(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105553386 A
(43)申请公布日 2016.05.04

(21)申请号 201610001112.8

(22)申请日 2016.01.05

(71)申请人 珠海兴业绿色建筑科技有限公司
地址 519085 广东省珠海市高新区金鼎镇科技创新海岸金珠路 9 号
申请人 珠海兴业新能源科技有限公司

(72)发明人 周艳红 徐林波 李晟 肖慧明 周青 宋双飞

(51)Int.Cl.
H02S 10/00(2014.01)
H02S 20/00(2014.01)

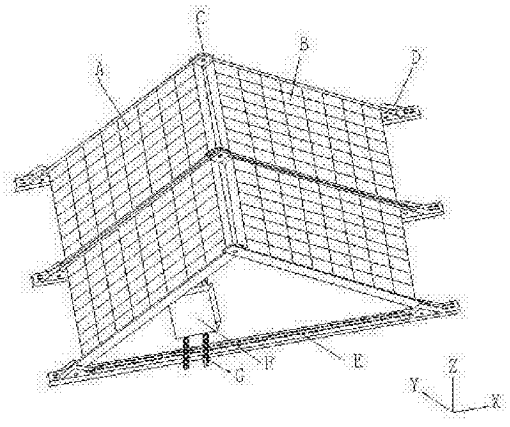
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

占地集约化光伏阵列

(57)摘要

本发明公开了一种占地集约化光伏阵列。该占地集约化光伏阵列包括多个光伏模块，每个光伏模块由两块光伏组件以及连接件构成，两块光伏组件通过中间连接件连接，一块朝东向以一定倾斜角安装，另一块则以对称形式朝西向安装；两个光伏模块分别通过双槽转角连接件固定在双排孔 C 型钢上组成列，并根据孔洞个数调节光伏组件最佳安装倾角；此安装倾角综合考虑所在纬度、太阳辐射量、产生阴影距离等因素计算得出。该光伏阵列，布置紧凑合理，提高土地利用效率，增加单位面积发电量；安装结构稳定，抗载能力强；安装方便，有效节约安装成本；发电平稳，延长日发电时间。



CN 105553386 A

1.一种占地集约化光伏阵列，主要由光伏组件以及连接件构成，其特征在于：两块光伏组件分别朝东、朝西方向以倾角β对称放置；光伏组件两端均设有L型连接构件，通过螺栓将两块同型号光伏组件的L型连接构件固定在一起，由此构成一个光伏模块；光伏模块通过双排孔C型钢固定连接在一起组成光伏阵列。

2.根据权利要求1所述的占地集约化光伏阵列布置方法，其特征在于，通过建立倾斜面上瞬时光辐射量数学模型，推导出两块光伏组件分别朝东、西对称放置时的年聚辐射量计算方法，以全年单位占地面积上光伏组件接受太阳年辐射量最大为基准，计算出光伏组件最佳放置倾角β，包括以下步骤：

步骤 1：采用 Jordan 提出的各向异性分布模型，建立任意朝向、任意倾角光伏组件上瞬时辐射量模型 H_T；

$$H_T = H_B\cos\theta_i + 0.5C * H_B(1+\cos\beta) + 0.5\rho H_B(\sin\alpha + C)(1-\cos\beta) \quad (1)$$

$$\theta_i = \cos^{-1}(\cos\alpha\cos(\gamma_s-\gamma)\sin\beta + \sin\alpha\cos\beta) \quad (2)$$

式中：H_B—水平面太阳辐射强度；θ_i—太阳入射角；C—天空散射因素；β—光伏组件安装倾角；ρ—地表反射率，$\rho=0.2$；α—太阳高度角；γ_s—太阳光方位角；γ—光伏组件方位角；

步骤 2：计算光伏组件朝向正东日出、日落时角分别为 τ_{ss1}、τ_{sr1}，以及朝向正西时的日出、日落时角 τ_{ss2}、τ_{sr2}，通过对瞬时辐射量进行积分得出日辐射量 H_{T1}、H_{T2}，计算一个光伏模块年辐射量 H_y；

$$H_y = \sum_{1}^{365}\int_{\tau_{sr1}/2\pi}^{\tau_{ss1}/2\pi} H_{T1}dt + \sum_{1}^{365}\int_{\tau_{sr2}/2\pi}^{\tau_{ss2}/2\pi} H_{T2}dt \quad (3)$$

