



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106301197 B

(45)授权公告日 2018.08.17

(21)申请号 201610896272.3

(22)申请日 2016.10.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106301197 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(73)专利权人 唐荣芬

地址 401321 重庆市巴南区黄溪街41号附7号

(72)发明人 都巍 唐荣芬

(74)专利代理机构 成都科海专利事务有限责任

公司 51202

代理人 黄幼陵

(51)Int.Cl.

H02S 40/22(2014.01)

(56)对比文件

CN 102044589 A,2011.05.04,

CN 206117588 U,2017.04.19,

CN 201303294 Y,2009.09.02,

CN 102931264 A,2013.02.13,

WO 2013047827 A1,2013.04.04,

审查员 张玉麒

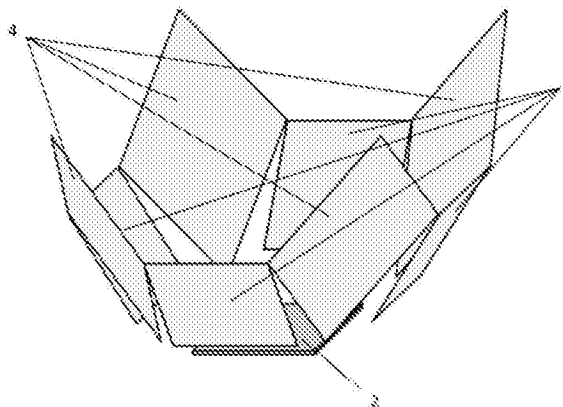
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

八面低倍聚光光伏单元体及其构成的光伏组件和发电装置

(57)摘要

本发明公开了一种八面低倍聚光光伏单元体,包括正方形或近似正方形光伏电池以及围绕光伏电池设置的四个正侧面反光板和四个斜侧面反光板;每个正侧面反光板含有矩形有效反光面,每个斜侧面反光板含有菱形有效反光面,各矩形有效反光面和各菱形有效反光面将垂直于光伏电池所在平面的入射光反射,所产生的反射光刚好均匀布满光伏电池表面。本发明进一步公开了一种由该聚光光伏单元体构成的聚光光伏组件和聚光光伏装置。本发明聚光光伏单元体的极限聚光比可以达到9,其光伏电池接收到的辐射均匀,相比现有反射型低倍聚光技术方案,光伏电池单位面积接收的辐射量及发电量得到了大幅提高。



1. 一种八面低倍聚光光伏单元体,其特征在于包括正方形或近似正方形光伏电池(2)以及围绕光伏电池(2)设置的四个正侧面反光板(3)和四个斜侧面反光板(4),四个正侧面反光板(3)分别与光伏电池(2)的四条边相对,四个斜侧面反光板(4)分别与光伏电池四个角相对,形成正侧面反光板(3)与斜侧面反光板(4)交替排布;每个正侧面反光板(3)含有矩形有效反光面,每个斜侧面反光板(4)含有菱形有效反光面,所述菱形有效反光面所在平面与光伏电池(2)所在平面所成的角度为小于 135° 的钝角,斜侧面反光板所含菱形有效反光面的一条对角线平行于光伏电池(2)的一条对角线,菱形有效反光面的另一条对角线在光伏电池(2)所在平面的投影与光伏电池(2)的另一条对角线共线,所述菱形有效反光面的另一条对角线的延长线与光伏电池(2)所在平面的交点与光伏电池(2)邻近角点之间的距离大于零、小于等于光伏电池(2)边长的0.5倍;

各矩形有效反光面和各菱形有效反光面将垂直于光伏电池(2)所在平面的入射光反射,所产生的反射光刚好均匀布满光伏电池(2)表面。

2. 根据权利要求1所述八面低倍聚光光伏单元体,其特征在于所述矩形有效反光面所在平面与光伏电池(2)所在平面所成的角度为小于 135° 的钝角;正侧面反光板所含矩形有效反光面的一组边与光伏电池(2)所在平面平行,另一组边在光伏电池(2)所在平面的投影与光伏电池(2)相应边共线,矩形有效反光面所在平面与光伏电池(2)所在平面的交线与光伏电池(2)邻近边之间的距离小于等于光伏电池(2)边长的0.7倍。

3. 根据权利要求1所述八面低倍聚光光伏单元体,其特征在于所述菱形有效反光面的一条对角线长度与平行于该对角线的光伏电池(2)的对角线长度相等;所述菱形有效反光面的另一条对角线长度 L_1 的计算公式为:

$$L_1 = M \div \sin 45^\circ \times \cos(\alpha \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - \alpha)$$

式中, M 为光伏电池边长, α 为菱形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成的钝角角度。

4. 根据权利要求2所述八面低倍聚光光伏单元体,其特征在于所述矩形有效反光面与光伏电池(2)所在平面平行的一组边的长度等于光伏电池(2)边长的长度;所述矩形有效反光面的另一组边的长度 L_2 的计算公式为:

$$L_2 = M \times \cos(\beta \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - \beta)$$

式中, M 为光伏电池边长, β 为矩形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成的钝角角度。

5. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述八面低倍聚光光伏单元体,其特征在于所述光伏电池(2)由透光面板、上层胶膜、下层胶膜和背板进行封装,透光面板、上层胶膜、光伏电池、下层胶膜、背板依次叠放,并通过上层胶膜和下层胶膜密封及与透光面板和背板结合;所述背板的背面安装有散热器(5)。

6. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述八面低倍聚光光伏单元体,其特征在于所述正侧面反光板(3)自矩形有效反光面边线和/或斜侧面反光板(4)自菱形有效反光面边线向外扩展形成整体化的光漏斗,所述光伏电池(2)位于光漏斗的底部。

7. 一种聚光光伏组件,其特征在于包括至少一个权利要求6所述八面低倍聚光光伏单元体、用于容纳聚光光伏单元体的支架体(1)、设置于支架体顶部的透光面板(6)、设置于支架体底部的背板和设置于支架体侧部的护板(7),所述背板的背面安装与聚光光伏单元体

中光伏电池匹配的散热器(5)。

8.一种聚光光伏发电装置,其特征在于包括多个权利要求5所述的八面低倍聚光光伏单元体和双轴跟踪机构,多个聚光光伏单元体按矩阵排列,并通过支架安装在双轴跟踪机构上端的支撑平台上。

9.一种聚光光伏发电装置,其特征在于由多个权利要求7所述聚光光伏组件和双轴跟踪机构构成,多个聚光光伏组件按矩阵排列并安装在双轴跟踪机构上端的支撑平台上。

八面低倍聚光光伏单元体及其构成的光伏组件和发电装置

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能光伏发电技术领域,涉及一种八面低倍聚光光伏单元体、以及由该聚光光伏单元体构成的聚光光伏组件和光伏发电装置。

背景技术

[0002] 随着传统燃料能源开发利用对环境造成的危害日益突显及其可利用能源的有限性,开发可再生清洁能源是全世界面临的共同课题。在可再生能源开发与利用方式中,光伏发电利用光伏电池将其表面接收的光能转换成电能,因其以取之不尽用之不竭的太阳能作为能量来源而备受瞩目,但普通平板光伏发电装置度电成本比较高,制约了光伏发电在更大范围的推广。

[0003] 在普通光伏发电装置基础上,增加太阳跟踪器和聚光单元,可以增加光伏电池接收到的太阳辐射量,是提高光伏发电效率、降低度电成本的重要发展方向。目前,国内外已有多钟型式、与太阳跟踪器结合的聚光光伏发电装置。

[0004] 聚光光伏发电装置将由聚光单元汇聚后的太阳光通过光伏电池转换为电能。已经有近十年商品化历史的高倍聚光电池可以在超过三百倍太阳光强的条件下工作并具有相当高的光电转换效率,然而这种耐受高倍光强的聚光型光伏电池的制备需要昂贵的材料和复杂的工艺过程,在其使用过程中需要苛刻的散热冷却条件,且对于太阳跟踪器的精度要求高,由于受这些条件的约束,高倍聚光光伏发电难以得到大范围推广。

[0005] 经过多位研究者发现,用于一个太阳光强度的光伏电池在几个太阳光强度条件下工作不会明显降低其光电转化效率和工作寿命,此类基础研究推进了低倍聚光电池技术的开发和应用。德国ZSW(The Center for Solar Energy and Hydrogen Research Baden-Wurttemberg)公开了一种使用V型反光板的40KW聚光发电装置,使太阳辐照强度增加一倍(29th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, May 2002);专利号为US6034319的美国专利公开了一种适用于空间卫星的聚光器,使用钢化镓光电池以及位于光电池周边的四边形反光板,该聚光器的太阳辐照强度增加一倍多;专利号为ZL200510200596.0的发明专利公开了一种使同光漏斗实现数倍聚光的太阳能光伏电池发电装置,使用八面体光漏斗实现了垂直入射太阳光的数倍聚光。上面给出的三种实现方式均是采用反射法将太阳光进行聚光使到达光伏电池的光强度为太阳光强度一倍至数倍,其优点在于在入射太阳光为平行光的情况下,由于平面反光镜反射效果比较均匀,使得入射到光伏电池的光强度也比较均匀;然而反射法的缺点在于聚光比的有限性。通过数学理论推导可以证明,上述德国ZSW报道的聚光发电装置,当采用双面V型反光板所达到的聚光比(即光线垂直照射条件下,光伏电池通过直接辐射和反射(或折射)叠加辐射的接收到的全部光强与光伏电池通过直接辐射接收到的光强的比值)理论极限(反光板与光伏电池倾角大于且接近 90° 、反光板长度为无限长时)为3(实际应用中,反光板与光伏电池倾角为 120° 反光板有效长度等于光伏电池长度时,聚光比为2);专利号为US6034319的美国专利公开的聚光器,采用四面反光板所达到的聚光比理论极限为5(实际应用中,反光板与光伏电池倾角为 120° 反光板有效长度等

