



冯如杯创意大赛论文

可加热降温的电水壶

院系
学号
姓名

材料科学与工程学院
12011062
刘煜

可加热降温的电水壶

摘要：

可加热降温的电水壶利用半导体制冷效应实现对水壶中的水加热后可制冷降温的作用，利用热电制冷中电流方向转换后制冷制热效果转换的特性来实现电水壶的两用性。并以现在的电热水壶中的温控原件来实现自动开关效果。

Abstract:

The heating cooling kettle use the semiconductor cooling effect to achieve the refrigeration cooling after heating the water in the kettle, the conversion characteristics of cooling and heating effect after the direction of the current in the thermoelectric cooling converted will complete the dual-use nature of the kettle. And the thermostat original in the electric kettle now would help to achieve automatically switch effect.

关键词： 制热制冷，两用，热电制冷，温控

目录

冯如杯创意大赛论文.....A

可加热降温的电水壶.....A

引言.....1

1.工作原理.....1

1. 1 半导体制冷.....1

1. 2 电热水壶控温原理2

2.结构电路.....3

2.1 简化电路图.....3

2.2 工作过程.....3

3.半导体材料.....4

4.创意可实现性分析.....4

5.方案优劣性分析.....5

致谢.....6

主要参考文献.....7

引言

夏天常常希望有一杯凉凉的水喝，气温很高，烧好的开水降温很慢。用冰箱来冻冰水也不是很方便，而且需要的时间也很长，普通容器在盛装热水后立刻放入冰箱也会有炸裂的危险。更何况，冰箱的容积有限，不能允许我们在其中放置那么多容器。即使是冬天，在口渴难耐的时候也会想要一杯温度适口的水。冬天的时候为了保温，大部分人经常是现烧开水，即使是保温壶或开水机中的水也都是以接近沸点的温度居多，这样的水显然是不能立刻入口的。所以，一个可加热降温的电水壶，对于一个口渴难耐的人来说，就是难能可贵的了。

可加热降温的电水壶，在对现有的电热水壶的电路基础上进行改造，将其中的加热装置换成半导体制冷线路，并通过改变电流方向以实现加热制冷的双方面效果。并保留原有的温控原件以实现自动开关的效果。

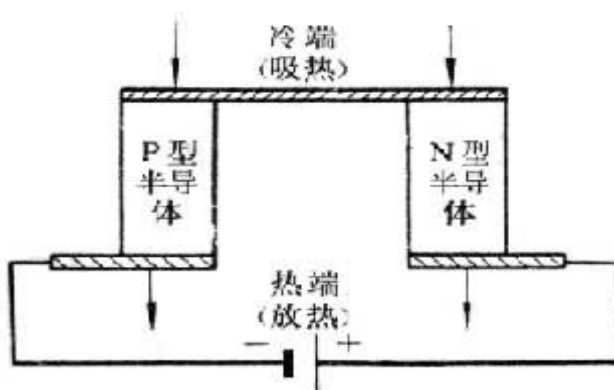
可加热降温的电水壶可连续进行加热制冷工作，在短短几分钟时间内就可实现将生冷的水烧开并降至常温的效果，让口渴的人立刻就有温度适口的水可以喝。

该领域范围内目前已研究出两用恒温箱，可为我们的两用水壶提供一些借鉴。

1.工作原理

1. 1 半导体制冷

热电制冷或制热是帕尔贴效应的应用。如果用两种不同的导体联接成一个闭合环路，并在此环路中接入一直流电源，则一个接点就降为吸热端+另一个接点升为放热端。一般导体所产生的升温、降温是很微弱的，但采用特制的半导体材料则可达到制热和制冷的目的。这些特制的半导体材料是“电子型”(N型)半导体和“空穴型(P型)半导体。如图-



