

# 半导体制冷技术在临床医疗的应用研究

张伟斌<sup>1</sup>, 付安英<sup>1</sup>, 郭轶<sup>2</sup>, 许丹<sup>1</sup>

(1.咸阳职业技术学院, 陕西 咸阳 712000; 2.陕西华星电子工业公司, 陕西 咸阳 712099)

**摘要:**半导体制冷技术已广泛用于军事及民用制冷设备仪器方面, 本文通过对半导体制冷技术的理论分析和工艺实验研究, 精心选用制冷器, 设计控制电路, 实现对制冷温度的精确控制, 试制一种用于小型实用临床医疗和家用半导体制冷物理降温设备。

**关键词:**半导体制冷器; 控制电路; 物理降温

**中图分类号:** TB66

**文献标识码:** B

**文章编号:** 94047-(2011)02-0046-04

## 1 引言

利用半导体温差电原理研制的半导体制冷器已广泛用于军事及民用制冷设备仪器方面, 特别是近年来, 企业将半导体制冷器成功的应用于冷热两用箱、饮水机、电脑CPU降温、汽车驾驶员坐垫等方面, 为半导体制冷器应用开辟了广阔的空间和市场。应用半导体制冷技术, 试制一种用于小型实用临床医疗和家用半导体制冷物理降温设备, 用于外科手术后病人和高烧病人在家中物理降温, 必将具有一定需求量并会得到广泛应用。

## 2 原理与设计

### 2.1 设计原理

半导体制冷器是由单片半导体制冷片或多片半导体制冷片串、并联所组成的一种冷却装置, 是从上世纪五十年代发展起来的一门介于制冷技术和半导体技术边缘学科。其工作原理是: 当一块N型半导体材料和一块P型半导体材料联结成电偶对时, 在电路中接通直流电流后, 就能产生能量的转移, 电流由N型半导体流向P型半导体接头处吸收热量, 成为冷端; 由P型半导体流向N型半导体的接头处释放热量, 成为热端。吸热和放热

的大小是由通过电流的大小以及半导体材料N、P的元件对数来决定(如图1示)。目前国内常用材料是以碲化铋为基体的三元固溶体合金, 其中P型是Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>, N型是Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, 采用垂直区熔法提取晶体材料。

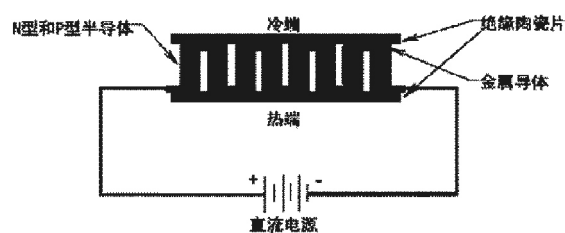


图1 半导体制冷器

利用半导体技术制造的制冷器作为特种制冷源, 在技术应用中有以下优点和特点:

(1) 不用制冷剂, 可连续工作, 无污染源, 工作时没有震动、噪音、寿命长, 安装容易。

(2) 半导体制冷片是电流换能型组件, 通过输入电流的控制, 可实现高精度的温度控制, 再加上温度检测和控制手段, 很容易实现遥控、程控、计算机控制, 便于组成自动控制系统。

(3) 半导体制冷片可组合成电堆串、并联的方法组合成制冷系统, 功率制冷功率可以做到几毫瓦到上万瓦。

收稿日期: 2011-10-15

基金项目: 咸阳职业技术学院科研基金项目(编号: 2009KYA03)

作者简介: 张伟斌(1983-), 男, 在职硕士研究生, 研究方向: 控制工程;

付安英(1957-), 男, 正高级工程师, 研究方向: 红外器件研制、光电子应用技术。

(4) 制冷时间很快, 温差范围大。

## 2.2 总体设计

根据半导体制冷器原理和特点, 结合研制小型实用临床医疗和家用半导体制冷物理降温设备项目要求, 设备应进行半导体制冷、制冷传输、温度控制、温度显示、设备散热、电源等几个方面研究实验; 设备的整体结构和安全性也是研制的重要方面。设备总体结构如图2所示。

