部，且与所述散热区相对应的位置上设置有 IGBT，即绝缘栅双极型晶体管，在所述 IGBT 的四周且垂直于外壳一端侧壁上设置有隔热板。此处设计的优点在于，根据悬浮控制器的设计固定尺寸的外壳，实现内部热空气的有效对流，同时对散热元件 IGBT 充分封闭、单向通过散热区散热，有效避免了 IGBT 在外壳内部散热，仅通过外壳的两端散热区及时散出。

[0015] 根据本发明优选的，在所述散热区设置有散热翅片，所述相邻散热翅片的距离为：0.5-0.8cm，所述散热翅片的高为：3-4cm。此处设计的优点，针对本发明所述的列车悬浮控

制器的大小尺寸对应设计了外壳及散热翅片, 经过大量的实验可知, 该尺寸结构的散热翅片其配合半导体散热片后, 其散热效果最优。

[0016] 根据本发明优选的, 在所述散热区设置有半圆形凸起, 其半径为 1-2cm, 所述相邻半圆形凸起的间隔距离为 0.5-1cm。此处设计的优点在于, 通过增加所述外壳的表面积, 增加外壳的散热度。

[0017] 根据本发明优选的, 所述外壳的材质为镁铝合金或碳纤维, 当所述外壳的材质为碳纤维时, 在所述外壳上设置有底线接地。

[0018] 根据本发明优选的, 在所述外壳上设置有凹陷区域, 所述的凹陷区域将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区, 在主控电路区设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12708, 在驱动电路区内设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12705。此处设计的优点在于, 通过在外壳外部设置凹陷区域, 针对不同散热情况进行外部紧急处理, 无需开启外壳即可实现实时有效散热处理, 避免安全事故发生。

[0019] 根据本发明优选的, 在所述凹陷区域内安装隔热板或导流风扇。此处设计的优点在于, 针对列车悬浮控制器中主控电路和驱动电路的散热不同, 将整个控制器的电路分隔开, 有针对性的进行散热:当所述半导体散热板正常散热的时候, 将所述隔热板安装在所述的凹陷区域内, 以便在壳体外将所述主控电路和驱动电路分隔开;当半导体散热片出现故障时, 将所述的导流风扇安装在所述的凹陷区域内, 以尽快散热, 增加故障时期的散热效果。

[0020] 一种上述中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法, 包括步骤如下:

[0021] (1) 安装: 将内部安装有半导体散热片的外壳设置在所述的列车悬浮控制器上;

[0022] (2) 开启电源, 当所述外壳内温度  $\geq 50^{\circ}\text{C}$  时, 半导体散热片开启工作, 否则, 半导体散热片停止工作。

[0023] 根据本发明优选的, 在所述步骤(2)中, 所述散出热量沿外壳上设置的散热区进行散热;当需要对外壳进一步散热时, 打开对流区设置的散热风扇, 对散热区进行强制散热。

[0024] 根据本发明优选的, 在步骤(1)中, 在所述外壳内安装隔热板, 将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区, 所述列车悬浮控制器中的主控电路设置在主控电路区内, 所述列车悬浮控制器中的驱动电路设置在驱动电路区内。

[0025] 根据本发明优选的, 当所述的外壳上设置有设置有凹陷区域时, 在所述步骤(1)中, 所述的凹陷区域将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区;在所述凹陷区域内安装隔热板或导流风扇:当所述半导体散热板正常散热的时候, 将所述隔热板安装在所述的凹陷区域内, 以便在壳体外将所述主控电路和驱动电路分隔开;当半导体散热片出现故障时, 将所述的导流风扇安装在所述的凹陷区域内, 以尽快散热, 增加故障时期的散热效果。

[0026] 本发明的优势在于:

[0027] 1、本发明针对列车悬浮控制器散热降温的技术领域中散热效果不佳的缺陷, 本发明采用散热效果较高、适用于较小空间散热的半导体散热片对列车悬浮控制器进行散热, 其散热效率提高 80% 以上。

[0028] 2、本发明有针对性的采用固定功率的半导体散热片对列车悬浮控制器进行对应散热, 确保散热及时, 保证元件常温工作环境中正常工作, 大大避免了由于高温致使元件损坏停车的危险。

