

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102062938 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 18

(21) 申请号 201010574929. 7

G02B 3/08(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 12. 07

G02B 3/00(2006. 01)

(66) 本国优先权数据

G02B 27/00(2006. 01)

201010263797. 6 2010. 08. 27 CN

H02N 6/00(2006. 01)

(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 刘华 卢振武 荆雷 赵会富

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务

所 22210

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

G02B 19/00(2006. 01)

G02B 7/04(2006. 01)

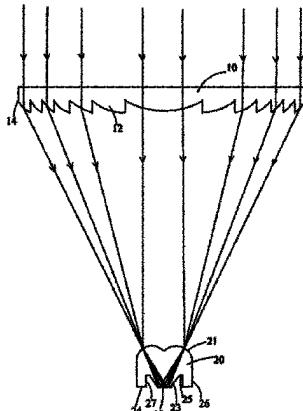
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

聚光装置及其设计方法、聚光光伏发电装置

(57) 摘要

本发明涉及一种聚光装置及其设计方法、聚光光伏发电装置。该聚光光伏发电装置包括一聚光装置和一光伏电池，该聚光装置包括一用来将外部光线会聚的聚焦透镜，该光伏电池用来接收光线并将光能转换为电能，其中，该聚光装置进一步包括一二次透镜，该聚焦透镜和该二次透镜从上至下依序设置，该二次透镜包括一位于其顶部的第一光学面和一位于其底部中间位置的第二光学面，该第一光学面设置在该聚焦透镜的焦平面上，该第一光学面将聚焦透镜射来的光线会聚到该第二光学面，并通过该第二光学面透射到该光伏电池上。本发明减少了到达光伏电池表面的光能损失，且使得照射到光伏电池表面的光线照度均匀，并且应用范围广泛。



1. 一种聚光装置，其包括一用来将外部光线会聚的聚焦透镜，其特征在于，该聚光装置进一步包括一二次透镜，该聚焦透镜和该二次透镜从上至下依序设置，该二次透镜包括一位于其顶部的第一光学面和一位于其底部中间位置的第二光学面，该第一光学面设置在该聚焦透镜的焦平面上，该第一光学面将由聚焦透镜射来的光线会聚到该第二光学面，该第二光学面将接收的光线透射到外部。

2. 根据权利要求 1 所述的聚光装置，其特征在于，该二次透镜进一步包括一底面和一外侧面，该外侧面与该第一光学面相接，该底面与该外侧面相接，该第二光学面位于该底面的中间位置。

3. 根据权利要求 1 所述的聚光装置，其特征在于，该二次透镜进一步包括一底面、一外侧面、一全反射面和一内侧面，该外侧面与该第一光学面相接，该底面与该外侧面相接，该底面为环行面，该内侧面与该全反射面、该底面都相接，该第二光学面和该全反射面成倒圆锥体结构，该全反射面为倒圆锥体的侧面。

4. 根据权利要求 1 所述的聚光装置，其特征在于，该二次透镜进一步包括一外侧面、一第一环形面、一第二环形面、一全反射面和一内侧面，该外侧面与该第一光学面相接，该第一环形面与该外侧面的底部和该内侧面的底部都相接，该第二环形面与该内侧面的顶部和该全反射面的顶部都相接，该第二光学面和该全反射面成倒圆锥体结构，该全反射面为倒圆锥体的侧面。

5. 根据权利要求 1、2、3 或 4 所述的聚光装置，其特征在于，该聚焦透镜为菲涅尔透镜。

6. 根据权利要求 5 所述的聚光装置，其特征在于，在沿该菲涅尔透镜和该二次透镜的纵截面方向的二维坐标系里，该菲涅尔透镜的下表面包括多个锯齿 和多个端点，每一锯齿都是由一竖直线和一曲线构成，每一曲线都是以该菲涅尔透镜的焦点为一焦点，并且过一端点的双曲线。

7. 根据权利要求 6 所述的聚光装置，其特征在于，该菲涅尔透镜的每个锯齿为相同的齿深或相同的齿宽。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的聚光装置，其特征在于，在沿该菲涅尔透镜和该二次透镜的纵截面方向的二维坐标系里，该第一光学面的面型曲线是以该菲涅耳透镜的边缘左端点和该第二光学面的右端点为焦点，且过该菲涅尔透镜的焦点的笛卡尔卵形线。

9. 一种聚光光伏发电装置，其包括一聚光装置和一光伏电池，该聚光装置包括一用来将外部光线会聚的聚焦透镜，该光伏电池用来接收光线并将光能转换为电能，其特征在于，该聚光装置进一步包括一用来匀光的二次透镜，该聚焦透镜和该二次透镜从上至下依序设置，该二次透镜包括一位于其顶部的第一光学面和一位于其底部中间位置的第二光学面，该第一光学面设置在该聚焦透镜的焦平面上，该光伏电池设置在该第一光学面的焦平面上，该第一光学面将聚焦透镜射来的光线会聚到该第二光学面，并通过该第二光学面透射到该光伏电池上。

