



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105190170 B

(45)授权公告日 2019.10.22

(21)申请号 201480023800.3

(22)申请日 2014.04.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105190170 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(30)优先权数据
61/854,428 2013.04.24 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.10.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/035371 2014.04.24

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/176465 EN 2014.10.30

(73)专利权人 项晓东
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 项晓东

(74)专利代理机构 上海一平知识产权代理有限公司 31266

代理人 翁霞 蔡继清

(51)Int.Cl.
F21V 29/51(2015.01)
F21V 29/76(2015.01)
F21V 29/85(2015.01)
F21Y 115/10(2016.01)

(56)对比文件
TW 201204994 A1,2012.02.01,
CN 1469700 A,2004.01.21,
US 2011/0043092 A1,2011.02.24,
US 2012113641 A1,2012.05.10,
US 2007159833 A1,2007.07.12,
CN 101892905 A,2010.11.24,
US 7628512 B2,2009.12.08,
US 5865244 A,1999.02.02,

审查员 韩海啸

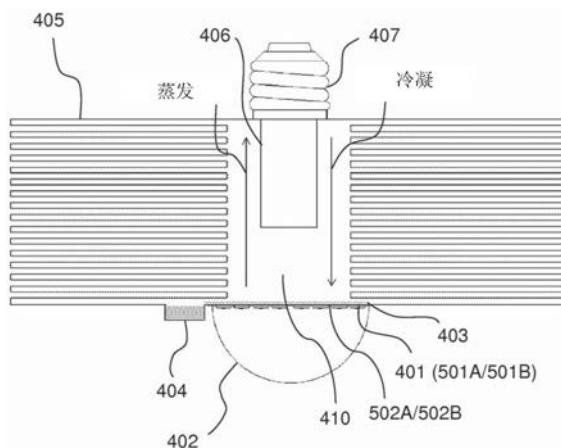
权利要求书1页 说明书7页 附图10页

(54)发明名称

使用三维相变热传递的LED灯冷却机构

(57)摘要

采用新型的使用相变材料的三维超导热热管理设计和延迟冷却来降低LED和其它装置内部的温度。该冷却机构使用具有中空鳍的鳍结构来将热量消散至环境。鳍内部的中空空间连接至一内部腔室,该内部腔室供应有液相-气相相变材料(L-V PCM),用于将来自LED芯片的热量传递至中空鳍的表面。LED芯片安装在位于该腔室的底部处的蒸发器上。提供了液体存储器,且蒸发表面是亲水性的,通过另一芯结构来将L-V PCM液体输送至蒸发表面。各鳍彼此平行并且平行于或垂直于蒸发表面。该结构具有出众的性能且制造成本低。



1. 一种LED灯,其特征在于,所述LED灯包括:
限定腔室的外壳结构,
其中,所述外壳结构包括实质上彼此平行布置的多个中空鳍,每个鳍包围一中空空间,所述中空空间连接至所述腔室,所述中空空间和所述腔室形成密封空间,
其中所述外壳结构的平坦部分形成蒸发器,且所述蒸发器的蒸发表面是亲水性的;
多个LED芯片,所述多个LED芯片安装在所述蒸发器上并与所述蒸发器热接触;以及
L-V PCM,所述L-V PCM布置在所述腔室内;以及
布置在所述腔室中的多个容器,每个容器容纳固相-液相相变材料,所述L-V PCM与所述蒸发器表面直接接触以及所述L-V PCM与多个所述容器表面直接接触来实现三维相变散热的技术效果。
2. 根据权利要求1所述的LED灯,其特征在于,进一步包括:
存储器,所述存储器相邻于所述蒸发器布置,用于在所述L-V PCM呈液态形式时保持所述L-V PCM;以及
芯结构或纤维材料,所述芯结构或纤维材料通过毛细管作用将所述L-V PCM从所述存储器输送至所述蒸发器的内表面,
其中所述蒸发器的内表面是亲水性的。
3. 根据权利要求1所述的LED灯,其特征在于,所述蒸发器是金属盘且所述LED芯片安装在所述金属盘的外表面上。
4. 根据权利要求1所述的LED灯,其特征在于,所述蒸发器包括具有多个开口的盘,其中所述LED芯片安装在所述开口中且每个LED芯片的后侧面向所述腔室。
5. 根据权利要求1所述的LED灯,其特征在于,进一步包括:
连接器,所述连接器将所述LED灯机械和电连接至照明装置;
电源单元,所述电源单元具有用于驱动所述LED芯片的电路;以及
透明罩,所述透明罩布置在所述LED芯片上方。
6. 根据权利要求1所述的LED灯,其特征在于,所述鳍形状为平坦或弯曲的环形盘并实质上平行于所述蒸发器的内表面布置。
7. 根据权利要求6所述的LED灯,其特征在于,每个鳍包括两个环形金属片材和外塑料密封环,所述两个环形金属片材彼此平行布置,所述外塑料密封环将所述两个金属片材的外周密封在一起,以及其中相邻的鳍通过位于所述金属片材内周处的内塑料密封环彼此接合。
8. 根据权利要求1所述的LED灯,其特征在于,所述鳍垂直于所述蒸发器的内表面布置。
9. 根据权利要求8所述的LED灯,其特征在于,每个鳍包括两个嵌套的直径不同的圆柱形金属片材和上塑料密封环,所述上塑料密封环将两个金属片材的上缘密封在一起,以及其中相邻的鳍通过位于所述金属片材的下缘处的下塑料密封环彼此接合。

使用三维相变热传递的LED灯冷却机构

技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管(LED)以及其它高功率密度装置,诸如激光和计算机芯片。具体来说,本发明涉及LED灯冷却机构。

背景技术

[0002] 虽然发光二极管(LED)从电信到普通照明应用都有巨大的潜力,然而每流明的成本仍然阻碍了LED在市场上的渗透。目前,照明市场主要以紧凑型荧光灯(CFL)为主LED灯每流明成本必须迅速降低,以与紧凑型荧光灯竞争。

[0003] 一种实现LED灯价格降低目标而不显著改变装置制造成本的方式是提高电流注入密度,例如2至4倍,从数十A/cm²量级至数百A/cm²量级。然而,通过提高LED的驱动电流来提高装置的光功率输出可能由于发热增加而导致两个问题。一个问题是“效率下降”结果,而另一个问题是“热失控”结果。如果热不能正常地消散,较高的接合温度将导致该LED装置较低的EQE(外部量子效率),这将导致更高的温度,并最终导致了LED装置热失效。因此,LED的热管理是降低LED灯成本而不显著改变LED芯片的制造成本的关键问题。另外,将接合温度尽可能地保持低对于LED的寿命也是有益的。总之,LED热管理对于降低接合温度,提高光功率输出和寿命是关键。

[0004] 热传递过程遵循以下原则:

$$[0005] \quad Q = hA \Delta T$$

[0006] 其中,Q是热传递功率(W),h是热传递系数(W/(m²·K)),A是热通过面积,以及ΔT是温度梯度或温差。不同的热传递机构的热传递系数是不同的。由于不同热传递机构之间的h的显著差异,需要将热量均匀地分散到不同的热通过区域,以实现有效的冷却系统。

[0007] 图1示出一般的LED系统的热模型。该LED装置的系统热阻抗可以被分成三个类别或阶段:R_内,R_中以及R_外。R_内包括LED芯片的热阻抗(R_{芯片}),副安装结合的热阻抗(R_{结合})以及衬底和背面焊料的物质的热阻抗。R_内主要由芯片设计和制造该芯片中使用的材料来决定。R_中指源自印刷电路板(PCB)和导热界面材料(TIM)的热阻抗。R_外涉及从TIM至大气的热阻抗。

[0008] 图3示出LED灯结构,其采用常规冷却机构将来自LED芯片的热量散发到环境。LED芯片301以及所需的PCB和TIM安装在冷却鳍结构303的表面上并由盖302封装。鳍结构303由金属制成的多个实心盘形成。LED灯还具有用于将其附连至常规照明装置的连接器305以及包含驱动LED芯片电路的电源单元304。

