

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102148589 A

(43) 申请公布日 2011.08.10

(21) 申请号 201010613614.9

G02B 27/09 (2006.01)

(22) 申请日 2010.12.30

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 张来明 潘其坤 谢冀江 阮鹏 李殿军

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

H02N 6/00 (2006.01)

G02B 19/00 (2006.01)

G02B 7/182 (2006.01)

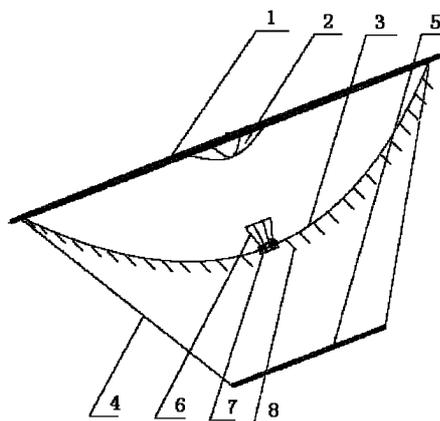
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统

(57) 摘要

基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统属于太阳能光伏发电应用技术领域。该系统包括平面玻璃盖板、双曲凸面副反射镜、抛物凹面主反射镜、支撑结构、底座、匀光柱和太阳能电池，底座固定在二维追日系统上实现实时追日，抛物凹面主反射镜与双曲凸面副反射镜共焦点，光线经过匀光柱四壁时满足全反射条件，匀光柱可以将经过抛物凹面主反射镜与双曲凸面副反射镜汇聚的太阳光均匀的耦合到太阳能电池的工作面上。本发明的高倍太阳能聚光光伏系统能够将太阳能高效率、低成本地转换成电能，实现绿色、环保、可持续能源的利用。



1. 基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,包括平面玻璃盖板(1)、双曲凸面副反射镜(2)、抛物凹面主反射镜(3)、支撑结构(4)、底座(5)、匀光柱(6)和太阳能电池(7),其特征在于,平面玻璃盖板(1)设置在抛物凹面主反射镜(3)向日端的端口平面上;双曲凸面副反射镜(2)固定在平面玻璃盖板(1)上,抛物凹面主反射镜(3)通过支撑结构(4)固定在底座(5)上;抛物凹面主反射镜(3)的焦点位于其自身反射镜端口平面的中心点上,双曲凸面副反射镜(2)的一个焦点与抛物凹面主反射镜(3)的焦点重合,另一个焦点位于匀光柱(6)的入射端面上,匀光柱(6)的出射端面固定在太阳能电池(7)的边缘非工作区;抛物凹面主反射镜(3)的顶端开有与太阳能电池(7)大小匹配的方孔,太阳能电池(7)安装在该方孔处。

2. 如权利要求1所述的基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,其特征在于,所述平面玻璃盖板(1)的内表面镀增透膜,平面玻璃盖板(1)的外表面增反区域(10)镀增反膜;平面玻璃盖板(1)的外表面增透区域(11)镀增透膜。

3. 如权利要求1所述的基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,其特征在于,所述抛物凹面主反射镜(3)的背面焊接有带状散热片(8)。

4. 如权利要求1所述的基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,其特征在于,所述匀光柱(6)为倒四方形锥台,太阳光线在匀光柱(6)的四壁反射时满足全反射条件,匀光柱两个端面均镀有增透膜,并且出射端面的尺寸与太阳能电池(7)的工作面大小相匹配。

5. 如权利要求1或4所述的基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,其特征在于,所述匀光柱(6)的出射端面通过高温环氧树脂胶粘合在太阳能电池(7)的边缘非工作区。

6. 如权利要求1所述的基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,其特征在于,所述底座(5)固定在二维追日系统上。

基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能光伏发电技术应用领域,具体涉及一种基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统。