10. 根据权利要求 9 所述的聚光光伏发电装置，其特征在于，该聚光光伏发电装置还包括一封装装置和一跟踪装置，该封装装置用来将该聚光装置和该光伏电池封装在一起，该封装装置固定安装在该跟踪装置上，该跟踪装置根据不同时刻太阳的位置调整该封装装置的位置和角度。

11. 一种聚光装置的设计方法，其特征在于，包括如下设计步骤：

步骤 i :确定二次透镜的第一光学面在沿菲涅耳透镜和二次透镜的纵截面方向的二维坐标系中的面型曲线方程；

步骤 ii :将二次透镜的面型曲线绕该二维坐标系的纵轴旋转，得到二次透镜的三维结构。

12. 根据权利要求 11 所述的聚光装置的设计方法，其特征在于，该设计方法在该步骤 i 之前还包括如下设计步骤：

步骤 iii :确定菲涅耳透镜的入射角、高宽比、口径，以及二次透镜的第二光学面的口径。

13. 根据权利要求 12 所述的聚光装置的设计方法，其特征在于，该设计方法在该步骤 i 之后还包括如下设计步骤：

步骤 iv :根据光线追迹原理，确定二次透镜的第一光学面的口径和外侧面的高度。

14. 根据权利要求 13 所述的聚光装置的设计方法，其特征在于，该设计方法在该步骤 iv 之后还包括一步骤 v，该步骤 v 具体为：根据步骤 iv 的结果，使得光线与二次透镜的第一光学面的交点在该二维坐标系的横轴的负半轴区间内，如果满足该条件，则进行步骤 ii ；如果不满足该条件，则改变菲涅耳透镜的高宽比，并返回步骤 iii、步骤 i、步骤 iv。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的聚光装置的设计方法，其特征在于，该设计方法在该步骤 iv 或者步骤 v 之后还包括一步骤 vi，步骤 vi 为：确定二次透镜的全反射面、第一环形面、第二环形面和内侧面的口径。

16. 根据权利要求 11、12、13 或 14 所述的聚光装置的设计方法，其特征在于，该设计方法还包括一步骤 vii，步骤 vii 为：确定菲涅耳透镜的下表面的每一锯齿在沿菲涅耳透镜和二次透镜的纵截面方向的二维坐标系中的面型曲线方程。

17. 根据权利要求 16 所述的聚光装置的设计方法，其特征在于，该设计方法在该步骤 vii 之后还包括一步骤 viii，步骤 viii 为：确定菲涅尔透镜的上部的厚度和每个锯齿的竖直线的长度，并将菲涅耳透镜的面型曲线绕该二维坐标系的纵轴旋转，得到菲涅耳透镜的三维结构。

聚光装置及其设计方法、聚光光伏发电装置

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种聚光装置及其设计方法,以及使用该聚光装置的聚光光伏发电装置。

【背景技术】

[0002] 光能作为地球上最为丰富的可再生能源,日益受到世界上各个国家的重视。然而到目前为止,光能光伏技术并未像人们预想的那样得到广泛地应用。究其原因,主要是因为光伏系统成本过高。

[0003] 目前降低光伏系统成本的有效途径之一,是在光伏发电装置中增加成本相对较低的聚光器件以形成聚光光伏发电装置。现有技术聚光光伏发电装置包括一聚光透镜、一匀光棱镜和一光伏电池,该聚光透镜、该匀光棱镜和该光伏电池从上至下依次设置。该聚光透镜接收外部射入的太阳光线,并将太阳光线会聚到该匀光棱镜内,该匀光棱镜将进入其内部的太阳光线进行多次反射后,照射到光伏电池的表面,该光伏电池将光能转换为电能。

[0004] 然而,现有技术聚光光伏发电装置存在诸多缺陷,首先,由于光线需要在匀光棱镜内进行多次反射后才照射到光伏电池的表面上,造成到达光伏电池的光能损失较大,并且使得照射到光伏电池表面的光线照度不均匀,从而降低了光伏电池的光电转换效率;其次,为了使得射入到匀光棱镜内的光线发生全反射,则照射到匀光棱镜的照射角度限定在一个较小的范围,从而造成其应用范围较为有限。此外,需要设置匀光棱镜的位置及其与菲涅尔聚光镜之间所成的角度,使得光线以特定的角度射入到匀光棱镜内发生全反射,由此造成整个系统的组装调试较为复杂,同时也增大了系统机械不稳定性。

【发明内容】

[0005] 为了解决现有技术聚光光伏发电装置的光电转换效率低以及应用范围较为有限的技术问题,本发明提供一种光电转换效率高以及应用范围较广泛的聚光光伏发电装置。

[0006] 本发明提供一种聚光装置,其包括一用来将外部光线会聚的聚焦透镜,其中,该聚光装置进一步包括一二次透镜,该聚焦透镜和该二次透镜从上至下依序设置,该二次透镜包括一位于其顶部的第一光学面和位于其底部中间位置的第二光学面,该第一光学面设置在该聚焦透镜的焦平面上,该第一光学面将由聚焦透镜射来的光线会聚到该第二光学面,该第二光学面将接收的光线透射到外部。