于光伏电池长度时,聚光比为3);专利号为ZL200510200596.0的发明专利公开的太阳能光伏电池发电装置,由于两组斜侧面反射光线不能均匀覆盖底面的光伏电池,使用八面体光漏斗反光板相对于使用四面反光板发电效率提升效果不理想,且不均光强的照射会影响光伏电池使用寿命,此外,八角形的入射窗口在阵列组合中存在较大采光面积浪费。

[0006] 鉴于低倍聚光光伏发电装置较普通光伏发电装置发电效率高、较高倍聚光光伏发电装置建造和运行维护成本低的比较优势,其在光伏发电方面具有很大的潜在应用前景,如何提高聚光比、降低建造成本,从而提高低倍聚光光伏发电装置的发电效率和经济效益,是目前本领域技术人员研究的重点和难点。

发明内容

[0007] 本发明的目的旨在提供一种八面低倍聚光光伏单元体,由多个聚光光伏单元体构成的聚光光伏组件以及由多个聚光光伏单元体或由多个聚光光伏组件构成的聚光光伏发电装置,通过提升聚光比直接提升光伏电池太阳辐射量和发电量;通过每一块反光板反射光均匀布满光伏电池表面,保证反射光叠加辐射的均匀性,促进光伏电池长期稳定运行;通过聚光光伏单元体紧凑排列,减少采光面积的浪费,提高双轴跟踪系统利用率,总之,通过多方面的效率提升降低光伏发电度电成本。

[0008] 为了达到上述目的,本发明采取以下技术方案来实现。

[0009] 本发明提供了一种八面低倍聚光光伏单元体,包括正方形或近似正方形光伏电池以及围绕光伏电池设置的四个正侧面反光板和四个斜侧面反光板,四个正侧面反光板分别与光伏电池的四条边相对,四个斜侧面反光板分别与光伏电池四个角相对,形成正侧面反光板与斜侧面反光板交替排布;每个正侧面反光板含有矩形有效反光面,每个斜侧面反光板含有菱形有效反光面,各矩形有效反光面和各菱形有效反光面将垂直于光伏电池所在平面的入射光反射,所产生的反射光刚好均匀布满光伏电池表面。垂直于光伏电池所在平面的平行光通过每个正侧面反光板和斜侧面反光板有效反光面的反射,可以刚好均匀覆盖到光伏电池上的每一点;因此,光伏电池既可以接收到太阳的直接辐射,又可以接收到由正侧面反光板和斜侧面反光板反射形成的叠加辐射,从而可以增强太阳光在光伏电池上的聚光效果,并且辐射均匀;该八面低倍聚光光伏单元体的四个正侧面反光板和四个斜侧面反光板外沿围成的范围即太阳光入射窗口,在其紧凑布置的条件下,八个反光板在光伏电池所在平面投影的外沿围成的12边形近似于正方形,该八面低倍聚光光伏单元体理论极限聚光比为9倍。上述近似正方形光伏电池是指相对于覆盖自身的最小正方形,面积占比在75%以上、外形与之近似的光伏电池片或者光伏电池片组合。实际在光伏电池片加工过程中,以正方形为雏形,因倒角、磨边或裁剪会产生形状的变化,此外,在正方形光伏电池排列组合中也存在间隙。本发明中出现的光伏电池边长是指覆盖光伏电池的最小正方形的边长;光伏电池对角线长度是指覆盖光伏电池的最小正方形的对角线长度。

[0010] 上述八面低倍聚光光伏单元体,所述菱形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成的角度为小于 135° 的钝角,当菱形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成角度接近 90° 时,为了满足将垂直于光伏电池所在平面的入射光反射且均匀布满光伏电池表面,斜侧面反光板的高度将接近无限高,当菱形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成角度接近 135° 时,斜侧面反光板对聚光比的贡献将接近于零,因此从反光板成本控制

和聚光比提升综合优化的角度考虑,菱形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成角度优选为 $100\sim 125^\circ$ 钝角;另外,所述斜侧面反光板所含菱形有效反光面其中一对角线平行于光伏电池的一条对角线,并且长度与之相等;菱形有效反光面的另一对角线在光伏电池所在平面的投影与光伏电池另一条对角线共线,其长度 L_1 的计算公式为: $L_1=M\div\sin 45^\circ\times\cos(\alpha\times 2-180^\circ)\div\cos(180^\circ-\alpha)$,其中 M 为光伏电池边长, α 为菱形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成的钝角角度;为了充分利用反光面,斜侧面反光板设置应接近光伏电池,同时为正侧面反光板设置留出足够空间,菱形有效反光面的一条对角线的延长线与光伏电池所在平面的交点与光伏电池邻近角点之间的距离大于零、小于等于光伏电池边长的0.5倍。当光伏电池为近似正方形时,斜侧面反光板所含菱形有效反光面可以做适应性调整,例如当光伏电池为设置倒角的光伏电池时,斜侧面反光板的菱形有效反光面可以去掉与倒角相对应的无效部分(即将入射的太阳光反射到光伏电池倒角的部分)。

[0011] 上述八面低倍聚光光伏单元体,矩形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成的角度为小于 135° 的钝角,基于与斜侧面反光板相同的理由,从反光板成本控制和聚光比提升综合优化的角度考虑,斜侧面反光板与光伏电池所在平面所成角度优选为 $100\sim 125^\circ$ 钝角;此外,为了避免遮挡斜侧面反光板反射的太阳光线,正侧面反光板不应高于相邻两斜侧面反光板菱形有效反光面相近角点连线与光伏电池邻近边构成的平面;所述正侧面反光板所含矩形有效反光面一组边与光伏电池所在平面平行,且该组边长度等于光伏电池边长;矩形有效反光面另一组边在光伏电池所在平面的投影与光伏电池相应边线共线,且该组边长度 L_2 的计算公式为: $L_2=M\times\cos(\beta\times 2-180^\circ)\div\cos(180^\circ-\beta)$,其中 M 为光伏电池边长, β 为矩形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面所成的钝角角度;矩形有效反光面所在平面与光伏电池所在平面的交线与光伏电池邻近边之间的距离小于等于光伏电池边长的0.7倍。当光伏电池为近似正方形时,正侧面反光板的矩形有效反光面可以做适应性调整,例如当光伏电池为设置倒角的光伏电池时,正侧面反光板可以去掉与倒角相对应的无效部分(即将入射的太阳光反射到光伏电池倒角的部分)。

[0012] 上述正侧面反光板和斜侧面反光板的材料可以从市场上外购,本发明采用的是镜面铝板,正侧面反光板和斜侧面反光板的实际大小和形状可以根据加工工艺和安装条件进行适当调整,但应当满足矩形有效反光面和菱形有效反光面尺寸要求。

[0013] 上述八面低倍聚光光伏单元体,所述光伏电池由透光面板、上层胶膜、下层胶膜和背板进行封装,透光面板、上层胶膜、光伏电池、下层胶膜、背板依次叠放,并通过上层胶膜和下层胶膜密封及与透光面板和背板结合;所述背板的背面安装散热器。上述透光面板为光伏玻璃或者薄膜面板,光伏玻璃优选为镀有减反射膜、吸收红外线、可见光透过率大于90%的光伏镀膜玻璃,薄膜面板可以为柔性的PVC、PET薄膜面板;上述胶膜可以根据需求选择,例如EVA胶膜、PVB胶膜等。聚光比4-5倍以上的太阳光强的集中会对光伏电池产生过热现象、影响发电效率,背板背面安装的散热器对光伏电池进行散热。

[0014] 上述八面低倍聚光光伏单元体,正侧面反光板和斜侧面反光板可以通过多个支撑杆根据设计位置进行固定安装。此外,正侧面反光板自矩形有效反光面边线和/或斜侧面反光板自菱形有效反光面边线向外扩展形成整体化的光漏斗,所述光伏电池位于光漏斗的底部,光伏电池安装于与光漏斗底面匹配的底板上。根据加工工艺需要,在保证正侧面反光板的矩形有效反光面和斜侧面反光板的菱形有效反光面基础上,正侧面反光板和斜侧面反光

板可以单独或者一起自有效反光面边线向外扩展至四个正侧面反光板和四个斜侧面反光板对接形成光漏斗,正侧面反光板和/或斜侧面反光板的扩展部分使正侧面反光板和斜侧面反光板彼此支撑,形成稳定结构,减少外部支撑部件。

