



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105162412 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201510564411. 8

H02S 40/22(2014. 01)

(22) 申请日 2015. 09. 08

F24J 2/00(2014. 01)

(66) 本国优先权数据

201410630264. 5 2014. 11. 11 CN

(71) 申请人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96 号

(72) 发明人 季杰 徐宁 孙炜 韩利生

金祝岭 黄文竹

(74) 专利代理机构 合肥金安专利事务所 34114

代理人 金惠贞

(51) Int. Cl.

H02S 40/44(2014. 01)

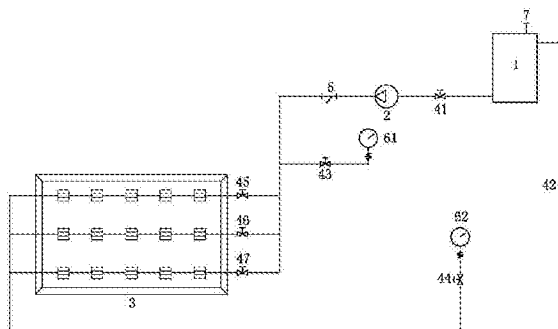
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种高倍聚光光伏发电供热系统

(57) 摘要

本发明涉及高倍聚光光伏发电供热系统。包括水箱、水泵和高倍聚光光伏光热机构；高倍聚光光伏光热机构由至少一组光伏光热组件构成；每组光伏光热组件包括至少两个串联或并联的光伏光热机构；每个光伏光热机构由菲涅尔透镜和光伏接收机构组成；光伏接收机构由依次连接的二次光学棱镜、太阳能光伏电池和水冷换热件构成；菲涅尔透镜、二次光学棱镜和太阳能光伏电池构成发电机构；水冷换热件通过串联或并联构成高倍聚光光伏光热机构的循环水管路；水箱、水泵和所述循环水管路串联形成循环水供热回路。本发明当采用砷化镓三结电池作为系统的光伏电池时，系统可同时实现 20% 以上的光电转换效率和 55% 的光热转换效率，系统的太阳能利用效率最高可超过 75%。



1. 一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:包括水箱(1)、水泵(2)和高倍聚光光伏光热机构;所述高倍聚光光伏光热机构由至少一组光伏光热组件(3)构成;每组光伏光热组件(3)包括至少两个串联或并联的光伏光热机构;每个光伏光热机构由菲涅尔透镜(31)和光伏接收机构(34)组成;所述光伏接收机构(34)由依次连接的二次光学棱镜(341)、太阳能光伏电池(342)和管状的水冷换热件(343)构成;菲涅尔透镜(31)、二次光学棱镜(341)和太阳能光伏电池(342)构成发电机构;

所述管状的水冷换热件(343)通过串联或并联构成高倍聚光光伏光热机构的循环水管路;水箱(1)上设有出水口和回水口,水箱(1)的出水口通过管道连通着水泵(2)的进水口,水泵(2)的出水口通过管道连通着高倍聚光光伏光热机构的循环水管路的进水口,高倍聚光光伏光热组件(3)的循环水管路的出水口通过管道连通着水箱(1)的回水口,形成循环水供热回路。

2. 根据权利要求1所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:管状的水冷换热件(343)的一端为进水口(344),另一端为出水口(345);管状的水冷换热件(343)的外部沿轴向设有一板状的平台,太阳能光伏电池(342)通过导热硅胶固定在平台中部;所述二次光学棱镜(341)为四棱锥台,且小端口连接着太阳能光伏电池(342),大端口对应着菲涅尔透镜(31)。

3. 根据权利要求1所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:至少一组光伏光热组件(3)位于一个框架(32)内,所述框架(32)的顶部和底部为贯通状,框架(32)内在贯通的方向均布着单元小格;每个光伏光热机构位于一个单元小格内,且菲涅尔透镜(31)位于框架(32)的顶部,水冷换热件(343)位于框架(32)的底部。

4. 根据权利要求1所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:所述水泵(2)的进水口一侧的管道上设有进水阀(41),出水口一侧的管道上设有过滤器(5)。

5. 根据权利要求4所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:所述过滤器(5)为Y型过滤器。

6. 根据权利要求1所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:所述高倍聚光光伏光热组件(3)的循环水管路的进水口一侧的管路上设有第一压力表(61),出水口一侧的管路上设有第二压力表(62)。