半导体制冷的原理图

图-

由两种半导体元件组成半导体制冷电偶，电偶间利用铜片或铝片焊接而成。由于一个电

偶所产生的电-热效应较小，所以使用中应将数十个这样的电偶串联而成，将冷端排在一起，热端排在一起组成电堆来使用。如图-

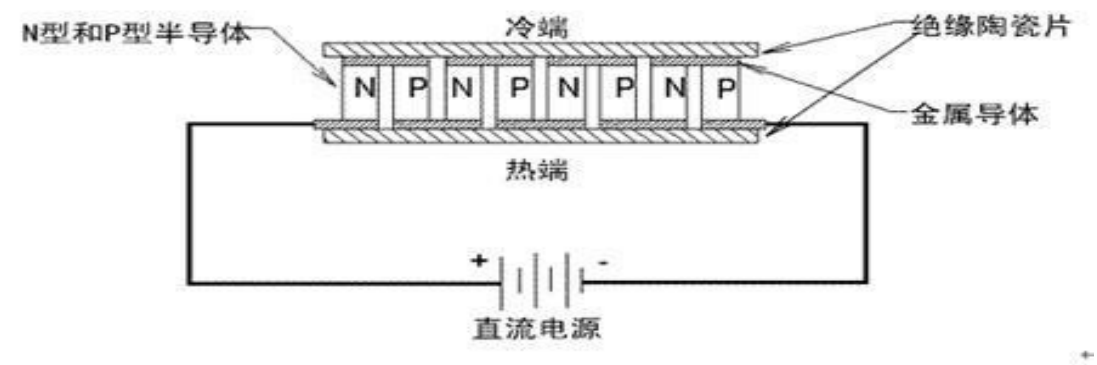


图-

1. 2 电热水壶控温原理

蒸汽感应控制器其作用是水烧开后自动断电，结构如图- 所示。它主要由热双金属片、动静触点、弹簧片、摆动架和按键等组成。蒸汽感应控制器装在发热器插口上，感温部分正对蒸汽管。热双金属片(型号：ISC-108SP)由热膨胀系数不同的两种金属片轧制成片状，其中一片膨胀系数较大，而另一片较小。控制器未按下按键时(如图 3a)，摆动架的触杆压住动触片，动静触点呈断开状态。按下按键后(如图 3b)，摆动架动作，热双金属片受压通过支点 1 往右摆，与此同时，触杆离开动触片，动静触点呈闭合状态，接通电源，发热器发热。热双金属片感温后，热膨胀系数大的伸长多，使双金属片向热膨胀系数小的那面弯曲。如图 3b 的弧形虚线所示。当水烧开后，大量蒸汽经蒸汽管冲到热双金属片，弯曲度达到最大极，使双金属片向热膨胀系数小的那面弯曲。如图 3b 的弧形虚线所示。当水烧开后，大量蒸汽经蒸汽管冲到热双金属片，弯曲度达到最大极限而产生作用力F，热双金属片闪动复位，带动摆

