



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110690833 A

(43)申请公布日 2020.01.14

(21)申请号 201911046688.6

(22)申请日 2019.10.30

(71)申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西  
大直街92号

(72)发明人 李玲 蒋祥倩 朱玉辉 刘世杰  
刘晓为

(74)专利代理机构 哈尔滨龙科专利代理有限公  
司 23206

代理人 高媛

(51)Int.Cl.

H02N 11/00(2006.01)

H01L 35/30(2006.01)

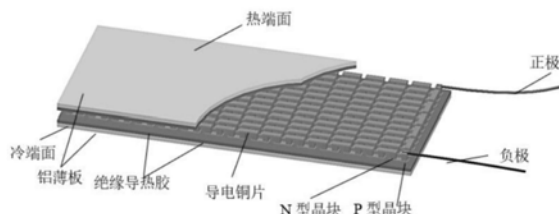
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

### (54)发明名称

一种基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法

### (57)摘要

本发明公开了一种基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法,所述方法包括如下步骤:步骤一:利用铜片将P型和N型 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 小晶块组成的热电偶串联起来;纯铝薄板上涂覆一层绝缘导热胶后贴在热电偶对的上、下两面,形成集成多对热电偶的温差发电结构;步骤二:超薄热管等间距的排列在矩形光伏电池板下面;步骤三:将温差发电结构分别与热管冷凝端的上、下侧紧密接触,并将两温差发电结构串联;热管蒸发端下侧覆盖一层隔热棉;步骤四:使用DC-DC的升压芯片和降压芯片设计电路分别将光伏电压和温差电压变换至相同的1.8V输出。本发明提高了太阳能利用率,增加了光伏电池寿命。



1. 一种基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法,其特征在于所述方法包括如下步骤:

步骤一:利用P型和N型 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 小晶块组成多对热电偶;利用铜片将热电偶对串联起来;纯铝薄板上涂覆一层绝缘导热胶后贴在热电偶对的上、下两面,形成集成多对热电偶的温差发电结构;

步骤二:超薄热管等间距的排列在矩形光伏电池板下面,并根据系统中光伏电池和温差发电结构的大小调整热管的大小和布局;

步骤三:将两块相同的温差发电结构分别与热管冷凝端的上、下侧紧密接触,并将两温差发电结构串联;热管蒸发端下侧覆盖一层隔热棉;

步骤四:使用DC-DC的升压芯片和降压芯片设计电路分别将光伏电压和温差电压变换至相同的1.8V输出。

2. 根据权利要求1所述的基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法,其特征在于所述温差发电结构中,相邻铜片上晶块的类型不同。

3. 根据权利要求1所述的基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法,其特征在于所述铜片与 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 晶块间使用导电银浆连接。

4. 根据权利要求1所述的基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法,其特征在于所述热管与温差发电结构之间用导热胶连接。

5. 根据权利要求1所述的基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法,其特征在于所述降压芯片的型号为TPS62202DBV,升压芯片的型号为TPS61200DRCR。

## 一种基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于太阳能发电技术领域,涉及一种基于热管传热的光伏电池和温差电池一体化结构的设计方法。

### 背景技术

[0002] 太阳能电池可以吸收照射到其表面约80%的太阳辐射,根据不同的光伏材料和技术,其中只有10~20%转换为电能,剩余的能量全部转换为热量。在夏季炎热的晴天,太阳能电池板甚至可以比环境温度高出40℃左右。太阳能电池在使用过程中,持续光照使得电池板温度升高,导致半导体内部载流子的输运特性变差,开路电压随之变小,这会导致太阳能电池的发电效率降低,为了获得更多的电能输出,只有增加太阳能电池板的面积,这就严重地阻碍了太阳能电池的小型化和轻量化设计,限制了太阳能发电技术在微小型领域的应用。另外,若电池板长时间处于高温或者热量散失不均匀的状态也会大大缩短太阳能电池的使用寿命。