[0009] 与基于常规技术的被动式散热器的典型R_内和R_中、R_外值相比较,通常不能满足由高电流注入驱动的LED的应用要求。被动式散热器的热阻抗由其较差的热匹配或散布引起。相变冷却系统,其通过在高温区域的相变和在低温区域的逆相变将热量导走,可以显著地改进热散布。

[0010] 在相变冷却系统中,广泛地使用一维热管和二维蒸汽室(vapor chamber)。两者都已经应用于LED的热管理中,例如兰金等人在热化学学报(Thermochimica Acta)455,21-25(2007) (“金等人,2007”)的“Thermal analysis of LED array system with heat

pipe”中所描述的;以及H.-S. 黄等人在实验传热学 (Experimental Heat Transfer) 22, 26 (2009) (“黄 等人, 2009”)的“Experimental Investigation of Vapor Chamber Module Applied to High-Power Light-Emitting Diodes”中所描述的。这种系统中,热管和蒸汽室用作热源与低温区域之间的散热器。如图2所示,在实际应用中,热管和蒸汽室仍然需要与散热器连接。热管将来自热源的热量 通过一维相变热传递结构散布至散热器(参见图2(a))。与散热器连接 的热管的典型热阻抗为约5K/W(参见Kim等人,2007)。蒸汽室通过二维 相变热传递结构来散布热量(参见图2(b))。与散热器连接的二维蒸汽 室的典型热阻抗为3.2-4.9K/W(参见黄等人,2009)。

发明内容

[0011] 散热器与环境空气之间的自然空气对流热传递系数通常为5至 25W/(m²K),而相变过程的热传递系数在成千上万W/(m²K)量级。这意味着如 果使用自然空气对流冷却来冷却散热器,则散热器需要将热量从热源传递 到热源面积10⁴-10⁵倍的散热器。因此,高功率LED冷却系统的主要瓶颈是 散热器与大气环境之间不足的热传递。对于各类LED芯片,诸如目前可购 得的芯片、高级MQW芯片、高级DH芯片等,在各种输出功率下实现目标光 功率输出所要求的散热器表面积(A_{hs})可以被计算出。例如,对于等同于 60瓦的LED灯具,在如下假设下,所要求的散热器表面积在数千cm²量级: 自然空气对流热传递系数为10W/(m²K),且散热器与大气环境之间的温差 为10K。另外,实心散热器所需要的大表面积和厚度也增加了 灯具的成本。例如,对于高功率电子设备,实心散热器的通常成本范围在0.5-10美元。如果在冷却系统中使用热管(一维或二维),该冷却系统的成本可能大大 地提高至15-100美元(参见叶环宇等人的“A review of passive thermal management of LED module”,半导体期刊(J.Semicond.),32,014008 (2011))。这种水平的成本在照明应用中是不可行的。

[0012] 如上所讨论的,LED冷却系统中的散热器需要将热量从芯片传递至 10⁴-10⁵倍的更大面积。如果由目前一维热管或二维蒸发室执行热匹配,则 成本负担对于在照明中应用来说太重。因此,除了散热器之外,基于热管 或蒸发室的这些冷却系统需要辅助主动冷却系统,因为散热器不足以扩散 热。否则,在散热器的顶部与环境之间存在的温差范围从数十 至一百K。

[0013] 总之,本发明的发明人意识到为了在LED装置由高正向电流驱动时保 持接头温度,封装的LED灯具的系统水平热阻抗需要尽可能地降低,且R_外 是LED灯具热管理中的主要瓶颈。因此,对于更高功率的LED灯具,需要 照明级别先进的冷却策略。如上所解释的,在开发该先进冷却策略中,关 键点是如何将热量从相对小的热通过面积(约1mm²)分散至大得 多的面积(约0.1m²)。

[0014] 本发明旨在为LED灯具的热管理提供一种有效的散热策略,以增加LED 灯具的照明功率输出和寿命性能,同时显著地降低高功率LED灯具的冷却 系统的成本。此外,该发明可以应用于其它类似的高功率密度设备,包括 计算机主引擎芯片、激光二极管等。

[0015] 使用了新型的三维“相变热交换”结构来将热量从高功率LED芯片和 其它高功率密度设备消散至大气。

[0016] 本发明的附加特征和优点将在下面的描述中阐述以及从该描述中部分 是明显的,或者可以通过实践本发明而得知本发明的附加特征和优点。本 发明的目标和其它优点

通过在书面描述和其权利要求以及所附的附图中特别指出的结构来实现或获得。

[0017] 为了实现这些和其他优点,并根据如实施和广泛描述的本发明的目的,本发明提供一种发光二极管(LED)灯,该LED包括:限定腔室的外壳结构;其中,所述外壳结构包括实质上彼此平行布置的多个中空鳍,每个鳍包围一中空空间,所述中空空间连接至所述腔室,所述中空空间和所述腔室形成密封空间,其中所述外壳结构的平坦部分形成蒸发器;多个LED芯片,所述多个LED芯片安装在所述蒸发器上并与所述蒸发器热接触;以及液相-气相相变材料(L-V PCM),所述液相-气相相变材料(L-V PCM)布置在所述腔室内。

附图说明

[0018] 图1示意性示出LED灯具的典型热模型。

[0019] 图2示意性示出使用热管和蒸汽室的LED冷却系统。

[0020] 图3示意性示出LED灯具的常规冷却机构。

[0021] 图4是带有根据本发明的第一实施例的冷却结构的LED灯具的示意图。

[0022] 图5A示意性示出可以与本发明各实施例的冷却结构一起使用的LED灯具的芯片区域蒸发器。

[0023] 图5B示意性示出可以与本发明各实施例的冷却结构一起使用的LED灯具的热块区域蒸发器。

[0024] 图6A和6B是图4的实施例的两种变型的冷却结构的一部分的细节的示意图。

[0025] 图7是带有根据本发明的第二实施例的冷却结构的LED灯具的示意图。

[0026] 图8是带有根据本发明的第三实施例的冷却结构的LED灯具的示意图。

[0027] 图9是带有根据本发明的第四实施例的冷却结构的LED灯具的示意图。

[0028] 图10是带有根据本发明的第五实施例的冷却结构的LED灯具的示意图。

[0029] 图11是带有根据本发明的第六实施例的冷却结构的LED灯具的示意图。

[0030] 图12示意性示出可用于本发明的各实施例中的冷却结构的三维外壳结构和制造方法。

[0031] 图12A是可用于本发明的各实施例中的冷却结构的另一种三维外壳结构和制造方法。

[0032] 优选实施例的详细描述

[0033] 应理解,本文描述的各示例和各实施例仅仅是为了说明目的,本领域的技术人员将获得启示来对其作出各种修改和变化,且这些修改和变化将包含于本申请的精神和范围内以及所附权利要求书的范围内。

[0034] 本发明的各实施例中,LED灯具采用带有中空鳍的鳍结构来将热量散布至环境。鳍内部的中空空间连接至一腔室,该腔室供应有液相-气相相变材料(L-V PCM),用于将来自LED芯片的热量传递至鳍表面。

[0035] 一些实施例中,LED芯片安装在不同的蒸发器上,包括芯片区域蒸发器以及安装和热块蒸发器。芯片区域蒸发器使用镶嵌在安装块中的芯片的背面作为蒸发表面。安装和热块蒸发器由厚度为约1-5mm的铜片制成且LED芯片安装至铜片上。铜片将来自芯片区域(约1mm²)的热量分散至相对更大的区域(约1至2cm²)。这两种类型的蒸发表面都被处理成亲水性表面。蒸发器与LED芯片被封装在三维真空密封外壳中,该外壳形成一腔室。该密

封腔室可具有高真空度、中等真空度或低真空度。

[0036] 所有实施例中,具有所需沸点(例如室温至100℃)的液相-气相相变材料(L-V PCM)用于在LED灯具运行期间润湿蒸发表面。L-V PCM可以存储在与三维外壳成一体的存储器中。也可采用其它纤维材料芯结构来使用毛细管力以将L-V PCM从存储器输送至蒸发表面。蒸发器的亲水性表面将L-V PCM均匀地分散以保持表面润湿。在高功率LED芯片运行期间,当蒸发表面温度升高时,其可能超过液体的沸点,L-V PCM液体层蒸发并将热量从蒸发表面带走。由蒸发器携带的热量被传递至三维外壳的冷表面且该蒸汽冷凝成液体。该液体然后通过重力或其它方法被传送到L-V PCM存储器或者蒸发表面,以继续循环。