7. 根据权利要求6所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:所述高倍聚光光伏光热组件(3)的循环水管路的进水口一侧的第一压力表(61)和管路之间设有第一压力计控制阀(43),循环水管路的出水口一侧的第二压力表(62)和管路之间设有第二压力计控制阀(44)。

8. 根据权利要求1所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:所述水箱(1)上设有排气阀(7),水箱(1)的回水口一侧的管道上设有回水阀(42)。

9. 根据权利要求4或7或8所述的一种高倍聚光光伏发电供热系统,其特征在于:所述进水阀(41)、回水阀(42)、第一压力计控制阀(43)和第二压力计控制阀(44)均为球阀。

一种高倍聚光光伏发电供热系统

技术领域

[0001] 本发明属于太阳能光伏光热综合利用技术领域,具体涉及一种高倍聚光光伏发电供热系统。

背景技术

[0002] 由于太阳能的普遍存在性和可无限利用的清洁性特点,太阳能的应用已经成为了补充常规能源的重要途径之一。太阳能利用的主要方式包括太阳能光热利用、太阳能光电利用、太阳能光化学利用和太阳能光生物利用。在太阳能光伏利用中,光伏电池吸收太阳辐照后电池温度会随之升高,从而导致光电转换效率下降。提高太阳能光伏发电效率的有效途径之一是降低光伏电池的工作温度,即通过各种冷却方式来保证光伏电池不至工作在较高温度下。常用的冷却方式是通过空气或水将热量带走,同时将这些额外的热量收集加以利用,这样在提高光伏发电效率的同时也提高了单位面积的光电光热综合利用效率。在国内,光伏热水集热器、光伏空气集热器以及空气和热水结合的双功能集热器均有较多应用,如光伏驱动太阳能空气集热器(CN102322695A),整板性管板式光伏热水模块(CN101740650A),多功能平板集热器(CN201155869)等。

[0003] 另一种提高太阳能光伏发电效率的重要方式是提高光伏电池接收到的光照强度,即采用聚光方式。太阳能聚光方式有很多,目前比较成熟的有槽式聚光,复合抛物面聚光,碟式聚光和菲涅尔式聚光等。槽式聚光系统和复合抛物面聚光系统一般只能获得低于 100 倍的聚光倍数,且大多采用晶硅类光伏电池,发电效率低,经济效益不明显。碟式聚光系统虽然能获得较高的聚光倍数,但安装复杂,镜面承受的结构应力较大,容易损坏,成本很高,聚光焦面暴露在外也增加了安装时的危险性。而菲涅尔聚光系统通过菲涅尔透镜光学元件将太阳光汇聚到面积很小的电池上,以此方式来减小焦斑处的电池面积,同时以相同的比例来增加电池上的光强,不仅可以实现超过 1000 倍的聚光效果,而且成本较低,同时具有较好的稳定性。菲涅尔式高倍聚光系统中光伏电池的工作温度往往超过环境温度 60℃ 左右,为了实现冷却效果,常用铜或铝作做成的外部直肋式换热冷却装置,与光伏模块直接接触,通过空气的对流作用来带走热量。这种方式虽然能够起到一定的换热冷却效果,但受环境因素影响较大,在炎热的天气条件下很难有效降低电池的温度,并且很难达到瞬间冷却的换热效果,从而使得系统的光电转换效率比光伏电池的效率偏低,同时也无法充分利用太阳能资源。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种高倍聚光光伏发电供热系统,可以保证高倍聚光光伏系统高效发电的同时,收集额外的热能。

[0005] 一种高倍聚光光伏发电供热系统包括水箱 1、水泵 2 和高倍聚光光伏光热机构;所述高倍聚光光伏光热机构由至少一组光伏光热组件 3 构成;每组光伏光热组件 3 包括至少两个串联或并联的光伏光热机构;每个光伏光热机构由菲涅尔透镜 31 和光伏接收机构 34

组成；所述光伏接收机构 34 由依次连接的二次光学棱镜 341、太阳能光伏电池 342 和管状的水冷换热件 343 构成；菲涅尔透镜 31、二次光学棱镜 341 和太阳能光伏电池 342 构成发电机构；

所述管状的水冷换热件 343 通过串联或并联构成高倍聚光光伏光热机构的循环水管路；水箱 1 上设有出水口和回水口，水箱 1 的出水口通过管道连通着水泵 2 的进水口，水泵 2 的出水口通过管道连通着高倍聚光光伏光热机构的循环水管路的进水口，高倍聚光光伏光热组件 3 的循环水管路的出水口通过管道连通着水箱 1 的回水口，形成循环水供热回路。