[0029] 3、本发明根据列车悬浮控制器包含有不同散热程度的电路模块，进而将其分隔为不同的区域，对应散热，避免热量转移，提高散热效果。

[0030] 4、本发明采用复合的多层隔热层形成真空隔热板，完全阻断主控电路区和驱动电路区的热量流动，有针对性的利用半导体散热片对不同的电路区域进行有效散热。

[0031] 5、针对本发明所述的列车悬浮控制器的大小尺寸对应设计了外壳及散热翅片，经过大量的实验可知，该尺寸结构的散热翅片其配合半导体散热片后，其散热效果最优。

[0032] 6、本发明通过在外壳外部设置凹陷区域，针对不同散热情况进行外部紧急处理，无需开启外壳即可实现实时有效散热处理，避免安全事故发生。

#### 附图说明：

[0033] 图 1 为本发明实施例 1 的结构示意图；

[0034] 图 2 为本发明中所述隔热板的结构示意图；

[0035] 图 3 为本发明实施例 2 的结构示意图；

[0036] 图 4 为本发明实施例 3 的结构示意图；

[0037] 图 5 为本发明实施例 7 的结构示意图；

[0038] 图 6 是导流风扇的结构示意图；

[0039] 图 7 是导流风扇安装在凹陷区域内的局部示意图；

[0040] 在图中，1、外壳；2、半导体散热片的散热端；3、紧固螺栓；4、隔热板；5、真空保护表层，6、玻璃纤维层；7、石棉层；8、岩棉层；9、散热区；10、对流区；11、散热风扇；12、散热翅片；13、固定导流风扇用支架；14、凹陷区域；15、导流风扇；16、导流风扇的扇叶；17、导流风扇的电机；18、第一风扇。

#### 具体实施方式

[0041] 下面结合实施例和说明书附图对本发明做详细的说明，但不限于此。

[0042] 实施例 1、

[0043] 如图 1 所示。

[0044] 一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，包括安装在列车悬浮控制器外部的外壳 1，在所述外壳 1 的上安装有半导体散热片，所述的半导体散热片包括安装在外壳外部的散热端 2 和安装在外壳内部的制冷端。在所述半导体散热片的散热端 2 外侧设置有散热用的第一风扇 18。

[0045] 实施例 2、

[0046] 如图 2、3 所示。

[0047] 如实施例 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，其区别在于，所述外壳 1 内部设置有隔热板 4，将所述外壳 1 分隔为主控电路区和驱动电路区，所述列车悬浮控制器中的主控电路设置在主控电路区内，所述列车悬浮控制器中的驱动电路设置在驱动电路区内，在所述外壳 1 的主控电路区和驱动电路区分别设置有半导体散热片，所述的半导体散热片包括安装在外壳外部的散热端和安装在外壳内部的制冷端；在所述半导体散热片的散热端 2 外侧设置有散热用的第一风扇 18；在所述半导体散热片的制冷端外侧设置有吸热用的第二风扇；在主控电路区设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12705，在驱动电路

区内设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12708。

[0048] 所述隔热板 4 为真空隔热板。所述真空隔热板包括真空保护表层 5，在所述真空保护表层 5 内填充有玻璃纤维层 6、石棉层 7 和岩棉层 8；所述真空保护表层的厚度：1-2cm，所述玻璃纤维层的厚度：0.5-1cm、所述石棉层的厚度为 0.5-1cm、所述岩棉层的厚度：0.3-1cm。所述外壳 1 的尺寸：长：40-60cm、宽：30-40cm、高：30-40cm；在所述外壳 1 的两端设置有散热区 9，在散热区 9 下方设置有对流区 10，在所述对流区 10 设置有散热风扇 11，其风向由下向上吹；在外壳 1 的内部，且与所述散热区相对应的位置上设置有 IGBT，即绝缘栅双极型晶体管，在所述 IGBT 的四周且垂直于外壳一端侧壁上设置有隔热板。

[0049] 实施例 3、

[0050] 如实施例 2 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，其区别在于，在所述散热区 9 设置有散热翅片 12，所述相邻散热翅片 12 的距离为：0.5-0.8cm，所述散热翅片的高为：1-2cm。

[0051] 实施例 4、

[0052] 如实施例 2 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，其区别在于，在所述散热区设置有半圆形凸起，其半径为 1-2cm，所述相邻半圆形凸起的距离为 0.5-1cm。

[0053] 实施例 5、

[0054] 如实施例 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，其区别在于，所述外壳的材质为镁铝合金。

[0055] 实施例 6、

[0056] 如实施例 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，其区别在于，所述外壳的材质为碳纤维，在所述外壳上设置有底线接地。