[0037] 一些实施例中,冷表面是容纳固相-液相PCM(S-L PCM)的容器的表面,固相-液相PCM的熔化温度稍低于LED芯片所要求的最大工作温度。S-L PCM容器包装在腔室内或者另一三维外壳内,它们的表面通过小间隙相互间隔开。S-L PCM容器的表面可以涂覆有疏水薄膜以提高气相-液相的热交换系数。S-L PCM容器可以具有平坦盘或者圆柱形几何形状,较佳地厚度薄或者直径小。由此,蒸发表面和S-L PCM容器表面在可忽略的温差下热“短路”。然后,蒸发表面上的热量被传递到S-L PCM容器的表面上并随着S-L PCM材料熔化成液体而热存储在S-L PCM材料中。在LED灯具关闭之后,存储在S-L PCM的热量通过自然空气对流消散至环境中。

[0038] 图4示出(示意性剖视图)根据本发明的第一实施例的LED灯。中空鳍结构405用于将热量消散至环境。鳍的外部形状是基本上彼此平行布置的平坦盘,但每个鳍内部是中空的,且每个鳍的中空空间与LED灯的内部空间(腔室)410流体/蒸汽连通。鳍结构405,也称为三维外壳,可以由包围该中空空间的薄金属盘形成。每个鳍内部的中空空间是薄且宽的空间,例如上至几毫米厚。腔室410和鳍405的中空空间形成密封空间,且在内部供应L-V PCM 403。L-V PCM具有适于LED灯工作温度范围的沸点。可作为L-V PCM使用的材料示例包括水,某些酒精等。

[0039] 一些LED芯片401位于腔室410的底端。芯片401可以用作芯片区域蒸发器,如图5A所详细示出。该结构中,LED芯片501A安装在安装块502A的开口中,安装块502A约1至5mm厚。芯片501A和安装块502A的暴露于腔室410内部的背面可以被处理成亲水性,以在运行过程中保持背面润湿。芯片501A的各背面(每个大小约1mm²)用作相变热传递的蒸发器。

[0040] 或者,如图5B所示,LED芯片501B可以安装在安装和热块502B的下侧上,其中安装和热块502B的上侧暴露于腔室410的内部并用作蒸发器。与图5A所示的蒸发器相比,图5B的热块区域蒸发器具有更大的蒸发表面,其导致在蒸发器的表面上相对低的热功率密度。安装和热块蒸发器502B可以由约1-5mm的铜片制成,但也可使用其它材料和厚度。安装和热块蒸发器502B的背面被处理成亲水性。其可以将热量从约1mm²面积的LED芯片501B散布至相对更大的蒸发面积(约1至2mm²)。

[0041] 在两种类型的蒸发结构(图5A和5B)中,蒸发器是包围腔室410的三维外壳的一部分。一些实施例中,安装块502A以及安装和热块502B可以与鳍结构405一体制成。为了方便,图5A和5B所示的两种类型结构都称为蒸发器。

[0042] L-V PCM(其较佳地在室温下为液体)被放置在L-V PCM存储器404内,图4所示的示例中,该存储器404位于蒸发表面附近。可以使用不同的方法,包括重力、毛细管力和泵送方法,来从存储器404散布液体并在蒸发表面上持续地形成液体薄层403。如先前所提到

的,安装块502A/502B和芯片501A的上侧具有亲水性表面;可以采用其它芯结构或纤维材料来通过毛细管作用将L-V PCM从存储器输送至蒸发表面。

[0043] 在运行期间,当蒸发表面温度升高时,其可能超过L-V PCM的沸点,薄液体层蒸发并将热量从蒸发表面带走。蒸汽填充腔室410和鳍结构的鳍内部的中空空间,并在三维外壳405的冷内表面上冷凝回液体,将热量传递至该冷表面。

[0044] 图4中,上下指向箭头分别示意性指示蒸发和冷凝的总运动方向。可以使用各种方法将冷凝后的液体返回到存储器,以在蒸发表面上连续地形成薄液体层。一种设计中,如图6A所示(鳍结构的一部分的剖视图),鳍结构的鳍405A具有锥形形状,从而鳍的中空空间的内部表面不是水平的。锥角可以例如是与水平成5-15度。该结构有助于冷凝后的液体在重力作用下下流或向下滴(如箭头所示意性指示),以返回至存储器404和蒸发表面。另一示例中,如图6B所示,在剖视图中,鳍405B仍彼此平行,但是各鳍随着它们从腔室向外延伸而向上倾斜。该倾斜角度可以例如是与水平成5-15度。液体可以从每个鳍的内圆形边缘向下流动和向下滴(如箭头所示意性示出),以返回至存储器404和蒸发表面。

[0045] 图4实施例所示的LED灯(以及图7-11所示的LED灯)倾向于以所示的定向使用,即机械和电连接器407位于顶部且可以拧入常规照明装置,而LED芯片401位于下部且灯向下凸出穿过透明灯罩402,其面朝下。如果LED灯旨在以其它定向使用,例如灯向上凸出或者横向于侧面凸出,则需要修改。这种情形中,蒸发表面(LED芯片或安装块)将不位于腔室的底部,而在顶部或其它地方。因此,将需要芯结构来将液态L-V PCM从腔室的底部输送至蒸发表面。包括驱动LED芯片的电路的电源单元406可以位于任何合适的位置。

[0046] 如上所看到的,相变热交换方法用作热交换器以匹配芯片蒸发器的小区域(图5A)或者安装和热块蒸发器(图5B)以及三维外壳405的对流冷却表面的大尾部分的热阻抗而无任何固体或液体连接。由于蒸发的热交换系数足够大来传递热量而三维外壳405从约1cm²面积至大得多的面积无显著的温度升高,常规空气对流/液体对流方法足以将热量从大面积三维外壳405消散而无显著高于环境温度的温度升高,LED装置接合与热量消散至其的环境之间的总温差小。

[0047] 图7示出根据本发明的第二实施例的LED灯。该结构在环境温度高于LED芯片在照明工作期间所需的工作温度的情形中是有用的。该结构类似于图4所示的结构,其中相同的部件标记相同的附图标记。LED芯片701、灯罩702、L-V PCM 703、L-V PCM存储器704、鳍结构(三维外壳)705、电源单元706以及机械和电连接器707。此外,在LED灯的内部空间710设置含有固相-液相相变材料(S-L PCM)709的多个容器708。在工作期间,热量通过L-V PCM 703从蒸发表面(LED芯片或者安装块)传递到容器708的表面,在该容器的表面处冷凝。当S-L PCM温度升高至S-L PCM的熔化温度,其熔化以吸收热量。由此,蒸发表面(LED芯片或安装块)的温度可以基本恒定维持在稍高于S-L PCM 709熔化温度。S-L PCM 709选择成具有接近(稍低于)LED芯片的最大所需工作温度的熔化温度。

[0048] 较佳地,S-L PCM容器708尺寸小并且形状为盘或圆柱体,以提高容器与L-V PCM蒸汽之间的接触面积。它们可以被放置在LED灯的内部空间710内,如图7所示,在内部空间710中,盘或圆柱体垂直地布置,从而冷凝的液体落回到蒸发器和存储器。或者,它们可以放置在不同的存储外壳内,该存储外壳经由蒸汽管系和液体管系连接至内部空间710,L-V PCM蒸汽可经由该蒸汽管系从内部空间710流至第二外壳,冷凝的L-V PCM液体经由该液

体管系流回到内部空间710。可使用合适的结构来在两个外壳之间循环液体和蒸汽。

[0049] 使用该结构,当环境温度高于S-L PCM的熔化温度时,在工作期间由LED芯片产生的热临时存储在S-L PCM内部,并然后在夜间当环境温度下降时消散至环境。