[0003]  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 是目前最常用的、常温下热电优值最高的热电材料。基于塞贝克效应的温差发电技术消耗热能产生电能,具有安全、无污染、结构简单、使用寿命长等特点,应用前景十分广阔。将光伏发电与温差发电相结合,使用热管将光伏电池板上的废热转移至温差发电结构的热端,一方面可以降低因持续光照而升高的电池板温度,从而保证电池板的性能始终处在一个较高水平并提高电池寿命,另一方面可以产生额外的温差电输出,产生更多的电能,提高太阳能的利用率。

### 发明内容

[0004] 为了解决传统光伏发电面临的太阳能利用率低和光伏电池热管理等问题,本发明提供了一种基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种基于热管导热的太阳能温差发电系统的设计方法,包括如下步骤:

[0007] 步骤一:利用P型和N型 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 小晶块组成多对热电偶;利用铜片将热电偶对串联起来,相邻铜片上晶块的类型不同;纯铝薄板上涂覆一层绝缘导热胶后贴在热电偶对的上、下两面,形成集成多对热电偶的温差发电结构;

[0008] 步骤二:超薄热管等间距的排列在矩形光伏电池板下面,并根据系统中光伏电池和温差发电结构的大小调整热管的大小和布局;

[0009] 步骤三:将两块相同的温差发电结构分别与热管冷凝端的上、下侧紧密接触,热管与温差发电结构之间用导热胶连接,并将两温差发电结构串联;热管蒸发端下侧覆盖一层隔热棉;

[0010] 步骤四:使用DC-DC的升压芯片和降压芯片设计电路分别将光伏电压和温差电压变换至相同的1.8V输出。

[0011] 相比于现有技术,本发明具有如下优点:

[0012] 本发明利用热管优异的传热能力和等温特性,将光伏电池因持续光照产生的热量转移给温差电池并利用热量发电,一方面使得光伏电池均匀降温,另一方面增加温差电池的输出,从而提高了太阳能利用率和增加光伏电池寿命。

### 附图说明

[0013] 图1为温差发电结构示意图;

[0014] 图2为太阳能温差发电系统示意图;

[0015] 图3为输出转换电路原理图;

[0016] 图4为实施例1中不同光强度下光伏电池上、下表面温度;

[0017] 图5为实施例1中不同光强度下光伏电池转换效率;

[0018] 图6为实施例2中不同光强度下光伏电池上、下表面温度;

[0019] 图7为实施例2中不同光强度下光太阳能温差发电系统总的转换效率。

### 具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步的说明,但并不局限于此,凡是对本发明技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的保护范围内。

[0021] 本发明提供了一种基于热管传热的太阳能温差发电系统的设计方法,所述方法具体实施步骤如下:

[0022] 步骤一:将多个小铜片等间距排列在涂覆了一层绝缘导热胶的铝板上,每个小铜片上放置一对(P型和N型) $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 晶块, $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 晶块的尺寸为 $1.4\text{mm} \times 1.4\text{mm} \times 1.6\text{mm}$ ,相邻铜片上不同类型的晶块也用导电铜片连接,即将各个热电偶串联,铜片与 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 晶块间使用导电银浆连接,银浆固化以后连接稳定,最后引出该集成化温差发电结构的正负极,这里是将导线焊在与热电晶块相连的铜片上,从而形成集成多对热电偶的温差发电结构(图1)。

[0023] 步骤二:将6支长60mm、宽9mm、厚1mm的超薄紫铜热管等间距的排列在矩形光伏电池板下面,每支热管的蒸发端长度为36mm(与光伏电池的宽度相等),这种布局下相邻热管的间距为1.83mm,两支最靠近光伏电池板边缘的热管距电池板边缘的距离均为0.92mm,这样的布局对均匀吸收电池热量是有利的。

[0024] 步骤三:将两块相同的集成化的温差发电结构分别贴在超薄紫铜热管冷凝段的上、下侧,温差发电结构的冷端与热管的扁平面紧密接触,热管与温差电池热端面接触处涂覆一层薄薄的导热胶,光伏电池与热管接触处也有一层薄薄的导热胶,热管蒸发部分紧密地覆盖一层隔热材料(隔热棉)以减少在工作过程中的热管因与外界空气对流而引起的热量散失,将下层温差发电结构的正极与上层温差发电结构的负极相连,串联以增大温差电输出,太阳能温差发电系统示意图如图2所示。