[0057] 实施例 7、

[0058] 如实施例 1 所述的一种中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置，其区别在于，在所述外壳上设置有凹陷区域，所述的凹陷区域将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区，在主控电路区设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12705，在驱动电路区内设置的半导体散热片的型号为 TEC1-12708。

[0059] 在所述凹陷区域内安装隔热板或导流风扇。此处设计的优点在于，针对列车悬浮控制器中主控电路和驱动电路的散热不同，将整个控制器的电路分隔开，有针对性的进行散热：当所述半导体散热板正常散热的时候，将所述隔热板安装在所述的凹陷区域内，以便在壳体外将所述主控电路和驱动电路分隔开；当半导体散热片出现故障时，将所述的导流风扇安装在所述的凹陷区域内，以尽快散热，增加故障时期的散热效果。

[0060] 实施例 8、

[0061] 一种如实施例 1 所述中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法，包括步骤如下：

[0062] (1) 安装：将内部安装有半导体散热片的外壳 1 设置在所述的列车悬浮控制器上；

[0063] (2) 开启电源，当所述外壳 1 内温度  $\geq 50^{\circ}\text{C}$  时，半导体散热片开启工作，否则，半导体散热片停止工作。

[0064] 实施例 9、

[0065] 实施例 2 所述中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法，如实施例 8 所述，

其区别在于，在所述步骤(2)中，所述散出热量沿外壳1上设置的散热区进行散热；当需要对外壳1进一步散热时，打开对流区设置的散热风扇11，对散热区9进行强制散热。

[0066] 实施例 10、

[0067] 实施例 2 所述中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法，如实施例 8 所述，其区别在于，在步骤(1)中，在所述外壳内安装隔热板，将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区，所述列车悬浮控制器中的主控电路设置在主控电路区内，所述列车悬浮控制器中的驱动电路设置在驱动电路区内。

[0068] 实施例 11、

[0069] 实施例 7 所述中低速悬浮列车悬浮控制器散热装置的工作方法，如实施例 8 所述，其区别在于，当所述的外壳上设置有设置有凹陷区域时，在所述步骤(1)中，所述的凹陷区域将所述外壳分隔为主控电路区和驱动电路区；在所述凹陷区域内安装隔热板或导流风扇；当所述半导体散热板正常散热的时候，将所述隔热板安装在所述的凹陷区域内，以便在壳体外将所述主控电路和驱动电路分隔开；当半导体散热片出现故障时，将所述的导流风扇安装在所述的凹陷区域内，以尽快散热，增加故障时期的散热效果。