[0050] 图8至11分别示出根据本发明的第三至第六实施例的四种LED灯。第三实施例(图8)和第五实施例(图10)是第一实施例(图4)的变型。第四实施例(图9)和第六实施例(图11)是第二实施例(图7)的变型。相同的部件标记相同的附图标记且不再列举。第一(图4)和第二(图7)实施例中,当灯以其将被使用的方式定向时,鳍结构405/705的中空鳍是实质上水平结构(术语实质上水平允许图6A和6B中所示的锥形和/或倾斜)。例如,每个鳍形状可以为实质上水平平行于蒸发表面布置的环形盘。第三至第六实施例中,当灯以它们将被使用的方式定向时,鳍结构的中空鳍805/905/1005/1105为实质上垂直结构。例如,各鳍形状可以为垂直于蒸发表面布置的同心嵌套管,或者它们可以是彼此平行且垂直于蒸发表面布置的平坦盘。这些实施例中,因为它们的垂直中空鳍,L-V PCM在重力机理下循环更便利。此外,位于鳍下方的外壳811/911/1011/1111的底侧可以朝向中心稍微倾斜,以有助于冷凝后的液体流入存储器804/904/1004/1104和蒸发表面。

[0051] 图8-11所示的鳍结构(三维外壳)805/905/1005/1105的不同总体几何形状适于各种应用环境。第三(图8)和第四(图9)实施例中的鳍结构的总体形状为穹顶,即外鳍比内鳍短,而第五(图10)和第六(图11)实施例中的鳍结构的总体形状为圆柱形,即各鳍具有相同高度。

[0052] 上面各实施例中,鳍结构的各鳍内部是中空的。相比于图3所示的实心鳍结构,这种结构的一个优点在于能够促进热量传递到鳍的表面,因为L-V PCM蒸汽可以进入鳍内部的中空空间。另一个优点在于减少了用来制造该鳍结构所需的材料(通常为金属,例如铝)量。图3所示的常规结构中,鳍303需要具有一定厚度来允许足够的热量从鳍的底部传导到鳍的末梢;因此,需要一定量的材料(金属)。在本文各实施例的中空鳍结构中,中空鳍的材料片的厚度可以小至鳍的机械强度所允许的厚度,因为热量仅需要从鳍的内表面传导至外表面并且不需要横向地从鳍的底部传导至鳍的末梢。这减少了制造该鳍结构所需的材料量,并因此节省了材料成本和重量。

[0053] 图12和12A示意性示出第一实施例和第二实施例的三维真空密封外壳405/705的制造工艺的一个示例。该鳍结构由薄金属(例如铝)片材1201制成,该薄金属片材形成为所要求的形状和通过接合结构接合在一起。为了形成图4和7所示的鳍结构,在鳍是水平的情况下,金属片材被制成平坦环形形状。为了形成图6A和6B所示的锥形或倾斜鳍结构,各金属盘制成浅截头锥形形状。根据鳍的形状,各金属盘可以制成其它合适的形状。

[0054] 如图12和12A所示,接合结构包括内环1203,1204和外环1202,其较佳地由塑料制成。每隔一个片材1201(例如第一、第三、第五等)的外周通过外密封环1202密封至其下方的片材的外周,且这样一对片材之间的空间将形成中空鳍的中空空间。内环1203、1204在各片材之间在各片材内周交错,形成一叠。在外周不密封在一起的两个片材1201之间布置的内环1204是密封环,其将对应的内周密封在一起。在外周密封在一起的两个片材1201之间布置的内环1203是为片材叠提供机械支撑的支撑环,且支撑环上具有开口以允许蒸汽和液体在鳍的中空空间与内腔室1205之间流动。注意,在图12中,其外周不密封在一起的相邻片材对的内周直接彼此接合而无支撑环1204。可以使用合适的粘接材料将环1202、

1203和1204粘接 至各片材1201。

[0055] 可以通过将各片材和外环和/或内环顺序放置在彼此的顶部上并将它们粘接在一起形成一叠来组装鳍结构。相比于由金属制成整个鳍结构,上面的制造方法更节省成本而不弱化散热性能。

[0056] 可以以类似方式来形成第三至第六实施例(图8-11)的鳍结构,使用一组嵌套的具有不同直径的圆柱形金属片材并在管的上缘和下缘处在合适的位置将它们与塑料环密封在一起。在其上缘通过密封环密封在一起的一对相邻圆柱形片材将形成内部具有中空空间的鳍,且相邻的鳍通过位于它们下缘的密封环彼此密封。

[0057] 总之,在传统的热管或蒸发室中,主要材料是铜。这导致传统的热管或蒸发室成本高。本发明的各实施例中,可以使用塑料环来成功地密封铝片材。因为铝是相对便宜的材料且由于中空结构,对于高功率LED,这种三维外壳的估计成本可以低至0.5至1.5美元。与实心散热器或者与实心散热器连接的一维/二维热管相比,根据本发明各实施例的三维外壳实现了相对低的成本和好得多的热匹配性能。

[0058] 应理解,本文描述的各示例和各实施例仅仅是为了说明目的,本领域的技术人员将获得启示来对其作出各种修改和变化,且这些修改和变化将包含于本申请的精神和范围内以及所附权利要求书的范围内。

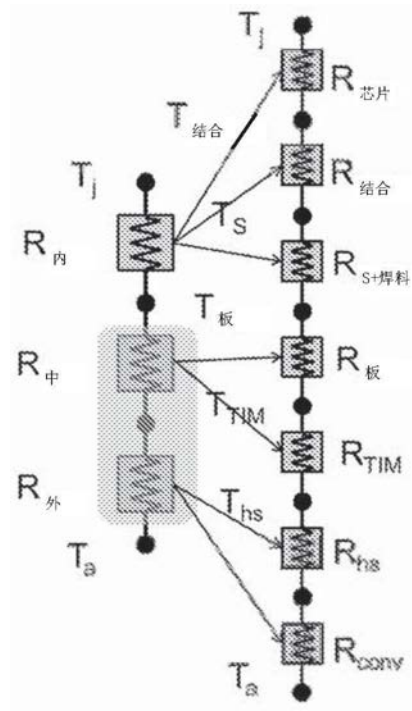


图1

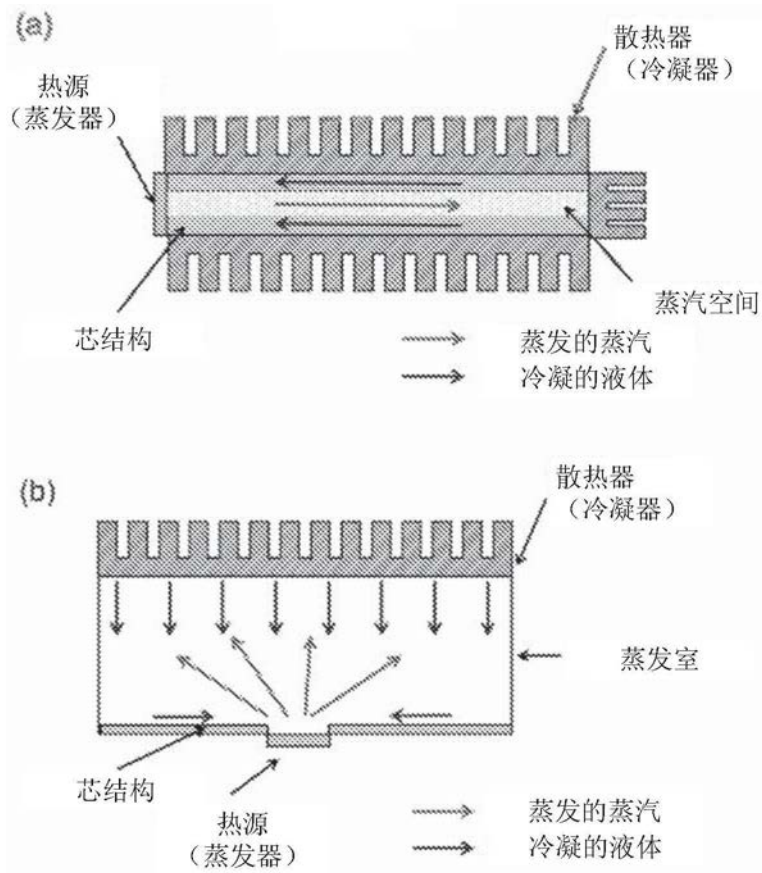


图2 (现有技术)