背景技术

[0002] 化石能源储量的有限性是发展可再生能源的主要因素之一,以太阳能为代表的可再生能源已成为能源多样化、实现可持续发展的重要替代能源。目前太阳能已经被广泛的运用在供热、发电领域。地球表面接收到的总太阳辐射能量是巨大的,但是辐射能流密度却很低,为了得到较大的能量,必须增大光能接收面积。增大光能接受面积的一个最简单的方法就是拼接大面积的太阳能电池,但是该方法将消耗大量的 Ge、GaInP、GaInAs 等昂贵的太阳能电池材料,增大了利用太阳能的成本,不利于太阳能产业的发展,于是各式各样的聚光系统便应运而生。聚光系统使用廉价的玻璃、普通金属等材料部分代替了昂贵的太阳能电池材料,因而降低了太阳能利用成本,它必将大力推进太阳能产业的迅猛发展。公开日为 2008 年 6 月 11 日、公开号为 CN201072857Y 的专利公开了一种复合抛物线反射聚光太阳能发电板,这种聚光反射器由截面呈复合抛物线形光滑凹曲面的基体和反光薄膜组成,它不借助于追日系统,这虽然降低了使用的成本,但是由于太阳光照射地面时倾角变化大,因此该器件无法实现全日制工作,太阳能利用率低,另外,该器件还有纵横比大,结构笨重、聚光比较低的缺点。公开日为 2010 年 6 月 2 日、公开号为 CN101719738A 的专利公开了一种高效太阳能聚光光伏系统,这种系统的光学聚光镜件由聚光镜和插置在聚光镜轴心孔内的匀光柱构成,该系统虽然有聚光比高的优点,但是它的聚光镜的上下表面均为高次非球面,这在工艺上将面临着很大的困难。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,其结构简单、聚光比高,借助二维追日系统,将接收到的太阳能汇聚到高效率的太阳能电池上,可以实现全日制工作,既减少了利用太阳能的成本,又凭借较高的光电转换效率获得较多的电能。

[0004] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0005] 基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,包括平面玻璃盖板、双曲凸面副反射镜、抛物凹面主反射镜、支撑结构、底座、匀光柱和太阳能电池,平面玻璃盖板设置在抛物凹面主反射镜向日端的端口平面上;双曲凸面副反射镜固定在平面玻璃盖板上,抛物凹面主反射镜通过支撑结构固定在底座上;抛物凹面主反射镜的焦点位于其自身反射镜端口平面的中心点上,双曲凸面副反射镜的一个焦点与抛物凹面主反射镜的焦点重合,另一个焦点位于匀光柱的入射端面上,匀光柱的出射端面固定在太阳能电池的边缘非工作区;抛物凹面主反射镜的顶端开有与太阳能电池大小匹配的方孔,太阳能电池安装在该方孔处。

[0006] 本发明的工作原理是:该太阳能聚光光伏系统采用卡塞格林结构,即主镜为旋转

抛物面,副镜为旋转双曲面,它利用抛物面和双曲面的反射特性:抛物凹面反射镜可以将平行于光轴的所有光线汇聚到它的焦点上;双曲面反射镜有两个焦点,它将所有通过其中一个焦点的光线反射聚焦到另一个焦点上。卡塞格林结构主镜的焦点与副镜的焦点重合,它可以将来自无穷远的太阳光全部聚焦到副镜的另一个焦点上。设计主副镜的共焦点处于主镜朝向太阳端口平面的中心点上,副镜的另一个焦点处于匀光柱的入射端面上,匀光柱的入射端面镀增透膜以增大耦合效率,耦合进匀光柱的光线向匀光柱的四壁传播时均满足全反射条件,匀光柱的出射端面尺寸与相应的高效太阳能电池工作区域尺寸相匹配,并在出射端面上镀增透膜,从匀光柱出射的相对均匀的光线直接照射到具有较高光电转换效率的太阳能电池上,太阳能电池输出的电能既可以并入国家电网,也可以通过蓄电池储存。抛物凹面反射镜朝向太阳的端口加平面玻璃盖板,平面玻璃盖板外表面未被副镜遮挡区域镀增透膜,以增强到达聚光镜主镜的能量,而被副镜遮挡的区域镀增反膜,以降低无法被聚光系统主镜接收的太阳能能量,从而降低系统的温度。这样,聚光系统主镜所接收到的太阳能都将汇聚到太阳能电池板上,实现高效率的太阳能发电。