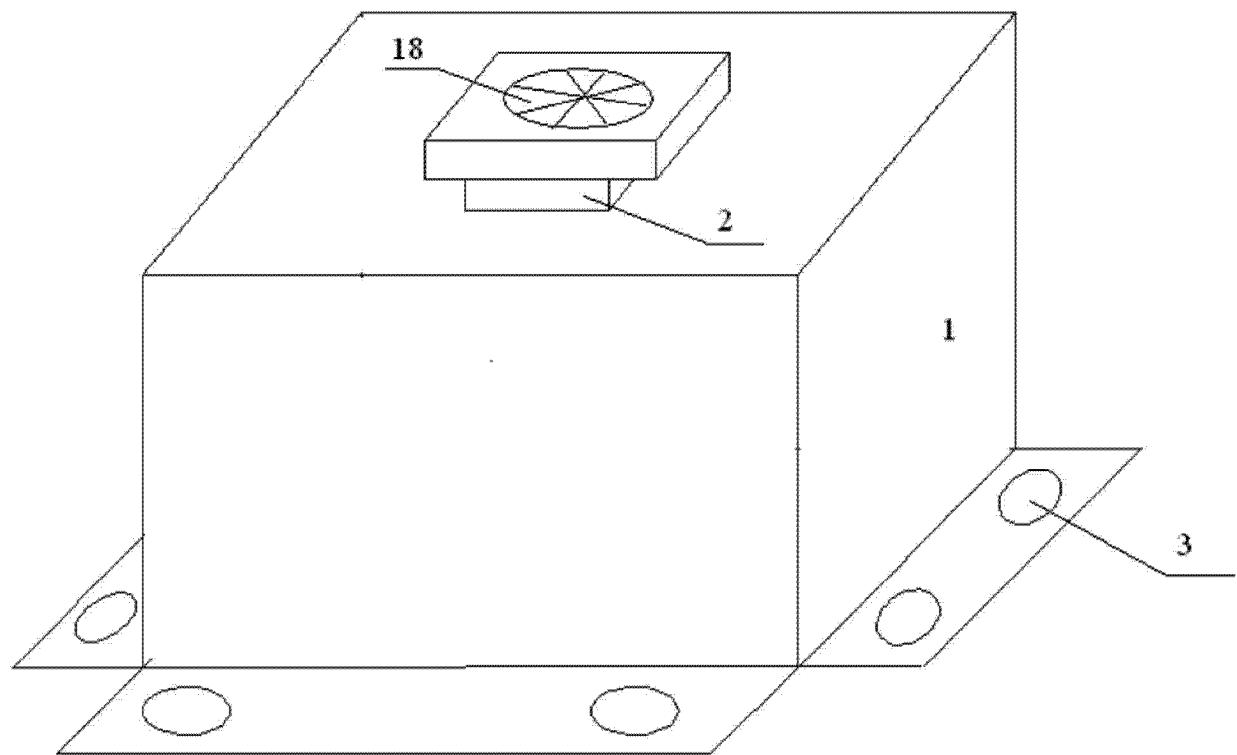


图 1

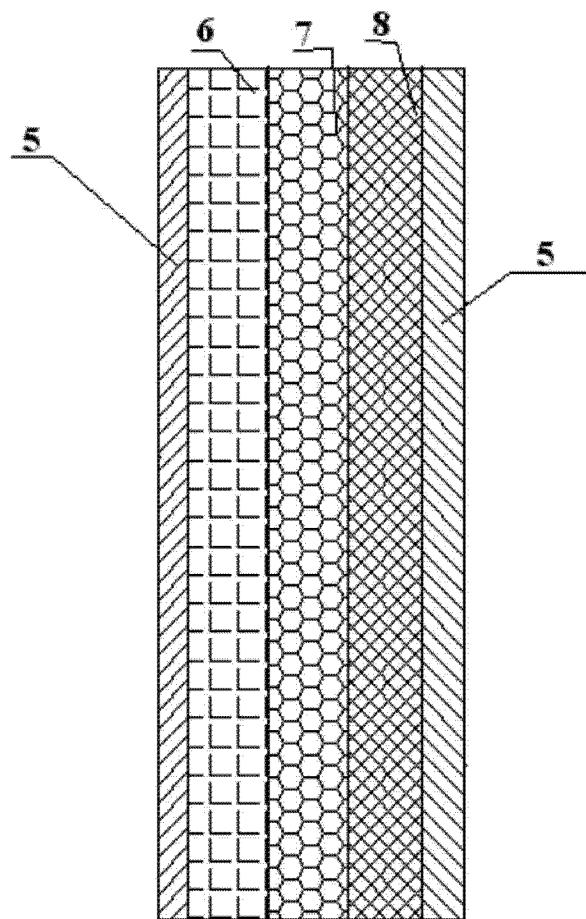


图 2