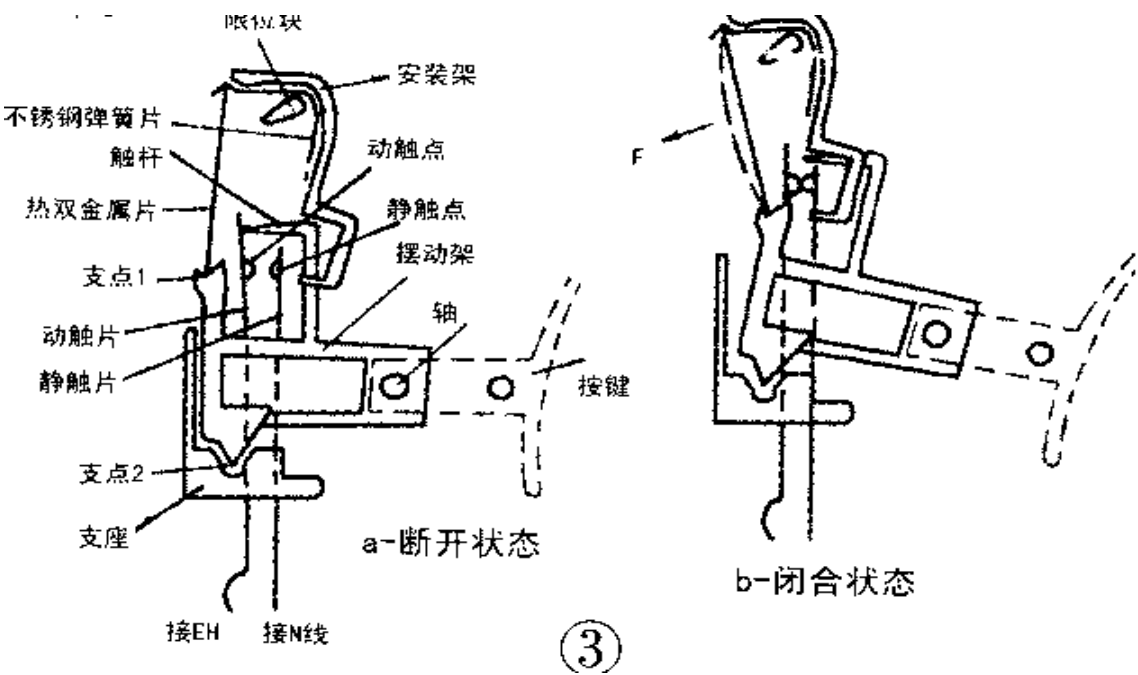
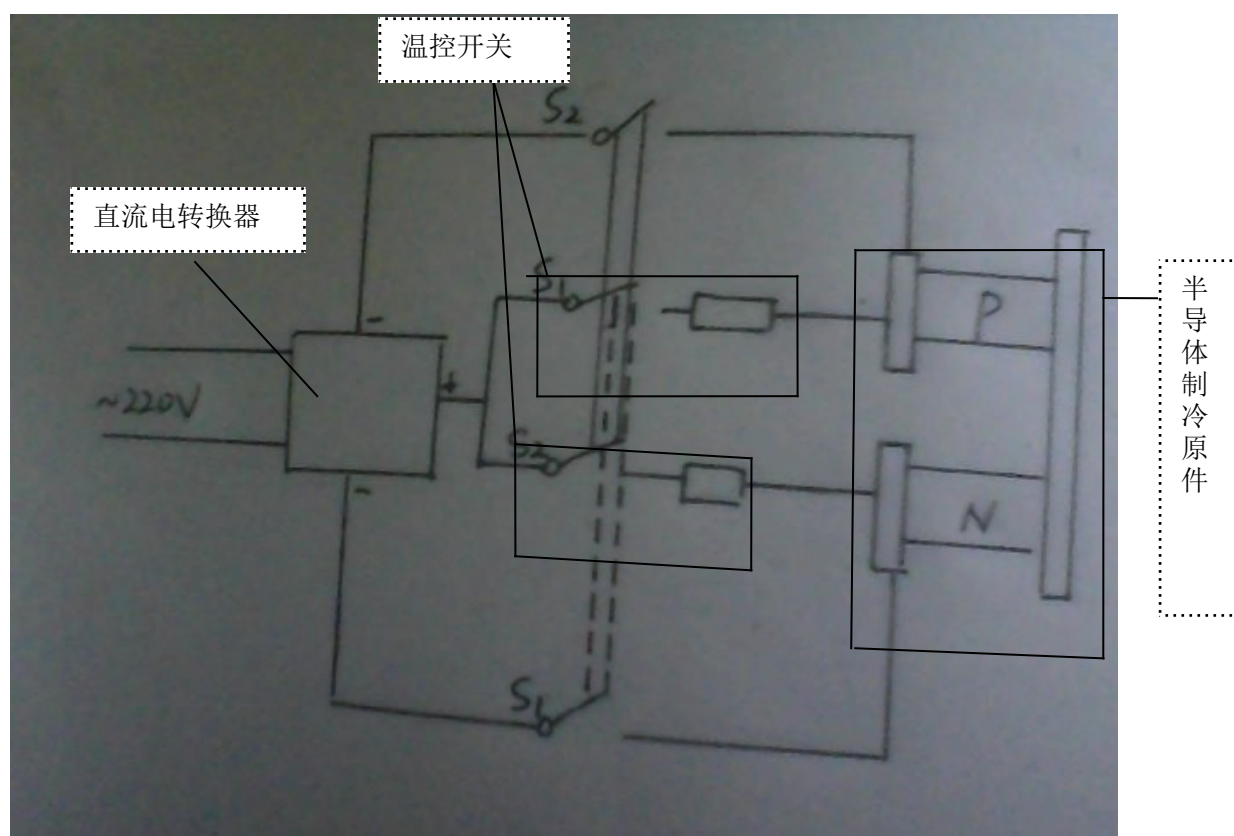


图-

动架、按键动作，动静触点断开。

2. 结构电路

2.1 简化电路图



2.2 工作过程

加热过程：

1. S1 联动开关闭合，交流电通过直流电转化器变为直流电，电流从 P 型半导体通过 N 型半导体，远端制热。

远端为电源底板与壶体接触处。壶内水升温。

2. 当水沸腾时，S1 温控开关为蒸汽感应控制器，自动断开，加热过程完成。

制冷过程：

1. S2 联动开关闭合，直流电方向变换，远端变为制冷端，壶体内水降温。

2. 当水温下降到一定温度时，温控开关 S2 自动断开，降温过程完成。其中降温温度由

温控开关 S2 中的热敏电阻确定。

3. 半导体材料

AVIoffe 和 AFIoffe 指出, 在同族元素或同种类型的化合物间, 晶格热导率 K_p 随着平均原子量 A 的增长呈下降趋势。RWKeyes 通过实验推断出, $K_p T$ 近似于 $T m^{3/2} p^{2/3} A^{-7/6}$ 成比例, 即近似与原子量 A 成正比, 因此通常应选取由重元素组成的化合物作为半导体制冷材料。

半导体制冷材料的另一个巨大发展是 1956 年由 AFIoffe 等提出的固溶体理论, 即利用同晶化合物形成类质同晶的固溶体。固溶体中掺入同晶化合物引入的等价置换原子产生的短程畸变, 使得声子散射增加, 从而降低了晶格导热率, 而对载流子迁移率的影响却很小, 因此使得优值系数增大。例如 50%Bi₂Te₃—50%Bi₂Se₃ 固溶体与 Bi₂Te₃ 相比较, 其热导率降低 33%, 而迁移率仅稍有增加, 因而优值系数将提高 50%到一倍。

