



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101556033 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 24

(21) 申请号 200810066578. 1

CN 2881340 Y, 2007. 03. 21, 说明书第 2 页第 6 段, 第 3 页第 2 段至第 6 页第 1 段、附图 1-9.

(22) 申请日 2008. 04. 11

CN 201021880 Y, 2008. 02. 13, 摘要、说明书第 2 页倒数第 2 行至 5 页最后 1 行、附图 1-3.

(73) 专利权人 富准精密工业(深圳)有限公司
地址 518109 广东省深圳市宝安区龙华镇油松第十工业区东环二路 2 号
专利权人 鸿准精密工业股份有限公司

审查员 安蕾

(72) 发明人 刘泰健

(51) Int. Cl.

- F21V 29/00 (2006. 01)
- F21V 15/02 (2006. 01)
- F21V 23/00 (2006. 01)
- H01L 23/427 (2006. 01)
- H01L 23/367 (2006. 01)
- F21Y 101/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

- CN 2934915 Y, 2007. 08. 15, 全文.
- CN 200979139 Y, 2007. 11. 21, 全文.
- CN 200982536 Y, 2007. 11. 28, 附图 1.

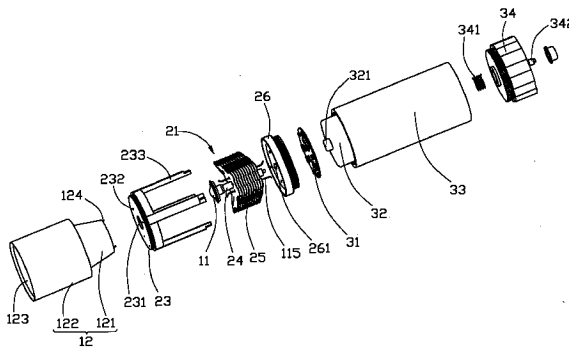
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 9 页

(54) 发明名称

照明装置及其光引擎

(57) 摘要

本发明提供一种照明装置及其光引擎, 该照明装置包括: 一光学室, 包括至少一光源及一出光通道, 用以提供所需的照明亮度与发光特性及光源保护; 一电气室, 用以提供该光源所需要的驱动电源、控制电路及电源管理; 及一散热室, 设于该光学室与电气室之间, 该散热室包括至少一热管、若干伞形或浪形鳍片, 每一浪形鳍片包括相连的至少两组伞形鳍片, 所述热管包括一蒸发段及由该蒸发段延伸的至少一冷凝段, 该光源与所述热管的蒸发段结合, 所述鳍片间隔设置并穿设于所述热管的冷凝段上。



1. 一种照明装置,包括:

一光学室,包括至少一光源及一出光通道,用以提供所需的照明亮度与发光特性及光源保护;

一电气室,用以提供该光源所需的驱动电源、控制电路及电源管理;及

一散热室,设于该光学室与电气室之间,包括:

至少一热管,包括一蒸发段及由该蒸发段延伸的至少一冷凝段,该光源与所述热管的蒸发段结合;

其特征在于,所述散热室进一步包括若干伞形或浪形鳍片,每一浪形鳍片包括相连的至少两组伞形鳍片,所述鳍片间隔设置并穿设于所述热管的冷凝段上,所述每一伞形鳍片包括至少一本体及由所述本体的边缘向外并朝向光源一侧延伸的若干翼片,所述本体与热管的冷凝段的轴向垂直,所述翼片与热管的冷凝段的轴向成一锐角,所述鳍片上设有与热管的冷凝段呈辐射分布且向外浮凸的若干气孔。

2. 如权利要求1所述的照明装置,还包括至少一鞍座,所述光源设于鞍座的一吸热面上,该鞍座用于接合光源的发热部与所述热管的蒸发段,以传输及移除该光源发光时所释放的热量。

3. 如权利要求2所述的照明装置,其特征在于:所述热管呈“1”字形,该热管的蒸发段插设于鞍座内,该热管的冷凝段穿设于鳍片内。

4. 如权利要求2所述的照明装置,其特征在于:所述热管为U形热管,所述鞍座背向吸热面的一表面设有一梯形凹槽,该U形热管的底部的蒸发段收容在该梯形凹槽内。

5. 如权利要求4所述的照明装置,其特征在于:所述鳍片的中央设有一导通的中心气孔以辅助空气进入各鳍片之间。

6. 如权利要求2所述的照明装置,其特征在于:所述散热室还包括一灯座及一托座,该灯座周边沿轴向延伸形成有若干杆状支架,所述灯座由这些杆状支架连接并固定于该托座,并由所述灯座、支架及托座构成一结构体以容置所述热管、鳍片及鞍座。

7. 如权利要求6所述的照明装置,其特征在于:所述鳍片的外缘沿纵向设有若干扣合凹槽,所述杆状支架嵌设于这些鳍片的相应扣合凹槽内。

8. 如权利要求6所述的照明装置,其特征在于:所述出光通道包括一光杯及一导光罩,所述电气室包括一电路板及一护罩,该散热室的灯座及托座分别与该出光通道的光杯及电气室的护罩相结合。

9. 如权利要求8所述的照明装置,其特征在于:所述护罩内设有一电源,所述电路板设于护罩靠近散热室的一端,该护罩于远离散热室的另一端设有一底座,该底座与电源之间设有一弹性体以将该电源的电极与电路板的电极间紧密接触以达成电连接。

10. 一种光引擎,包括:

至少一光源;以及

至少一热管,包括一蒸发段及由该蒸发段延伸的至少一冷凝段,该光源与所述热管的蒸发段结合;

其特征在于,所述光引擎进一步包括若干伞形或浪形鳍片,每一浪形鳍片包括相连的至少两组伞形鳍片,所述鳍片间隔设置并穿设于所述热管的冷凝段上,所述每一伞形鳍片包括至少一本体及由所述本体的边缘向外并朝向光源一侧延伸的若干翼片,所述本体与热

管的冷凝段的轴向垂直,所述翼片与热管的冷凝段的轴向成一锐角,所述鳍片上设有与热管的冷凝段呈辐射分布且向外浮凸的若干气孔。

11. 如权利要求 10 所述的光引擎,还包括至少一鞍座,所述光源设于鞍座的一吸热面上,该鞍座用于接合光源的发热部与所述热管的蒸发段,以传输及移除该光源发光时所释放的热量。