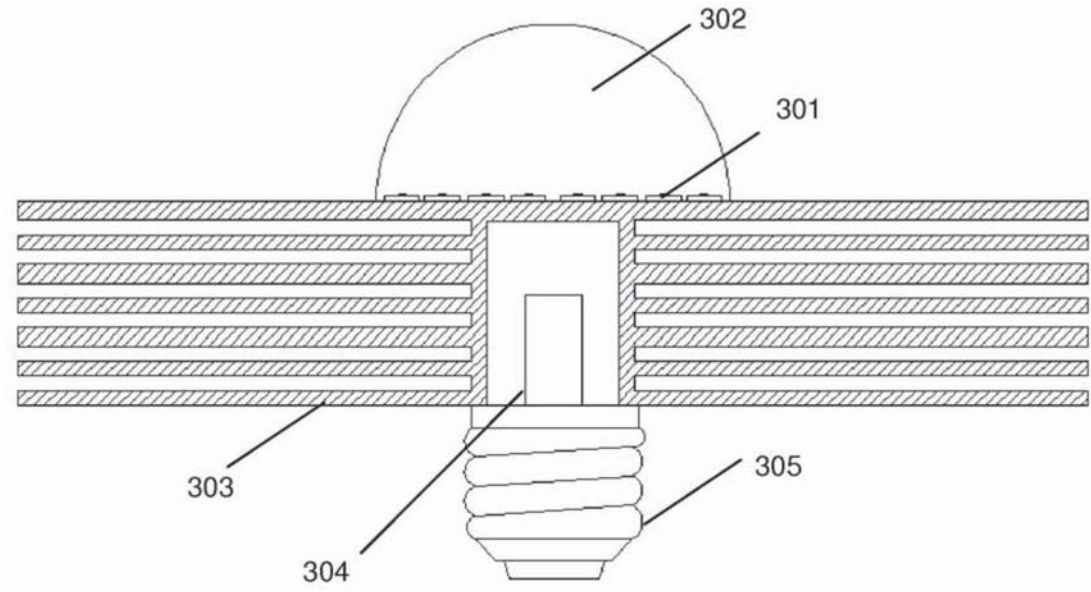


图3

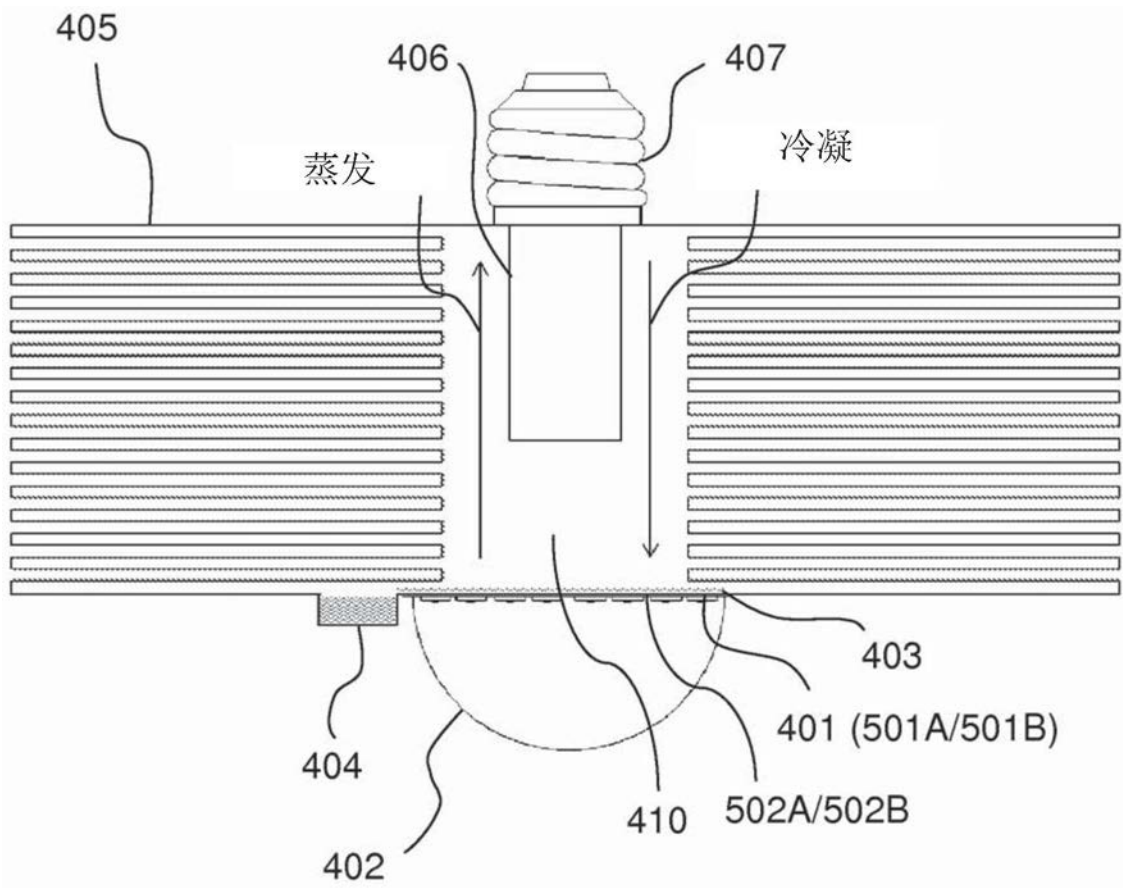


图4

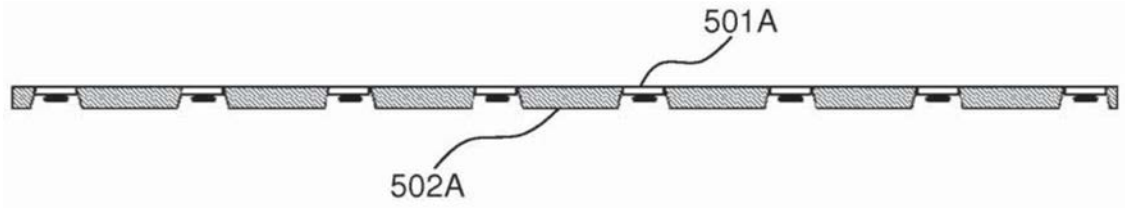


图5A