P 型 Ag(1-x)Cu(x)Ti Te 材料

AgTi Te 材料由于具有很低的热导率 ($k=0.3 \text{ W/cm K}$), 因此如能通过合适的掺杂提高其载流子迁移率 μ 和电导率 σ , 将有可能得到较高的优值系数 Z 。RMAyral-Marín 等人通过实验研究, 发现将 AgTi Te 和 CuTi Te 通过理想的配比形成固溶体, 利用 Cu 原子替换掉部分 Ag 原子后, 可以得到一种性能较好的 P 型半导体制冷材料 Ag(1-x)Cu(x)Ti Te, 其中 x 在 0.3 左右时, 材料的热电性能最好。由此可见 Ag(1-x)Cu(x)Ti Te 的确是一种较好的 P 型半导体制冷材料。

N 型 Bi—Sb 合金材料

无掺杂的 Bi—Sb 合金是目前 20K 到 220K 温度范围内优值系数最高的半导体制冷材料, 其在富 Bi 区域内为 N 型, 而当 Sb 含量超过 75%时将转变为 P 型。在 Bi 的单晶体中引入 Sb, 没有改变晶体结构, 也没有改变载流子 (包括电子和空穴) 浓度, 但是拉大了导带和禁带之间的宽度。Sb 的含量为 0~5%时禁带宽度约为 0eV, 即导带和禁带相连, 属于半金属; Sb 含量在 5%~40%时, 禁带宽度值基本是在 0.005eV 左右, 当 Sb 的含量在 12%~15%时, 达到最大, 约为 0.014eV, 属于窄带本征半导体。由上文所述, 禁带宽度的增加必将提高材料的温差电动势。80K 到 110K 温度范围内, 是 Bi₈₅Sb₁₅ 的优值系数最高, 高温时则是 Bi₉₂Te₈ 最高。

4. 创意可实现性分析

半导体制冷技术已日趋成熟, 在理论上可加热降温的电水壶是可以实现的。而且在半导体制冷的应用上已出现加热制冷的恒温箱, 为可加热制冷的电水壶提供理论基础, 其电路中的半导体制冷原件与箱体的接触部分和散热装置即可运用到电水壶中。且已知该恒温箱的制冷效果可将温度降至 7-12 度, 加热效果可至 95-100 度, 完全符合我们的需求。

材料上已研发出合适的 PN 型半导体, 虽然半导体的成本较为昂贵, 但制作壶体所需要的绝缘陶瓷片和导热用金属导体都是易得的, 较为廉价。所以成本方面的可行性也有保证。

5.方案优劣性分析

优点：可实现同一电水壶的加热制冷，节约时间，方便有效。在半导体制冷原件的几种电路连接方式中是最为简单的连接方式，不会对电热水壶原有结构有太大改变，也不会对电路进行更大的改造，是一种较易实现的方法。

缺点：在加热和降温过程中，另一端的能量会散失，造成能源浪费。半导体成本较大，造成整个水壶的成本上升，销售价会较为昂贵。

致谢

从在网上第一次看到“热电制冷”这个名词，到这篇创意论文的完成，过程中经历了很多很多，感谢在这一过程中一直陪伴我，支持我，帮助我的人。

首先感谢我的辅导员，在我的创意走入歧途时为我提出建议，给我提示，还推介热电专业的学长给我指导，让我把一个小小的想法逐渐完善，把一个幼稚的设计逐渐改进，最后形成了这篇论文，这个创意。

还要感谢我的朋友，在我犹豫不定时给我鼓励，让我下定决心把这篇创意拿出来。在我一次次想退缩时推着我，伴着我一起前进。每当我失去信心，失去动力，一次次想要放弃时，都是她们的鼓励，她们的提醒让我有勇气继续下去。

虽然创意大赛的论文已经完成，但是仍有一些技术上的问题需要解决，我们还会继续研究下去。并且我们会本着这种善于发现问题思考问题的精神不断创新，努力探求，勇攀科技高峰。

我现在在火车上敲下最后一个字，完成了这篇论文，结束了这一段时间的努力。当这段记忆，这段经历，都会在以后的路上一直陪伴着我。

再次感谢所有帮助我的人！谢谢你们！

主要参考文献

- [1] 金文.《热电制冷初步探讨》[J] 西安航空技术高等专科学校学报,第18卷,(3)
- [2] 宣向春 王维扬.《半导体制冷材料的发展》[M]. 上海: 中国科学院上海技术物理研究所, 2000
- [3] 买买提艾则孜·阿不都热合曼.《半导体制冷及其应用》[J]. 和田师范专科学校学报,第29卷,(6)