12. 如权利要求 11 所述的光引擎,其特征在于:所述热管呈“1”字形,该热管的蒸发段插设于鞍座内,该热管的冷凝段穿设于鳍片内。

13. 如权利要求 11 所述的光引擎,其特征在于:所述热管为 U 形热管,所述鞍座背向吸热面的一表面设有一梯形凹槽,该 U 形热管的底部的蒸发段收容在该梯形凹槽内。

14. 如权利要求 13 所述的光引擎,其特征在于:所述鳍片的中央设有一导通的中心气孔以辅助空气进入各鳍片之间。

照明装置及其光引擎

技术领域

[0001] 本发明是关于一种照明装置及其光引擎,特别是关于一种具有高散热效率的半导体照明装置及其光引擎。

背景技术

[0002] 人们由于长期过度依赖石化燃料,除造成能源短缺及石油价格高涨而牵动经济发展,更使全球二氧化碳与有害气体的排放浓度日益增加,导致地球暖化所引起的气候反常、生态环境的破坏、以及对人类生存的危害日益显现,为永续经营赖以生存的地球生态环境,必须同时解决能源危机与环境污染问题,开发新能源及再生能源是推动节约能源及高效率使用能源最重要的策略,而传统照明所消耗的能源极为可观,发展照明节能将是最重要的新能源科技,而半导体照明采用高功率高亮度的发光二极管(LED)为光源,该新光源以其高发光效率、节能、长寿、环保(不含汞)、启动快、指向性等优点,具有广泛取代传统照明光源的潜力。

[0003] 发光二极管(LED)由于输入电能的80%~90%转变成为热量,只有10%~20%转化为光能,且LED芯片面积小,因此芯片散热是LED封装必须解决的关键问题;好的散热系统可在同等输入功率下得到较低的工作温度,延长LED的使用寿命,或在同样的温度限制范围内,增加输入功率或芯片密度,从而增加LED灯的亮度;结点温度(Junction temperature)是衡量LED封装散热性能的一个重要技术指标,由于散热不良导致的pn结点温度升高,将严重影响到发光波长、光强、光效和使用寿命。

[0004] 应用高功率高亮度LED在照明的新光源上,必须配合高效率的散热机构以尽量降低LED的结点温度,才能发挥上述诸多优点,否则照明装置的发光亮度、使用寿命将大打折扣,影响所及将使该照明装置的节能效果不彰,并直接冲击该照明装置的可靠度,引发严重的光衰甚至使照明装置失效。

[0005] 热管已广为电子产业作为散热应用的导热件,其基本构造是于密闭管材内壁衬以易吸收作动流体的多孔质毛细结构层,而其中央的空间则为空洞状态,并在抽真空的密闭管材内注入相当于毛细结构层细孔总容积的作动流体,依吸收与散出热量的相关位置可分为蒸发段、冷凝段以及其间的绝热段。

[0006] 热管的工作原理是当蒸发段吸收热量使蕴含于毛细结构层中的液相作动流体蒸发,并使蒸汽压升高,而迅速将产生的高热焓蒸汽流沿中央的通道移往压力低的冷凝段释出热量,凝结液则藉毛细结构层的毛细力再度返回蒸发段吸收热量,如此周而复始地通过作动流体相变化过程中吸收与释出大量潜热(latent heat)的循环,进行持续性的快速热传输,且由于作动流体在上述过程中的液相与汽相共存,以致热管可在温度几乎保持不变的状况下扮演持续快速传输热量的超导体角色而广为各种领域所应用。

[0007] 目前应用平板形鳍片垂直穿设在热管上作为散热件已广为各种产业应用,并以风扇将气流强制送到各鳍片之间以冷却该鳍片,再从该鳍片的另一端将热量散去可以达到很好的散热效果;惟,在半导体照明装置的应用中,基于可靠度与成本的考虑,使用热管与鳍

片为散热件时通常不再使用风扇,而是透过热管与鳍片之间的气流温差所产生的热浮力来导引气流进入各鳍片之间发挥散热效果;在半导体照明应用中若仍采用上述平板形鳍片作为散热件,将因热空气向上漂浮的惯性趋势使平板形鳍片外的冷空气进入鳍片内的流阻增加,即便有冷空气进入并吸收传至鳍片的热量而升温,该热空气也因不易排出而使散热受阻,因此利用自然气流循环的半导体照明装置中,采用现有的平板形鳍片不易在其中建立冷却气流足够的流量,致散热效果大打折扣。

发明内容

[0008] 有鉴于此,有必要提供一种具有高散热效率的照明装置,并提供一种该照明装置所采用的光引擎。

[0009] 一种照明装置,包括:一光学室,包括至少一光源及一出光通道,用以提供所需的照明亮度与发光特性及光源保护;一电气室,用以提供该光源所需的驱动电源、控制电路及电源管理;及一散热室,设于该光学室与电气室之间,该散热室包括至少一热管及若干伞形或浪形鳍片,每一浪形鳍片包括相连的至少两组伞形鳍片,所述热管包括一蒸发段及由该蒸发段延伸的至少一冷凝段,该光源与所述热管的蒸发段结合,所述鳍片间隔设置并穿设于所述热管的冷凝段上。所述每一伞形鳍片包括至少一本体及由所述本体的边缘向外并朝向光源一侧延伸的若干翼片,所述本体与热管的冷凝段的轴向垂直,所述翼片与热管的冷凝段的轴向成一锐角,所述鳍片上设有与热管的冷凝段呈辐射分布且向外浮凸的若干气孔。

[0010] 一种光引擎,包括至少一光源、至少一热管及若干伞形或浪形鳍片,每一浪形鳍片包括相连的至少两组伞形鳍片;所述热管包括一蒸发段及由该蒸发段延伸的至少一冷凝段,该光源与所述热管的蒸发段结合,所述鳍片间隔设置并穿设于所述热管的冷凝段上。所述每一伞形鳍片包括至少一本体及由所述本体的边缘向外并朝向光源一侧延伸的若干翼片,所述本体与热管的冷凝段的轴向垂直,所述翼片与热管的冷凝段的轴向成一锐角,所述鳍片上设有与热管的冷凝段呈辐射分布且向外浮凸的若干气孔。

[0011] 作为该照明装置及其光引擎的进一步改进,该光引擎还包括一鞍座,所述光源设于鞍座的一吸热面上,该鞍座用于接合光源的发热部与所述热管的蒸发段,以传输及移除该光源发光时所释放的热量。

[0012] 本发明具有如下优点:

[0013] 本发明运用热管提供一种模块化的高效率照明装置及其光引擎,利用该热管冷凝段上穿设具有大散热面积的伞形或浪形鳍片,并通过冷热气流在该鳍片上形成的热浮力驱动气流进入该鳍片,以及该鳍片上的若干气孔交流及所形成的气流通道达到紊流的强化热交换效果。