[0015] 本发明进一步提供了一种聚光光伏组件,该聚光光伏组件包括至少一个具有上述光漏斗形的八面低倍聚光光伏单元体、用于容纳聚光光伏单元体的支架体、设置于支架体顶部的透光面板和支架体底部的背板和设置于支架体侧部的护板,背板的背面安装与聚光光伏单元体中光伏电池匹配的散热器。上述支架体包括多个支撑杆拼接而成的边框,边框内部构成容纳聚光光伏单元体的空间,边框侧部即支架体侧部,边框顶部即支架体顶部,边框底部即支架体底部。在该聚光光伏组件中,多个光伏电池可以按照上述给出方法,利用独立透光面板、上层胶膜、下层胶膜和独立背板进行单独封装,然后将封装好的光伏电池与光漏斗构成聚光光伏单元体,再将聚光光伏单元体安装在支架体的整体背板上,支架顶部安装整体透光面板;此外,也可以先将多个光伏电池按照设计位置利用独立透光面板、上层胶膜、下层胶膜封装在支架体的整体背板上,然后安装光漏斗和构成支架体的边框以及位于支架体顶部的整体透光面板。独立透光面板的安装是为了支持光伏电池的真空封装,而整体透光面板的安装除了对光伏电池和光漏斗进行保护以外,还便于光伏电池和反光板表面的清洁。独立透光面板和整体透光面板的材质可以相同,也可以不同,一般为光伏玻璃或者薄膜面板,光伏玻璃或者薄膜面板的选定可以参考前面给出的材料。

[0016] 本发明进一步提供了一种聚光光伏装置,由多个八面聚光光伏单元体和双轴跟踪机构构成,多个聚光光伏单元体按矩阵排列,并通过支架安装在双轴跟踪机构上端的支撑平台上。支架由多个支撑杆构成,其中部分支撑杆按照纵横方向搭接构成一平面支架,光伏电池安装在平面支架上,正侧面反光板和斜侧面反光板通过多根支撑杆按照设计位置安装在平面支架上,平面支架固定在双轴跟踪机构上端支撑平台上。双轴跟踪机构用于对太阳位置进行跟踪,可以实现东西和南北向角度的调节。本发明提供的聚光光伏单元体可以与本领域任一种双轴跟踪机构匹配使用。

[0017] 本发明还提供另外一种聚光光伏发电装置,由多个聚光光伏组件和双轴跟踪机构构成,多个聚光光伏组件按矩阵排列并安装在双轴跟踪机构上端的支撑平台上。聚光光伏组件通过自身的支架体与双轴跟踪机构上端的支撑平台固连。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0019] 1、由于本发明所述聚光光伏单元体中,光伏电池既可以接收到太阳的直接辐射,又可以接收到由4块正侧面反光板和4块斜侧面反光板反射形成的叠加辐射,聚光光伏单元体的极限聚光比为9,实际应用中聚光比可以超过5,因而相比现有低倍聚光技术方案,光伏电池单位面积接收的太阳辐射量和单瓦电池发电量都得到了大幅提高;相比现有高倍聚光电池,本发明中的光伏电池热量积累速度慢、单位面积累计热量小、过热问题及其影响较小,可以降低对光伏电池强光耐受性的要求,有助于降低光伏电池的制备成本,并避免苛刻的散热冷却条件,从而有助于电站单瓦投资成本和度电成本的降低;

[0020] 2、由于本发明所述聚光光伏单元体中,每一块正侧面反光板和斜侧面反光板所含有效反光面都能够将垂直于光伏电池所在平面的入射光反射且所反射的光均匀布满光伏电池表面,因而光伏电池接收到的反射光叠加辐射是均匀的,有利于光伏电池的长期稳定运行;

[0021] 3、由于本发明所述聚光光伏单元体中，四个正侧面反光板和四个斜侧面反光板紧凑布置，八个反光板在光伏电池所在平面投影的外沿围成的12边形近似于正方形，聚光光伏单元体矩形阵列紧密排布、缝隙小，采光面积浪费少，双轴跟踪系统利用率较高；

[0022] 4、由于本发明聚光光伏单元体中光伏电池既可以接收太阳的直接辐射，又可以接收到正侧面反光板和斜侧面反光板反射形成的叠加辐射，太阳入射光线小角度偏移对发电量影响较小，对与之配合使用的双轴跟踪机构的跟踪精度要求大大低于高倍聚光技术方案；

[0023] 5、由于本发明聚光光伏单元体中正侧面反光板和斜侧面反光板可以通过支撑杆固定，方便单个反光板的更换，各反光板之间及各反光板与光伏电池之间留出的间隙可以自然排水、通风，便于反光板的清洁和减小风压，从而延长聚光光伏单元体的使用寿命；

[0024] 6、由于本发明聚光光伏组件中每个聚光光伏单元体为光漏斗形，正侧面反光板和斜侧面反光板彼此相互支撑，节省了额外的支撑部件；聚光光伏组件本身为一整体结构，在进行聚光光伏装置安装和维修过程中，安装和拆卸十分方便；

[0025] 7、由于本发明聚光光伏发电装置采用常规光伏电池、平面反光板、简单支撑架、简易散热装置、通用跟踪装置进行组装，结构简单、开放、兼容性强，制造和建设成本较低。

附图说明

[0026] 图1为本发明实施例1八面低倍聚光光伏单元体结构示意图。

[0027] 图2为本发明实施例1八面低倍聚光光伏单元体俯视图。

[0028] 图3为本发明实施例1八面低倍聚光光伏单元体接收垂直光伏电池所在平面的入射光的反射几何关系示意图。

[0029] 图4为图3中斜侧面反光板反射几何关系示意图。

[0030] 图5为图3中正侧面反光板反射几何关系示意图。

[0031] 图6为本发明实施例2八面低倍聚光光伏单元体俯视图。

[0032] 图7为本发明实施例3八面低倍聚光光伏单元体俯视图。

[0033] 图8为本发明实施例4八面低倍聚光光伏单元体结构示意图。

[0034] 图9为本发明实施例4八面低倍聚光光伏单元体俯视图。

[0035] 图10为本发明实施例5八面低倍聚光光伏单元体结构示意图。

[0036] 图11为本发明实施例6聚光光伏组件结构示意图。

[0037] 图12为本发明实施例7聚光光伏装置结构示意图。

[0038] 图13为本发明实施例8聚光光伏装置结构示意图。

[0039] 其中，1-支架体，2-光伏电池，3-正侧面反光板，4-斜侧面反光板，5-散热器，6-光伏玻璃，7-护板，8-主体立柱，9、回转驱动组件，10-转动支撑，11-支撑平台。

具体实施方式

[0040] 以下将通过实施例并结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合所得到的所有其它实施例，都属于本发明所保护的范围。

[0041] 实施例1

[0042] 本实施例公开了一种八面低倍聚光光伏单元体,如图1及图2所示,包括正方形光伏电池2以及围绕光伏电池设置的四个正侧面反光板3和四个斜侧面反光板4,四个正侧面反光板3分别与光伏电池2的四条边相对,四个斜侧面反光板4分别与光伏电池2四个角相对,形成正侧面反光板3与斜侧面反光板4交替排布。8块反光板在光伏电池所在平面的投影与光伏电池一起分布在以光伏电池为中心的九宫格内,其中斜侧面反光板4的投影位于九宫格中心正方形四个角外侧对应的正方形(以下简称九宫格角部正方形)内,正侧面反光板3的投影位于九宫格中心正方形四条边外侧对应的正方形(以下简称九宫格边位正方形)内,8块反光板在光伏电池所在平面的投影的外沿围成的12边形近似于正方形。

[0043] 如图3及图4所示,斜侧面反光板4的形状为菱形,整个菱形斜侧面反光板的反光面均为有效反光面,该菱形反光面 $b_1b_2b_3b_4$ 将垂直于光伏电池所在平面的入射光反射,所产生的反射光刚好均匀布满光伏电池表面,当光线传播至位于斜侧面反光板4外沿的 b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 点时,经反射分别照射到光伏电池2外沿的 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 点上;斜侧面反光板的反光面所在平面与光伏电池2所在平面所成的角度 α 设定为 115° ;斜侧面反光板4的对角线 b_2b_4 与光伏电池2相应对角线 a_2a_4 平行且相等,长度为 $1.414M$,所述 M 为光伏电池边长;斜侧面反光板4的另一条对角线 b_1b_3 在光伏电池2所在平面的投影与光伏电池2相应对角线 a_1a_3 呈一条直线,对角线 b_1b_3 的延长线与光伏电池2所在平面相交于 a_b ,斜侧面反光板4所在平面与光伏电池2所在平面相交 e_1e_2 。垂直于底面的太阳光入射到斜侧面反光板4上任意一点 b_x 时,经反射照射到光伏电池2的 a_y 点上,点 b_x 到光伏电池2所在平面的投影为 e_x , e_xa_y 与 e_1e_2 相交于 e_z ,根据几何知识应该有以下关系: $e_z a_y = e_z b_x \times \cos(180^\circ - \alpha) \div \cos(\alpha \times 2 - 180^\circ) = e_z b_x \times \cos(180^\circ - 115^\circ) \div \cos(115^\circ \times 2 - 180^\circ) = 0.657e_z b_x$;依据上述得到的关系,当入射点为 b_3 和 b_1 时,便可得到斜侧面反光板4对角线 b_1b_3 长度 L_1 和光伏电池边长 M 、斜侧面反光板4与光伏电池2所在平面所成的角度 α 之间的关系如下: $L_1 = M \div \sin 45^\circ \times \cos(\alpha \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - \alpha) = M \div \sin 45^\circ \times \cos(115^\circ \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - 115^\circ) = 2.151M$;斜侧面反光板4的对角线 b_2b_4 在光伏电池2所在平面的投影即为九宫格角部正方形的对角线,其与光伏电池2相应对角线 a_2a_4 的距离等于对角线 a_2a_4 长度,根据几何关系计算可知,上述对角线 b_1b_3 与对角线 a_1a_3 的延长线交点 a_b 到光伏电池邻近角点 a_1 的距离 $a_1 a_b = a_1 a_3 \times (1 \div (1 + \cos(\alpha \times 2 - 180^\circ)) - 0.5) = M \div \sin 45^\circ \times (1 \div (1 + \cos(115^\circ \times 2 - 180^\circ)) - 0.5) = 0.154M$;上述对角线 b_2b_4 到光伏电池2所在平面的距离 $b_4 e_4 = (a_1 a_b + a_1 a_3 \div 2) \times \cos(\alpha \times 2 - 180^\circ) \times \tan(180^\circ - \alpha) = M \times (0.154 + 1 \div \sin 45^\circ \div 2) \times \cos(115^\circ \times 2 - 180^\circ) \times \tan(180^\circ - 115^\circ) = 1.187M$ 。