[0007] 本发明的有益效果是:由于该系统主镜的口径可以做的较大,经过聚光及匀光装置后,与之相匹配的太阳能电池端面可以获得较高的能流密度,因而可以得到较高的电能输出;本发明借助二维追日系统,可以在不同纬度、不同的时间准确追踪太阳,实现阳光实时直射,从而获得最多的太阳能,实现高效率、低成本光伏发电,有效推动光伏产业的发展;本发明可以促进绿色、环保、可持续能源的利用,解决能源危机,造福社会。

附图说明

[0008] 图1为本发明基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统的结构示意图;

[0009] 图2为本发明基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统的光路示意图;

[0010] 图3为本发明的平面玻璃盖板镀膜区域示意图。

[0011] 图中:1. 平面玻璃盖板,2. 双曲凸面副反射镜,3. 抛物凹面主反射镜,4. 支撑结构,5. 底座,6. 匀光柱,7. 太阳能电池,8. 带状散热片,9. 太阳光线,10. 平面玻璃盖板外表面的增反区域,11. 平面玻璃盖板外表面的增透区域。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0013] 如图1至图3所示,本发明基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统,包括平面玻璃盖板1、双曲凸面副反射镜2、抛物凹面主反射镜3、支撑结构4、底座5、匀光柱6和太阳能电池7,平面玻璃盖板1设置在抛物凹面主反射镜3向日端的端口平面上;双曲凸面副反射镜2固定在平面玻璃盖板1上,抛物凹面主反射镜3通过支撑结构4固定在底座5上;抛物凹面主反射镜3的焦点位于其自身反射镜端口平面的中心点上,双曲凸面副反射镜2的一个焦点与抛物凹面主反射镜3的焦点重合,另一个焦点位于匀光柱6的入射端面上,匀光柱6的出射端面固定在太阳能电池7的边缘非工作区;抛物凹面主反射镜3的顶端开有与太阳能电池7大小匹配的方孔,太阳能电池7安装在该方孔处。

[0014] 上述平面玻璃盖板1的内表面镀增透膜,平面玻璃盖板1的外表面分区域镀不同的膜,其中被双曲凸面副反射镜2遮挡的增反区域10镀增反膜;未被双曲凸面副反射镜2

遮挡的增透区域 11 镀增透膜。

[0015] 上述匀光柱 6 为倒四方形锥台,太阳光线在匀光柱 6 的四壁反射时满足全反射条件,匀光柱两个端面均镀有增透膜,并且出射端面的尺寸与太阳能电池 7 的工作面大小相匹配。

[0016] 双曲凸面副反射镜 2 的材质采用玻璃或者轻质铝合金,并且在双曲凸面副反射镜 2 的外表面镀金属银或铝反射膜,双曲凸面副反射镜 2 采用环氧树脂高温胶胶合在平面玻璃盖板 1 的中心。太阳能电池 7 采用环氧树脂高温胶或者螺栓固定在抛物凹面主反射镜 3 的顶端开口处,太阳能电池 7 可选工作面为正方的三结砷化镓电池,其工作面边长可选范围为 8mm 到 12mm(不同的工作面面积对应着不同的聚光比),匀光柱 6 的出射端面抛光并且镀增透膜、反射端面也镀增透膜,它的出射端面与太阳能电池 7 的工作区紧密贴在一起并且将二者的工作面对齐,匀光柱 6 与太阳能电池 7 的边缘非工作区用环氧树脂高温胶粘合在一起。已经粘合有双曲凸面副反射镜 2 的平面玻璃盖板 1 用螺栓或者环氧树脂高温胶固定在抛物凹面主反射镜 3 上,抛物凹面主反射镜 3 材质采用轻质铝合金材料,顶点半径大小可选范围为 150mm 到 300mm,不同的顶点半径对应着不同的聚光比,凹面镀金属铝膜或者银膜,背面焊接有带状散热片 8。抛物凹面主反射镜 3 边缘采用螺栓通过支撑结构 4 固定在底座 5 上,支撑结构 4 与底座 5 均为硬质钢材料。在安装过程中,保证匀光柱 6、太阳能电池 7 的中心均处于卡塞格林聚光系统的中心轴线上。

