

# 半导体制冷在投影仪散热中的应用展望

吕玉坤, 李艳奇

(华北电力大学 能源与动力工程学院, 河北 保定 071000)

**摘要:** 介绍了一种不同于传统制冷的半导体制冷技术的工作原理、材料特性和制冷特点及其取代传统制冷的优势, 对研制一种小型制冷装置, 以解决投影仪光源等核心部件因超温睡眠而无法正常工作的前景和关键问题进行了展望。

**关键词:** 半导体制冷; 投影仪; 制冷系数; 优值系数

中图分类号: TB69

文献标识码: A

## Application prospect of semiconductor refrigeration on overhead projector thermal dissipation

LV Yu Kun, LI Yan Qi

(Department of Power Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071000, China)

**Abstract:** This paper introduced fundamental principle, materials' characteristics and refrigeration property of a kind of semiconductor refrigerating technology differing from traditional refrigerating method, as well as the advantages compared with traditional method was also involved. As far as the developed miniature type of refrigerating device is concerned, technology prospect and key issues on over-temperature protection of projector's light source and relevant key components were expounded in the end.

**Key words:** semiconductor refrigeration; overhead projector(OVH); coefficient of performance; figure of merit

温度对发光二极管的电学和光谱参数均有较大影响<sup>[1-2]</sup>。一些采用发光二极管作为光源的投影仪, 为了保证仪器性能并且能正常工作, 需要对其光源受温度影响的特性作深入的研究, 进而掌握仪器的最佳工作环境温度。

半导体制冷, 又称电子制冷、温差电制冷、热电制冷或珀尔帖制冷等, 是 20 世纪 60 年代迅速发展起来的一项制冷技术。半导体制冷技术<sup>[3]</sup>是一种靠空穴和电子在运动中直接传递热量的固体制冷方式。与普通制冷技术不同, 半导体制冷不采用压缩机和制冷剂, 不依赖制冷剂的相变传递热量, 具有体积小、重量轻、无运动部件且可靠性高等特点。因此, 对半导体制冷技术的研究是解决投影仪受温度影响的基础。

### 1 半导体制冷基本原理

热电效应是半导体制冷的最基本依据, 其中最著名的是塞贝尔效应和珀尔帖效应。1821 年, 塞贝尔发现在用两种不同导体组成闭合回路中, 当 2 个连接点温度不同时( $T_1 < T_2$ ), 导体回路就会产生电动势(电流), 即塞贝尔

效应, 如图 1 所示。1834 年, 法国科学家珀尔帖在此基础上做了一个相反的实验: 用两种不同导体组成闭合回路并通直流电, 连接处出现了一端冷、一端热的现象, 即珀尔帖效应, 如图 2 所示。显然其本质就是塞贝尔效应的逆效应。



图 1 塞贝尔效应



图 2 珀尔帖效应

### 2 半导体制冷的材料特性

普通金属导体的珀尔帖效应微弱, 制冷效果不佳。

## 综述与评论 Review and Comment

例如当时曾用金属材料中导热和导电性能最好的铋-碲(Sb-Bi)热电偶做成制冷器,但其制冷效率还不到1%,根本没有实用价值,因此珀尔帖效应长时间不受重视。但是随着材料科学的进一步发展,人们发现半导体材料的珀尔帖效应远强于普通金属<sup>[4]</sup>。

由3块金属板和1对电偶臂(由1块P型半导体和1块N型半导体构成)组成的热电偶,在通上如图3所示的电流时,金属板1会从周围吸收热量,而金属板2、3则释放热量。金属板1作为工作端可达到制冷的目的,而将电源极性反过来(即通以反方向电流),金属板2、3吸收热量,金属板1释放热量。在这种情况下,若金属板1作为工作端,则如图3所示的就是制热器了。实验表明,与普通金属相比,半导体电路的珀尔帖效应明显增强。图3中这对电偶制冷量很小,通常只有几百毫瓦到2~3 W之间,一般不能满足制冷需要。为了得到更好的制冷效果,通常串联、并联、混联上述电偶组成制冷电堆,获得数瓦到数千瓦的制冷量。但是决定制冷器性能的主要因素还是热电对的性能。

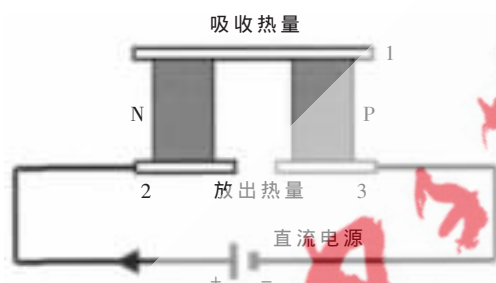


图3 半导体制冷原理

通常半导体制冷器由许多N型和P型半导体组成,N、P结之间以一般导体连接成完整线路,通常采用铝、铜或其他金属导体,最后像夹心饼干一样,外夹2片陶瓷片。陶瓷片必须绝缘,而且导热性能要良好,如图4所示。