[0044] 虽然以上仅给出了一个斜侧面反光板4的尺寸以及相对于光伏电池2的位置,但四个斜侧面反光板4尺寸均相同,且两两对称设置。

[0045] 如图3及图5所示,正侧面反光板3的形状为矩形,整个矩形正侧面反光板的反光面均为有效反光面,该矩形有效反光面 $d_1d_2d_3d_4$ 将垂直于光伏电池所在平面的入射光反射,所产生的反射光刚好均匀布满光伏电池表面,当光线传播至位于正侧面反光板3外沿的 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 点时,经反射分别照射到光伏电池2外沿的 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 点上;正侧面反光板的反光面所在平面与光伏电池2所在平面所成的角度 β 设定为 119.66° ;正侧面反光板3的一组边 d_1d_4 、 d_2d_3 与光伏电池2对应边平行且长度等于光伏电池2对应边的长度 M ,其中上沿边 d_2d_3 与相邻两个斜侧面反光板 $b_1b_2b_3b_4$ 和 $c_1c_2c_3c_4$ 相邻角点连线 b_4c_1 重合;正侧面反光板3的另一组边

d_1d_2 、 d_3d_4 在光伏电池2所在平面投影分别与光伏电池的边 a_1a_2 和 a_3a_4 在一条直线上,正侧面反光板3所在平面与光伏电池2所在平面相交于 f_1f_2 。垂直于光伏电池2所在平面的太阳光入射到正侧面反光板3上任意一点 d_i 时,经反射照射到光伏电池2的 a_j 点上,点 d_i 到光伏电池2所在平面的投影为 f_i , f_1a_j 与 f_1f_2 相交于 f_m ,根据几何知识应该有以下关系: $f_m a_j = f_m d_i \times \cos(180^\circ - \beta) \div \cos(\beta \times 2 - 180^\circ) = f_m d_i \times \cos(180^\circ - 119.66^\circ) \div \cos(119.66^\circ \times 2 - 180^\circ) = 0.970 f_m d_i$;依据上述得到的关系,当入射点为 d_1 和 d_2 时,便可得到正侧面反光板3的边线 d_1d_2 的长度 L_2 和光伏电池边长 M 、正侧面反光板3的反光面与光伏电池2所在平面所成的角度 β 之间的关系如下: $L_2 = M \times \cos(\beta \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - \beta) = M \times \cos(119.66^\circ \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - 119.66^\circ) = 1.031M$;正侧面反光板3上沿边 d_2d_3 在光伏电池2所在平面的投影即为九宫格边位正方形的外侧边线,其与光伏电池2邻近边 a_1a_4 的距离等于九宫格内正方形边长(即光伏电池边长 M),根据几何关系计算可知,上述正侧面反光板3所在平面与光伏电池2所在平面相交于 f_1f_2 到光伏电池2邻近边 a_1a_4 的距离 $f_1a_1 = 2 \div (1 + \cos(\beta \times 2 - 180^\circ)) - 1 = 2 \div (1 + \cos(119.66^\circ \times 2 - 180^\circ)) - 1 = 0.324M$ 。

[0046] 虽然以上仅给出了一个正侧面反光板3的尺寸以及相对于光伏电池2的位置,但四个正侧面反光板3尺寸均相同,且两两对称设置。

[0047] 本实施例中的光伏电池2为一块光伏电池片,由光伏镀膜玻璃、EVA(Ethylene Vinyl Acetate)胶膜和背板进行封装,其中光伏镀膜玻璃、上层EVA胶膜、光伏电池、下层EVA胶膜、背板依次叠放,EVA胶膜在层压机的热压力作用下将光伏镀膜玻璃和光伏电池2直接密封固定在背板上;背板的背面安装散热器5。

[0048] 本实施例中的聚光光伏单元体可以通过由多个支撑杆构成的支架固定。其中部分支撑杆按照纵横方向搭接构成一个平面支架,构成聚光光伏单元体的光伏电池2安装在平面支架上,并通过卡扣将光伏电池与支撑杆固定在一起,正侧面反光板和斜侧面反光板再通过多根支撑杆按照设计位置安装在平面支架上。

[0049] 实施例2

[0050] 本实施例提供了另外一种八面低倍聚光光伏单元体,与实施例1的不同之处在于本实施例中采用的光伏电池为带 45° 倒角的单晶电池片,见图6所示,覆盖单晶电池片的最小正方形边长 L_3 为156mm,去掉倒角后的边长 L_4 为125mm,倒角三角形直角边长度为15.5mm。

[0051] 本实施例为了节省工序,降低制造成本,没有切割去掉正侧面反光板和斜侧面反光板与倒角相对应的无效部分。

[0052] 实施例3

[0053] 本实施例提供了另外一种八面低倍聚光光伏单元体,如图7所示,与实施例1的不同之处在于本实施例中采用的正方形光伏电池2是由36块光伏电池片、按照 6×6 矩阵排列组成,得到的光伏电池2由光伏玻璃、EVA胶膜和背板进行封装,封装后尺寸为 $990\text{mm} \times 990\text{mm}$,背板后面安装的散热器5的尺寸为 $990\text{mm} \times 990\text{mm}$;菱形有效反光面所在平面与光伏电池2所在平面所成的角度 α 设定为 115° ,矩形有效反光面所在平面与光伏电池2所在平面所成的角度 β 设定为 119.66° ;相应的通过计算可以得到,矩形正侧面反光板3的尺寸为 $1021 \times 990\text{mm}$,正侧面反光板3所在平面与光伏电池2所在平面的交线到光伏电池2邻近边的距离为 321mm ;菱形斜侧面反光板4的尺寸为 $2129\text{mm} \times 1400\text{mm}$,长对角线的延长线与光伏电池2所在平面交点到光伏电池邻近角点的距离为 152mm ,短对角线到光伏电池2所在平面的距离为

1175mm。

[0054] 实施例4

[0055] 本实施例提供了另外一种八面低倍聚光光伏单元体,如图8及图9所示,与实施例1不同之处在于,四个斜侧面反光板4的形状为五边形,该五边形斜侧面反光板由菱形有效反光面边线扩展而成,四个正侧面反光板3的形状为矩形,该正侧面反光板由矩形有效反光面边线向下、向上扩展而成,四个正侧面反光板3和四个斜侧面反光板4交替排布组合形成整体化的光漏斗,光漏斗的底面与光伏电池2在同一水平面,所述光伏电池2由与光漏斗底面形状匹配的底板支承;所述光伏电池2按照实施例1中提供的方式进行封装。

[0056] 本实施例中,聚光光伏单元体的光漏斗的四个菱形有效反光面所在平面与光伏电池2所在平面所成的角度 α 设定为 110° ,一条对角线与光伏电池对角线等长,另一对角线的长度 $L_1 = M \div \sin 45^\circ \times \cos(\alpha \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - \alpha) = M \div \sin 45^\circ \times \cos(110^\circ \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - 110^\circ) = 3.168M$,长度 L_1 对角线与光伏电池对角线的延长线交点到光伏电池邻近角点的距离为 $0.094M$;与光伏电池对角线等长的对角线到光伏电池2所在平面的距离为 $1.685M$ 。四个矩形有效反光面所在平面与光伏电池2所在平面之间所成的角度 β 设定为 120.24° ,且所述矩形有效反光面一组边的长度等于光伏电池边长 M ,另外一组边的长度为 $L_2 = M \times \cos(\beta \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - \beta) = M \times \cos(120.24^\circ \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - 120.24^\circ) = 0.978M$;由于正侧面反光板自有效反光面上沿向上扩展至相邻两个斜侧面反光板的菱形有效面相近角点连线,自有效反光面下沿向下扩展至与光伏电池所在平面交线,因此正侧面反光板3另外一组边长的实际长度为 $1.951M$,正侧面反光板所在平面与光伏电池2所在平面交线到光伏电池邻近边的距离为 $0.132M$ 。所述底板外沿与光漏斗底面相匹配,形似设置 45° 倒角、边长为 $1.264M$ 的正方形。