[0017] 本实施例中,太阳能电池 7 采用边长为 10mm 的正方形三结砷化镓电池,双曲凸面副反射镜 2 的材质为玻璃,凸面镀金属铝膜,在太阳光全波段反射系数可以达到 89% 以上,二次曲线系数为 -4.9622,顶点半径为 50.6930mm,抛物凹面主反射镜 3 的材质为轻质铝合金,凹面镀金属铝膜,在太阳光全波段反射系数可以达到 89% 以上,二次曲线系数为 -1,顶点半径为 160mm,太阳能电池 7 采用螺栓固定在抛物凹面主反射镜 3 的顶端开口处,平面玻璃盖板 1 采用耐高温、耐腐蚀、热膨胀系数较小的石英玻璃,厚度为 10mm,镀膜后透射率可达 98% 以上,通过螺栓将它固定在抛物凹面主反射镜 3 上,匀光柱 6 采用石英玻璃,高度为 25mm,镀膜后透射率可达 95% 以上,运用环氧树脂高温胶将它固定在太阳能电池 7 上。底座 5 固定在二维追日系统上,实现基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统实时追日。按上述要求将加工好的各个零部件精密组装即可获得高倍太阳能聚光光伏系统。本实施例中的基于卡塞格林结构的高倍太阳能聚光光伏系统的有效聚光比可达 590 倍。

