



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103062728 A

(43) 申请公布日 2013.04.24

(21) 申请号 201110320083.9

(22) 申请日 2011.10.19

(71) 申请人 杨同彦

地址 519000 广东省珠海市香洲区人民西路
366号12栋1单元504

(72) 发明人 杨同彦

(51) Int. Cl.

F21V 29/00 (2006.01)

F21Y 101/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种大功率 LED 散热机构

(57) 摘要

本发明提供了一种大功率 LED 散热机构,所述机构包括一个蒸发器,两根导管,一个空气对流散热冷凝器及水,所述的蒸发器通过两根导管与冷凝器相连,蒸发器底部为绝缘导热 LED 基板。本发明提供的技术方案为大功率 LED 应用,尤其是集成大功率 LED 应用提供一种重量轻,结构简洁可靠,导热散热效率高的低成本解决方案。

1. 一种大功率 LED 散热机构,其特征在于,所述机构包括一个蒸发器,两根导管,一个空气对流散热冷凝器,所述的蒸发器通过两根导管与冷凝器相连,蒸发器底部由绝缘导热 LED 基板构成。

2. 根据权利要求 1 所述的机构,如附图 1 所示,其特征在于,蒸发器顶部的热气孔,通过热气管连通冷凝器顶部的孔,蒸发器底部的多个小孔,通过水管连通冷凝器底部的孔,蒸发器与空气对流散热冷凝器形成密封空间,冷凝器底部高于蒸发器顶部。

3. 根据权利要求 2 所述的机构,其特征在于,所述的机构注入水或其它低压下高气化热,低沸点液体材料。

4. 根据权利要求 2 所述的机构,对密闭系统抽真空,达到一定真空度,气压 $< 50\text{mmHg}$ 。

5. 根据权利要求 2 所述的机构,其特征在于,蒸发器的结构如附图 1 所示,用 LED 基板作容器底,注水口处于蒸发器容器腔体侧面底部贴 LED 基板,水从蒸发器底部注水孔注入,出气孔处于腔体顶部,注水口与出气孔分别处于容器两端。

6. 权利要求 2 所述的机构,其特征在于,空气对流散热冷凝器为中空薄壳结构,如图 2 所示,对流散热翼由壳体很薄的导热材料做成中空,散热翼片空间与入气口连通,入气口处于空气对流散热冷凝器顶部;不局限于图 2 所示形状,可做成任意散热面积,具备所需强度的任意形状,形成与外部空气和内部水蒸气有很大的接触面积且通风良好结构。

7. 根据权利要求 2 所述的机构,其特征在于,整个散热机构,利用 LED 基板作蒸发器底板,减少传热路径,降低热阻,提升可靠性;利用低压下水沸点低的特性,降低工作温度,降低材料耐热性要求;利用水蒸气传热热阻很低的特性,将 LED 基板热量低热阻传递到空气散热冷凝器内表面,将小面积集中的热量传递到大面积导热材料上,降低对壳体材料导热系数要求,确保散热性能。

一种大功率 LED 散热机构

技术领域

[0001] 本发明属于散热技术领域,尤其涉及大功率LED应用;如:路灯、车大灯等应用的散热处理技术。

背景技术

[0002] LED作为新的高效环保光源,将很快替代现有的白炽灯及气体发光灯,成为未来的主要光源之一,现阶段,LED转化为光输出的能量仅占输入能量的30%,70%转化为热,且芯片的热主要以热传递的方式散发;散热问题是LED能否高效且稳定工作的关键之一,散热好,芯片温度低,发光效率高,越稳定可靠,寿命长;反之则相反。尤其是集成大功率LED应用,是未来LED应用的主要发展方向,但集成LED功率大,热源集中,散热难度更大,现阶段实际应用少;散热性能对LED灯的寿命及发光效率起作非常重要的作用。LED散热的实现方式主要是通过热传导介质将热量传递到具有大面积接触空气的界面;热传递介质热阻越小,传热散热面积越大,散热表面气流越通畅,散热效果越好。现有的散热方案主要有如下的几种方式。

[0003] 纯传导传热,结构方式是:LED基板通过导热油与散热器紧贴传导传热,散热器将芯片传递的热量通过散热器传导传递到空气对流散热面,再通过空气对流将热量散发到空中,达到散热效果,LED基板到空气的热量靠导热油及散热器材料热传导性能传热,该方式结构简单,但受制于热传导介质的热导率及有效传热面积及距离限制,因芯片面积小,芯片到基板到散热器的有效传热面积小,散热效果差,重量大,芯片温升高。