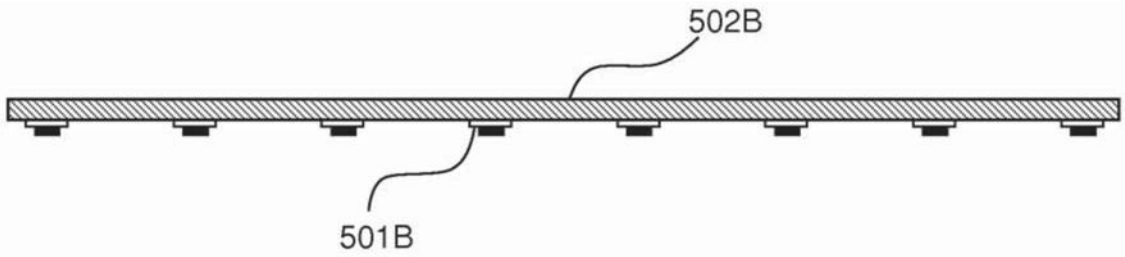


图5B

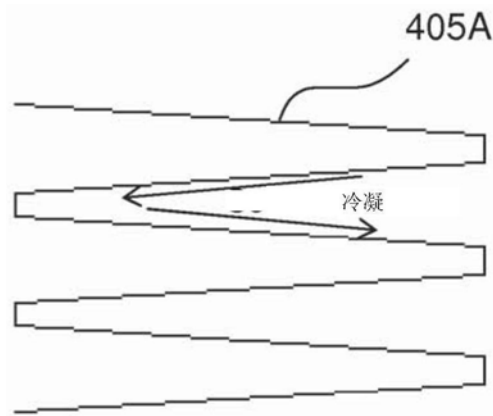


图6A

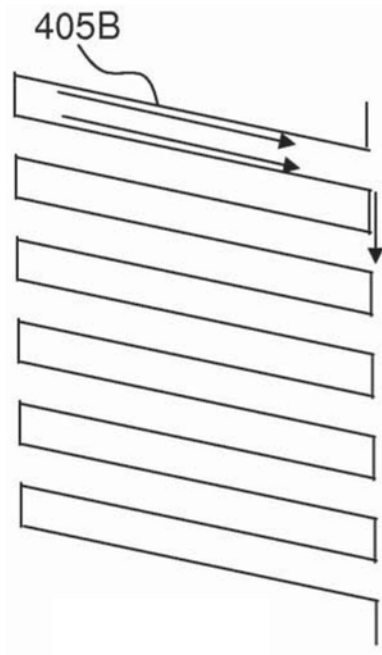


图6B

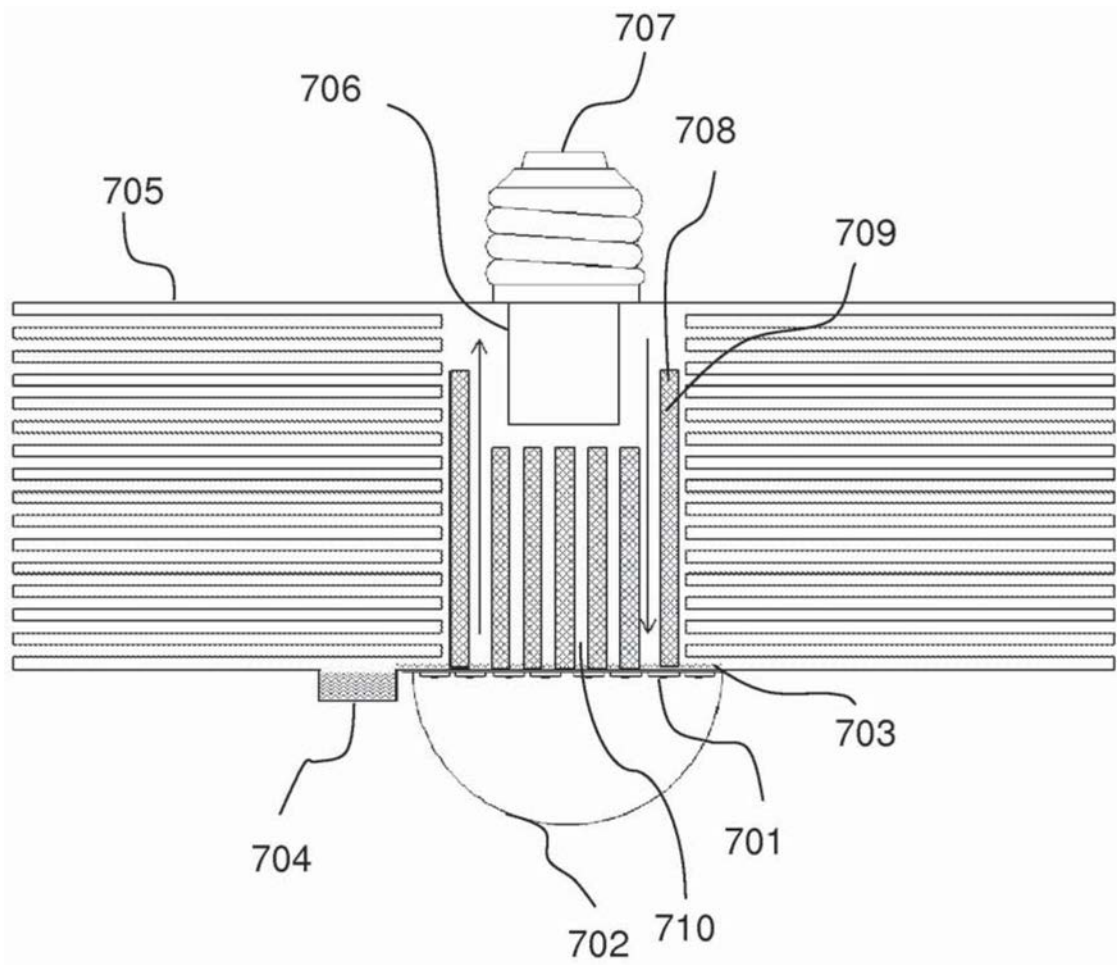