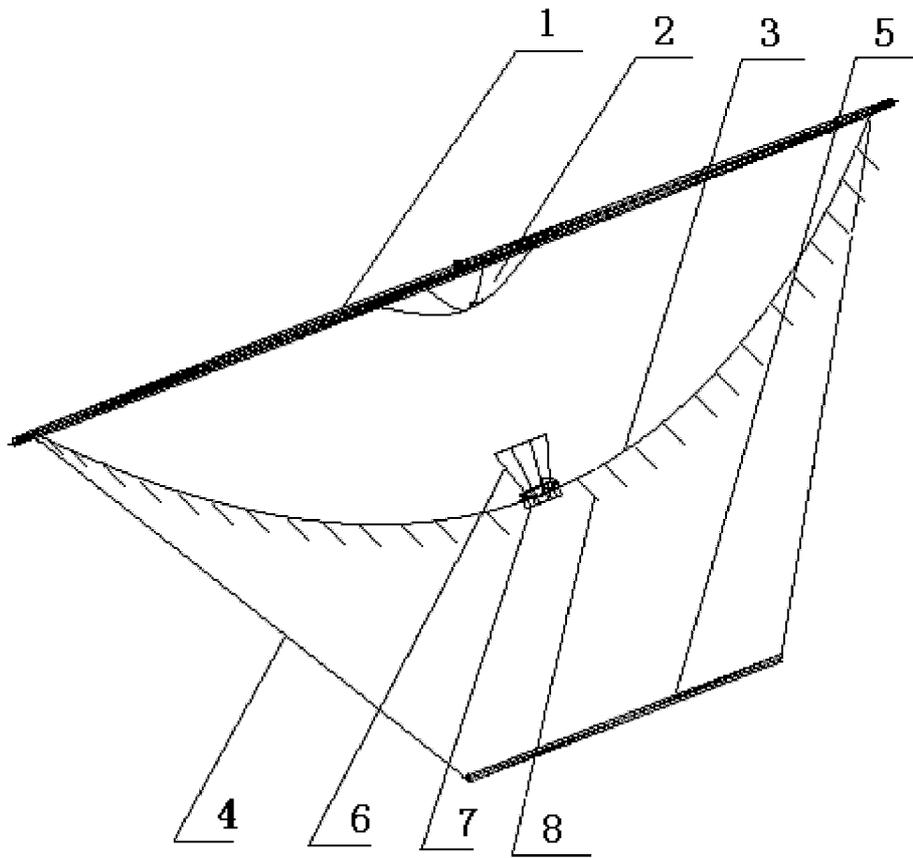


图 1

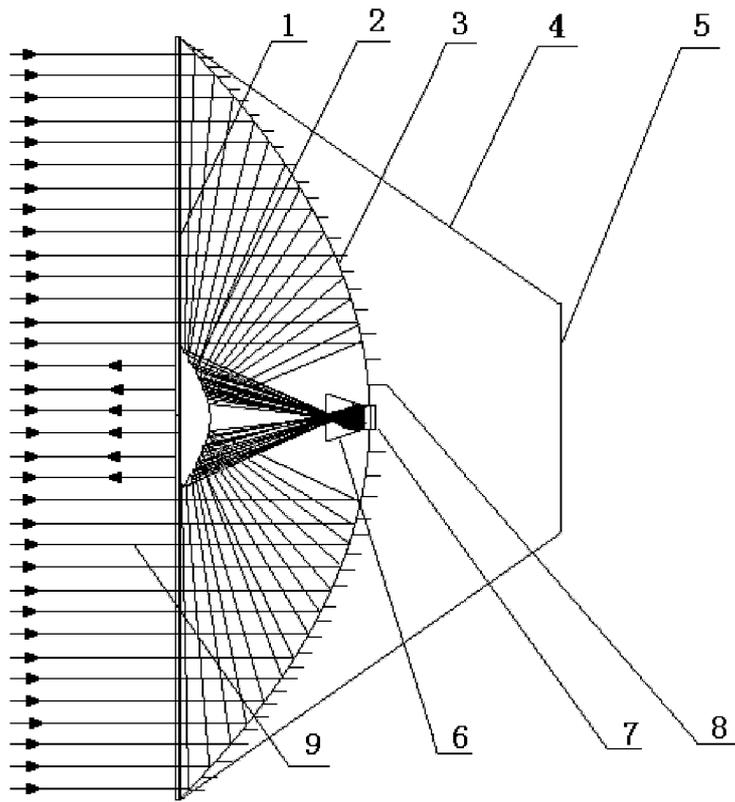


图 2

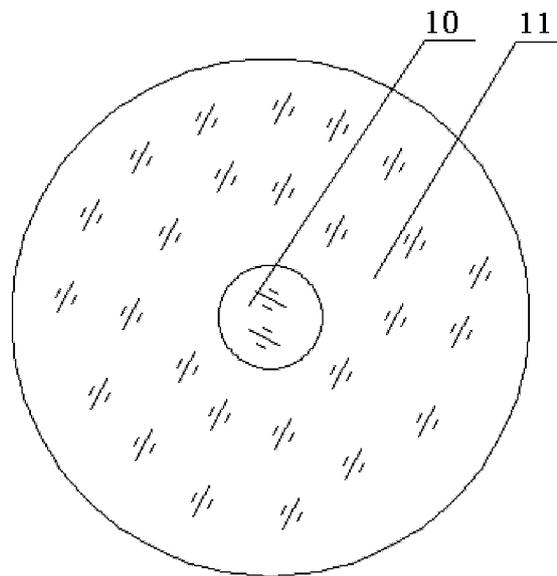


图 3