[0007] 所述的二次透镜进一步包括一底面和一外侧面,该外侧面与该第一光学面相接,该底面与该外侧面相接,该第二光学面位于该底面的中间位置。

[0008] 所述的二次透镜进一步包括一底面、一外侧面、一全反射面和一内侧面,该外侧面与该第一光学面相接,该底面与该外侧面相接,该底面为环行面,该内侧面与该全反射面、该底面都相接,该第二光学面和该全反射面成倒圆锥体结构,该全反射面为倒圆锥体的侧面。

[0009] 所述的二次透镜进一步包括一外侧面、一第一环形面、一第二环形面、一全反射面和一内侧面，该外侧面与该第一光学面相接，该第一环形面与该外侧面的底部和该内侧面的底部都相接，该第二环形面与该内侧面的顶部和该全反射面的顶部都相接，该第二光学面和该全反射面成倒圆锥体结构，该全反射面为倒圆锥体的侧面。

[0010] 所述的聚焦透镜为菲涅尔透镜。

[0011] 在沿该菲涅尔透镜和该二次透镜的纵截面方向的二维坐标系里，该菲涅尔透镜的下表面包括多个锯齿和多个端点，每一锯齿都是由一竖直线和一曲线构成，每一曲线都是以该菲涅尔透镜的焦点为一焦点，并且过一端点的双曲线。

[0012] 所述的菲涅尔透镜的每个锯齿为相同的齿深或相同的齿宽。

[0013] 在沿该菲涅尔透镜和该二次透镜的纵截面方向的二维坐标系里，该第一光学面的面型曲线是以该菲涅耳透镜的边缘左端点和该第二光学面的右端点为焦点，且过该菲涅尔透镜的焦点的笛卡尔卵形线。

[0014] 本发明还提供一种聚光光伏发电装置，其包括一聚光装置和一光伏电池，该聚光装置包括一用来将外部光线会聚的聚焦透镜，该光伏电池用来接收光线并将光能转换为电能，其中，该聚光装置进一步包括一用来匀光的二次透镜，该聚焦透镜和该二次透镜从上至下依序设置，该二次透镜包括一位于其顶部的第一光学面和位于其底部中间位置的第二光学面，该第一光学面设置在该聚焦透镜的焦平面上，该光伏电池设置在该第一光学面的焦平面上，该第一光学面将聚焦透镜射来的光线会聚到该第二光学面，并通过该第二光学面透射到该光伏电池上。

[0015] 所述的聚光光伏发电装置还包括一封装装置和一跟踪装置，该封装装置用来将该聚光装置和该光伏电池封装在一起，该封装装置固定安装在该跟踪装置上，该跟踪装置根据不同时刻太阳的位置调整该封装装置的位置和角度。

[0016] 本发明还提供了一种聚光装置的设计方法，包括如下设计步骤：

[0017] 步骤 i :确定二次透镜的第一光学面在沿菲涅耳透镜和二次透镜的纵截面方向的二维坐标系中的面型曲线方程；

[0018] 步骤 ii :将二次透镜的面型曲线绕该二维坐标系的纵轴旋转，得到二次透镜的三维结构。

[0019] 所述的设计方法在该步骤 i 之前还包括如下设计步骤：

[0020] 步骤 iii :确定菲涅耳透镜的入射角、高宽比、口径，以及二次透镜的第二光学面的口径。

[0021] 所述的设计方法在该步骤 i 之后还包括如下设计步骤：

[0022] 步骤 iv :根据光线追迹原理，确定二次透镜的第一光学面的口径和外侧面的高度。

[0023] 所述的设计方法在该步骤 iv 之后还包括一步骤 v，该步骤 v 具体为：根据步骤 iv 的结果，使得光线与二次透镜的第一光学面的交点在该二维坐标系的横轴的负半轴区间内，如果满足该条件，则进行步骤 ii；如果不满足该条件，则改变菲涅耳透镜的高宽比，并返回步骤 iii、步骤 i、步骤 iv。

[0024] 所述的设计方法在该步骤 iv 或者步骤 v 之后还包括一步骤 vi，步骤 vi 为：确定二次透镜的全反射面、第一环形面、第二环形面和内侧面的口径，

[0025] 所述的设计方法还包括一步骤 vii, 步骤 vii 为 : 确定菲涅耳透镜的下表面的每一锯齿在沿菲涅耳透镜和二次透镜的纵截面方向的二维坐标系中的面型曲线方程 ;

[0026] 所述的设计方法在该步骤 vii 之后还包括一步骤 viii, 步骤 viii 为 : 确定菲涅尔透镜的上部的厚度和每个锯齿的竖直线的长度, 并将菲涅耳透镜的面型曲线绕该二维坐标系的纵轴旋转, 得到菲涅耳透镜的三维结构。