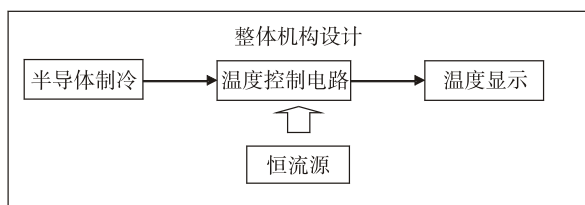


图2 整体结构设计

(1) 半导体制冷部分是利用半导体制冷技术, 对病人局部进行物理降温, 解决其高热不退问题。

(2) 温度控制部分是采用电子温度传感器对病人局部温度进行实时监测, 并通过温度控制电路实施控制, 以达到理想的温度控制效果。

(3) 温度显示部分主要是将温度传感器采集的人体温度转换温数字量, 供医护人员实时监测病人温度变化情况, 做必要的调整。

(4) 由于半导体制冷器内阻小, 通电后制冷制热速度快, 必须使用恒流源供电, 因此, 设计或选择合适的电源, 对设备的可靠使用至关重要。选取符合研制小型实用临床医疗和家用半导体制冷物理降温设备参数要求的制冷器, 设计高精度的温度控制的电子电路, 从而可实现设备系统的基本功能。

## 2.3 制冷元件选择

医院对部分手术, 尤其脑部手术后病人和高烧不退病人局部降温, 在临床医疗方面大多采用冰块、冷水袋降温。使用时不方便, 效果较差。目前, 在各大医院采用一种使用制冷降低水温, 用冷水降温的方法, 但设备价格昂贵, 不易向中小医院和家庭推广。因此, 利用半导体制冷技术, 选用合适的半导体制冷元件作为设备的制冷降温器件, 是研制工作的关键。经过反复挑选, 我们选用参数为TEC1\_12705, 最大耐压12V、最

大电流5A, 最大温差67度的半导体制冷器作为设备的制冷元件, 进行研制工作试验。经过多次实验, 这种参数的元件可满足设备的制冷要求。

## 2.4 半导体制冷片温度控制电路设计

半导体制冷片也叫热电制冷片, 它既可制冷又可加热, 根据流过半导体的电流方向和大小来决定其工作状态的, 电流的方向决定制冷或者制热, 电流的大小决定制冷或者制热的程度和效果。为了使半导体制冷片能够自动的进行恒温控制, 就必须设计好其驱动电路和控制电路。采用PID控制技术, 可以用来对半导体制冷片的电流进行控制, 以实现高精度的控温效果, 目前在控制系统经常使用。我们选择ADUC824单片机作为控制核心, 通过软件编程完成对半导体制冷器的控制。ADUC824是AD公司推出的8051内核的高性能单片机, 内部集成了两路(21位+16位)A/D、12位D/A、FLASH、WDT、 $\mu$ P监控、温度传感器等集成于一体, ADUC824体积小、功率低、具备在线编程调试功能。采用ADUC824作为半导体制冷控制器的核心, 可提高了设计的可靠性, 同时简化了电路的设计。半导体制冷的功率驱动采用全桥电路, 可以在单实现对目标的控制。基于ADUC824的半导体制冷总体控制电路框图如图3所示

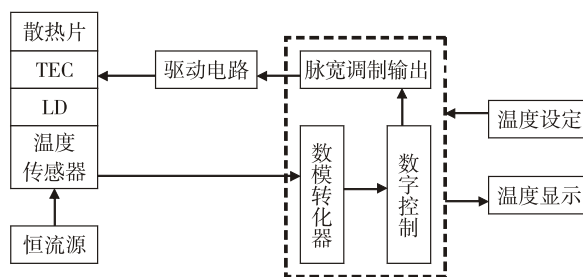


图3 总体控制电路框图

## 2.5 温度采集与显示

在制冷器温度控制电路中, 首选的电子元件应是温度传感器, 温度传感器主要是通过物体随温度变化而改变某种特性来间接测量电子元件、材料的特性都会随着温度的变化而变化, 能作为温度传感器的材料应该说是比较多。温度传感器会随温度变化而引起物理参数变化的有: 电阻、膨胀、电容等。伴随着工业生产的不断发展, 新型的温度传感器不断的用于工业测量和控制中。