[0057] 实施例5

[0058] 本实施例提供了另外一种八面低倍聚光光伏单元体,如图10所示,与实施例4不同的是,本实施例中斜侧面反光板4为菱形,整个菱形斜侧面反光板的反光面均为有效反光面,正侧面反光板3自矩形有效反光面边线向外扩展成六边形与菱形斜侧面反光板4组合形成整体化的光漏斗,其中正侧面反光板所含矩形有效反光面的上沿向上扩展至与相邻斜侧面反光板的相邻角点接触,矩形有效反光面左右两边上部向外扩展至与相邻斜侧面反光板的相邻边接触,矩形有效反光面左右两边下部向外扩展至相邻正侧面反光板接触。

[0059] 聚光光伏单元体的光漏斗的四个菱形有效反光面保持了实施例4中的长度和相互位置关系,四个矩形有效反光面所在平面与光伏电池2所在平面所成的角度 β 设定为 123.90° ,且所述矩形有效反光面一组边的长度等于光伏电池边长 M ,另外一组边的长度为 $L_2 = M \times \cos(\beta \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - \beta) = M \times \cos(123.90^\circ \times 2 - 180^\circ) \div \cos(180^\circ - 123.90^\circ) = 0.678M$;矩形有效反光面所在平面与光伏电池2所在平面交线到光伏电池邻近边的距离为 0 ,即正侧面反光板下沿和光伏电池邻近边重叠。光漏斗底面为与光伏电池边长相等的正方形。

[0060] 实施例6

[0061] 本实施例提供了一种聚光光伏组件,如图11所示,由9个实施例4所述八面低倍聚光光伏单元体按照 3×3 矩阵排列,封装在支架体1内,支架体包括由12根支撑杆拼接成的长方体边框,边框内部构成容纳聚光光伏单元体的空间,边框四侧安装护板7,边框顶部安装

光伏玻璃6,边框底部安装背板,各聚光光伏单元体的光伏电池2通过EVA胶膜密封固定在背板的正面,背板的背面与各光伏电池的对应位置均安装有散热器5。

[0062] 本实施例中,聚光光伏单元体的光伏电池2的尺寸为156mm×156mm,相应散热器尺寸为156mm×156mm,聚光光伏单元体的光漏斗在光伏电池2所在平面的投影接近正方形,尺寸约为468mm×468mm,由聚光光伏单元体构成的聚光光伏组件的尺寸为1420mm×1420mm。

[0063] 实施例7

[0064] 本实施例提供了一种聚光光伏发电装置,如图12所示,由四个实施例3所述聚光光伏单元体、双轴跟踪机构和由多个支撑杆组成的支架构成。其中部分支撑杆按照纵横方向搭接构成一个平面支架,各聚光光伏单元体的光伏电池2经光伏玻璃、EVA胶膜和背板封装后安装在平面支架上,并通过卡扣将封装后的光伏电池与支撑杆固定在一起,各聚光光伏单元体的正侧面反光板和斜侧面反光板再通过多根支撑杆按照设计位置安装在平面支架上,用于支撑单个聚光光伏单元体的平面支架尺寸为2970mm×2970mm。四个聚光光伏单元体按照2×2矩阵排列并通过平面支架安装在双轴跟踪机构上端的支撑平台11上。由于该聚光光伏单元体中各反光板之间及其各反光板与光伏电池之间留出的间隙可以自然排水、通风,便于反光板的清洁和减小风压,加之反光板更换方便,可以有效延长聚光光伏单元体的使用寿命。

[0065] 本实施例采用的双轴跟踪机构可以沿着两个旋转轴运动,能够同时跟踪太阳的方位角与高度角的变化,在最大程度上保证光伏电池与太阳光光线的始终垂直。该双轴跟踪机构包括主体立柱8、回转驱动组件9、转动支撑10、支撑平台11、电动推杆和控制器,主体立柱8用于承载转动支撑10及其上的支撑平台11和聚光光伏单元体;回转驱动组件9安装在主体立柱8和转动支撑10之间,可以带动转动支撑10进行水平面的回转运动;支撑平台11安装在转动支撑10之上,用于安装聚光光伏单元体;电动推杆两端与转动支撑10和支撑平台11相连,可以带动支撑平台11进行俯仰运动;控制器用于控制回转驱动组件和电动推杆的运行。该双轴跟踪机构的工作过程为:控制器根据太阳运行轨迹计算判断太阳位置,采用步进跟踪方式,通过回转驱动组件9驱使转动支撑10进行水平面的回转运动,并通过电动推杆驱使支撑平台11进行俯仰运动,从而实现安装在支撑平台11上的聚光光伏单元体保持垂直于太阳光入射的方向。

[0066] 在跟踪情形下,在光伏电池2表面的每一点接收的太阳直接辐射和8次反射辐射形成的叠加辐射是均匀的,当采用实施例3得到的聚光光伏单元体时,其聚光比为5.61。

[0067] 由于这种聚光光伏单元体所形成的聚光倍数低,配合简易的散热装置,在跟踪发电过程中,光伏电池2上不会积累过高的温度。通过聚光光伏单元结构体与双轴跟踪机构结合,增加光伏电池接收到的太阳辐射量,光伏电池单位面积接收太阳辐射量和单瓦电池发电量较普通平板光伏系统以及此前反射型低倍聚光技术方案相比大幅上升。由于采用常规光伏电池、通用跟踪装置、平面反光板、简易散热装置即可实现聚光光伏装置的组装,结构简单、开放、兼容性强、采购成本较低,电站单瓦投资成本都可以有效控制,度电成本可以大幅降低。

[0068] 实施例8

[0069] 本实施例提供了一种聚光光伏发电装置,如图13所示,由实施例6所述聚光光伏组件和双轴跟踪机构构成。16组聚光光伏组件按照4×4矩阵排列并安装在双轴跟踪机构上端

的支撑平台上。

[0070] 本实施例采用的双轴跟踪机构与实施例7中的双轴跟踪机构相同。

[0071] 在跟踪情形下,在光伏电池2表面的每一点接收的太阳直接辐射和8次反射辐射形成的叠加辐射是均匀的,当采用实施例6得到的聚光光伏组件时,其聚光比为6.04。

[0072] 本领域的普通技术人员将会意识到,这里的实施例是为了帮助读者理解本发明的原理,应被理解为本发明的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合,这些变形和组合仍然在本发明的保护范围内。