[0014] 本发明提供一种具有鞍座的高效率照明装置及其光引擎,以增加热管的吸热面积及光源的散热面积,配合热管的最佳应用方位及周边较大散热面积的热管特性,使该光引擎应用在半导体照明上可获致低结点温度的高效率照明效果。

[0015] 本发明以模块化的高效率光引擎为核心,结合同步降低吸热热阻与散热热阻的技术手段,提供一种整合光学室、散热室及电气室的照明装置结构,以达半导体照明装置在设计及制程上的系统化。

附图说明

- [0016] 下面参照附图,结合实施例对本发明作进一步描述。
- [0017] 图 1 是本发明照明装置及其光引擎第一实施例的立体组装示意图。
- [0018] 图 2 是图 1 的立体分解图。
- [0019] 图 3 是图 2 中光引擎的部分分解图。
- [0020] 图 4 是图 3 的正视图。
- [0021] 图 5 是图 3 的俯视图。
- [0022] 图 6 是本发明照明装置第二实施例中光引擎的立体组装图。
- [0023] 图 7 是图 6 的部分分解图。
- [0024] 图 8 是图 6 的正视图。
- [0025] 图 9 是图 6 的俯视图。

具体实施方式

- [0026] 以下参照图 1 至图 9,对本发明照明装置及其光引擎予以进一步说明。
- [0027] 图 1 为本发明照明装置第一实施例的立体组装示意图,图 2 是图 1 的立体分解图,图 3 是图 2 中光引擎的部分分解图,图 4 是图 3 的正视图,图 5 是图 3 的俯视图。该照明装置 100 主要包括一光学室 10、一散热室 20 及一电气室 30。其中:
- [0028] 光学室 10 包括一光源 11 及一出光通道 12,其设置于散热室 20 前方,该光源 11 包括由至少一半导体发光芯片组成的透明封装发光体 111(Emitter)、若干电极 112 及位于发光体 111 底部的至少一散热基板 113 的一体成型件,该散热基板 113 上设有若干固定孔 114,以使用螺丝及绝电垫片(图未示)和对应鞍座 22 的吸热面 221 上的固定孔 222 锁固,使散热基板 113 与鞍座 22 的吸热面 221 紧密热接触,以传输及移除该光源 11 发光时释出的热量;该光源 11 的电极 112 可通过电线 115 将设于电气室 30 中的电路板 31 及电源 32 之间形成电连接而发光。所述光源 11 与鞍座 22 的吸热面 221 之间的紧密热接触还可通过先对鞍座 22 的吸热面 221 进行电绝缘处理,然后在经电绝缘处理的吸热面 221 上铺设金属基板电路如铜铂基板电路,再将半导体发光芯片与所述金属基板电路电连接并于半导体发光芯片外包覆一透明封装体而达成,采用此种方式的光源不包含散热基板 113,从而避免散热基板 113 与鞍座 22 之间接触热阻的产生,光源所产生的热量可直接由鞍座 22 吸收并予以快速散发,可进一步提升散热效率。为方便叙述,本实施例及以下各实施例皆仅以包含有散热基板 113 的光源 11 予以说明,实际上,各实施例中的光源 11 皆可用上述不含散热基板 113 的光源替代。
- [0029] 出光通道 12 包括一光杯 121 及一导光罩 122,其中该光杯 121 为导引该光源 11 向外射出光线的锥面,光杯 121 底部设有对应于该至少一光源 11 的通孔(图未示)以供发光体 111 凸伸至该光杯 121 内,导光罩 122 为包括至少一光学镜片 123 的罩盖,以提供照明装置 100 所需的照明分布、发光特性及光源保护的功能。
- [0030] 上述导光罩 122 中的光学镜片 123 也可以在光源 11 的封装过程中直接与该透明发光体 111 一体成型,还可将该导光罩 122 中的光学镜片 123 直接罩盖于个别的光源 11 上,以避免二次光学造成的光损耗。

[0031] 组装时,先将光杯 121 背面所设定位柱 124 与灯座 23 的通孔 231 周围所设定位孔 232 接合,再将光源 11 的发光体 111 穿过散热室 20 的灯座 23 的通孔 231 后,使该发光体 111 凸伸于光杯 121 的通孔(图未示),导光罩 122 则套设于灯座 23 的前缘。

[0032] 在实际应用时,上述光源 11 也可以由若干分离的个别光源组合而成,此时出光通道 12 中的光杯 121 及导光罩 122 可以是对应于这些分离的光源分开设置,也可以只用一个光杯 121 及导光罩 122 的配置。

[0033] 散热室 20 包括至少一热管 24、若干鳍片 25 以及鞍座 22,并由上述光源 11、鞍座 22、热管 24 及鳍片 25 组成一光引擎 21;本实施例中,所述热管 24 呈“1”字形,包括一蒸发段 242 与一冷凝段 241;鞍座 22 用于接合散热基板 113 与该热管 24 的圆直形的蒸发段 242 及其端部 243,该蒸发段 242 为经过端部整平及内部壁面设有毛细结构的中空腔体,该鞍座 22 的外形与尺寸与光源 11 的散热基板 113 及热管 24 的蒸发段 242 的接触面相匹配并紧密热接触,以使光源 11 的热量充分且迅速被热管 24 吸收,本实施例中,鞍座 22 呈倒“T”字形,包括一底板 223 及由底板 223 的中部向上一体延伸的一环壁 224,该环壁 224 中央设有一收容孔 225 以收容热管 24 的蒸发段 242 及其端部 243。

[0034] 这些鳍片 25 间隔穿设于热管 24 的冷凝段 241 上并沿热管 24 的冷凝段 241 的轴向排列;所述鳍片 25 呈伞形,包括一本体 254 及由鳍片 25 的本体 254 两侧的部分朝向光源 11 一侧弯折形成的两翼片 255,其中所述本体 254 与热管 24 的冷凝段 241 的轴向垂直,所述翼片 255 与热管 24 的冷凝段 241 的轴向成一锐角,所述鳍片 25 的本体 254 及翼片 255 上设有与热管 24 的冷凝段 241 呈辐射分布且向外浮凸的若干侧开气孔 251;该光引擎 21 中,热管 24 的冷凝段 241 上穿设具有大散热面积的伞形鳍片 25,通过伞形鳍片 25 加热空气形成的热浮力导引外界的冷空气进入鳍片 25 之间,以驱动自然循环的气流使该鳍片 25 之间形成冷却气流路径,以及在上述鳍片 25 上分别设有与热管 24 的冷凝段 241 呈幅射向外浮凸的若干侧开气孔 251,使冷凝段 241 沿鳍片 25 导出的热量不致被这些侧开气孔 251 阻断,也使外界的冷空气进入鳍片 25 之间后因受热而上浮的较热气流与相邻鳍片 25 之间下沉的较冷气流通过在鳍片 25 上的这些侧开气孔 251 交流达到紊流的强化热交换效果,并由这些侧开气孔 251 将鳍片 25 间的热空气向上排出以引进冷空气,使能充分且迅速将热管 24 吸收的热量散去,从而确保照明装置 100 可发挥高效率与稳定的光输出效果。