[0025] 步骤四:用型号为TPS62202DBV的降压芯片和型号为TPS61200DRCR的升压芯片设计太阳能温差发电系统的输出转换电路(图3),使二者输出均稳定在常用电压1.8V。

[0026] 步骤五:对设计的系统在不同光照强度下测试并计算光电转换效率。

[0027] 实施例1:

[0028] 本实施例中,基于热管传热的太阳能温差发电系统的设计方法如下:

[0029] 步骤一:将尺寸为 $3.95\text{mm} \times 1.5\text{mm} \times 0.4\text{mm}$ 的小铜片等间距排列在涂覆了一层绝缘导热胶的铝板上,共排列12行,每行放置12列铜片,每个小铜片上放置一对(P型和N型) $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 晶块, $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 晶块的尺寸为 $1.4\text{mm} \times 1.4\text{mm} \times 1.6\text{mm}$ ,相邻铜片上不同类型的晶块也用导电铜片连接,即将各个热电偶串联,铜片与 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ 晶块间使用导电银浆连接,将所有热电偶串联好以后,最后引出该集成化温差发电结构的正负极,这里是将导线焊在与热电晶块相连的铜片上。

[0030] 步骤二:太阳能温差发电系统中使用的是面积为 $65\text{mm} \times 36\text{mm}$ 的光伏电池,表面平整,所设计的温差发电结构的冷、热端是长、宽分别为 $64\text{mm}$ 和 $25\text{mm}$ 的纯铝薄板,考虑到所设计的系统结构的大小和所用光伏电池的规格,使用6支长 $60\text{mm}$ 、宽 $9\text{mm}$ 、厚 $1\text{mm}$ 的超薄紫铜热管等间距的排列在矩形光伏电池板下面,每支热管的蒸发端长度为 $36\text{mm}$ (与光伏电池的宽度相等),这种布局下相邻热管的间距为 $1.83\text{mm}$ ,两支最靠近光伏电池板边缘的热管距电池板边缘的距离均为 $0.92\text{mm}$ ,这样的布局对均匀吸收电池热量是有利。

[0031] 步骤三:两块相同的集成化的温差发电结构分别在超薄紫铜热管冷凝段的上、下侧,温差发电结构的冷端与热管的扁平面紧密接触,工作时热管将光伏电池的体热传递至冷凝段释放,热管与温差电池热端面接触处涂覆一层薄薄的导热胶,光伏电池与热管接触处也有一层薄薄的导热胶,热管蒸发部分紧密地覆盖一层隔热材料(隔热棉)以减少在工作过程中的热管因与外界空气对流而引起的热量散失,将下层温差发电结构的正极与上层温差发电结构的负极相连,串联以增大温差电输出,超薄热管冷凝部分的上、下两面分别作为上、下层温差发电结构的热源。

[0032] 步骤四:光伏电池的输出通过降压电路,输出稳定在 $1.8\text{V}$ ,使用型号为TPS62202DBV的DC-DC芯片,设计出的降压电路可将 $2.5 \sim 6.0\text{V}$ 的直流电压变换至固定值 $1.8\text{V}$ 。温差电池在 $10 \sim 20^\circ\text{C}$ 的温差范围内,其电压范围是 $0.3 \sim 0.6\text{V}$ ,温差电池的输出通过升压电路,输出可稳定在 $1.8\text{V}$ 。使用型号为TPS61200DRCR的DC-DC芯片设计升压电路,该升

压电路的输出与电阻 $R_1$ 和 $R_2$ 的大小相关,其输出 $V_{out}$ 可表示为 $V_{out} = \left( \frac{R_1}{R_2} + 1 \right) V_{FB}$ ,这里选取 $R_1$