[0004] 另一种热管传热,结构方式是:热管蒸发器通过导热油与LED基板紧贴通过传导传热到热管,热管蒸发器对蒸发器内的液体加热蒸发气化,气体在热管中流到冷凝器与冷凝器热交换,冷凝器与空气对流散热器通过传导传热到空气对流散热器,再通过空气对流将热量散发到空中或热管表面直接与空气换热对流,达到散热效果。特点是热管的传热能力强,重量轻;但热管成本高,整体导热性能受基板与散热管间结合传热介质导热油或焊接材料性能、厚度及气泡控制工艺影响大,因导热油及焊接材料热阻较大,越厚热阻越大,若有气泡,减小传热面积,加大热阻,热管蒸发器与基板有效散热面积受基板限制,整体导热能力有限,影响整体散热效果。

[0005] 还有一种是利用高热容透明液体流动传热,结构方式是:将LED芯片放于导热液体底部,液体被加热膨胀上浮,形成对流将热量带到空气对流散热器,再通过空气对流将热量散发到空中,达到散热效果。该方案导热性能不清楚,需特殊材料,目前在韩国企业中应用。

[0006] 综上所述,现有的散热方案,主要问题在于:1. 不能将小面积大热量的基板热量以低成本,可靠低热阻传递到空气散热表面;2. 散热器因结构限制温度梯度大不均匀,散热器的有效利用面积小。有的散热效果差重量大,有的处理成本高,散热性能受材料及工艺控制影响大,散热能力有限;影响LED多方面的推广应用。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种散热机构,解决现有 LED 散热技术中不能将小面积大热量的基板热量以低成本,可靠低热阻传递到空气散热表面的问题。

[0008] 本发明是这样实现的,一种大功率 LED 散热机构,其特征在于,所述机构包括一个蒸发器,两根导管,一个空气对流散热冷凝器及水,所述的蒸发器通过两根导管与冷凝器相连,蒸发器底部由绝缘导热 LED 基板构成。

[0009] 所述的机构,如附图 1 所示,蒸发器顶部的热气孔,通过热气管连通冷凝器顶部的入气口,蒸发器底部的多个入水小孔,通过水管连通冷凝器底部的出水孔,蒸发器与冷凝器形成密封空间,冷凝器底部高于蒸发器顶部。

[0010] 所述的机构中注水或其它低沸点、高气化热材料;确保冷凝器底部有 3-8mm 水深。

[0011] 所述的机构,密闭系统抽真空,达到一定真空度,气压 <50mmHg。

[0012] 所述的机构,蒸发器的结构如附图 1 所示,底面是用 LED 基板作容器底,上部是塑胶或其它材料成形为内腔高度 3mm-8mm 之间的腔体,腔体上顶三面低,热气管出口处于顶部,上壳体同基板结合部加密封橡胶圈,多个注水小孔处于蒸发器容器腔体侧面底部贴 LED 基板,水从蒸发器底部注水小孔注入,避免气体进入,影响注水;注水口与出气孔分别处于容器两端。蒸发器上部壳体材料要求:耐温 >70 度,耐压能力 >0.2MPa,气密性好;容器以 LED 基板作底面,蒸发器同 LED 发光部件一体,小巧轻便,成本低,易于制造组装。

[0013] 所述的机构,空气对流散热冷凝器设计成图 2 所示结构,空气对流散热翼由壳体很薄的导热材料做成中空,散热翼片空间与入气口连通,入气口靠近散热冷凝器腔体顶部;流散热冷凝器不局限于图 2 所示形状,可做成任意所需面积,具备所需强度的任意形状,形成与外部空气和内部水蒸气都有很大的接触面积且通风良好结构。水蒸气通过热气管从散热冷凝器的顶部进入冷凝器腔体,在冷凝器内表面液化,蒸气压降低,水蒸气在冷凝器壳体内表面与入气口压差作用下流向冷凝器壳体内表面,壳体温度越低,表面气压越低,流达的水蒸气量越大,整个散热冷凝器表面温度均匀,温度相差很小;提升散热器有效散热面积,提升散热性能。