步骤 3：单位占地面积上光伏组件太阳年辐射量 H_{aver} 计算；

选用光伏组件 l*w，光伏阵列前后间距

$$d = l * \sin\beta * \cot\alpha * \cos\gamma_1 \quad (4)$$

其中 $\gamma_1 = \gamma_s + \gamma$，单块光伏组件产生占地面积为

$$s = d * w + l * w * \cos\beta \quad (5)$$

$$H_{aver} = H_y * l * w / s \quad (6)$$

步骤4：在步骤1-3基础上，考虑到阴影遮挡损失随倾角增大而增大；在一定角度范围内

年辐射量随光伏组件倾角增大而增大;超过一定角度时,年辐射量随光伏组件倾角增大而减少;通过MATLAB建模仿真,以单位占地面积上光伏组件年辐射量最大为基准,计算得到光伏组件最佳倾角β。

3.根据权利要求1所述的占地集约化光伏阵列,其特征在于:两个光伏模块分别通过两排孔洞由双槽转角连接件固定在双排孔C型钢上,通过孔洞个数调节光伏组件安装倾角。

4.根据权利要求3所述的占地集约化光伏阵列,其特征在于:双槽转角连接件由类似E型钢片结构组成两个卡槽口的转角连接件,可同时固定两块相邻光伏模块。

5.根据权利要求1所述的占地集约化光伏阵列,其特征在于:光伏组件与双排孔C型钢构成近等腰三角形结构。

6.根据权利要求1所述的占地集约化光伏阵列,其特征在于:汇流箱通过两根单排C型钢与双排孔C型钢连接,固定在光伏组件下。

占地集约化光伏阵列

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能光伏发电技术领域，尤其涉及一种占地集约化光伏阵列。

背景技术

[0002] 过去光伏组件成本高，占到整个光伏系统成本的70%，相比其他成本，降低光伏组件成本一直处于焦点位置，随着国内光伏产业规模的扩大和技术的提升，光伏组件成本正在逐步下降，价格甚至低到每瓦0.42美元，土地成本、人工成本、支架成本等问题逐渐突出，尤其是土地成本日益增长，电站投资者的收益预期提升空间因为土地面积有限受到了限制；大部分企业从提高光伏板转换效率出发，增加单位占地面积发电量，以减少占地，而目前光伏技术日趋成熟，有时花费大量资源也只提高了很少效率，其实提高光伏板转换效率只是办法之一，换个角度出发，选择合适的光伏模块安装方式或光伏阵列布置方法便可大量减少占地面积，节约安装成本、支架成本，同时增强结构稳定性。

[0003] 另外，在目前的实际工程应用中，固定式安装光伏组件通常采取北纬地区正南朝向或者南纬地区正北朝向布置，并根据当地的纬度以一个合适倾角进行安装；此安装倾角偏小时，光伏组件上容易堆积灰尘、雪、随屑等，影响发电效率，相比之下，加大安装倾斜角度，利于重力结合降水、风的作用保持板面干净，进行自我清洁，但是倾斜角度加大的同时，也会加大太阳照射时模块产生的阴影面积，导致模块间相互遮挡；并且光伏发电在早上和傍晚发电量很少，集中在正中午发电，只能通过蓄电池不停调节以满足负载需求，大大减少蓄电池使用寿命；因此，在确保单位占地面积发电量的基础上增大安装倾角以及确保光伏发电系统发电平稳也是目前研究重点。

发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题，本发明提供了一种占地集约化光伏阵列：主要由光伏组件以及连接件构成，两块光伏组件分别朝东、朝西方向以倾角β对称放置；光伏组件两端均设有L型连接构件，通过螺栓将两块同型号光伏组件的L型连接构件固定在一起，由此构成一个光伏模块；光伏模块通过双排孔C型钢固定连接在一起组成光伏阵列。

[0005] 该占地集约化光伏阵列以最佳倾角分别朝东、西对称放置，减少光伏组件阴影间距，光伏组件上反射的太阳光也会反射到相对面光伏组件上，能减少光伏组件间因遮挡产生的阴影，提高太阳辐射利用率，节约土地成本。

[0006] 通过建立倾斜面上瞬时光辐射量数学模型，推导出两块光伏组件分别朝东、西对称放置时的年聚辐射量计算方法，以全年单位占地面积上光伏组件接受太阳年辐射量最大为基准，计算出光伏组件最佳放置倾角β，具体计算过程如下：

1）瞬时辐射量数学模型

$$H_T = H_g\cos\theta_i + 0.5C * H_g(1+\cos\beta) + 0.5\rho H_g(\sin\alpha + C)(1-\cos\beta) \quad (1)$$