和 $R_2$ 分别为 $26.1\text{k}\Omega$ 和 $10\text{k}\Omega$ 的电阻。

[0033] 步骤五:将该系统在 $95.6\text{W}/\text{m}^2$ 、 $134.6\text{W}/\text{m}^2$ 、 $175.4\text{W}/\text{m}^2$ 、 $223.2\text{W}/\text{m}^2$ 、 $266.2\text{W}/\text{m}^2$ 等5种不同的光强度下照射 $30\text{min}$ 发现,测试系统中光伏电池的光电转换效率和上、下表面温度(图4和图5)。

[0034] 实施例2:

[0035] 本实施例与实施例1不同的是,步骤五中测试整个太阳能温差发电系统总的光电转换效率和光伏电池上、下表面温度,结果如图6和图7所示。其它步骤与实施例1相同。

[0036] 经过测试结果对比发现,与独立的光伏电池相比,本发明所设计的太阳能温差发电系统的总效率分别高出 $1.39\%$ 、 $1.22\%$ 、 $1.03\%$ 、 $0.93\%$ 、 $1.01\%$ ,而且该结构中的光伏电池较独立的光伏电池,上表面温度下降了 $7 \sim 10.7^\circ\text{C}$ ,下表面温度下降了 $8.6 \sim 12.4^\circ\text{C}$ 。由此可以得出结论:太阳能温差发电系统对于提高太阳能利用率和降低光伏电池有重要作用。