我们选用NTC型热敏电阻作为温度检测元件, NTC温度传感器为负温度系数温度传感器, 它是以锰、钴、镍和铜等金属氧化物为主要材料, 采用陶瓷工艺制造而成的, 具有半导体性质, 在导电方式上完全类似锗、硅等半导体材料。温度低时, 这些氧化物材料的载流子(电子和孔穴)数目少, 所以其电阻值较高; 随着温度的升高, 载流子数目增加, 所以电阻值降低。NTC温度传感器在室温下的变化范围在10~1000欧姆, 温度系数-2%~-6.5%。NTC温度传感器可广泛应用于温度测量、温度补偿、抑制浪涌电流等场合。电阻值和温度变化的关系式为:  $RT = R_N \exp B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_N} \right)$ 。

用NTC温度传感器对制冷器温度进行测量, 并将采集的温度信号传送到IC进行处理, 控制适当温度, 以适应病人降温的温度, 经试验, 温度控制在19~23度较为合适。温度显示采用具有电流-温度转换电路的LCD显示器件, 实时显示制冷器温度, 以便在临床医疗时医护人员随时检测病人降温的温度。

## 2.6 制冷片散热试验

半导体制冷片具有两种功能, 既能制冷, 又能加热, 制冷效率一般不高, 但制热效率很高, 永远大于1。由于热惯性非常小, 制冷制热时间很快, 在热端散热良好冷端空载的情况下, 通电不到一分钟, 制冷片就能达到最大温差。使用一个片件就可以作为加热系统或制冷系统。要达到理想的制冷温度, 必须采用理想的散热系统。经课题组反复试验, 认为采用金属散热器和小型电风扇组合, 可解决制冷器散热问题, 达到理想效果。

## 3 研制结果

在研制过程中, 在分部件选购、研制完成的

基础上, 根据总体设计思路, 选用了12V、5A的恒流源, 并进行整机结构组装和性能试验测试, 结果表明, 在设备通电3分钟后, 制冷器辅助降温系统可控温到18~21度, PID控温系统、LCD温度显示系统、制冷器工作系统工作正常, 可连续工作3小时以上。经对临床病人及发烧病人试验, 效果较好。达到了预期研制项目任务要求。

## 4 存在问题

在设备研制过程中, 注重进行了制冷器电子控制等部分的研制, 但对整机结构, 特别是机械结构部分, 由于条件限制, 研制试验不到位, 离临床应用还有一定的距离, 以后, 应主要在临床应用方面做细致的设计研究, 以达到实用目的。

### 参考文献

- [1] 肖伟平, 黄绍平. 基于模糊PID控制的半导体制冷片温控系统的研制[J]. 《工业仪表与自动化装置》, 2008, 6(3) 54-56.
- [2] 房伟. 半导体制冷技术在LED散热中的应用[J]. 计算机光盘软件与应用, 2011(6).
- [3] 庞长林等. 小型半导体制冷恒温控制系统的实验研究[J]. 仪表技术与传感器, 2002(2).
- [4] 卢宋荣, 薛相美. 半导体制冷及其在家用电器中的应用[J]. 制冷, 2004(1).
- [5] 王太峰, 欧阳新萍. 一种新型便携式制冷保温容器的试验研究[J]. 制冷与空调, 2006(5).
- [6] 赵萍, 张亚军, 熊华波. 半导体制冷温控系统设计[J]. 辽宁省交通高等专科学校学报, 2009(2).
- [7] 郭朝有, 吴雄学. 基于PIC12C672的半导体制冷系统过热保护装置[J]. 电气技术, 2010(6).