[0006] 管状的水冷换热件 343 的一端为进水口 344，另一端为出水口 345；管状的水冷换热件 343 的外部沿轴向设有一板状的平台，太阳能光伏电池 342 通过导热硅胶固定在平台中部；所述二次光学棱镜 341 为四棱锥台，且小端口连接着太阳能光伏电池 342，大端口对应着菲涅尔透镜 31。

[0007] 至少一组光伏光热组件 3 位于一个框架 32 内，所述框架 32 的顶部和底部为贯通状，框架 32 内在贯通的方向均布着单元小格；每个光伏光热机构位于一个单元小格内，且菲涅尔透镜 31 位于框架 32 的顶部，水冷换热件 343 位于框架 32 的底部。

[0008] 所述水泵 2 的进水口一侧的管道上设有进水阀 41，出水口一侧的管道上设有过滤器 5。

[0009] 所述过滤器 5 为 Y 型过滤器。

[0010] 所述高倍聚光光伏光热组件 3 的循环水管路的进水口一侧的管路上设有第一压力表 61，出水口一侧的管路上设有第二压力表 62。

[0011] 所述高倍聚光光伏光热组件 3 的循环水管路的进水口一侧的第一压力表 61 和管路之间设有第一压力计控制阀 43，循环水管路的出水口一侧的第二压力表 62 和管路之间设有第二压力计控制阀 44。

[0012] 所述水箱 1 上设有排气阀 7，水箱 1 的回水口一侧的管道上设有回水阀 42。

[0013] 所述进水阀 41、回水阀 42、第一压力计控制阀 43 和第二压力计控制阀 44 均为球阀。

[0014] 本发明的有益技术效果体现在以下方面：

(1) 本发明可以实现太阳能的综合利用，在提高发电效率的同时收集额外的热能用于加热循环水，大幅度提高了太阳能的利用效率。当采用砷化镓三结电池作为系统的光伏电池时，系统可同时实现 20% 以上的光电转换效率和 55% 的光热转换效率，系统的太阳能利用效率最高可超过 75%。

[0015] (2) 本发明采用菲涅尔点聚光式聚光器，可以达到超过 1000 倍的聚光比，从而相应比例地减小了光伏电池的面积，降低了成本。当单块菲涅尔镜片尺寸为 $330.2 \times 330.2 \text{ mm}^2$ 时，单块电池的面积仅为 $10 \times 10 \text{ mm}^2$ 。

[0016] (3) 本发明可以实现高倍聚光光伏光热机构之间电路与循环水路的独立连接，方便安装与组件设计。通常将一组光伏光热组件的所有电池进行串联，而循环水路在光伏光热组件下部根据需要进行连接。

[0017] (4) 本发明利用菲涅尔透镜和二次光学棱镜配合的非光学成像聚光方式，保证了到达电池表面辐照强度的均匀性，使得整块电池表面的光照强度基本一致。

[0018] (5) 本发明采用带有管状水冷换热件的光伏光热机构，极大加强了对光伏电池的

换热冷却效果,解决了菲涅尔式聚光光伏的高热流密度散热难题,使得系统的发电效率超过同规格被动式冷却的菲涅尔式高倍聚光光伏发电系统 2% 以上。

[0019] (6) 本发明并联的循环水管路的设计,保证了每组光伏光热组件 3 的支路之间的流量均匀,避免了因流量不均可能引起的局部电池温度偏高。

[0020] (7) 本发明循环水总流量及各支路流量可调,可以根据需要进行相应匹配。

[0021] (8) 本发明结构紧凑,安装方便,大幅度提高了聚光系统的稳定性和防风性,其抗风性等级可达 145km/h,能承受直径 25mm 冰雹以 22m/s 速度的冲击。

[0022] (9) 本发明的高倍聚光光伏发电供热系统采用菲涅尔透镜进行聚光,聚光焦点在模组内部,避免了系统安装时的危险性。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明系统原理示意图。

[0024] 图 2 为高倍聚光光伏光热组件示意图。

[0025] 图 3 为去掉菲涅尔透镜的光伏光热组件内部视图。

[0026] 图 4 为光伏接收机构示意图。

[0027] 图 5 为光伏接收机构原理图。

[0028] 上图中序号:水箱 1、水泵 2、光伏光热组件 3、过滤器 5、排气阀 7、菲涅尔透镜 31、框架 32、导线 33、光伏接收机构 34、进水阀 41、回水阀 42、第一压力计控制阀 43、第二压力计控制阀 44、第一压力表 61、第二压力表 62、二次光学棱镜 341、太阳能光伏电池 342、水冷换热器 343、进水 344、出水口 345。