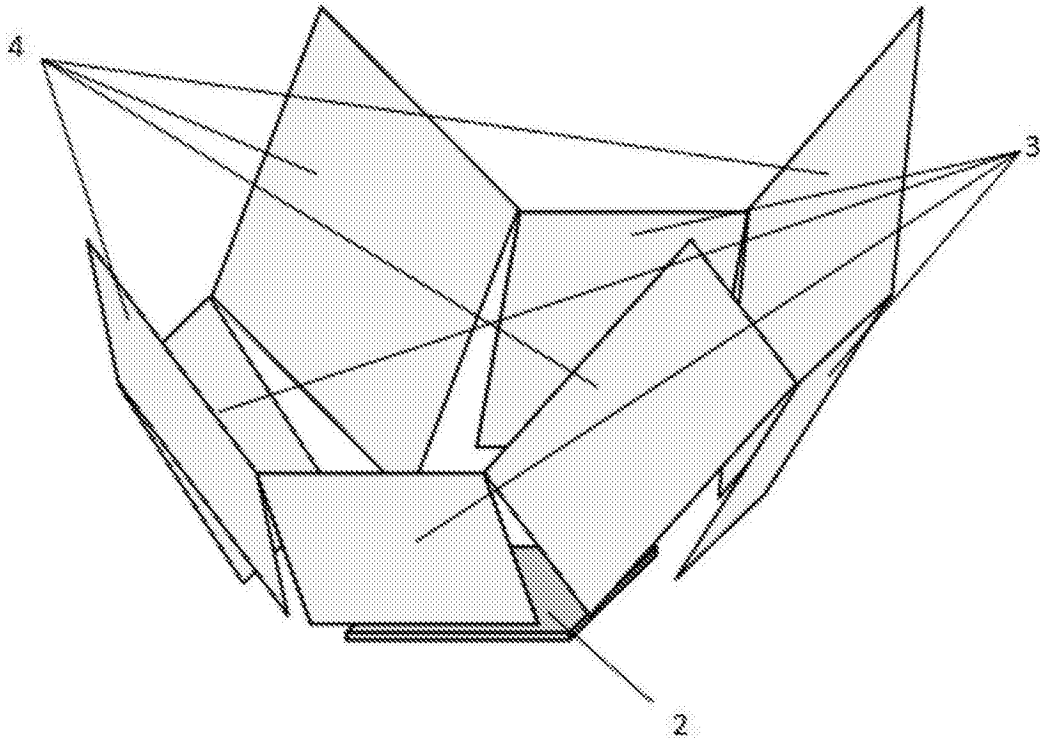


图1

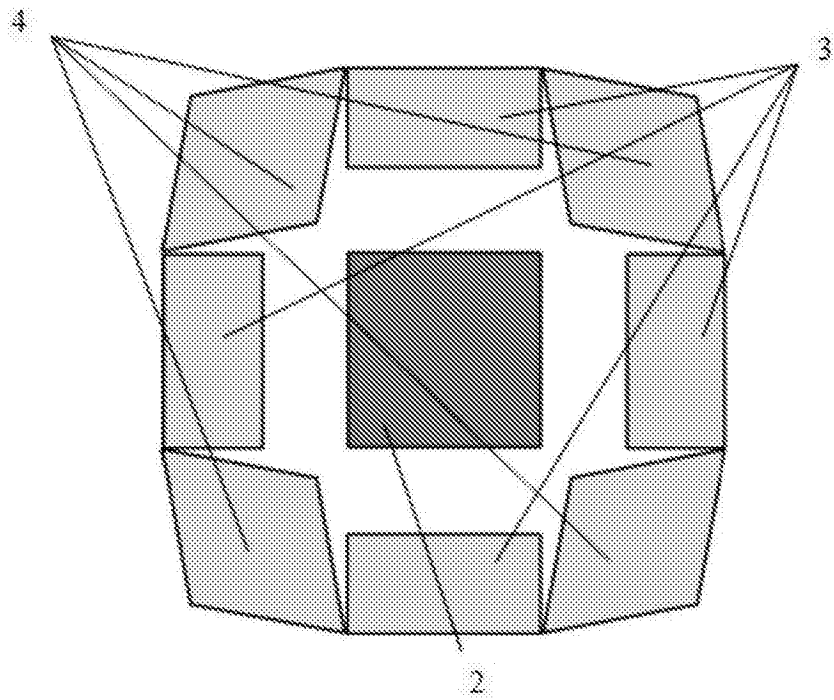


图2

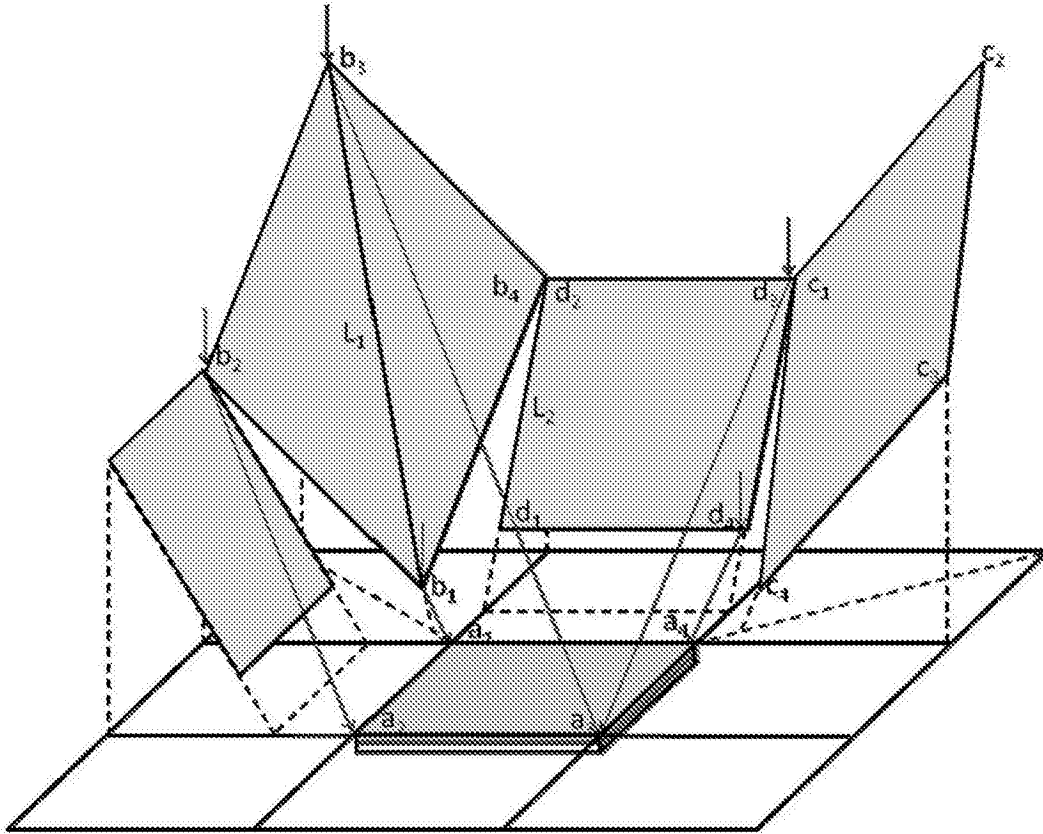


图3

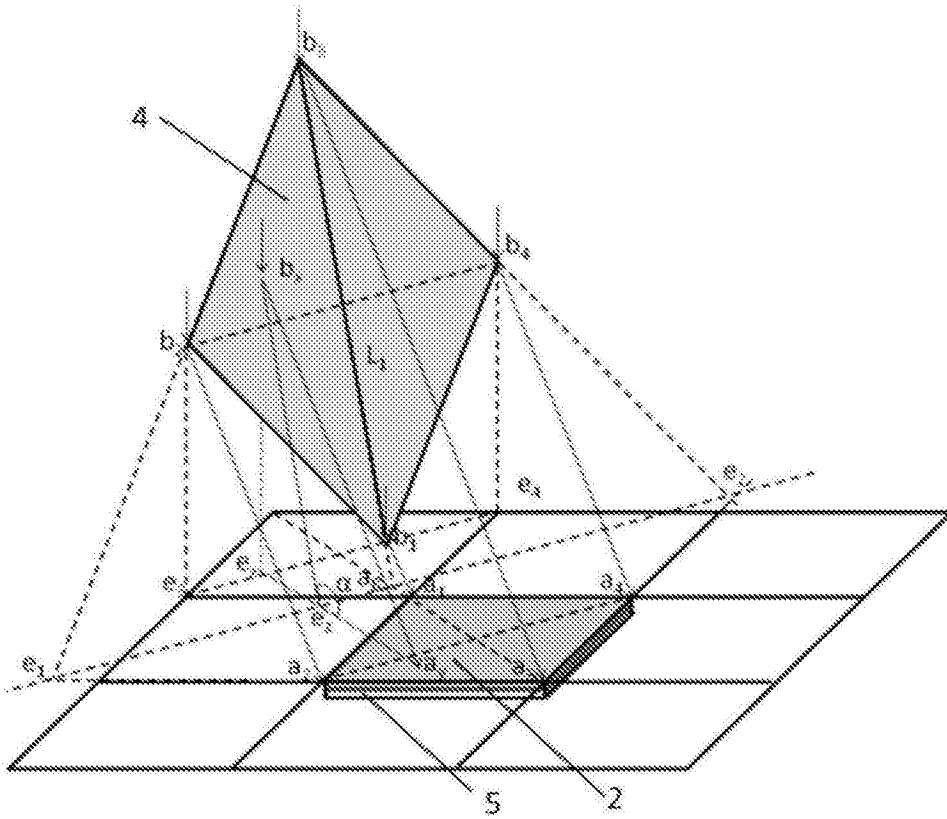


图4