[0014] 所述的机构,蒸发器与冷凝器间连接的导管,根据散热功率要求,功率越大直径越大;热气管选用内径 $D \geq 0.006 * \sqrt{(WT / Pv \sqrt{H})}$,其中 W 为散热功率,T 为绝对温度,Pv 为气压,H 为蒸发器与冷凝器的液面高度差;水管选用内径 $r \geq 0.0000754 * \sqrt{(W / \sqrt{H})}$,耐温 >70 度,耐压强度 >0.2MPa 抗腐蚀抗老化软管,成本低。

[0015] 所述的机构,蒸发器利用 LED 基板作底板,减少传热路径,降低热阻,提升散热可靠性,降低成本;利用水在低压下低温沸腾,降低散热系统工作温度;利用水的气化热很大,水蒸气传热热阻很低的特性,将 LED 基板热量传递到空气散热冷凝器内表面;利用传导传热能力 = 材料导热系数 * 断面面积 / 厚度,及空气对流散热面积越大,气流越通畅,散热效果越好的特性,提升散热能力,降低导热系数要求,减轻系统重量,降低系统成本。

[0016] 本发明克服现有技术的不足,简化热传递路径,大幅度降低基板到对流散热表面的热阻,提升导热性能及可靠性,降低了散热系统重量及成本,传热主体材料导热系数要求低,散热效果好,组装工艺简单可靠;光源与散热分离,应用更灵活,热气管与水管采用胶管,降低系统成本;蒸发器与冷凝器通过胶管连接,热源和空气对流散热器分离,在保证两

容器相对高度的情况下,安装更灵活方便,让 LED 的应用可满足大功率需求,且可扩展到汽车大灯等对光源体积及重量有较大限制的应用领域。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明散热方案的机构图。

[0018] 图 2 是本发明散热方案的散热冷凝器机构示意图。

具体实施方式

[0019] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施实例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0020] 本发明的实施是利用 LED 基板作蒸发器底板,减少传热路径,降低热阻,提升可靠性;利用水气化热很大,流动性强,水蒸气传热热阻很低的特性,将小面积大热量传递到大面积壳薄的散热冷凝器内表面,降低散热材料导热性能要求保持系统低热阻。利用水在低压下沸点降低的特性,采取密闭液、气空间,并抽真空,降低气压,降低水沸点,降低工作温度。

[0021] 如图 1 所示,所示机构通过热气管将蒸发器顶部的热气孔,冷凝器上部的孔连通,通过水管将蒸发器底部的多个小孔与冷凝器底部的孔连通,蒸发器与冷凝器形成密封空间,冷凝器底部高于蒸发器顶部。常温 25 度条件,将连接好的所述机构先通过散热冷凝器的抽气孔装水到保持冷凝器底部约 3-5 mm 深水位,通过散热冷凝器上的抽气孔抽真空,使机构密封系统内的气压 <50mmHg,最后用密封塞密封抽气孔。

[0022] LED 工作时,LED 热量通过封装材料及基板传递到蒸发器中基板表面的水,基板表面的水与基板热交换,水被加热气化,同时基板被降温,水蒸气在浮力作用下向上流动,经蒸发器顶部汇集,气压上升,在蒸发器与冷凝器气压差的作用下经热气管进入冷凝器,进入冷凝器中的水蒸气与冷凝器内表接触交换热量,液化冷凝成水珠,同时将热量传递给冷凝器壳体,水珠在重力作用下下流汇集,经水管进入蒸发器底部;同时冷凝器内表气压降低,热气管水蒸气不断流向冷凝器内表,系统自动循环将基板热量传递到冷凝空气对流散热器;空气对流散热器通过与表面空气交换热,形成空气对流将热量散发到空中。

[0023] 因密封系统被抽真空,蒸发器中水的沸点随气压的降低而降低,加速低温下蒸发器中水的气化,水的气化热很大,50 摄氏度时,水的气化热约 40 kJ / Kg,基板表面水的迅速气化带走大量热量,基板保持水沸点附近低温工作;热量通过水蒸气低阻传递到冷凝器中,系统导热能力与单位时间水蒸气流到冷凝器的流量成正比。初始时系统气压低,蒸发器中水沸点低,压差小,气体流量小,散热冷凝器温度低,散热能力很小;蒸发器内随着水蒸气的聚集,蒸发器气压上升,液面高度差加大,气流速度加快,传热能力加强;散热冷凝器热量聚集,温度上升,散热能力增强,同时散热冷凝器气压上升,沸点上升;随着散热冷凝器温度上升,散热与传热达到平衡时,散热冷凝器气压恒定,温度稳定,蒸发器与冷凝器压差恒定,蒸发器内水的沸点不再上升;散发热功率 = 传递功率 $W =$ 单位时间水蒸气流量 * 40KJ/Kg; 单位时间水蒸气流量 = 单位时间水的气化量,传递功率 $W =$ 单位时间水的气化量 * 40KJ/Kg = 基板传热功率,传热能力与传热距离无关;蒸发器中气压 = 冷凝器气压 + 水