式中，太阳入射角：$\theta_i = \cos^{-1}(\cos\alpha\cos(\gamma_g - \gamma)\sin\beta + \sin\alpha\cos\beta)$；

太阳高度角α：$\alpha = \sin^{-1}(\sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos w)$；

太阳方位角：$\gamma_g = \sin^{-1}(\frac{\cos\delta\sin w}{\cos\alpha})$；

水平面太阳辐射强度：$H_g = A * \exp(-km)$；

大气质量：$m = 1/\sin\alpha$；

赤纬角：$\delta = 23.45\sin[\frac{360}{365}(284+n)]$；

A—外太空日照强度；k—无量纲系数；C—天空散射因素；n—日序，计算日在全年中的序列数；φ—当地地理位置的纬度角（°）；w—时角（°），当地太阳所在的时圈与当地12时时圈之间的夹角；α—太阳高度角（°）；γ_s—太阳光方位角（°）；β—光伏组件安装倾角（°）；γ—光伏组件方位角（°）；ρ—地表反射率，$\rho=0.2$。

2）日辐射量数学模型

τ_{sr}为任意朝向表面的日出时角，τ_{ss}为其日没时角，

$\tau = \cos^{-1}(-\tan\varphi * \tan\delta)$，光伏组件朝东（$\gamma=-90°$）日出时间：

$$\tau_{sr1} = -\min[\tau, \cos^{-1}(\frac{-xy - \sqrt{x^2 - y^2 + 1}}{x^2+1})] \quad (2)$$

光伏组件朝东日落时间：

$$\tau_{ss1} = +\min[\tau, \cos^{-1}(\frac{-xy + \sqrt{x^2 - y^2 + 1}}{x^2+1})] \quad (3)$$

光伏组件朝西（$\gamma=90°$）日出时间：

$$\tau_{ss1}=-\min[\tau,\cos^{-1}(\frac{-xy+\sqrt{x^2-y^2+1}}{x^2+1})] \quad (4)$$

光伏组件朝西日落时间：

$$\tau_{ss2}=+\min[\tau,\cos^{-1}(\frac{-xy-\sqrt{x^2-y^2+1}}{x^2+1})] \quad (5)$$

式中 $x=\frac{\cos\varphi}{\sin\gamma*\tan\beta}+\frac{\sin\varphi}{\tan\gamma}$，$y=\tan\delta(\frac{\sin\varphi}{\sin\gamma*\tan\beta}-\frac{\cos\varphi}{\tan\gamma})$。

3）年辐射量数学模型

$$H_y=\sum_{1}^{365}\int_{\tau_{sr1}/2\pi}^{\tau_{ss1}/2\pi}H_{r1}dt+\sum_{1}^{365}\int_{\tau_{sr2}/2\pi}^{\tau_{ss2}/2\pi}H_{r2}dt \quad (6)$$

式中 H_{r1}、H_{r2} 分别为光伏组件朝东、朝西的瞬时辐射量。

4）光伏组件阴影间距计算

选用 $l*w$ 型号的光伏组件，光伏阵列前后间距

$$d=l*\sin\beta*\cot\alpha*\cos\gamma_1 \quad (7)$$

其中 $\gamma_1=\gamma_s+\gamma$，假设光伏组件预留维修通道为 1m，单块光伏组件产生占地面积为

$$s=d*w+l*w*\cos\beta \quad (8)$$

5）光伏组件单位占地面积辐射量计算

设 Haver 为单位面积辐射量，H 为光伏组件上单位面积辐照量，通过式（8）计算的阴影间距 d，则

$$H_{aver}=H_y*l*w/s \quad (9)$$

6)根据考虑到阴影遮挡损失随倾角增大而增大;在一定角度范围内年辐射量随光伏组件倾角增大而增大;超过一定角度时,年辐射量随光伏组件倾角增大而减少;通过MATLAB建模仿真,以单位占地面积上光伏组件年辐射量最大为基准,计算得到光伏组件最佳倾角β。

[0007] 计算得出的倾角相比传统布置方式的倾角要大,利于重力结合降水、风的作用保持板面干净,进行自我清洁,增加光伏发电系统发电效率,减少人工清洗费用。

[0008] 同时,该布置方式能错开正中午光伏组件大量发电,削减中午发电量,而增加其他时间段发电量,并且延长日发电时间,这能够更好的满足负荷需求,减少蓄电池充放电次数,能有效减少光伏组件高温老化。