[0027] 相较于现有技术, 本发明所述的聚光装置及其设计方法、聚光光伏发电装置的主要有益效果在于 :

[0028] (1). 所述的聚光装置的二次透镜具有自上至下依序设置的第一光学面和第二光学面, 所述的聚焦透镜射来的光线通过第一光学面和第二光学面透射后, 即均匀的会聚到光伏电池表面的各个位置, 其减少了到达光伏电池表面的光能损失, 并且使得照射到光伏电池表面的光线照度均匀, 提高了光伏电池的光电转换效率。

[0029] (2). 所述的聚光装置的二次透镜的第一光学面和第二光学面可以根据使用的需要设定为任意尺寸, 所以使得其应用范围广泛, 可以应用多个不同领域。

[0030] (3). 实现均匀聚光的第一光学面和第二光学面为设置在二次透镜上的一体结构, 并且不需要调整二次透镜与聚焦透镜的角度关系, 使得整个系统的组装和调试都较为方便, 同时也提高了系统的机械稳定性。

【附图说明】

[0031] 图 1 是本发明聚光光伏发电装置实施例 1 的聚焦透镜和二次透镜沿纵截面方向的剖面示意图。

[0032] 图 2 是本发明聚光光伏发电装置实施例 1 的二次透镜沿纵截面方向的剖面放大示意图。

[0033] 图 3 是本发明聚光光伏发电装置实施例 4 的聚光装置设计方法的步骤示意图。

[0034] 图 4 是本发明聚光光伏发电装置实施例 4 的聚焦透镜和二次透镜沿纵截面方向的剖面示意图。

【具体实施方式】

[0035] 实施例 1

[0036] 一种聚光光伏发电装置, 其包括一聚光装置、一光伏电池、一散热装置、一封装装置和一跟踪装置。该聚光装置、该光伏电池和该散热装置从上至下依次设置。该聚光装置用来将太阳光线会聚到该光伏电池上。该光伏电池用来接收聚光装置发出的光线, 并将光能转换为电能。该封装装置用来将该聚光装置、该光伏电池和该散热装置封装在一起。该封装装置固定安装在该跟踪装置上, 该跟踪装置根据不同时刻太阳的位置调整该封装装置的位置和角度。

[0037] 如图 1 所示, 该聚光装置包括一聚焦透镜 10 和一二次透镜 20。该二次透镜 20 设置在该聚焦透镜 10 的焦平面的位置, 该光伏电池与该二次透镜 20 的底部接触。该菲涅耳透镜 10 用来将外部光线会聚到二次透镜上, 该二次透镜用来将菲涅耳透镜射出的光线均匀会聚到光伏电池上。该聚焦透镜的下表面包括多个同心环形凹槽。

[0038] 在沿该聚焦透镜 10 和该二次透镜 20 的纵截面方向, 设定以平行于该二次透镜 20

的底面的平面为坐标横轴 y, 以垂直于该二次透镜 20 的底面的中心位置为坐标纵轴 z 建立二维坐标系, 该聚焦透镜 10 的下表面包括多个锯齿 12 和多个端点 14。每一锯齿 12 都是由一竖直线和一曲线构成, 每一曲线都是以该菲涅尔透镜的焦点为一焦点, 并且过一端点 14 的双曲线, 如第一锯齿的曲线过第一端点 A₁, 第二锯齿的曲线过第二端点 A₂, ……, 第 n 锯齿的曲线过第 n 端点 A_n, 其中 n 为自然数。根据实际操作的需要, 可以设计各个锯齿具有相同的齿深或相同的齿宽, 进而可以确定各个锯齿的端点 A_n(A_{ny}, A_{nz}) 的两个坐标值中的一个。确定第一端点 A₁ 的坐标值以后, 各个齿的面型曲线方程便确定了。

[0039] 如图 2 所示, 该二次透镜 20 包括一第一光学面 21、一第二光学面 22、一全反射面 23、一第一环形面 24、一第二环形面 25、一外侧面 26 和一内侧面 27。该第一光学面 21 为一曲面, 其位于该二次透镜 20 的顶部, 该第二光学面 22 和该第一环形面 24 都位于该二次透镜 20 的底部。该第二光学面 22 的尺寸与该光伏电池的尺寸相同。该第一环形面 24 位于该二次透镜 20 的底部, 并且与该外侧面 26 的底部和该内侧面 27 的底部都相接。该第二光学面 22 和该全反射面 23 成倒圆锥体结构, 其中, 该第二光学面 22 为倒圆锥体的底面, 该全反射面 23 为倒圆锥体的侧面。该第二环形面 25 位于该内侧面 27 的顶部与该全反射面 23 之间, 并且与该内侧面 27 的顶部相接。