图7

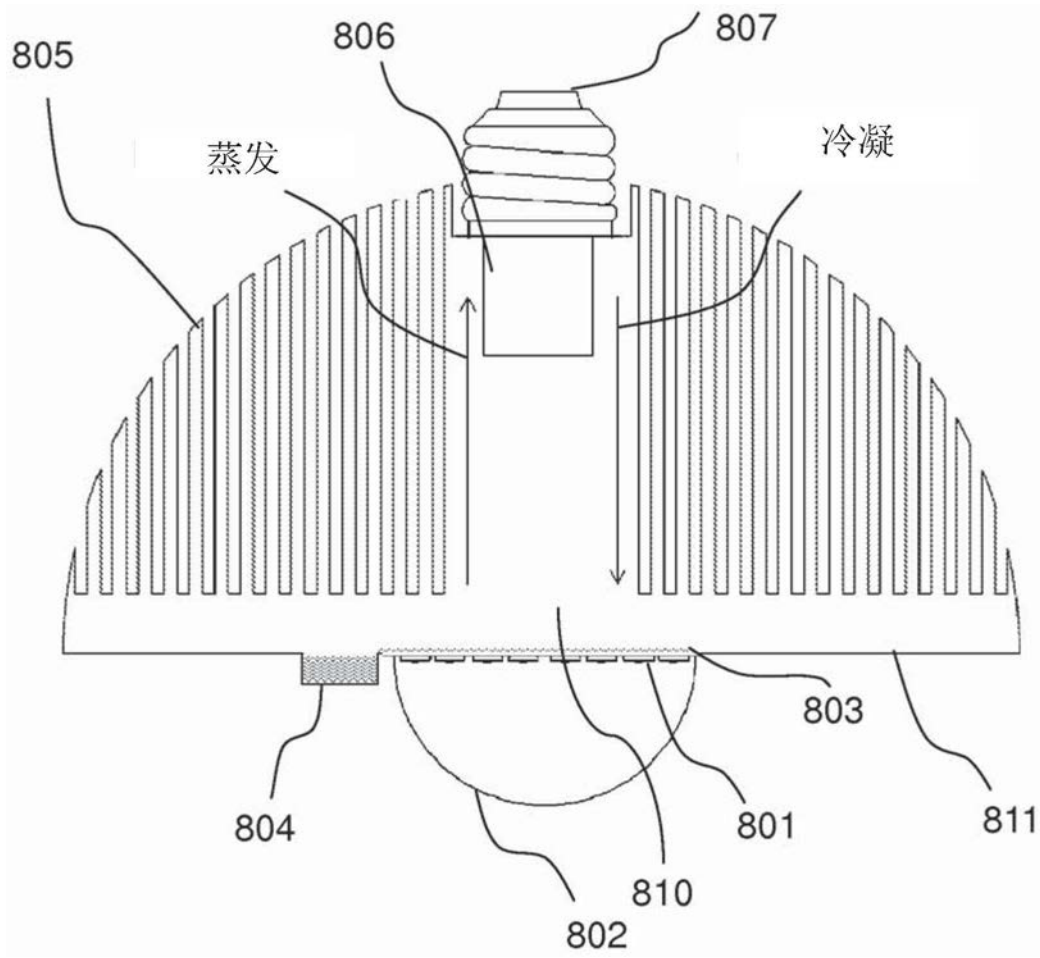


图8

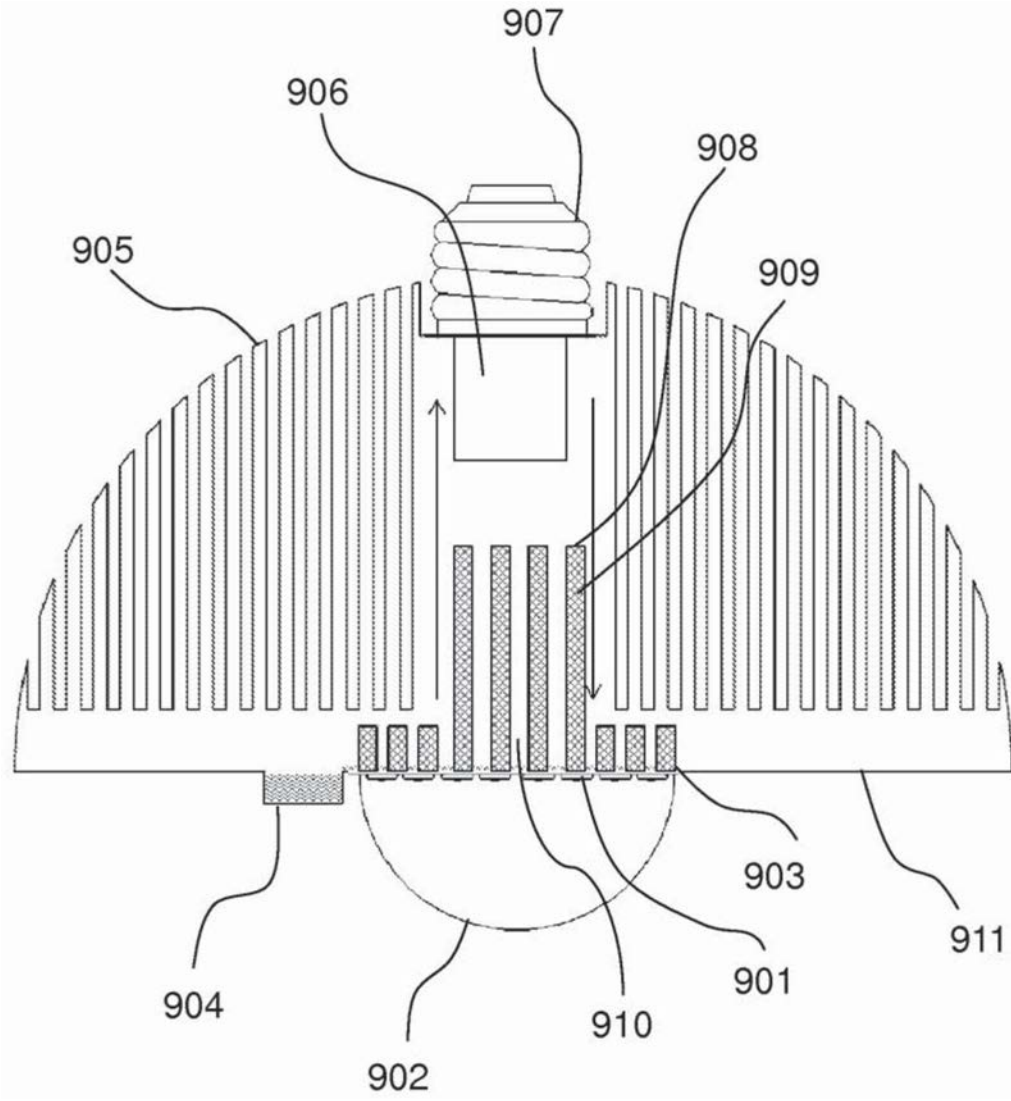


图9

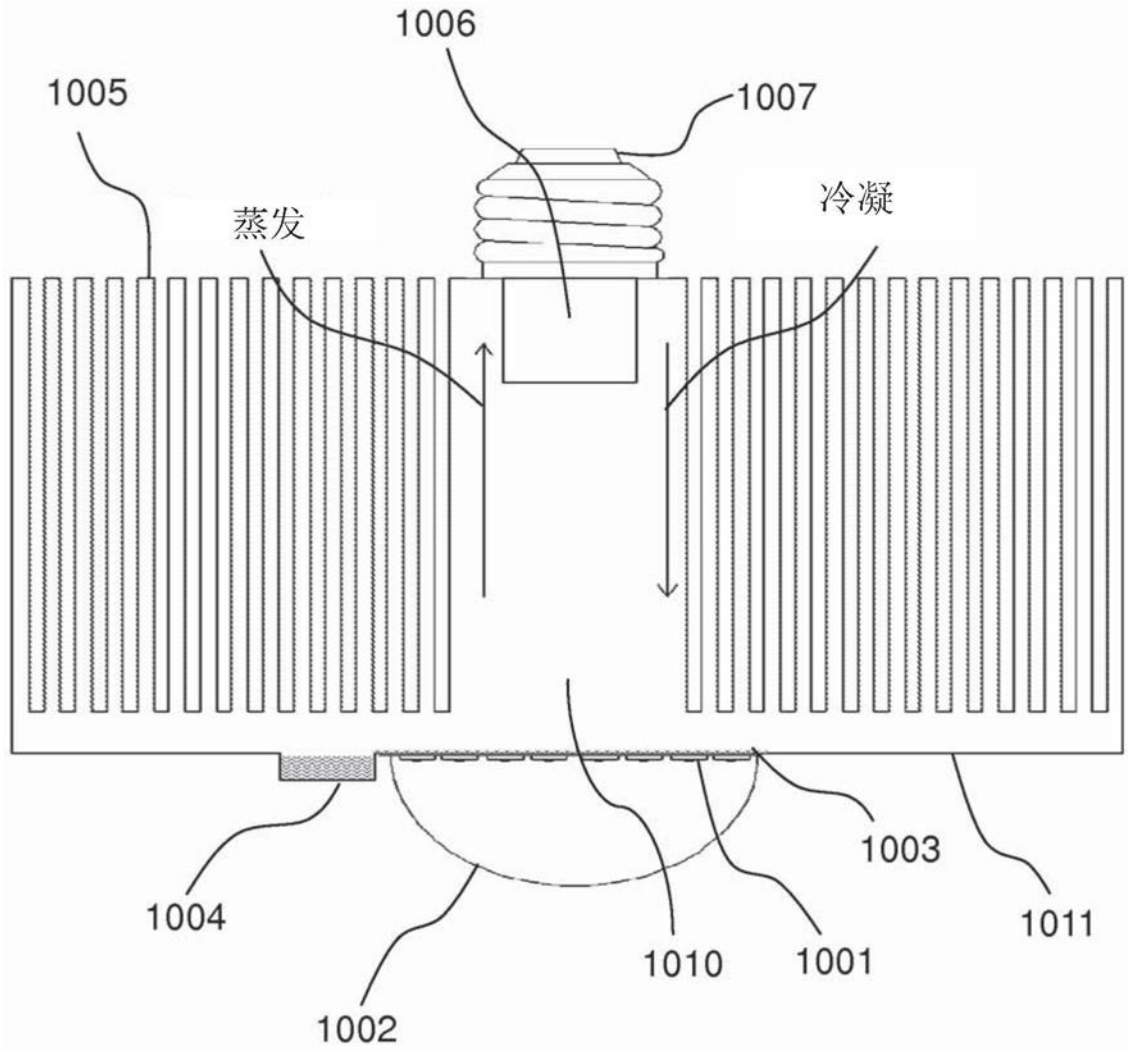