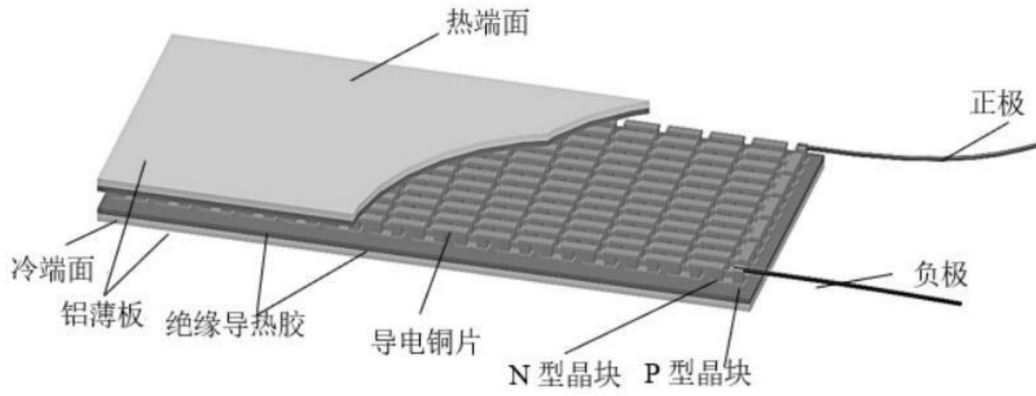


图1

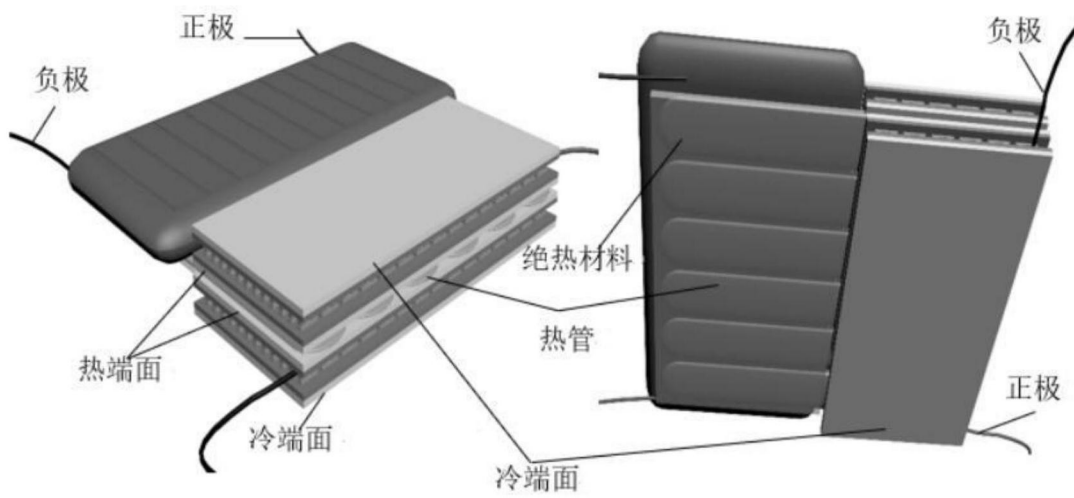


图2

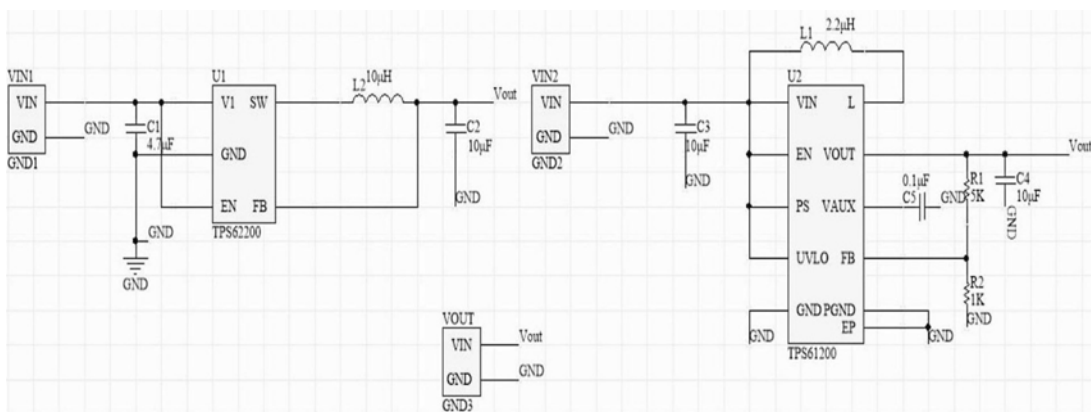


图3

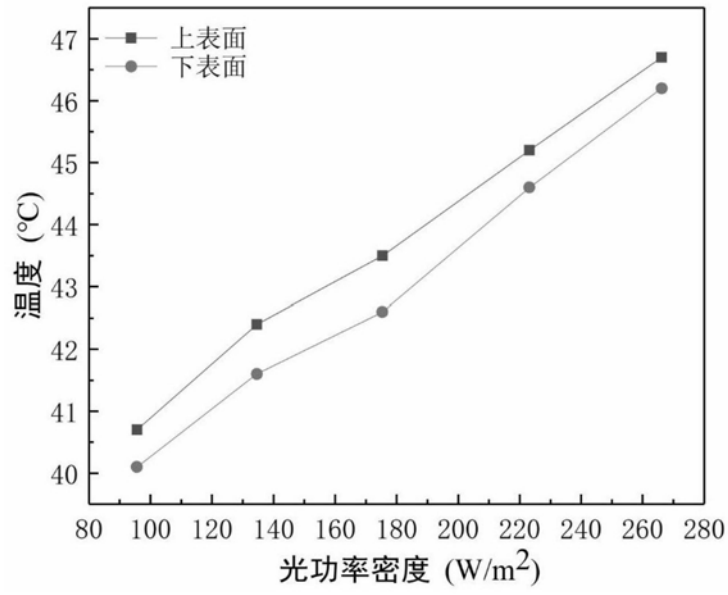