[0040] 在沿该聚焦透镜 10 和该二次透镜 20 的纵截面方向的二维坐标系里, 该第一光学面 21 的面型曲线是以该菲涅耳透镜 10 的边缘左端点(未标示)和该光伏电池右端点(未标示)为焦点, 且过该聚焦透镜 10 的焦点(未标示)的笛卡尔卵形线。

[0041] 该第一环形面 24、该第二环形面 25、该外侧面 26 和该内侧面 27 为非光学面。其中, 设定该第二光学面 22 与该全反射面 23 之间的夹角为 α, 第二光学面 21 的口径为 d, 该全反射面 23 的高度为 f, 该第二环形面 25 的外口径、内口径和宽度分别为 c、g 和 e, 则该第二环形面 25 的内口径满足关系式: $g = d + 2 * \frac{f}{\tan \alpha}$, 该第二环形面 25 的宽度为 e = c-g。该第一环形面 24、该第二环形面 25、该外侧面 26 和该内侧面 27 都为非光学面。该夹角 α 取值范围因具体设计而定, 为了使得不能到达光伏电池的光线尽可能在该全反射面 23 上发生全反射, 该夹角 α 设定为 40 度至 70 度。

[0042] 该光伏电池包括光伏电池板(图未示)和外接电路(图未示)。该光伏电池板设置在该二次透镜 20 的第一光学面 21 的焦平面上并与其第二光学面 22 接触, 用来接收该二次透镜 20 的第二光学面 21 射出的光线, 并将光能转换为电能。该外接电路用来将电能输出到外部蓄电设备。该散热装置设置在该光伏电池板的下表面, 以避免光伏电池因长时间照射产生过多热量造成系统的光电效应的效率降低。

[0043] 实施例 2

[0044] 本发明所述的聚光光伏发电装置与实施例 1 的聚光光伏发电装置大致相同, 其主要区别在于: 该二次透镜包括一第一光学面、一第二光学面、一底面和一外侧面, 该第一光学面位于该二次透镜的顶部, 该外侧面与该第一光学面相接, 该底面与该外侧面相接, 该第二光学面位于该底面的中间位置。

[0045] 实施例 3

[0046] 本发明所述的聚光光伏发电装置与实施例 1 的聚光光伏发电装置大致相同, 其主要区别在于: 该二次透镜进一步包括一第一光学面、一第二光学面、一底面、一外侧面、一

全反射面和一内侧面，该第一光学面位于该二次透镜的顶部，该第二光学面位于该二次透镜的底部中间位置，该外侧面与该第一光学面相接，该底面与该外侧面相接，该底面为环行面，该内侧面与该全反射面和该底面都相接，该第二光学面和该全反射面成倒圆锥体结构，该全反射面为倒圆锥体的侧面。

[0047] 实施例 4

[0048] 如图 3 和图 4 所示，本发明还提供了一种对上述聚光装置的设计方法，即对菲涅耳透镜 50 和二次透镜 60 的设计方法。该设计方法依据柯勒照明原理。该设计方法主要是基于菲涅耳透镜 50 和二次透镜 60 的纵截面的二维设计，再由二维曲线沿纵向中心轴旋转得到三维结构。其具体设计步骤如下：

[0049] 步骤 i：首先确定菲涅耳透镜 50 和二次透镜 60 的多个参数的具体数值，确定几何聚光比为 C，二次透镜 60 的第二光学面 62 的口径为 d，菲涅耳透镜 50 的高宽比为 a，设定菲涅耳透镜 50 的口径以 D 表示，光线入射半角为 θ_t ，其接收半角为 θ'_t ，根据几何聚光比公式

$$[0050] C = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\pi * (D/2)^2}{\pi * (d/2)^2} = \frac{(\sin \theta'_t)^2}{(\sin \theta_t)^2}$$

[0051] 求得菲涅耳透镜 50 的口径 $D = d * \sqrt{C}$ ；由上述几何聚光比公式可知，接收半角 θ'_t 取 90 度时，几何聚光比 C 的最大值，但一般无法达到，设计时一般取接受半角 θ'_t 为 70 度左右，因此，入射半角 $\theta_t = \sin^{-1} \frac{\sin \theta'_t}{\sqrt{C}}$ 。在本发明中，取几何聚光比 C = 1000，则入射半角 $\theta_t = 1$ 度；

[0052] 步骤 ii：确定二次透镜 60 的第一光学面 61 在沿该菲涅耳透镜 50 和该二次透镜 60 的纵截面方向的二维坐标系中的面型曲线方程，设定该二维坐标系以平行于第二光学面 62 所在的平面为坐标横轴 y，以垂直于第二光学面 62 的所在平面的中心位置为坐标纵轴 z，确定该菲涅耳透镜 50 的焦点和边缘左端点 54 以及该二次透镜的第二光学面 62 的边缘右端点（未标示）的坐标，该菲涅耳透镜 50 的边缘左端点 54 的横坐标为菲涅耳透镜 50 的半口径值，即 -D/2，纵坐标为 D*a，该第二光学面 62 的边缘右端点的横坐标为第二光学面的半口径，即 d/2；设定该第一光学面 61 的面型曲线是以该菲涅耳透镜 50 的边缘左端点 54 和该第二光学面 62 的边缘右端点为焦点，且过该菲涅耳透镜 50 的焦点的笛卡尔卵形线；