图10

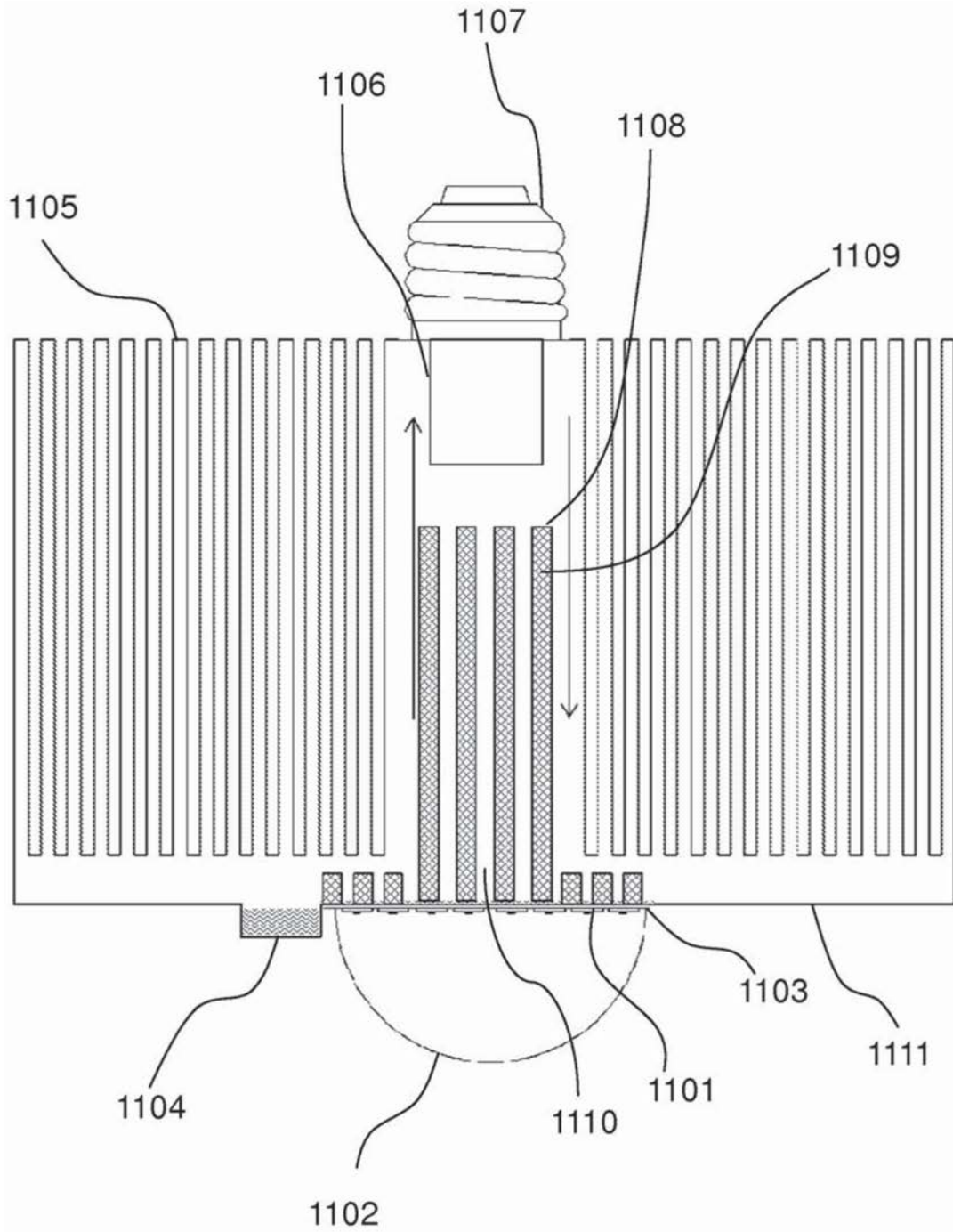


图11

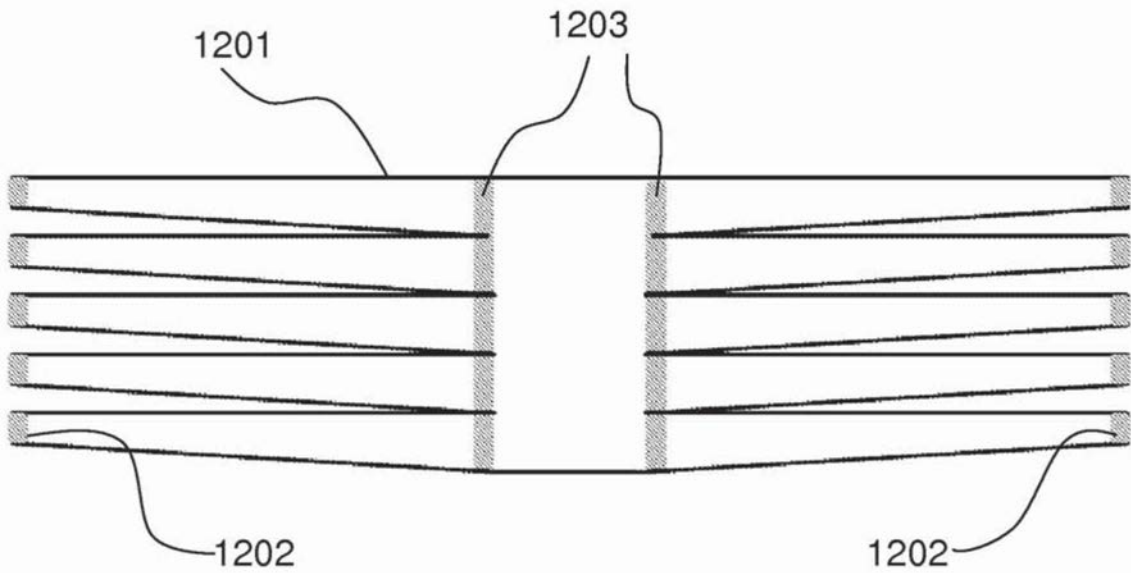


图12

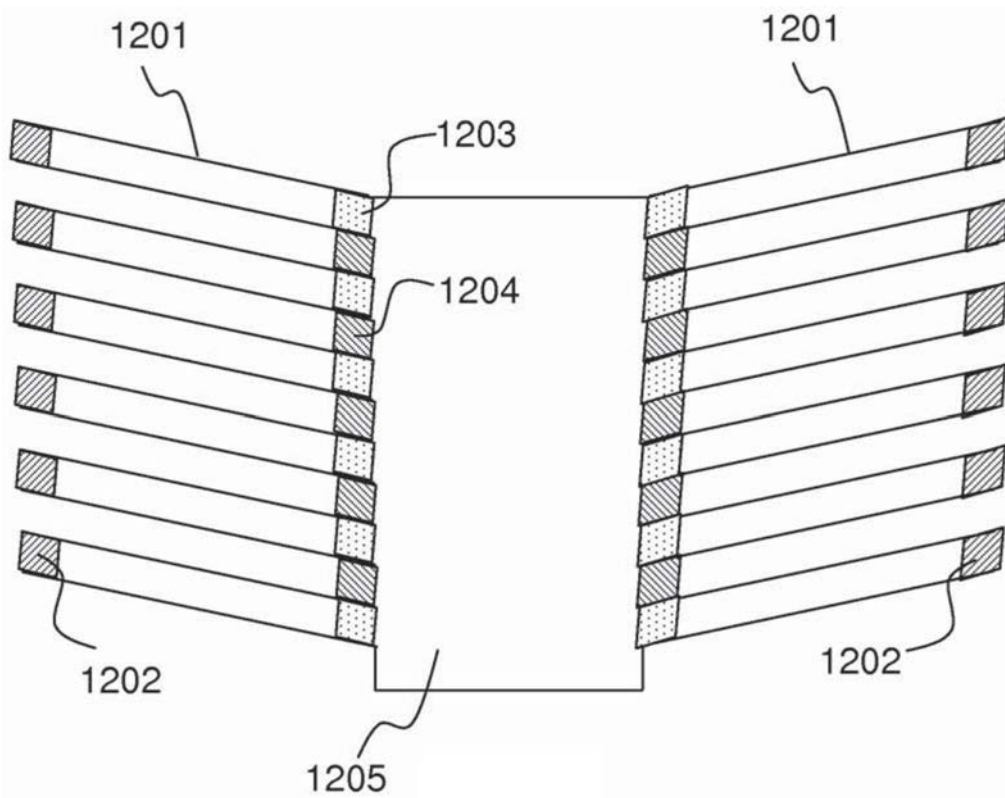


图12A