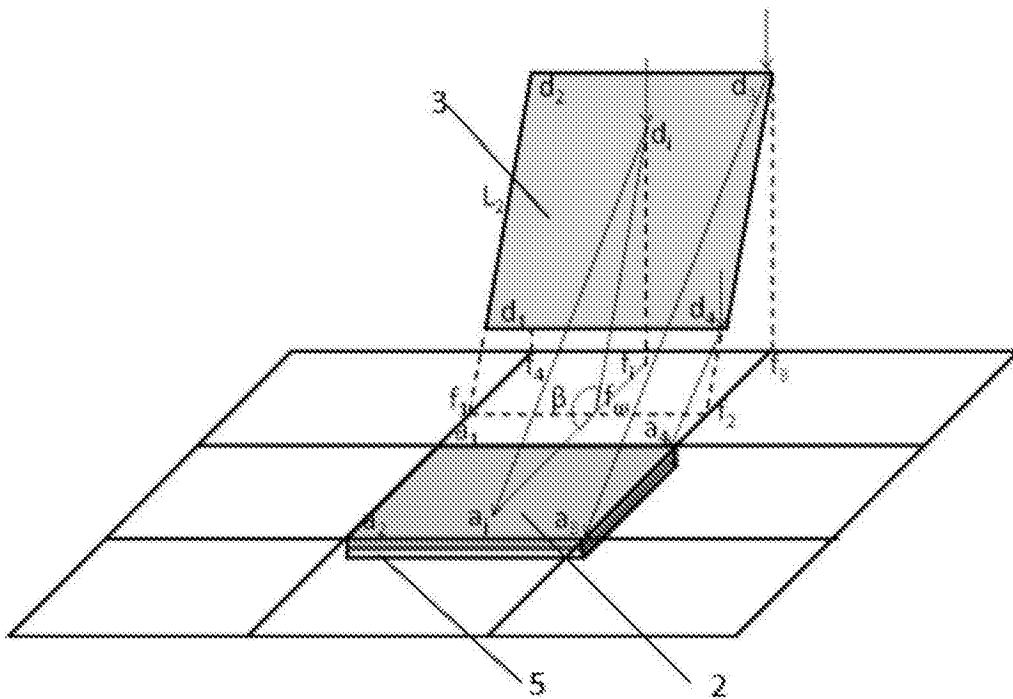


图5

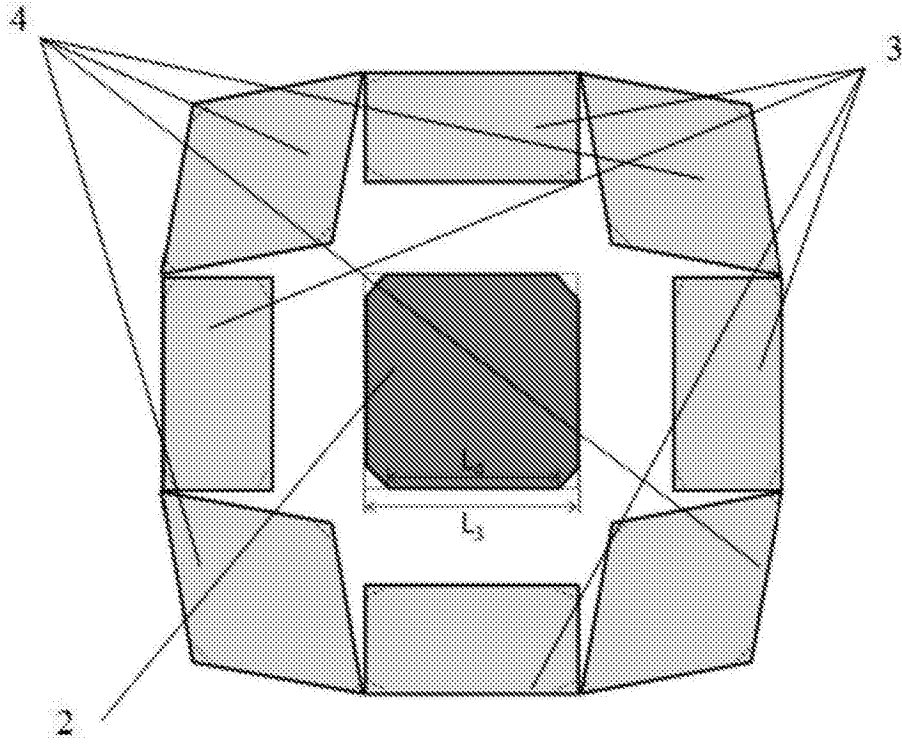


图6

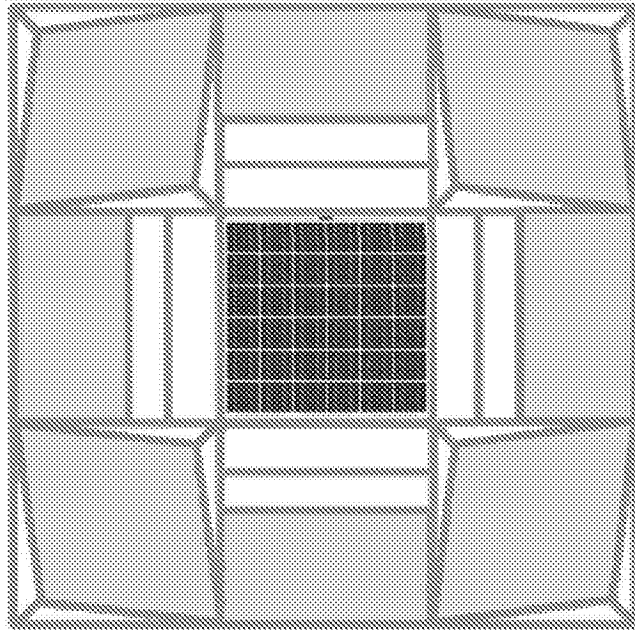


图7

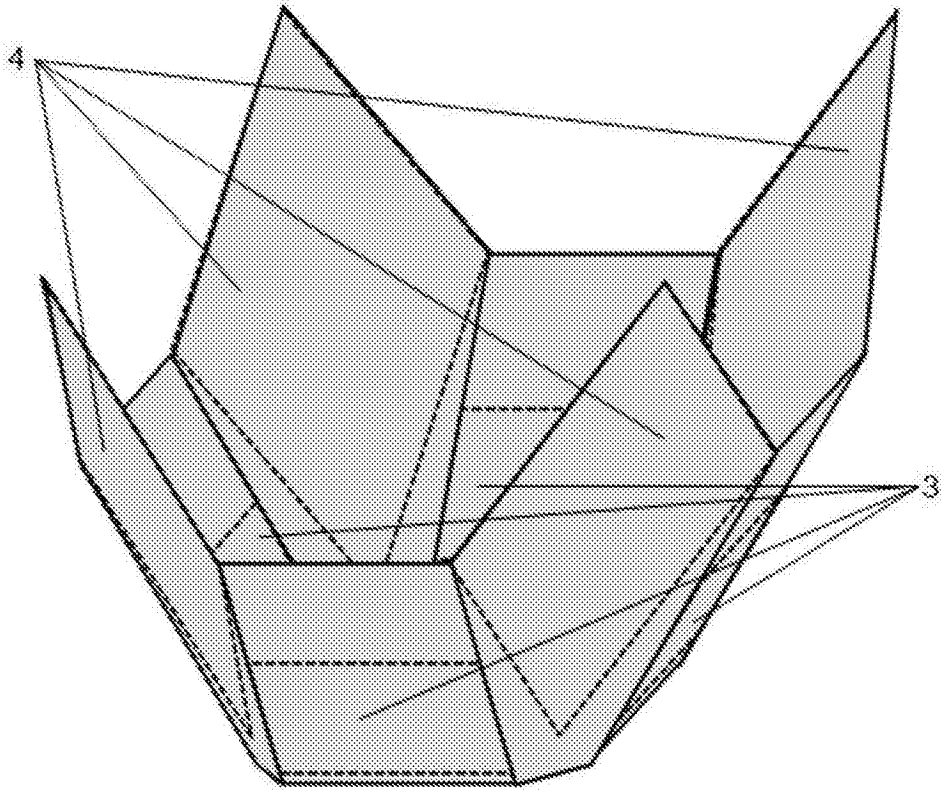


图8

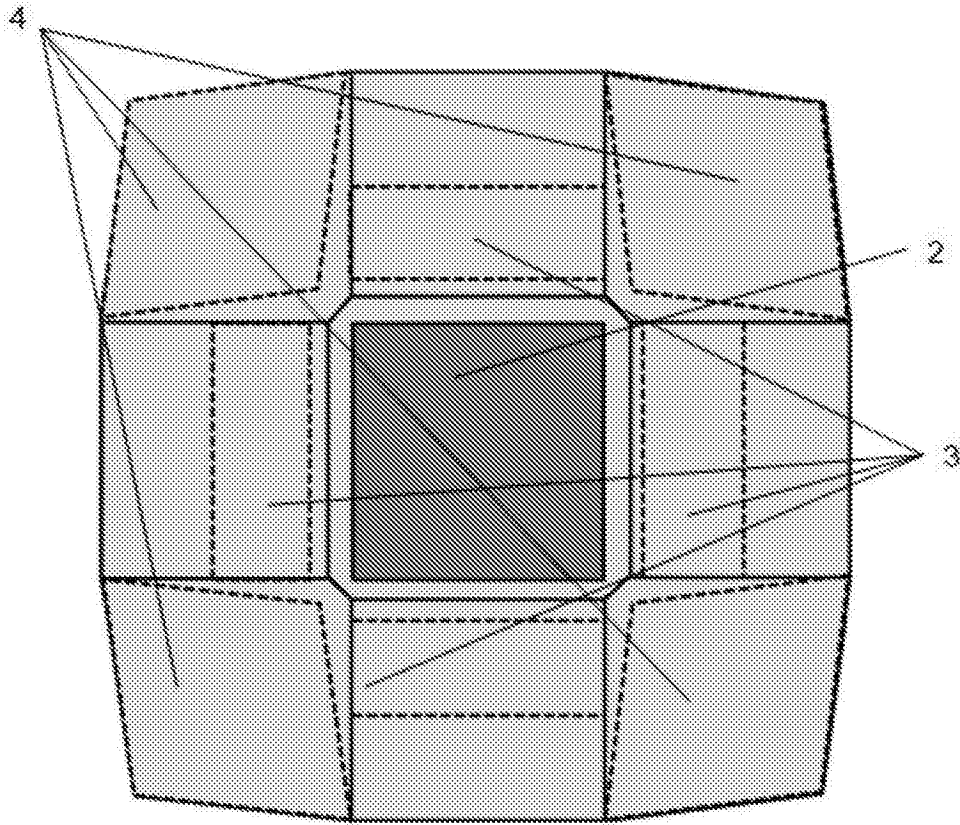