[0053] 步骤 iii：确定菲涅耳透镜 50 下表面在该二维坐标系中的锯齿曲线方程，每一锯齿 52 都是由一竖直线和一曲线构成，每一曲线都是以该菲涅耳透镜 50 的焦点为一焦点，并且过一端点的双曲线；

[0054] 步骤 iv：根据光线追迹原理，确定二次透镜 60 的第一光学面 61 的口径以及该外侧面 66 的高度，设定该第一光学面 61 的口径以 D_s 表示，以负入射半角 $-\theta_t$ 入射的光线为第一光线 r1，以正入射半角 θ_t 入射的光线为第二光线 r2（规定当入射光线与二维坐标横轴 y 轴的夹角余弦值为正时，则为正入射角；反之，则为负入射角），根据光线追迹原理，追迹第一光线 r1 和第二光线 r2，得到该第一光线经过菲涅耳透镜 50 后与二次透镜 60 的第一光学面 61 相交的边缘端点，设定该二次透镜 60 的第一光学面 61 上的边缘端点的坐标为 B(B_y, B_z)，则二次透镜 60 的第一光学面 61 的口径为 $D_s = 2 * |B_y|$ ，该外侧面 66 的高度为边缘端点 B 的纵坐标，即为 |B_z|；

[0055] 步骤 v :根据步骤 iv 的结果,使得第一光线、第二光线与二次透镜 60 的第一光学面 61 的交点都在该二维坐标系的横轴的负半轴区间内,如果不满足该条件,则改变菲涅耳透镜的高宽比 a,即改变其边缘左端点的纵坐标值,并返回步骤 i 至步骤 iv ;如果满足该条件,则进行步骤 vi 至步骤 vii ;

[0056] 步骤 vi :确定二次透镜 60 的全反射面 63、第一环形面 64、第二环形面 65 和内侧面 67 的口径,其中,设定该第二光学面 62 与该全反射面 63 之间的夹角为 α ,第二光学面 62 的口径为 d,全反射面 63 的高度为 f,第二环形面 65 的外口径、内口径和宽度分别为 c、g 和 e,则第二环形面 65 的内口径满足关系式 : $g = d + 2 * \frac{f}{\tan \alpha}$,第二环形面 65 的宽度为 $e = c - g$ 。该第一环形面 64、第二环形面 65、外侧面 66 和该内侧面 67 都为非光学面。该夹角 α 取值范围因具体设计而定,为了使得不能到达该第二光学面 62 的光线尽可能在该全反射面 63 上发生全反射,该夹角 α 设定为 40 度至 70 度;

[0057] 步骤 vii :确定菲涅尔透镜 50 的上部的厚度和每个锯齿 52 的竖直线的长度,并将该菲涅耳透镜 50 和该二次透镜 60 的面型曲线绕该二维坐标系的纵轴旋转,得到该菲涅耳透镜 50 和该二次透镜 60 的三维结构。

[0058] 该聚光装置的设计方法并不一定严格按照上述步骤 i 至步骤 vii 的顺序进行,也可改变其中部分步骤的顺序,如可以调换步骤 iii 与步骤 iv、步骤 iv 与步骤 v 的先后顺序。另外,该聚光装置的设计方法并不一定包括上述步骤 i 至步骤 vii 的全部,也可以仅包括步骤 i 至步骤 vii 中的部分步骤。此外,在步骤 i 中,该第一光学面 61 的面型曲线也可以以该菲涅耳透镜 50 的边缘右端点和该第二光学面 62 的左端点为焦点。

[0059] 本发明聚光光伏发电装置并不限于上述实施例所述,其也可以包括其他变更设计,如:该二次透镜的第一光学面与第二光学面之间的可以根据使用的需要设计出其他形状立体结构;该二次透镜也可以在第一光学面与第二光学面之间的多个位置设置多个全反射面;该二次透镜仅包括一第一光学面、一第二光学面和一与该第一光学面、第二光学面都相接的侧面。

[0060] 本发明提供了一种聚光装置及其设计方法、聚光光伏发电装置,相较于现有技术,本发明的主要有益效果在于:

[0061] (1). 所述的聚光装置的二次透镜具有自上至下依序设置的第一光学面和第二光学面,所述的聚焦透镜射来的光线通过第一光学面和第二光学面透射后,即均匀的会聚到光伏电池表面的各个位置,其减少了到达光伏电池表面的光能损失,并且使得照射到光伏电池表面的光线照度均匀,提高了光伏电池的光电转换效率。