[0035] 该散热室 20 另包括由一灯座 23 与由该灯座 23 周边沿轴向延伸的若干杆状支架 233 所形成的一成型件及一托座 26;这些鳍片 25 上设有若干贯通的通孔 252 以供电线 115 穿设,所述电线 115 用以电连接光源 11 的电极 112 与电路板 31;该灯座 23 通过这些支架 233 连接并固定于该托座 26,并由该灯座 22、支架 223 及托座 26 构成一容置光引擎 21 的结构体;该光引擎 21 在散热室 20 的定位是由这些支架 233 滑动嵌入对应于这些鳍片 25 外缘所设扣合凹槽 253 内,并将热管 24 的冷凝段 241 的尾端插入设在托座 26 所对应的定位孔 261 中达成;另外,托座 26 上也设有供电线 115 穿设的若干通孔。

[0036] 为维持光引擎 21 的整体性,并确保鞍座 22 与热管 24 的蒸发段 242 之间的紧密热接触,可通过涂布锡膏于鞍座 22 的收容孔 225 的孔壁与热管 24 的蒸发段 242 及其端部 243 之间的接触面后,再通过回焊处理达成,以兼顾良好的热传与结构强度;而使光源 11 的散热基板 113 与鞍座 22 外侧底部的吸热面 221 紧密热接触,除可通过涂布锡膏于其间的接触面后,再通过回焊处理达成外,也可于其间的接触面上涂布导热膏或其它导热界面材料后,

以锁固方式达成。

[0037] 电气室 30 包括一电路板 31、一护罩 33 及一电源 32, 该电路板 31 与该光源 11 及电源 32 (例如电池或电瓶) 电连接, 以提供该光源 11 的驱动电源及照明装置 100 的电源管理; 该护罩 33 是罩盖该电路板 31 及电源 32 的一壳体, 该护罩 33 远离电路板 31 的一端设有一可通过手动螺锁接合的底座 34, 该底座 34 于靠近护罩 33 的一端设有一弹性体 341, 本实施例中该弹性体 341 为一弹簧, 以便与该护罩 33 接合时抵紧该电源 32 的底部, 达到该电源 32 的电极 321 与电路板 31 的电极之间的紧密接触电连接, 该底座 34 的另一端设有一电源开关 342 以控制该照明装置 100 的启用或关闭; 上述电气室 30 中的电源 32 除可为电池或电瓶等直流电源外, 也可透过电源转换器将交流市电转换为适合该光源 11 的直流电源。

[0038] 图 6 是本发明照明装置第二实施例中光引擎的立体组装图; 图 7 是图 6 的部分分解图; 图 8 是图 6 的正视图; 图 9 是图 6 的俯视图; 本实施例与第一实施例的主要区别在于本实施例使用 U 形热管 44 及穿设于该 U 形热管 44 的冷凝段 441 的浪形鳍片 45, 并以一具有梯形凹槽 421 的鞍座 22 骑乘于 U 形热管 44 的蒸发段 442, 及以螺丝 (图未示) 穿过鞍座 42 的固定孔 422 及光源 51 的散热基板 511 上所设对应的固定孔 512 以将光源 51 锁固并密贴在该鞍座 42 的吸热面 423; 该 U 形热管 44 的蒸发段 442 经压扁处理, 以便与该凹槽 421 的内部平面有较佳的密合热接触面积, 鞍座 42 的两侧的梯形斜面不但使回焊时 U 形热管 44 的蒸发段 442 易于定位, 且使回焊液不易由两侧流出, 上述蒸发段 442 与鞍座 42 的接合方式可提供光引擎 41 较大的吸热面积; 穿设于该 U 形热管 44 的两冷凝段 441 的浪形鳍片 45 可视为相连的两组伞形鳍片 453, 每一伞形鳍片 453 包括一本体 454 及位于本体 454 两侧的两个翼片 455, 所述翼片 455 朝向光源 51 所在方向折弯延伸。该两组伞形鳍片 453 之间通过一连接片 456 连接; 这些鳍片 45 上分别设有与热管 44 的冷凝段 441 呈幅射向外浮凸的若干侧开气孔 451, 另外在这些鳍片 45 中央所设导通的中心气孔 452 可以辅助冷空气进入各鳍片 45 之间, 并与第一实施例所述相同的热浮力原理驱动气流使该鳍片 45 之间形成冷却气流路径, 强化自然循环的散热效果。

[0039] 由上述的实施方式已进一步清楚说明本发明的技术特征及达成的功效, 包括:

[0040] (1) 本发明提供一种具有鞍座的光引擎, 以增加热管的吸热面积及光源的散热面积, 配合热管的最佳应用方位, 使该光引擎应用在半导体照明上可获致低结点温度的高效率照明效果。

[0041] (2) 本发明提供一种具有伞形或浪形鳍片的照明装置, 除具有较平板形鳍片更大的散热面积外, 也易于在鳍片之间建立冷热空气的自然对流, 强化散热效能, 使该照明装置在启用中恒常维持在高效率的稳定发光状态。

[0042] (3) 本发明以模块化的高效率光引擎为核心, 结合同步降低吸热热阻与散热热阻的技术手段, 提供一种整合光学室、散热室及电气室的照明装置, 以达设计及制程上的系统化。

[0043] 另外, 本领域技术人员还可于本发明精神内做其它变化, 只要其不偏离本发明的技术效果均可。这些依据本发明精神所做的变化, 都应包含在本发明所要求保护的范围之内。