的密度 $\rho = 9.8 \text{ m/s}^2$ * 蒸发器与冷凝器中液面高度差, 蒸发器与散热冷凝器中液面高度差很小, 形成的气压差相对于绝对气压很小, 因此, 蒸发器中水的沸点与散热冷凝器中水蒸气的液化点温差很小, 可视为相同; 因此, 该系统由基板表面到空气对流散热冷凝器表面传热能力 = 空气对流散热冷凝器壳的传热能力 = 壳体材料导热系数 * 内表面积 / 厚度。因空气对流散热冷凝器壳体导热面积很大, 从内表面到外表面的距离短, 导热能力很强, 散热冷凝器内表到外表温差很小。所以, 基板与水接触面与散热冷凝器表面温差很小, 达到低阻传热效果。

[0024] 散热冷凝器的另一主要功能是, 将水蒸气传递的热量, 通过散热冷凝器外表面与接触的外部空气热交换, 散发到空气中; 工作时, 冷凝器壳体外表面处的空气被加热膨胀, 向上流动, 冷凝器壳体表面气压降低, 周边空气在压差作用下流向冷凝器壳体外表面, 壳体被降温; 空气散热冷凝器的散热能力主要由空气散热表面大小及表面气流速度决定, 面积越大, 气流越通畅, 散热效果越好; 气流速度与散热器结构及体表温度与空气温度差有关, 结构相同, 环境相同的情况下, 体表温度越高, 气流速度越快, 散热能力越强; 所述结构, 热的水蒸气通过热气管从散热冷凝器的顶部进入散热冷凝器腔体, 水蒸气在散热冷凝器壳体内表面与入口压差作用下, 流向散热冷凝器壳体内表面, 壳体温度越低, 表面蒸气压越低, 距离相同情况下流达的水蒸气量越大, 整个散热冷凝器表面温度相差很小, 与基板水面温差很小; 在同等散热面积下, 提升散热器有效散热面积, 提升散热性能; 若散热冷凝器散热面积足够, 可使蒸发器中水的沸点维持足够低的沸点, 基板蒸发面温度被控制在容器内水温附近, 有效降低基板工作温度。

[0025] 结构材料组成, 基于所述蒸发器原理, 真空下, 水的沸点低, 蒸发器工作温度低, 容器壳体材料耐温要求低; 因真空度的要求, 容器壳体需具备承载 > 1 大气压的强度, 可选用塑胶材料注塑成型一定腔体厚度的容器; 为确保密封性能, 塑胶壳体同基板结合部加密封橡胶圈。容器内底面大小与 L E D 基板大小相同, 高度在 3mm-8mm 之间, 蒸发器同 L E D 发光部件一体。

[0026] 空气散热冷凝器的结构材料组成, 冷凝器内表到外表导热能力 = 材料导热系数 * 内表面积 / 厚度, 因表面积大, 从内壁到外表面的距离短, 冷凝器壁的材料选择灵活性很大, 可选用导热系数较小的材料, 也可获得很强导热能力; 因真空度的要求, 容器壳体需具备承载 > 1 大气压的强度; 基于上述要求, 空气散热冷凝器的壳体材料, 强度越强壳体可越薄, 导热系数可越小, 大幅度降低空气散热冷凝器成本及重量; 若冷凝器内表面 0.06 m^2 , 如用含 05% 碳的熟铁, 导热系数 $33 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, 壁厚 0.5 mm , 则导热能力 = $(33 \text{ W/m} \cdot \text{K}) * 0.06 / 0.0005 = 3960 \text{ w/K}$, 远远超过同等面积的空气散热能力约: $600 \text{ cm}^2 / 30 \text{ cm}^2 / \text{w} = 20 \text{ w}$; 若选用材料导热系数 $> 0.4 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, 壳体厚度 $\leq 1 \text{ mm}$, 材料导热系数对整体散热性能影响可忽略不计;