[0062] (2). 所述的聚光装置的二次透镜的第一光学面和第二光学面可以根据使用的需要设定为任意尺寸,所以使得其应用范围广泛,可以应用多个不同领域。

[0063] (3). 实现均匀聚光的第一光学面和第二光学面为设置在二次透镜上的一体结构,并且不需要调整二次透镜与聚焦透镜的角度关系,使得整个系统的组装和调试都较为方便,同时也提高了系统的机械稳定性。

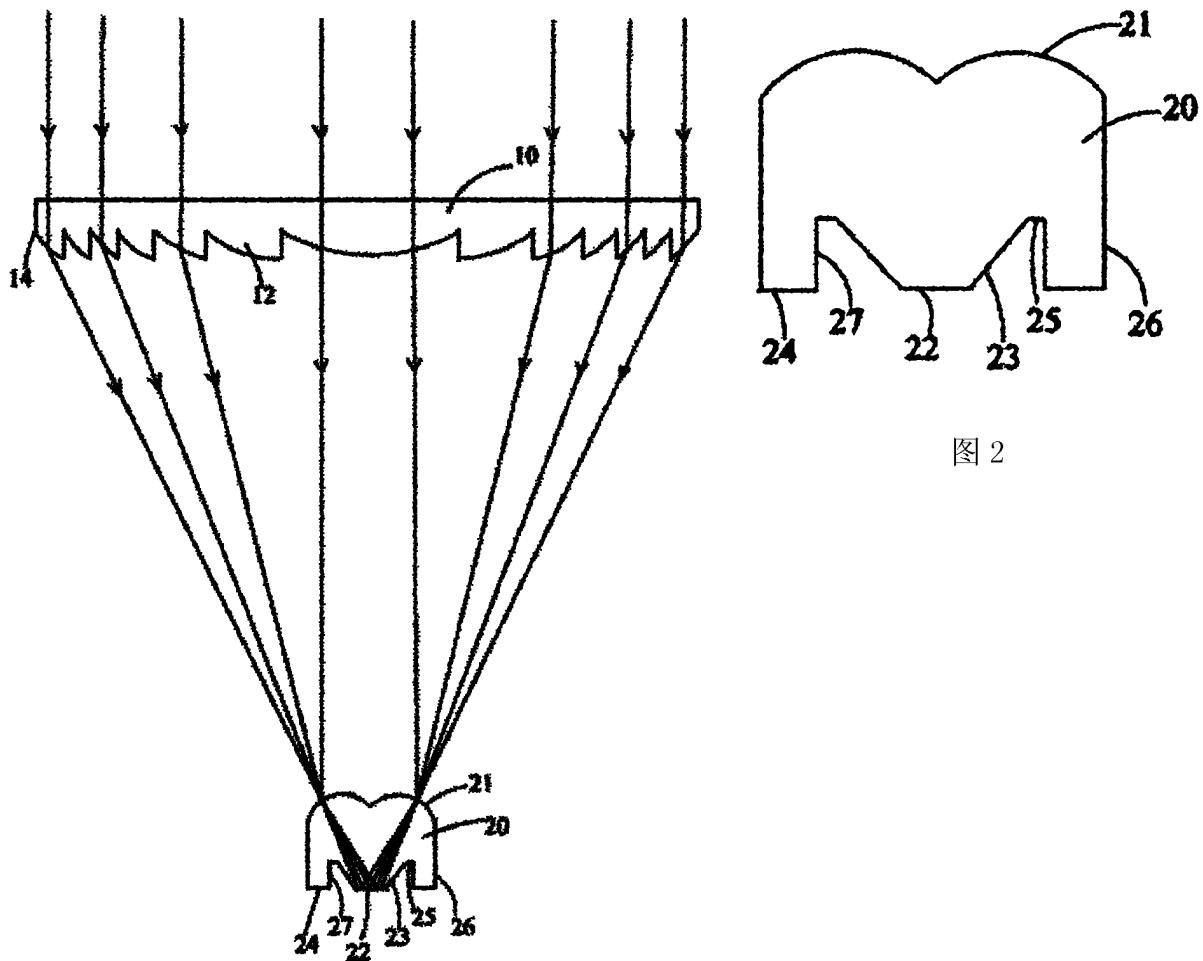


图 1

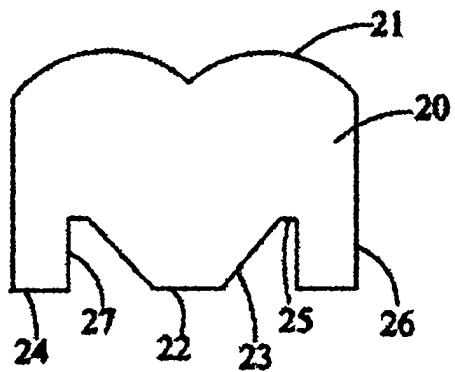


图 2

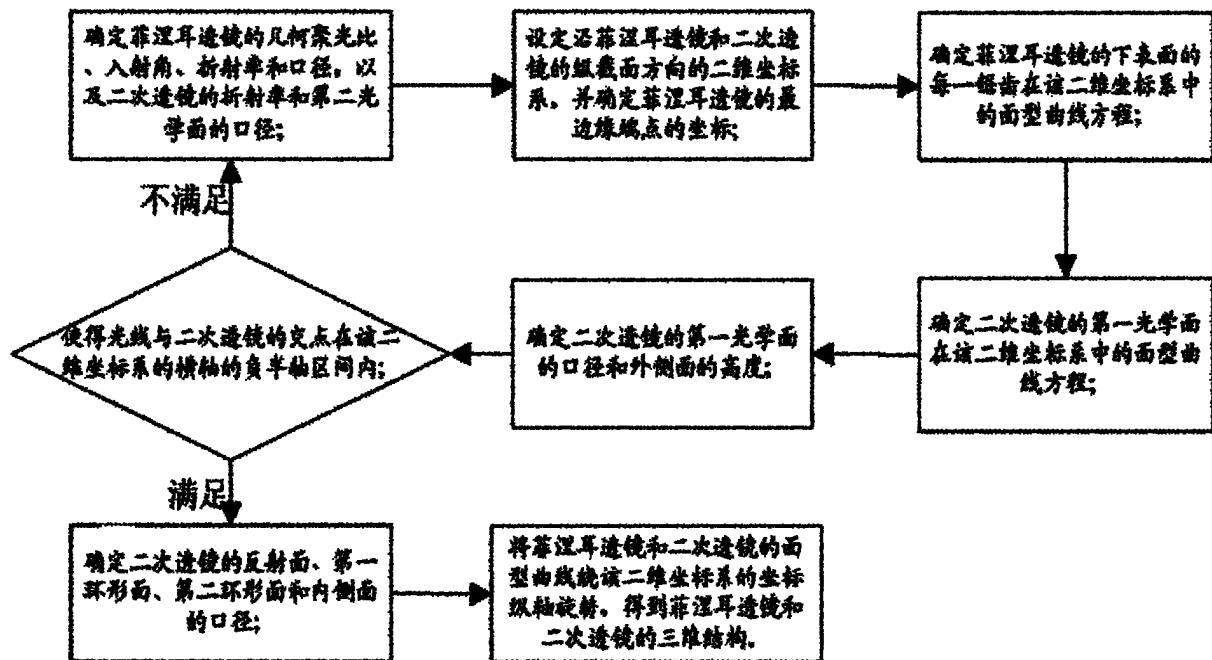


图 3

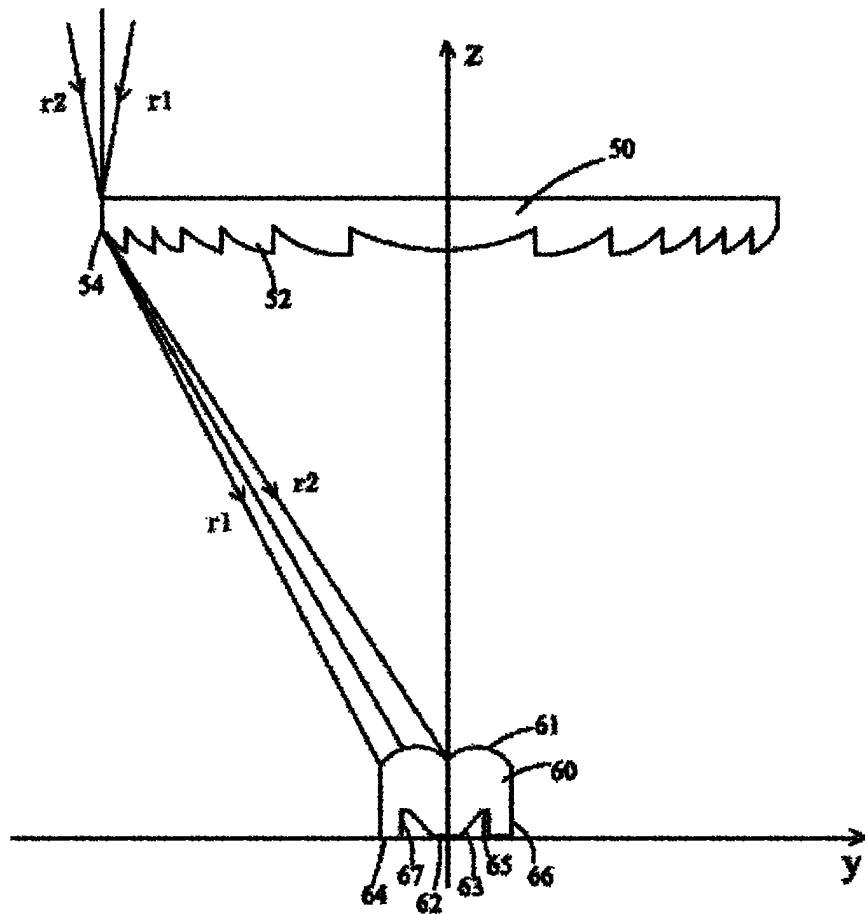


图 4