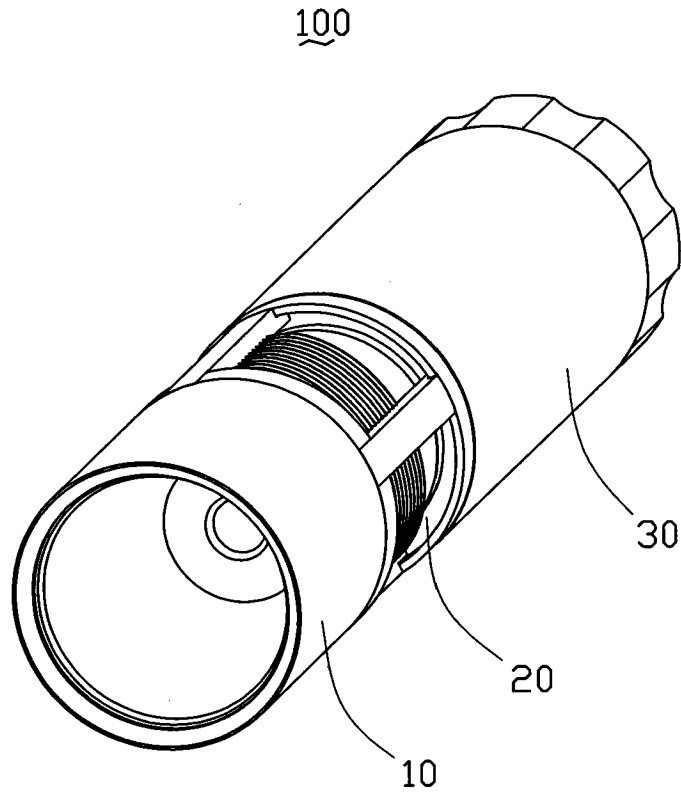


图 1

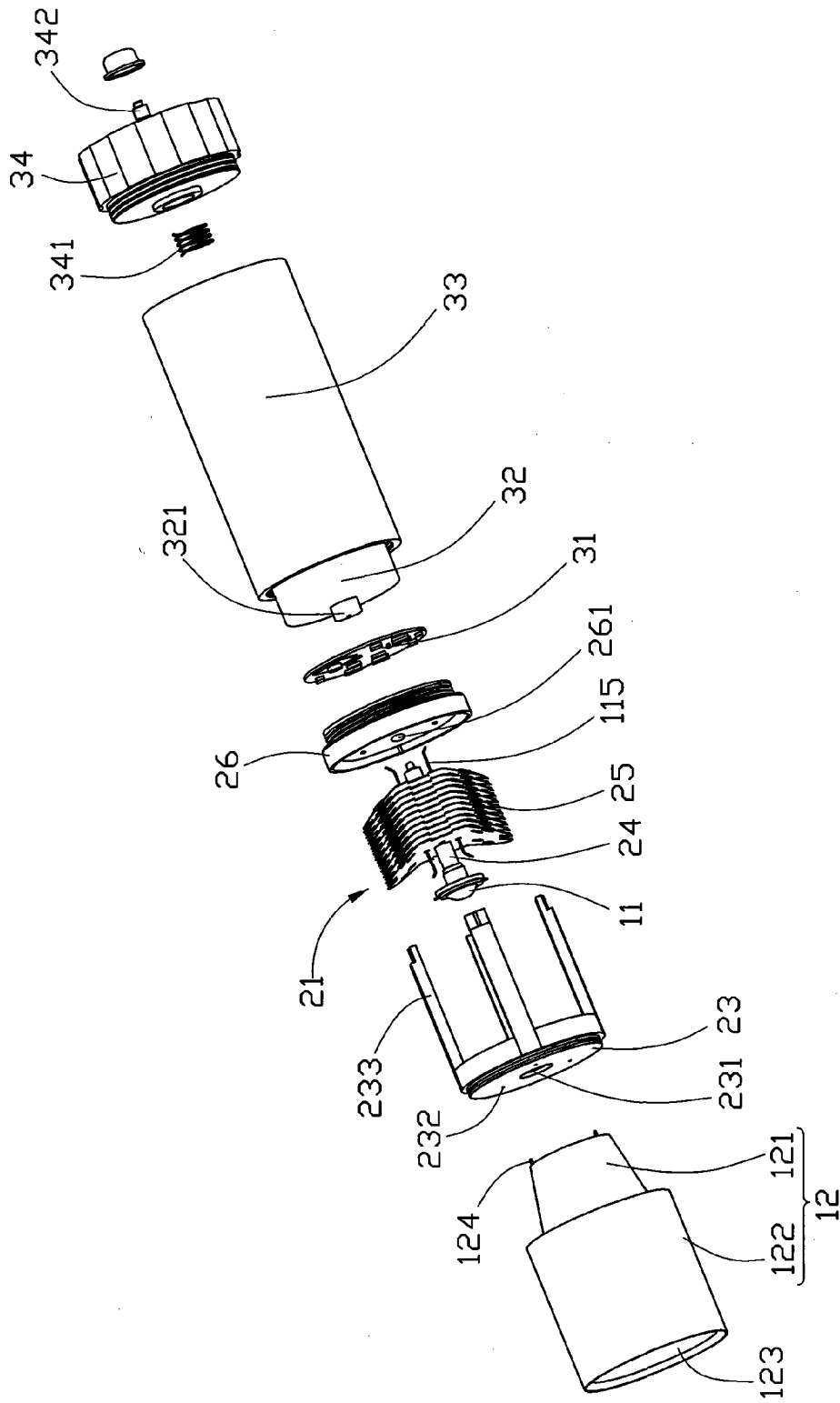


图 2