图4 半导体制冷器实物图

并非所有半导体材料<sup>[5]</sup>都能制作半导体制冷器,这里所说的半导体材料不是人们熟悉和常见的制造二极管、三极管等电子器件的硅(Si)或锗(Ge),而是相对复杂的化合物半导体,如P型的Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>、AgTiTe、Ag-

CuTiTe及N型的Bi-Sb合金等。衡量半导体材料热电性能的系数用Z表示,称为优值系数。它是一个与材料的温差电动势率、电导率、电阻率、热导率(包括晶格热导率、电子热导率)相关的综合参数,其量纲为K<sup>-1</sup>。上述几种材料的Z值在3×10<sup>-3</sup>K<sup>-1</sup>左右。Z值越大,说明材料的热电性能越好,制作的制冷器在相同条件下的制冷效率就越高。此外,同种半导体材料的Z值还与温度有关,温度不同Z值也不同,即:同种半导体材料在常温下可做制冷材料,而在低温下则不可行。

### 3 半导体制冷的特点

与传统的蒸气压缩式、蒸气喷射式和吸收式制冷等技术相比,半导体制冷具有以下特点:不使用制冷剂、不污染环境、绿色环保;体积小、重量轻、结构简单、容易操作;可只冷却某一专门元件或指定空间;可在失重或超重等极端环境下运行;制冷系统无机械转动,所以无噪音、无磨损、运行可靠、维护方便;便于通过改变电流方向达到冷却和加热的不同目的;具有发电能力,在制冷组件两面建立温差可产生直流电;冷却速度不仅快,而且便于通过工作电流大小实现可控调节。

### 4 半导体制冷应用于投影仪展望

投影仪产生的热量最主要来自于灯泡。无论是传统的金属卤素灯泡,还是UHE、UHP等冷光源灯泡,在使用过程中都会发出很多热量,而投影仪设备本身的体积小,热量很集中,整个投影仪75%的功率都耗散在这个小小的灯泡上。如果长时间地连续使用,导致灯泡温度太高。一旦温度达到该区域工作临界点以上,此时投影仪内部的保护程序将被启动,自动关闭投影仪,进入休眠状态而无法正常工作。

鉴于半导体制冷的特点,可以研制一种半导体制冷器,将其放置在投影仪的灯泡底部或侧面。

考虑的主要问题有:半导体冷端易结露和热端散热。针对冷端结露问题将制冷片设计成特殊的凹槽形状,延展了制冷片的面积,即使制冷片有轻微结露,也能很快被灯泡和供电元件散发出的热量迅速蒸发掉。热端可以附加1个热管,保持半导体在正常的温差下工作。

现在半导体制冷技术已在军事、科学、航空航天、工业、农业、医疗卫生、生化和日常生活用品等许多领域得到较广泛的应用,特别是随着我国经济建设的快速发展以及对环境保护越来越高的要求,逐步禁止污染大气、破坏臭氧层的氟利昂作为制冷剂,使半导体制冷技术呈现广阔的应用前景<sup>[6]</sup>。

与常规蒸气压缩制冷相比,半导体制冷具有重量轻、尺寸小、无运动部件及可靠性高等优点,但也存在制冷系数低、成本高等问题。正因如此,对半导体制冷的理论与实践的研究有着广阔的空间。

研制一种小型制冷装置,以解决投影仪光源等核心

部件因超温睡眠而无法正常工作技术前景是可行的。

#### 参考文献

- [1] ACHARYA Y B. Effect of temperature dependence of band gap and device constant on I-V characteristics of junction-diode[J]. Solid-State Electronics, 2001,45:1115-1119.
- [2] 周亚训,王晓东.温度和电场对 a-SiC:HTFLED 发光亮度的影响[J].半导体光电,2000,21(1):70-72.
- [3] 徐德胜.半导体制冷与应用技术[M].第2版.上海:上海交通大学出版社,1999.
- [4] 吴丽清,陈金灿,严子俊.汤姆逊效应对半导体制冷器性能的影响[J].半导体学报,1997,18(6):448-452.

- [5] 刘华军,李来风.半导体热电制冷材料的研究进展[J].低温工程,2004(1):32-38.
- [6] 倪美琴,陈兴华.关注半导体制冷与发展[J].制冷与空调,2001(2).

(收稿日期:2009-09-02)

#### 作者简介:

吕玉坤,男,1964年生,副教授,主要研究方向:泵与风机节能技术以及大型回转机械经济运行。

李艳奇,男,1981年生,硕士研究生,主要研究方向:流体力学与流体设备。

电子技术应用  
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE  
www.chinaAET.com