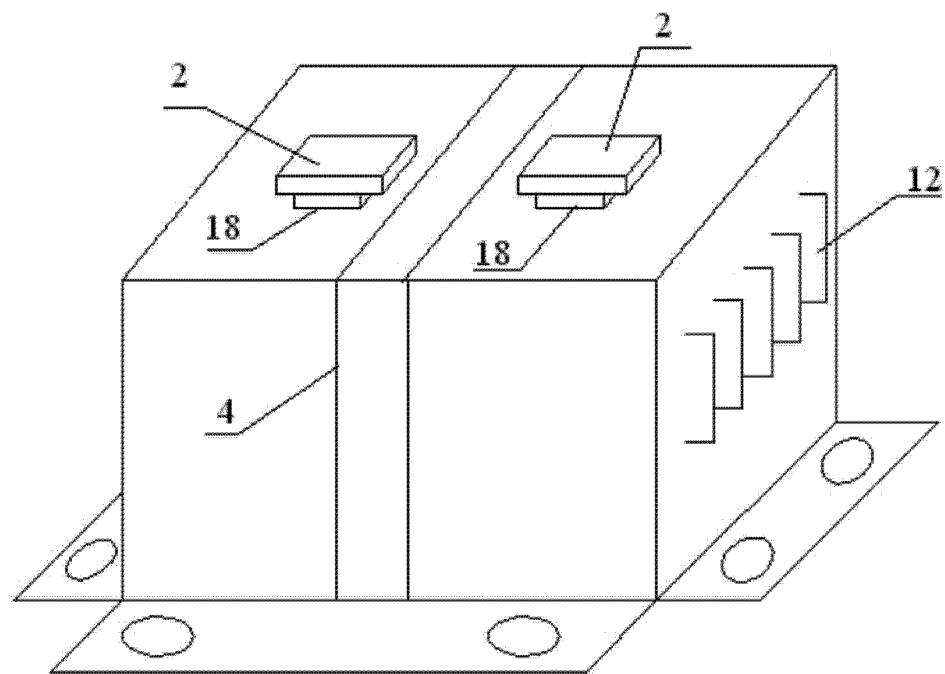


图 3

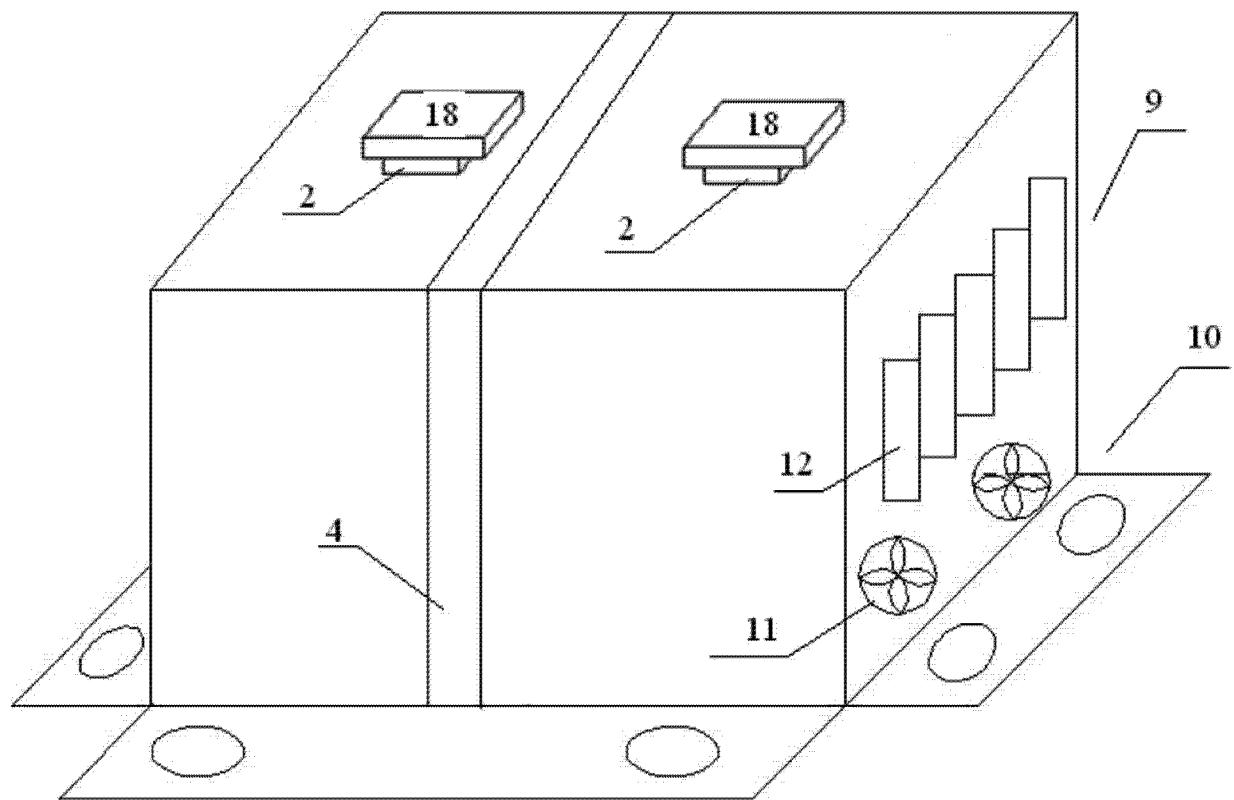


图 4

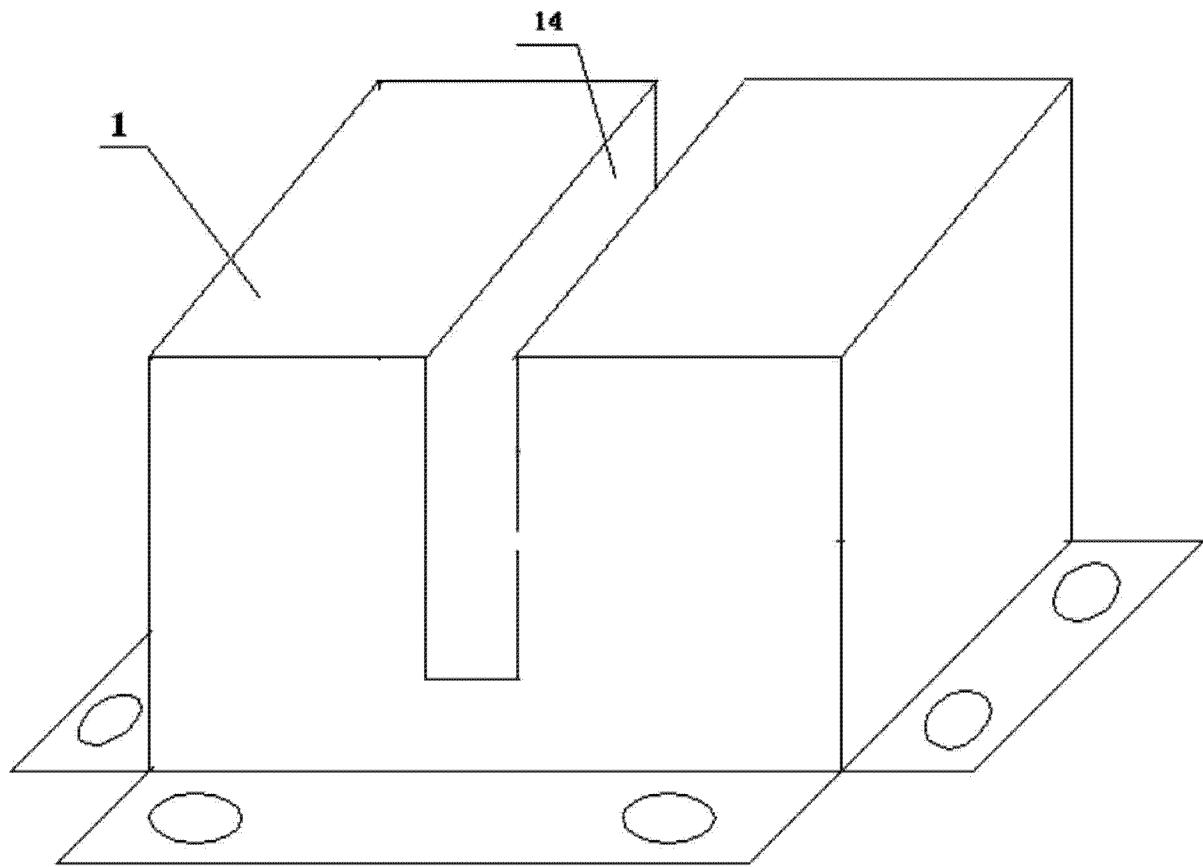