[0009] 双排孔C型钢与单排孔C型钢不同之处在于它有两排孔洞,两个光伏模块分别通过两排孔洞由双槽转角连接件固定在双排孔C型钢上,这样可以使光伏模块间相互固定,同时共用一根双排孔C型钢可节省材料;并根据孔洞个数调节光伏组件最佳安装倾角,安装方便,提升了安装效率。

[0010] 双槽转角连接件由类似E型钢片结构组成两个卡槽口的转角连接件,可同时固定

两块相邻光伏模块。

[0011] 两块光伏组件可以起到一个相互支撑作用，加上与双排孔C型钢刚好构成近等腰三角形结构，安装结构稳定，大大增加了光伏模块的抗载能力，不需要跟传统光伏组件安装方式一样花大量光伏支架固定组件，此模块可直接就地安装，安装简捷，节约了支架成本和人工安装成本。

[0012] 汇流箱通过两根单排C型钢与双排孔C型钢连接，固定在光伏组件下，可以减少光伏组件相互之间的连线，接线方便，节省光伏电缆，同时对汇流箱起到遮阳挡雨效果，有效减少部件和设备老化，增强设备使用寿命。

[0013] 本发明的技术效果在于：该占地集约化光伏阵列布置紧凑合理；节约占地面积，提高了土地利用效率；增加单位面积发电量；安装结构稳定、抗载能力强；安装方便，有效节约安装成本；发电平稳，延长日发电时间。

附图说明

[0014] 图1为本发明光伏阵列立体图。

[0015] 其中，1-a：第1列朝东面光伏组件a；1-b：第1列朝西面光伏组件b；2-a：第2列朝东面光伏组件a；2-b：第2列朝西面光伏组件b；b：光伏阵列列间距；β：光伏组件安装倾角。

[0016] 图2为本发明光伏模块结构图。

[0017] 图3为本发明光伏模块间连接结构图。

[0018] 图4为本发明光伏模块立体图。

[0019] 其中，A：光伏组件A；B：光伏组件B；C：连接件；D：双槽转角连接件；E：双排孔C型钢；F：汇流箱；G：单排C型钢。

具体实施方式

[0020] 为了进一步描述本发明的上述特征及其优点，下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0021] 参见图1，图1为本发明光伏阵列立体图。定义了X、Y和Z坐标，在该情况下，正X向和负X向分别表示正东和正西方向，正Y向和负Y向分别表示正南和正北方向。光伏组件1-a朝东放置，光伏组件1-b朝西放置，以同样方式布置组成光伏阵列2；并根据光伏发电系统所在地理位置的纬度，以单位占地面积上接受太阳年辐射量最大为基准，计算出光伏组件最佳放置倾角β。相比传统光伏阵列布置方式，增大在光伏组件上太阳辐射面积，减少光伏组件阴影间距，增加了单位占地面积太阳辐射量和电量；同时，光伏组件上反射的太阳光会反射到相对面光伏组件上。如图中光伏组件1-b反射的太阳光也会被相对面光伏组件2-a接收，可减少光伏组件2-a因遮挡产生阴影，提高太阳辐射利用率，在有限的土地更多的利用太阳能资源，从而减少光伏发电系统占地面积，节约土地成本。

[0022] 参见图2，图2为本发明光伏模块结构图。光伏组件A与光伏组件B均通过延伸部分构成L型连接结构，方便连接。连接件C将光伏组件A、光伏组件B顶端通过螺栓固定，构成一个转轴结构。双槽转角连接件D将光伏组件A、光伏组件B底端固定在双排孔C型钢E上；光伏组件A、光伏组件B和双排孔C型钢E组成一个等腰三角形结构。这种占地集约化光伏阵列布前后都有光伏组件，能挡住背面吹来的风，加上本身稳定的三角形结构，抗风抗雪等抗载能

力强，光伏阵列能够长期承受风吹日晒雨淋；另外，安装结构相当简单，可实现就地安装，节约人工安装成本和支架成本。

[0023] 参见图3，图3为本发明光伏模块间连接结构图。双槽转角连接件D同时固定两块相邻光伏组件；双排孔C型钢E与单排孔C型钢不同之处在于它有两排孔洞，两个光组分别通过两排孔洞由双槽转角连接件D固定在双排孔C型钢E上，这样可以使光伏模块间相互固定，同时共用一根双排孔C型钢E可节省材料，并根据孔洞个数调节光伏组件最佳安装倾角，安装方便，提升了安装效率。