图4

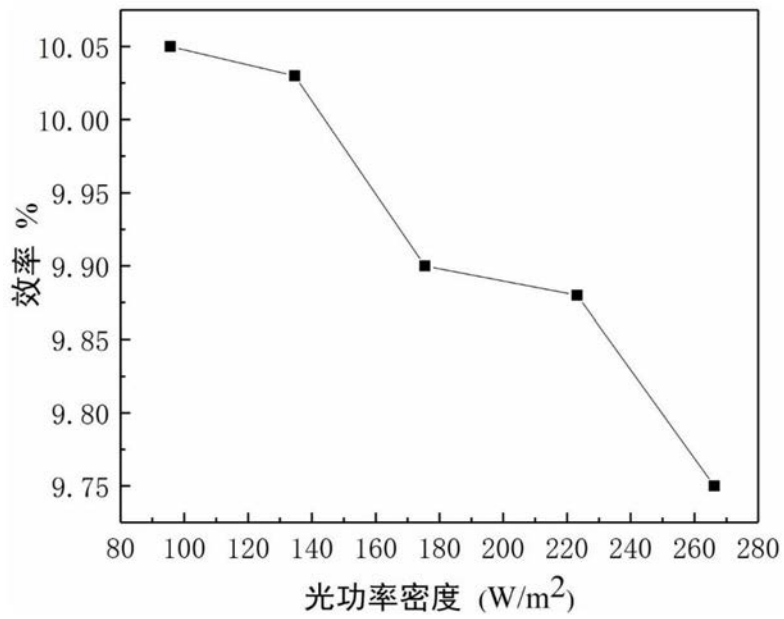


图5

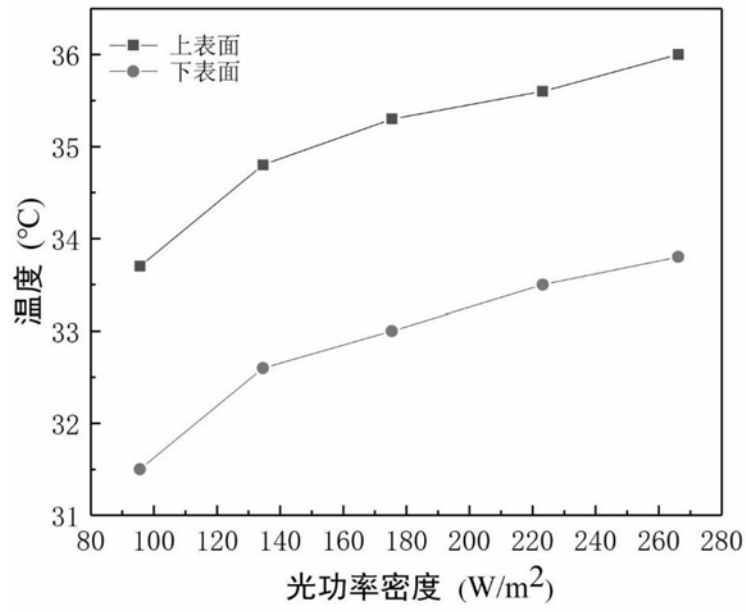


图6

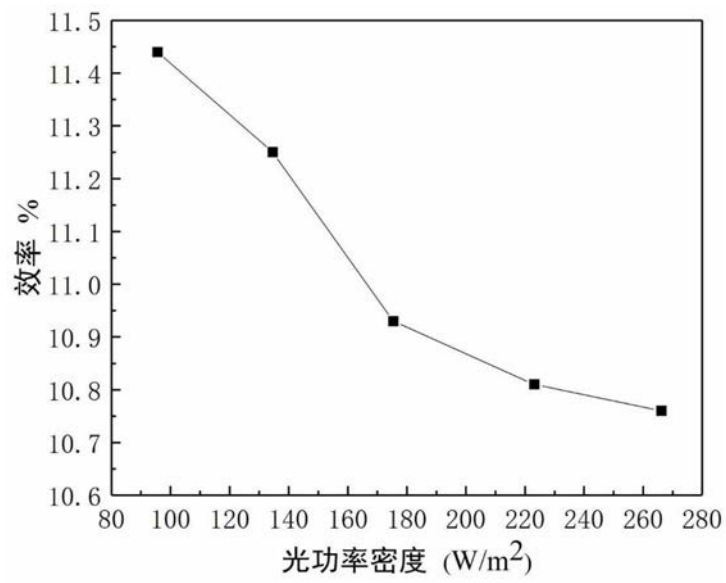


图7