具体实施方式

[0029] 为了进一步解释本发明的技术方案,下面结合附图,通过实施例对本发明作进一步地描述。

[0030] 参见图 1,一种高倍聚光光伏发电供热系统包括水箱 1、水泵 2 和高倍聚光光伏光热机构。参见图 1 和图 2,高倍聚光光伏光热机构由三组并联的光伏光热组件 3 构成;每组光伏光热组件 3 包括五个串联的光伏光热机构;每个光伏光热机构由菲涅尔透镜 31 和光伏接收机构 34 组成。参见图 4 和图 5,光伏接收机构 34 由依次连接的二次光学棱镜 341、太阳能光伏电池 342 和管状的水冷换热件 343 构成,二次光学棱镜 341 为四棱锥台,且小端口连接着太阳能光伏电池 342,大端口对应着菲涅尔透镜 31;菲涅尔透镜 31、二次光学棱镜 341 和太阳能光伏电池 342 构成发电机构。

[0031] 参见图 4 和图 5,管状的水冷换热件 343 的一端为进水口 344,另一端为出水口 345;水冷换热件 343 的外部沿轴向设有一板状的平台,太阳能光伏电池 342 通过导热硅胶固定在平台中部。参见图 3,每组光伏光热组件 3 中的水冷换热件 343 通过串联构成高倍聚光光伏光热机构的循环水管路。

[0032] 参见图 2,三组光伏光热组件 3 位于一个框架 32 内,框架 32 的材料为铝材,框架 32 的顶部和底部为贯通状,框架 32 内在贯通的方向均布着单元小格;每个光伏光热机构位于一个单元小格内,且菲涅尔透镜 31 位于框架 32 的顶部,水冷换热件 343 位于框架 32 的底部。

[0033] 参见图 1, 水箱 1 上设有出水口和回水口, 水箱 1 的出水口通过管道连通着水泵 2 的进水口, 水泵 2 的出水口通过管道连通着高倍聚光光伏光热机构的循环水管路的进水口, 高倍聚光光伏光热组件 3 的循环水管路的出水口通过管道连通着水箱 1 的回水口, 形成循环水供热回路。水箱 1 上设有排气阀 7, 水箱 1 的回水口一侧的管道上安装有回水阀 42。

[0034] 水泵 2 的进水口一侧的管道上设有进水阀 41, 出水口一侧的管道上设有过滤器 5, 过滤器 5 为 Y 型过滤器。高倍聚光光伏光热组件 3 的循环水管路的进水口一侧的管路上安装有第一压力表 61, 出水口一侧的管路上安装有第二压力表 62。高倍聚光光伏光热组件 3 的循环水管路的进水口一侧的第一压力表 61 和管路之间设有第一压力计控制阀 43, 循环水管路的出水口一侧的第二压力表 62 和管路之间设有第二压力计控制阀 44。

[0035] 进水阀 41、回水阀 42、第一压力计控制阀 43 和第二压力计控制阀 44 均为球阀。

[0036] 本发明的工作原理说明如下：

工作时, 太阳光经菲涅尔透镜 31 折射后, 进入光伏接收机构 34, 再经由二次光学棱镜 341 折射后, 均匀地投射在太阳能光伏电池 342 上, 从而实现光电转换。额外的太阳能则通过水冷换热件 343 带走。冷却水贮存在水箱 1 中, 水泵 2 将低温水从水箱 1 下部的出水口中泵出, 经由循环水管路中的水冷换热件 343 与之换热后, 对太阳能光伏电池 342 进行冷却, 同时水温升高, 高温水经水箱 1 上部的进水口回到水箱 1 中, 实现额外热能的收集。

[0037] 本发明中, 排气阀 7 用于分离循环水中的空气, Y 型过滤器 5 用于清除循环水中的杂质, 进水阀 41、回水阀 42、第一压力计控制阀 43 和第二压力计控制阀 44 实现对各支路流量进行调节控制, 第一压力表 61 和第二压力表 62 用来监控系统进水口和出水口的压力差, 当出现异常时可以及时检修。