[0024] 参见图4，图4为本发明光伏模块立体图。光伏组模块间通过双排孔C型钢E固定连接在一起组成列；汇流箱F通过两根单排C型钢G固定在光伏组件A下面，这种结构可以减少光伏组件相互之间的连线，接线方便，节省光伏电缆，同时对汇流箱起到遮阳挡雨效果，有效减少部件和设备老化，增强设备使用寿命。

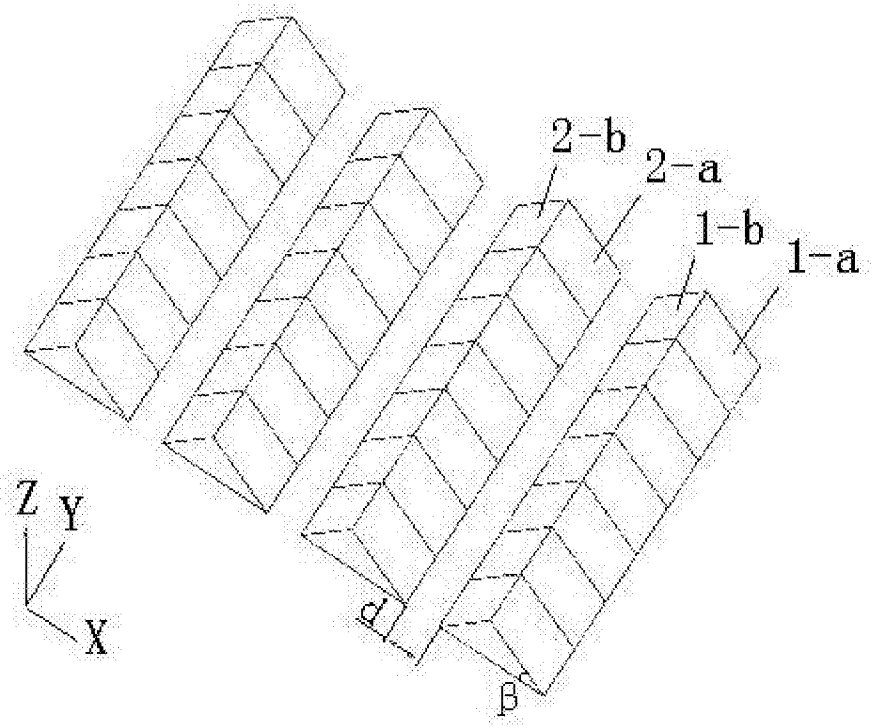


图1

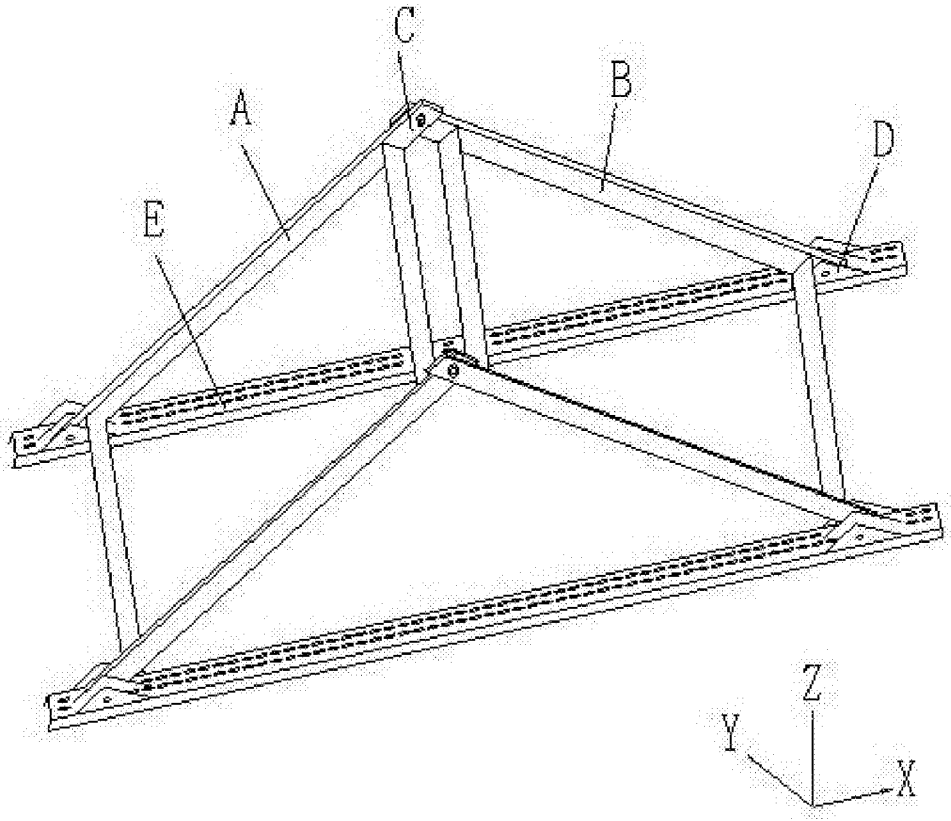


图2

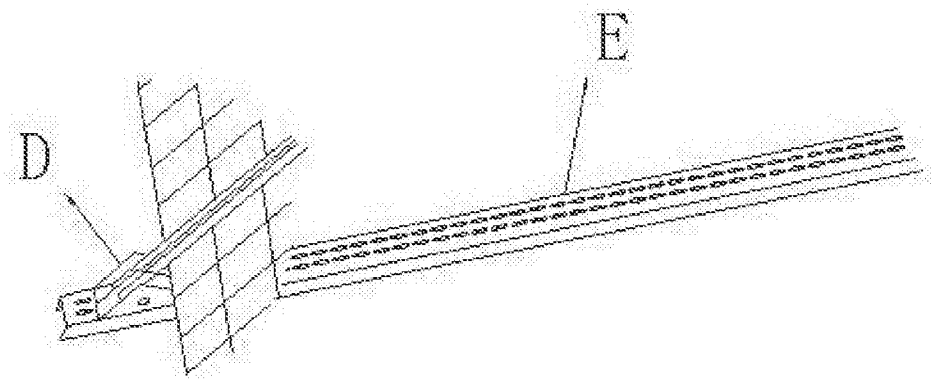


图3

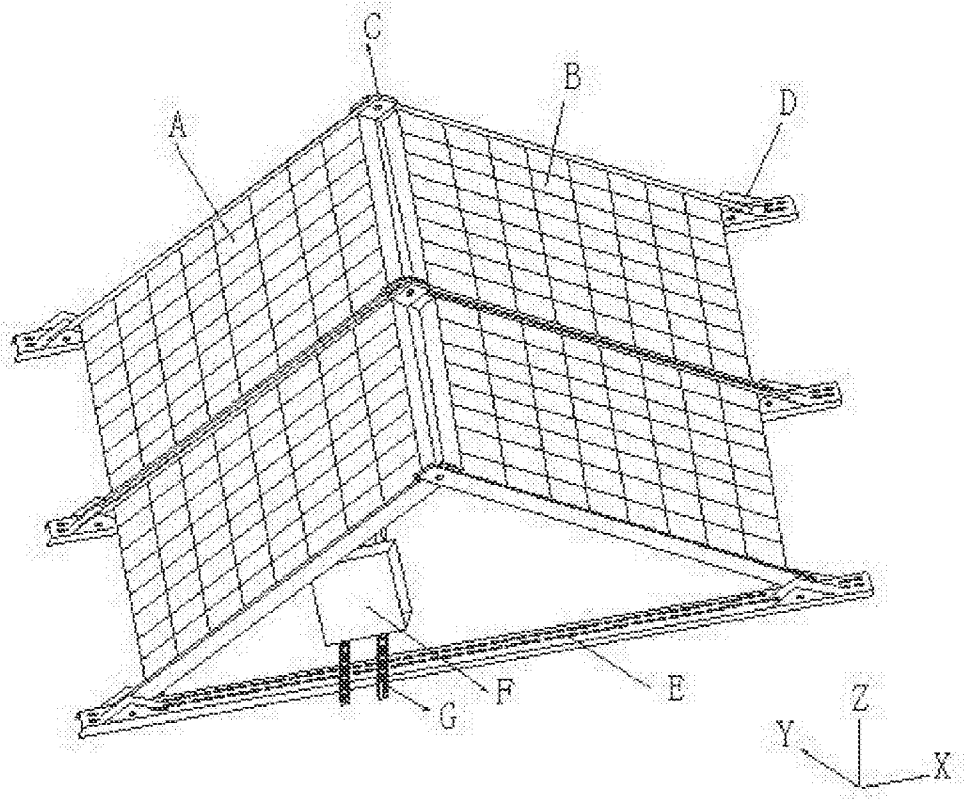


图4