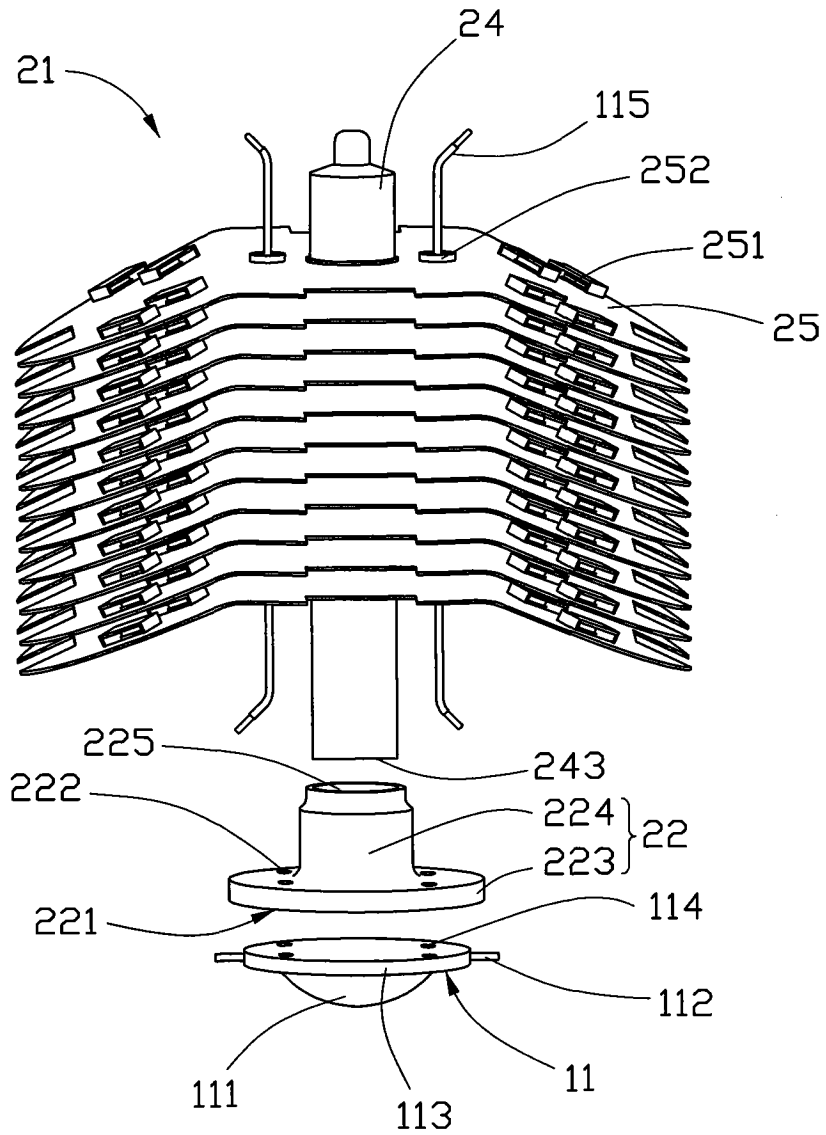


图 3

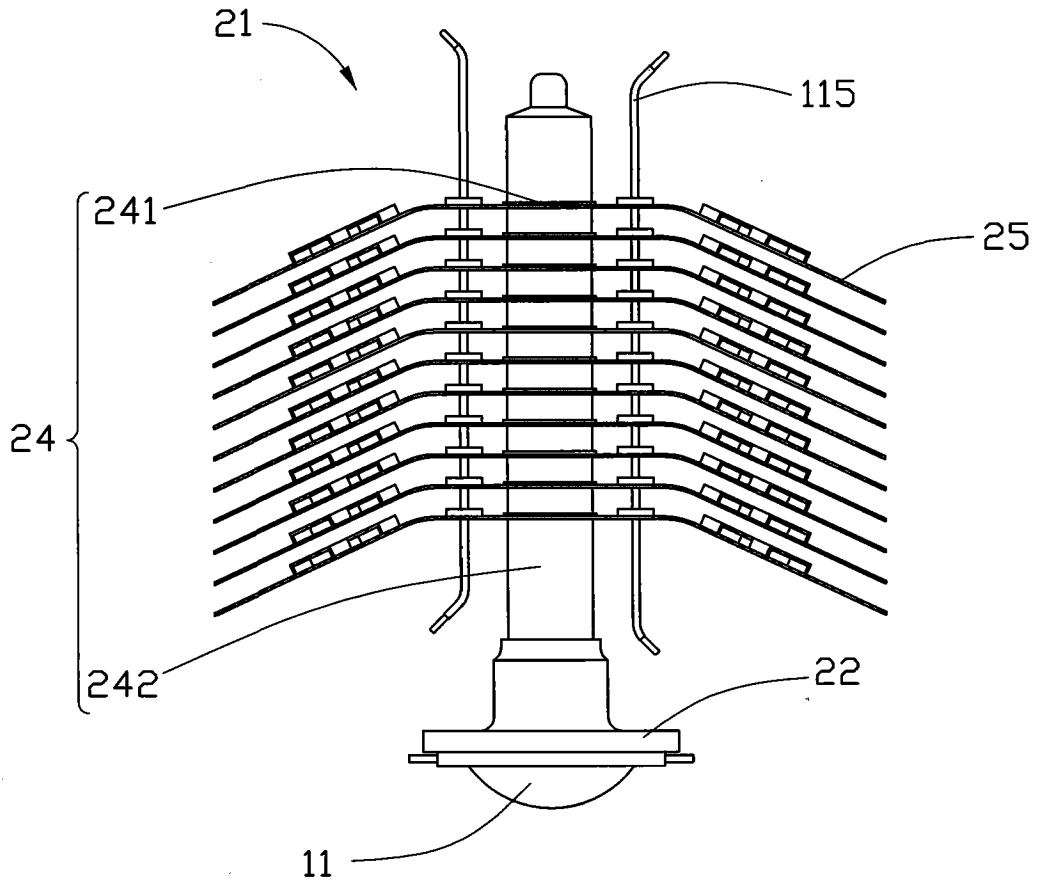


图 4

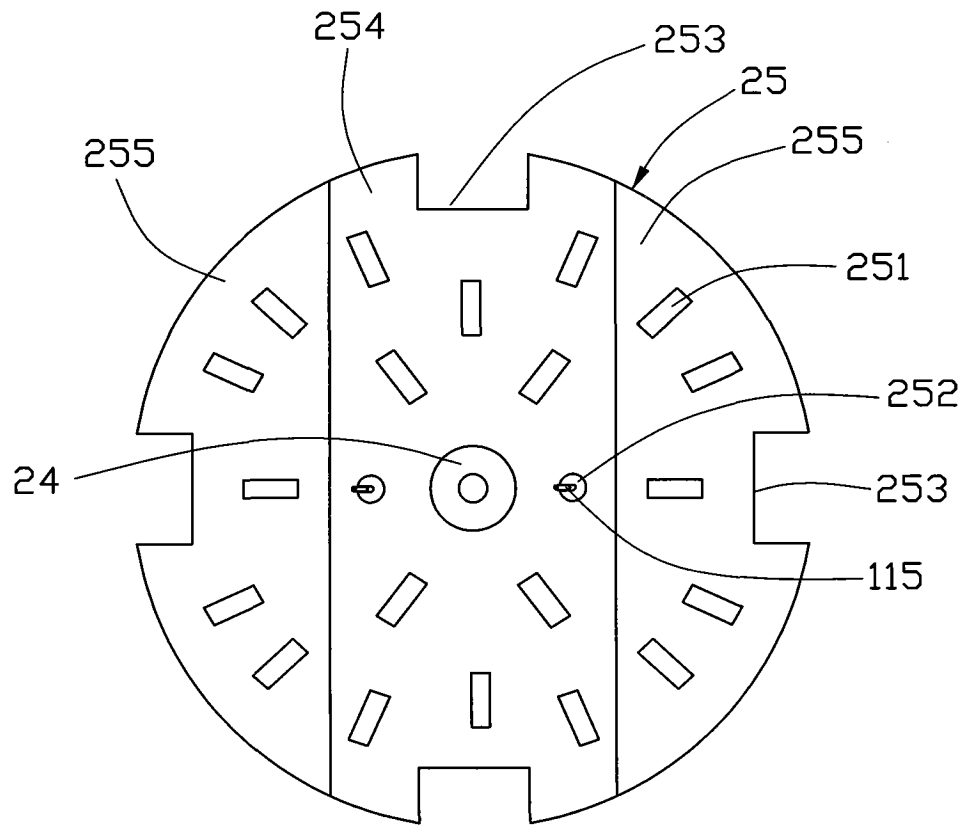