图9

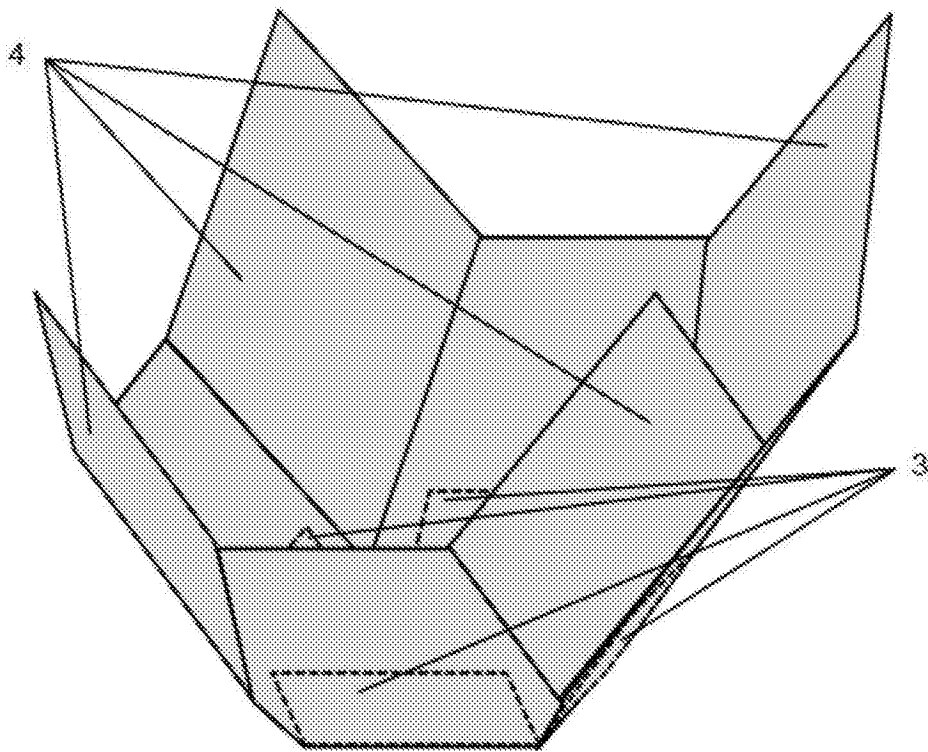


图10

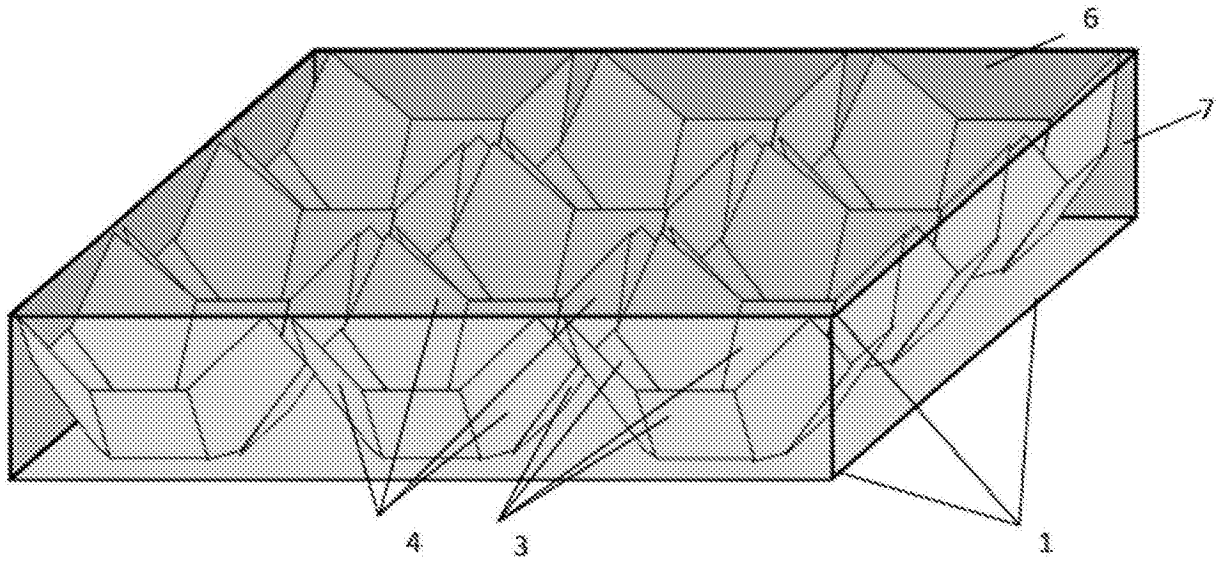


图11

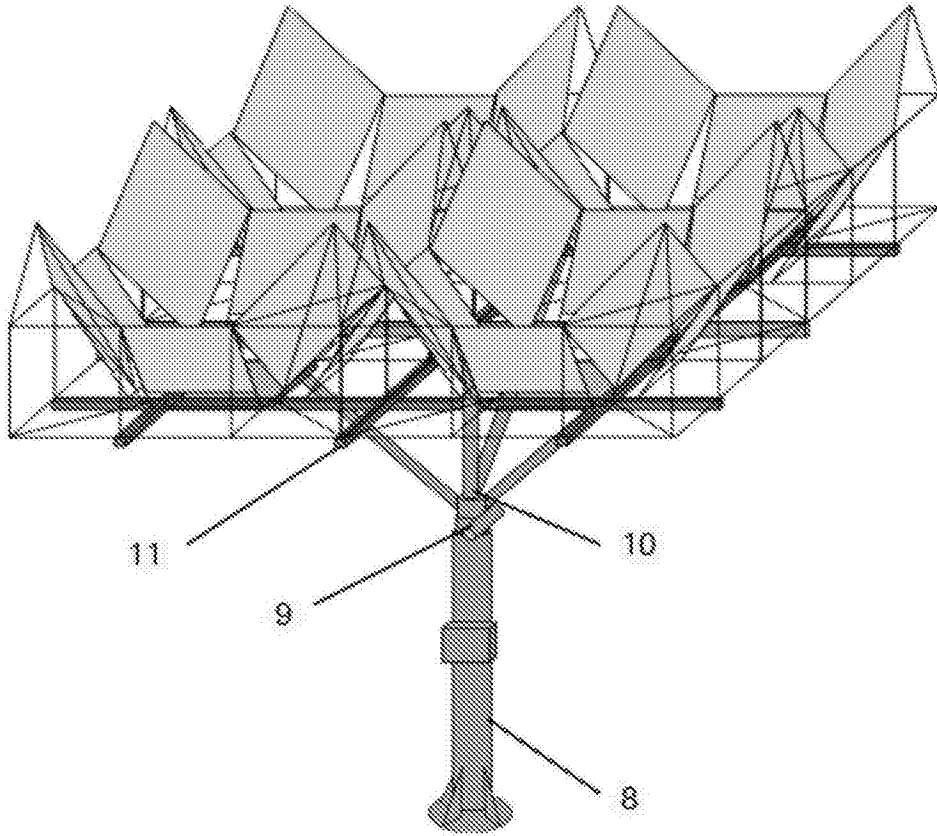


图12

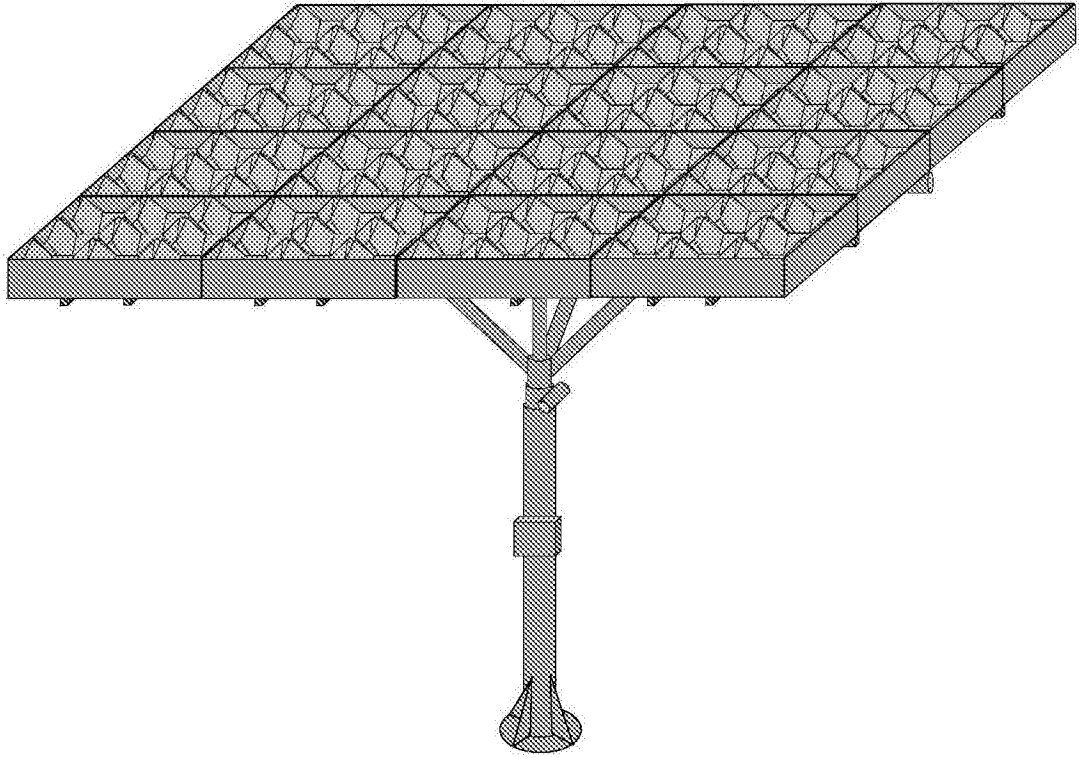


图13