图 5

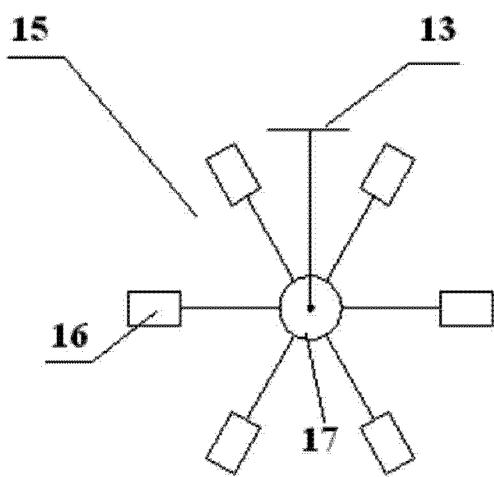


图 6

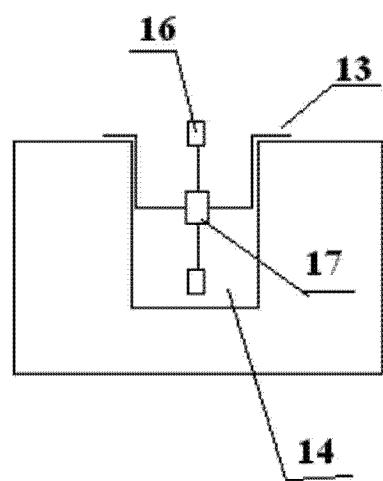


图 7