图 5

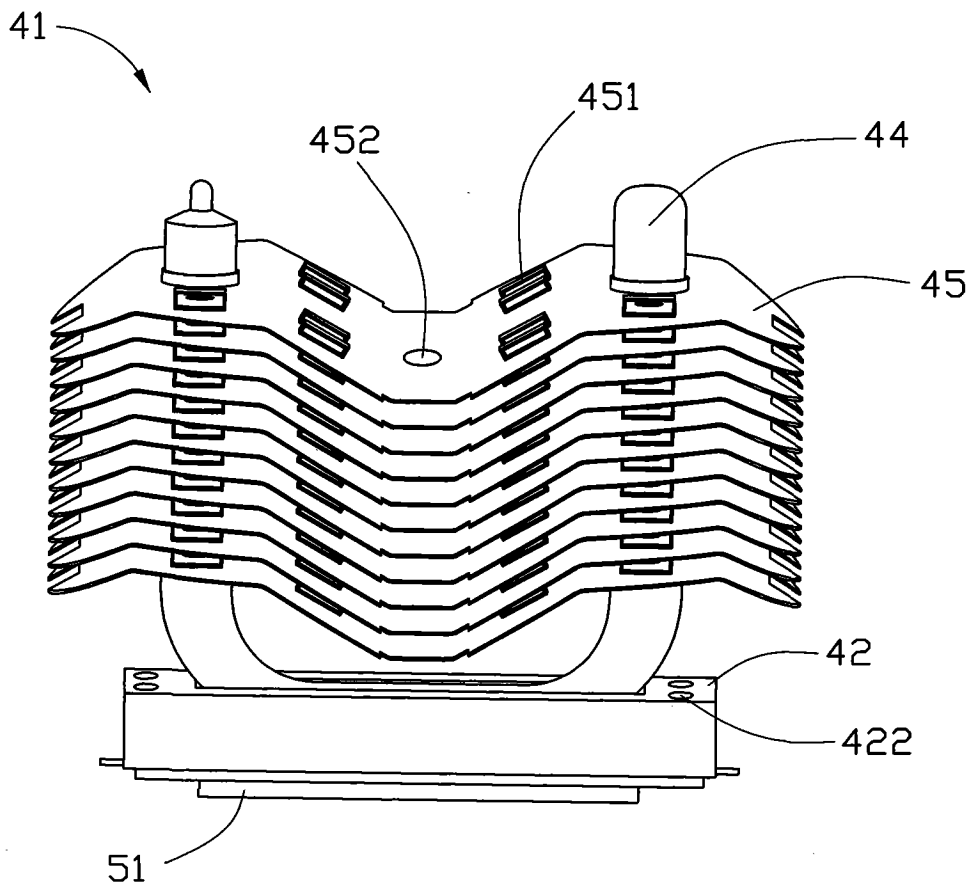


图6

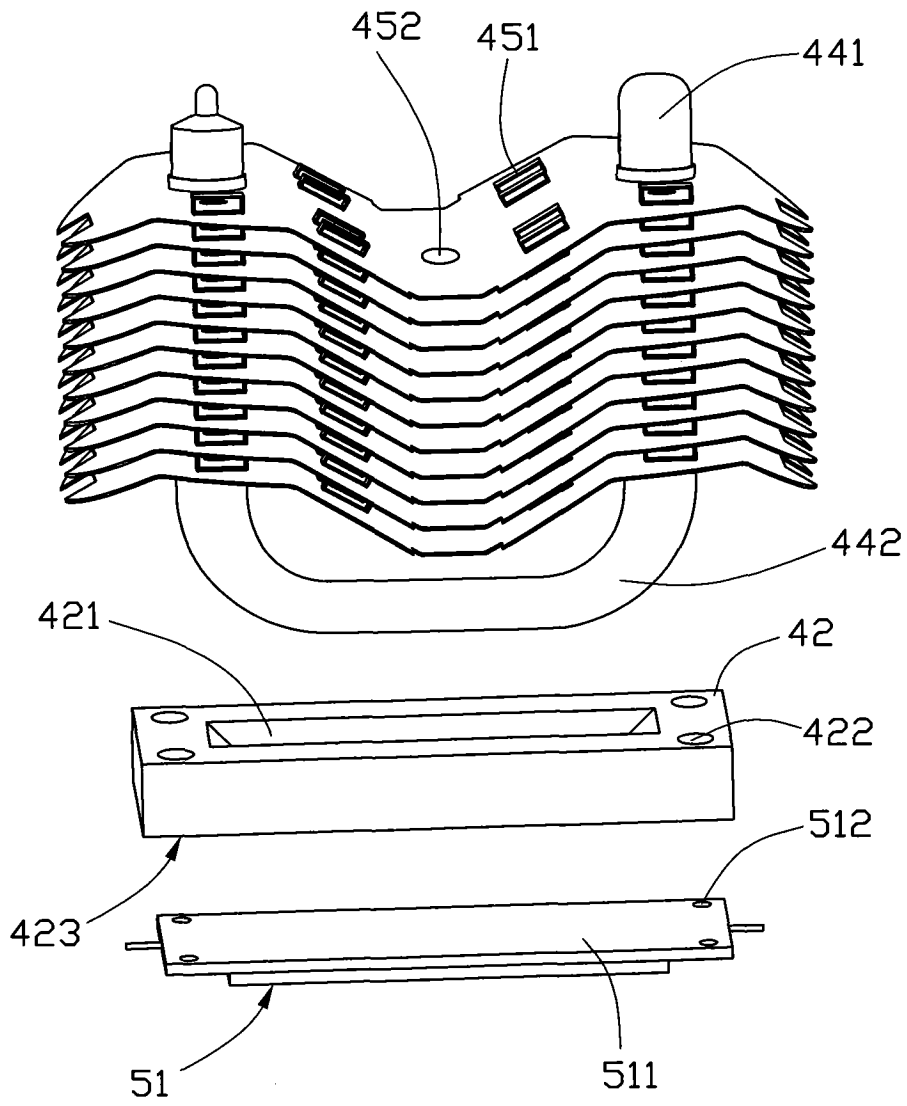