[责任编辑: 阮班录]

## 我院护理专业被确定为省级重点专业

12月15日, 省教育厅下发《关于公布2011年省级高等职业教育重点专业名单的通知》(陕教高[2011]55号), 确定了2011年省级高等职业教育重点专业42个。我院医学系护理专业名列其中, 这是我院继畜牧兽医专业、园林技术专业之后的第三个省级重点专业。(教务科研处 吕玉梅)

## The Research on Semiconductor Cooling Technology in Clinical Practice

ZHANG Wei-bin<sup>1</sup>, FU An-ying<sup>1</sup>, GUO Yi<sup>2</sup>, XU Dan<sup>1</sup>

( 1. Xianyang Vocational Technical College, Xianyang, Shaanxi 712000;

2. Shaanxi Huaxing Electric Industrial Company, Xianyang 712099 )

**Abstract:** Semiconductor Cooling technology has been widely used in military and civilian refrigeration equipment. Based on theoretical analysis of semiconductor Cooling technology and experimental studies on processing, at the same time, through careful selection of refrigeration and controlling circuit design to achieve accurate temperature control for refrigeration, this essay aims to conduct a trial-production of a kind of physical retriggering device with semiconductor technology, which is implemented on small-sized clinical practice and for household use.

**Keywords:** semiconductor cooler; Controlling circuit; Physical cooling

### 姜大源先生来我院讲学

10月29日, 全国著名高职教育专家、教育部职业教育中心研究所研究员姜大源先生应邀来我院作学术报告。姜大源先生分别以《职业教育改革与发展的哲学思考》和《工作过程系统化课程开发方法及教学实施》为题, 为我院的干部教师作了两场报告。

报告中, 姜大源先生以深厚的学术功力、深邃的哲学思维和丰富的实践案例, 从定界与跨界、经验与策略、技术与技能、专业与职业、有序与无序、加法与积分、显性与隐性等范畴, 对职业教育的改革发展进行了精辟地哲学阐释, 并从基本概念、开发方法、理论创新三个方面对工作过程系统化的课程开发和教学作了全面系统、深入浅出地阐述。

姜大源认为, 高等职业教育不同于中等职业教育, 它培养的是策略型人才, 更加注重策略层面的学习。职业教育不同于普通教育, 它是一种跨界的教育, 必须有跨界的思考, 应当“跳出教育看教育, 跳出学校看学校, 跳出企业看企业”。从定界走向跨界的范式转变是职业教育课程改革的走势。

姜大源提出了职业教育改革三个方面的哲学命题, 一是知识的有序与无序, 二是学习过程是做加法还是做积分, 三是能力的构成与生成。以这三个哲学命题为指向, 姜大源总结了全国多家高职院校课程开发的成功案例, 深入阐述了“工作过程系统化课程开发”的方法和教学实施。

姜大源指出, 职业教育课程开发的设计包括工作任务分析、行动领域归纳、学习领域转化和学习情境设计四个步骤, 尤其强调学习情境的设计。姜大源认为, 以工作过程系统化为导向的课程开发, 对学科体系下的课程进行了解构, 然后在行动体系下进行了重新建构, 在此过程中, “适度够用的理论知识的数量没有发生变化, 但其排序的方式发生了变化; 适度够用的理论知识的质量发生了变化, 不是空间的物理位移而是融合。”它“重复的是步骤, 而不是内容”, 步骤是相同的, 而内容(学习情境的设计)是由易到难。在此理论指导下, 教师的作用越来越小, 学生的自主能动性越来越大, 老师的教是一个“手把手→放开手→育巧手→手脑并用”的过程, 学生的学是一个“学中做→做中学→学会做→做学结合”的过程。这种课程开发的方法, 不但在专业课中可以很好地运用, 而且在专业基础课, 甚至是公共课中都可以找到自己适合的运用方式。

姜大源先生的报告既有宏观的政策理论分析, 又有微观的案例剖析, 既有教育学、哲学的深邃思辨, 又有中外比较的独特视角, 给与会人员带来了视觉、信息和观念的巨大冲击。不少干部教师表示, 姜大源先生的报告博大精深, 极大地开阔了高职教育的视野, 为我院课程改革指明了方向和突破口。(宣传部 郭瑞礼)