所述机构水蒸气在气管两端压差作用下, 经热气管流到空气散热冷凝器; 若单位时间水蒸气流量 M 、管两端气压差 $P = 0.9 \rho_{\text{水}} g H$ 、热气管长 L 、热气管的切面积 S 、水蒸气密度 $\rho_{\text{气}}$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}$ 、 H 为蒸发器及气管与散热冷凝器内的液面高度差; 若 v 为水蒸气气流速度; 则:

$$\text{单位时间水蒸气流量: } M = \rho_{\text{气}} * S * v;$$

$$\text{热气管内水蒸气所受力 } F \approx PS = 0.9 \rho_{\text{水}} H S g$$

则 $FL = mv^2/2 = 0.9 \rho_{\text{气}} S L v^2/2 = 0.9 \rho_{\text{水}} H g \approx \rho_{\text{气}} v^2/2$

由上推出： $v = \sqrt{[1.8g * (H \rho_{\text{水}} / \rho_{\text{气}})]} \approx 420 \sqrt{H}$

据水密度与气压及温度的关系： $\rho_{\text{气}} = P_v / (R_v T)$ ， P_v 为水蒸气压强， $R_v = 461.5 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ， k 为绝对温度；

单位时间水蒸气流量： $M = \rho_{\text{气}} * S * v$

若需散热功率为 W ，则： $W = M * 40000 \text{ J/Kg}$

热气管截面积 $S = M R_v T / P_v * 420 \sqrt{H}$

要保持蒸发器中的水位，需保证单位时间水的流入与蒸汽流出相等 $M = \rho_{\text{水}} * S_{\text{水}} * v_{\text{水}}$ ， $v_{\text{水}} = \sqrt{0.2gH}$ ，则 $S_{\text{水}} = M / [\rho_{\text{水}} \sqrt{0.2gH}]$

若需传递 30W 热量，达到平衡时，水的沸点 < 50 摄氏度，查得对应压强 12330Pa，则：
 $\rho_{\text{气}} = 12330 / (461.5 * 323) \text{ kg/m}^3 = 0.0827 \text{ kg/m}^3$ ；

$\rho_{\text{水}} / \rho_{\text{气}} > 10000$ ，则 $M = 0.0827 \text{ kg/m}^3 * S * 420 \sqrt{H}$ ；根据 $W = M * 40 \text{ KJ/Kg}$ ，则：
 $M = 30 / 40000 = 7.5e-4 \text{ Kg/s}$ 若取 $H = 10 \text{ cm}$ $S = 6.416e-5$ ，据 $S = 3.14R^2$ ， $R = 4.62 \text{ mm}$ 。

[0027] 水管内半径 $r = \sqrt{(S_{\text{水}} / 3.14)} = \sqrt{7.5e-4 / (3.14 * e3 \sqrt{0.2gH})}$ ，则 $r = 0.735 \text{ mm}$ ，可取 1mm。