图 7

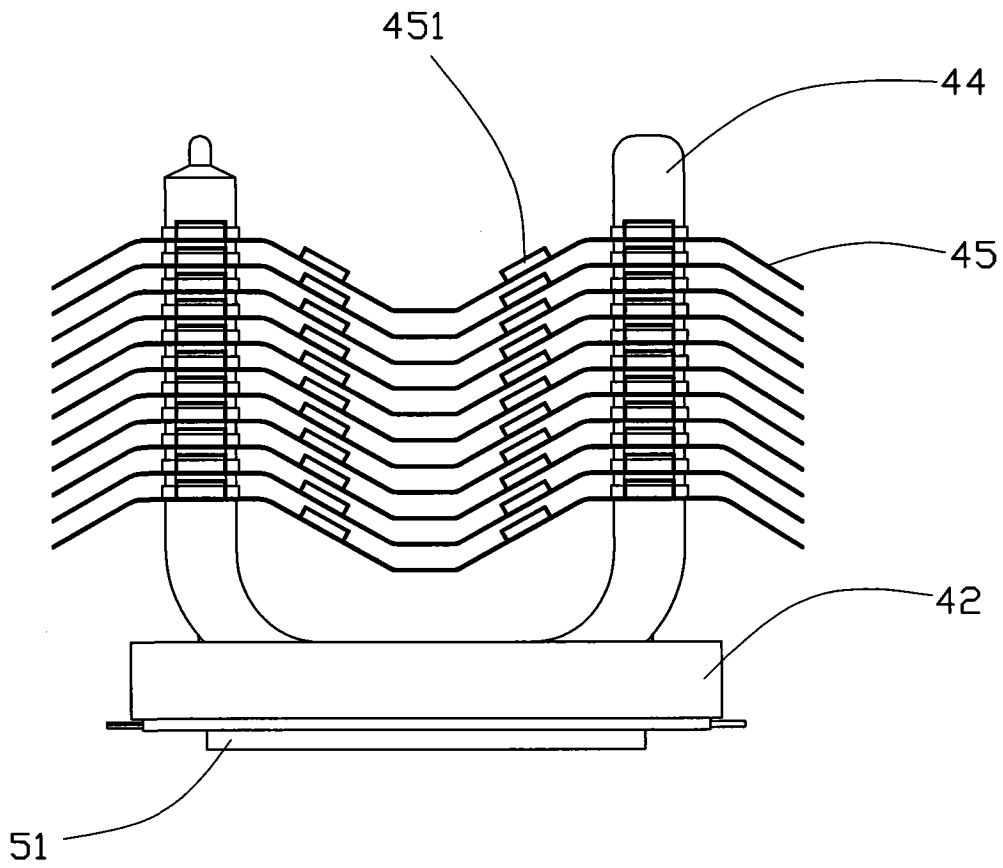


图 8

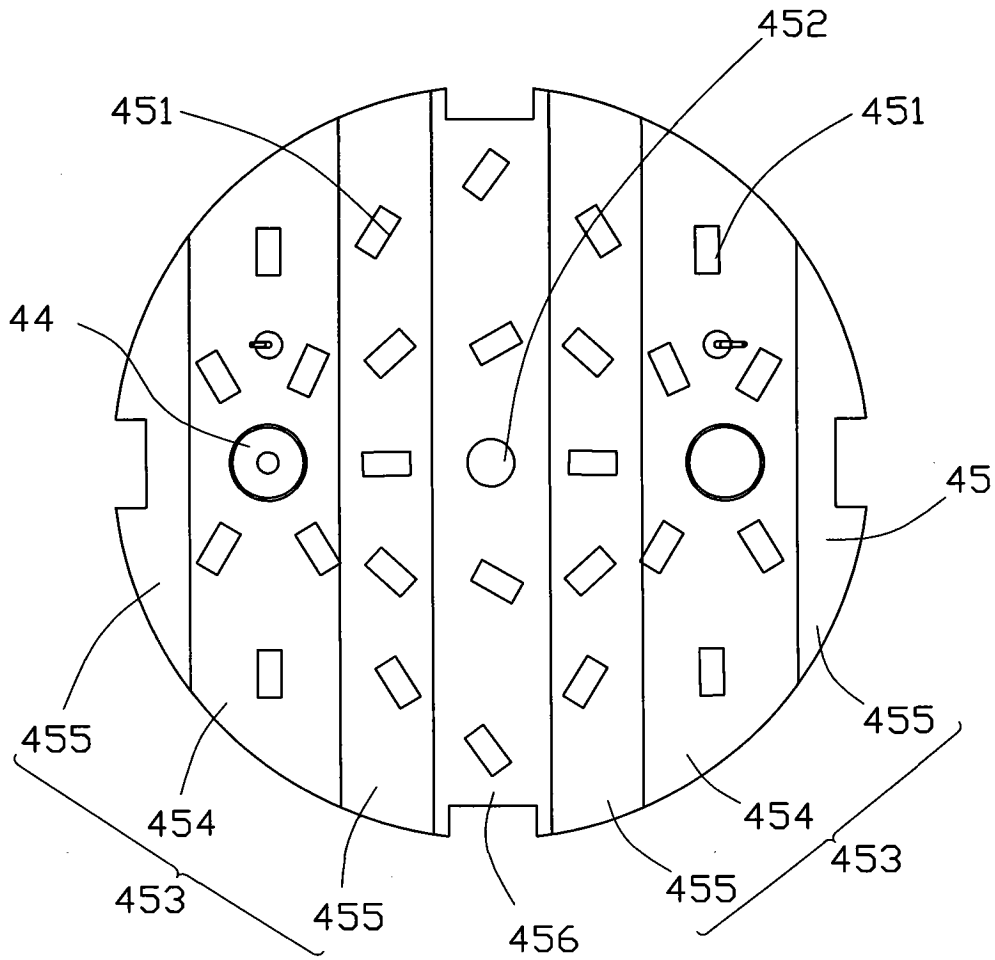


图9