

一种基于热电转换与微流道散热的低热耗照明装置及其方法

摘要

本发明公开了一种基于热电转换与微流道散热的低热耗照明装置及其方法,属于半导体照明技术领域。所述装置包括灯壳、设置在灯壳内的 LED 光源模组、驱动电源、热电转换模块、微流道散热系统以及储能单元。本发明核心在于:将传统照明设备中视为有害因素并竭力散逸的废热,通过紧贴 LED 基板的热电转换模块直接回收,部分转换为电能并存储再利用,从而从根源上减少了最终以热形式耗散的能量。同时,结合高效的微流道主动散热系统,对热电转换模块的冷端进行强制冷却,维持其两侧巨大的温差,确保热电转换效率,并对剩余废热进行高效管理。本发明显著降低了灯泡的表面温度,提高了光效和使用寿命,实现了能量的循环利用,具有节能、安全、寿命长的优点。

权利要求书

一种低热耗照明装置,其特征在于,包括:灯壳;LED 光源模组,固定于所述灯壳内部;

热电转换模块,其热端与所述 LED 光源模组的基板导热连接;

微流道散热系统,包括微流道散热器和循环泵,所述微流道散热器与所述热电转换模块的冷端导热连接;

驱动电源,用于为所述 LED 光源模组和所述循环泵供电;

储能单元,与所述热电转换模块的电能输出端电性连接,用于存储其产生的电能。根据权利要求 1 所述的低热耗照明装置,其特征在于,所述热电转换模块由多个 P 型和 N 型半导体热电偶串联或并联组成,其热端通过高导热硅脂或焊接方式与 LED 基板连接,确保高效的热量捕获。

根据权利要求 1 所述的低热耗照明装置,其特征在于,所述微流道散热器内部蚀刻有蛇形或网格状的微米级流道,所述循环泵驱动冷却液在流道内循环流动。

根据权利要求 3 所述的低热耗照明装置,其特征在于,所述冷却液为去离子水或纳米流体。

根据权利要求 1 所述的低热耗照明装置,其特征在于,所述储能单元为超级电容器或小型锂电池,其存储的电能可用于为所述驱动电源提供辅助供电,或为装置内置的智能控制模块供电。

根据权利要求 1 所述的低热耗照明装置,其特征在于,所述灯壳表面设有与所述微流道散热系统连通的散热鳍片,以增强与外界空气的热交换。

一种基于权利要求 1-6 任一所述装置的低热耗照明方法,其特征在于,包括以下步骤:

LED 光源模组工作时产生的热量传导至热电转换模块的热端;

利用热电转换模块的塞贝克效应,将热端与冷端之间的温差直接转换为电能,并存储于储能单元;

同时，微流道散热系统对热电转换模块的冷端进行强制冷却，维持其与热端的高温差，提升热电转换效率，并将剩余废热高效散逸至外界环境。

技术领域

本发明涉及半导体照明领域，特别是涉及一种能够有效减小灯泡发热、提高能量利用效率的照明装置及方法。

背景技术

LED（发光二极管）灯泡因其高光效、长寿命等优点已逐步取代白炽灯和荧光灯。然而，LED 在电光转换过程中仍有约 60%-70% 的电能以热量的形式耗散。这些热量会导致以下问题：

结温升高：LED 芯片的结温升高会引致光效下降（热猝灭）、光色漂移，并显著缩短其使用寿命。

安全隐患：灯泡表面温度过高存在烫伤用户和引发火灾的风险。

能量浪费：大量电能最终以低品位的热能形式浪费，不符合绿色节能的要求。

现有的散热技术，如金属散热鳍片、导热塑料、风扇散热等，均属于“被动散热”或“末端散热”思路，即想方设法将产生的热量尽快传导和散逸到空气中。这种方法虽然必要，但并未从根本上解决热量的“产生”和“浪费”问题，只是对废热进行了管理。

因此，迫切需要一种能够从源头上减少热量最终耗散、并实现废热再利用的创新技术。

发明内容

（一）发明目的

本发明的目的是于克服现有技术的不足，提供一种不仅能高效管理热量，更能主动回收和利用热量，从而显著降低灯泡最终热耗的照明装置及方法。

（二）技术方案

为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种低热耗照明装置，包括灯壳、LED 光源模组、热电转换模块、微流道散热系统、驱动电源和储能单元。

LED 光源模组：作为主要热源，其金属基板（如铝基板）作为一级散热面。

热电转换模块：紧贴 LED 基板安装，其热端通过高导热材料与基板连接，直接捕获 LED 产生的废热。利用塞贝克效应，将热能直接转换为电能。

微流道散热系统：由微流道散热器和微型循环泵构成。微流道散热器紧密贴合在热电转换模块的冷端。循环泵驱动冷却液在微米级流道内高速流动，实现对冷端的高效、强制冷却。

储能单元：连接热电转换模块的输出端，用于收集和存储产生的电能。该电能可用于辅助驱动 LED（尤其在输入电压波动时提供稳定补偿）或其他低功耗电路供电。

驱动电源：为整个系统提供稳定电力。

（三）有益效果

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

源头减热：通过热电转换模块将部分废热直接转化为电能，实现了能量的“内循环”，从根本上减少了最终需要散逸到环境中的热量总量

高效散热：微流道主动散热系统提供了极强的冷却能力，能迅速将热电转换模块冷端的热量带走，确保了热电转换所必需的高温差，从而维持了较高的转换效率。

能量回收：回收的电能可以被再利用，提升了整体系统的能量利用效率，符合节能环保的理念。

延长寿命：通过双重措施（热能回收+高效散热），有效降低了 LED 芯片的结温，延缓了光衰，显著延长了灯泡的使用寿命。

安全性高：灯泡整体表面温度大幅降低，使用更为安全。

附图说明

图 1：本发明装置的整体结构剖面示意图。

图 2：本发明热能管理与电能回收的流程框图。

图 3：热电转换模块与微流道散热系统的组装示意图。

（注：在此处应插入相应的图示，展示各组件的位置关系和连接方式）

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明进行详细说明。

参见图 1，灯壳（1）采用导热塑料制成。其内部中心固定有 LED 光源模组（2）。LED 光源模组（2）的铝基板背面通过导热硅脂与热电转换模块（3）的热端紧密贴合。热电转换模块（3）的冷端则通过同样方式与微流道散热器（4）的底面连接。微流道散热器（4）内部蚀刻有蛇形微流道，并通过软管与一个微型磁力驱动循环泵（5）连接，形成一个密闭的冷却液循环回路。灯壳（1）外壁集成有散热鳍片（6），增大了与空气的接触面积。

驱动电源（7）和储能单元（8）（本例中为一小型超级电容）安装在灯壳底部的独立腔体内。热电转换模块（3）产生的电能输出至超级电容存储。该电能可反馈至驱动电源的输入端，实现辅助供电。

工作时，LED 产生的热量迅速传导至热电转换模块（3）的热端，在其与冷端之间形成温差并发电。同时，循环泵（5）启动，驱动冷却液在微流道内流动，将冷端的热量持续带走，并通过灯壳散热鳍片（6）散失到空气中。此过程持续进行，实现了热量的高效回收与耗散，使灯泡始终工作在较低的表面温度下。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此。任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变，都应涵盖在本发明的保护范围之内。