[0028] 为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

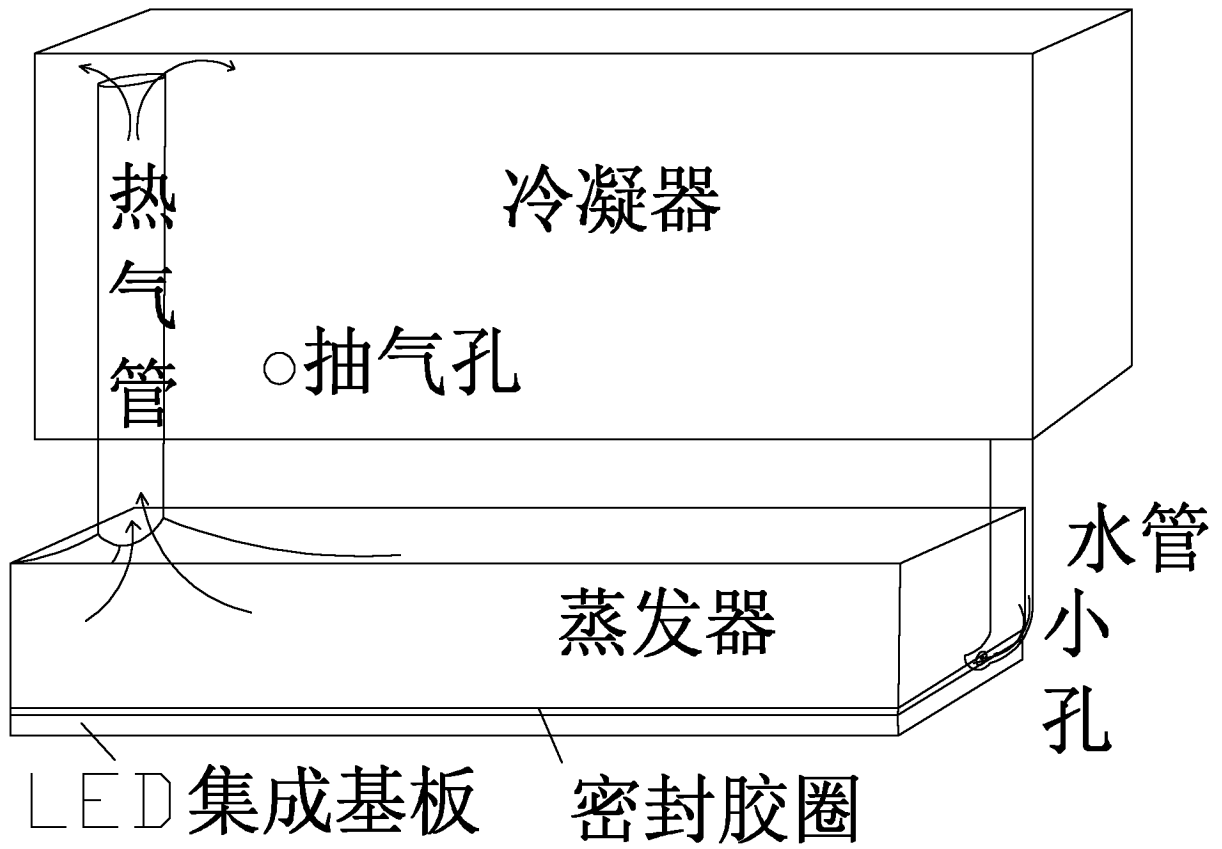


图 1

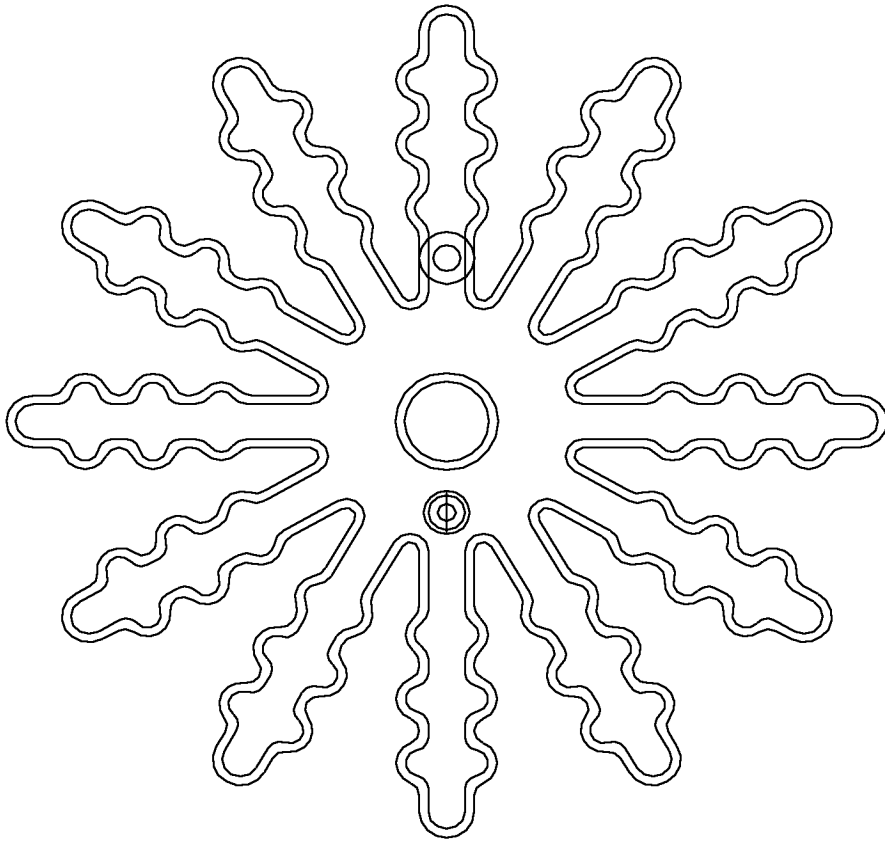


图 2