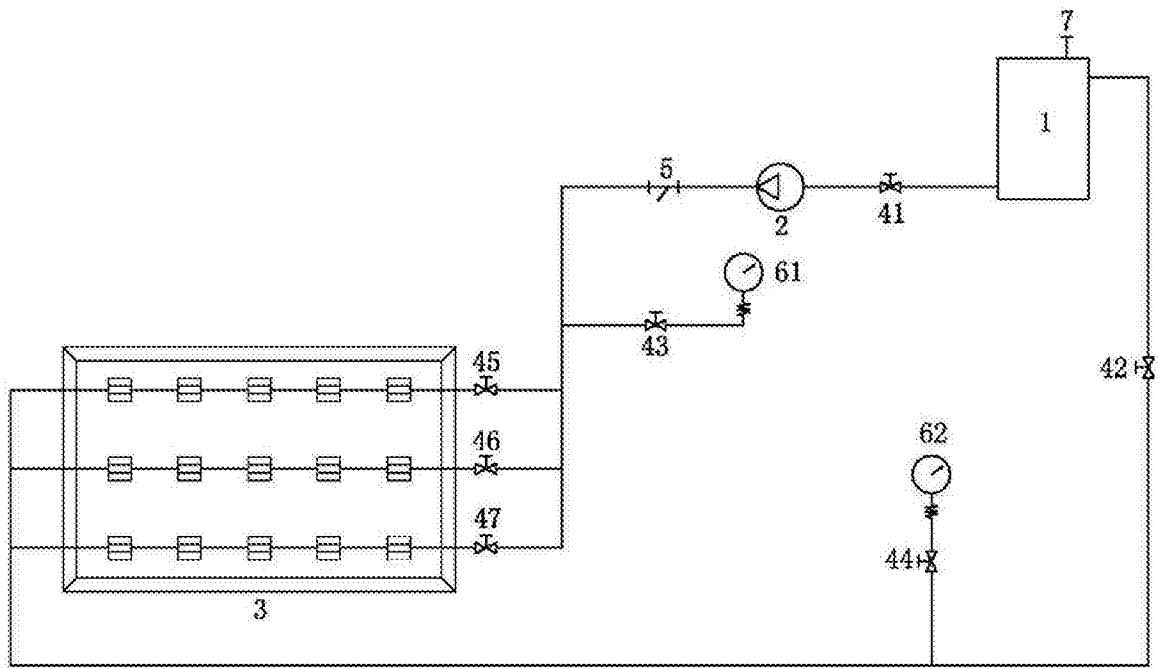


图 1

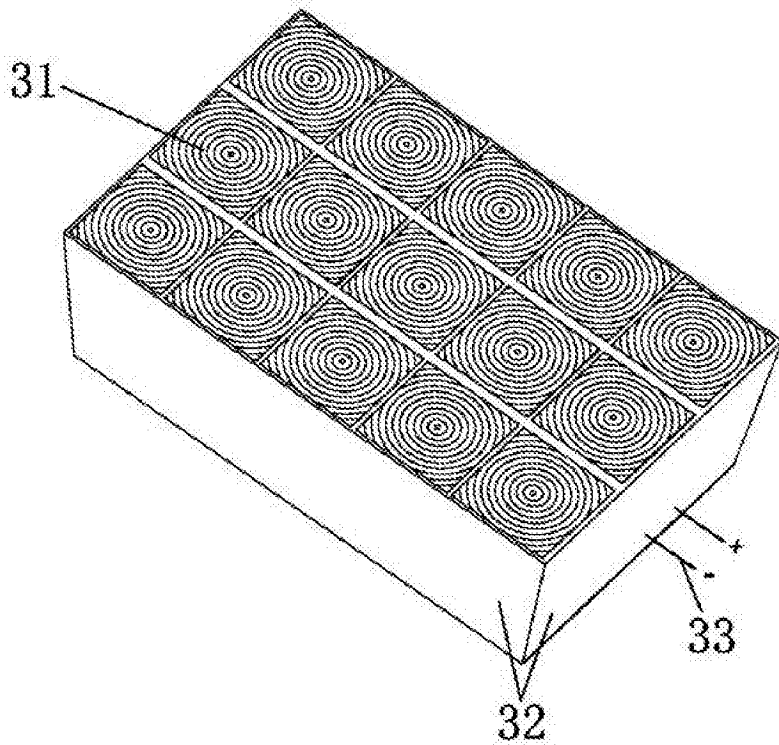


图 2

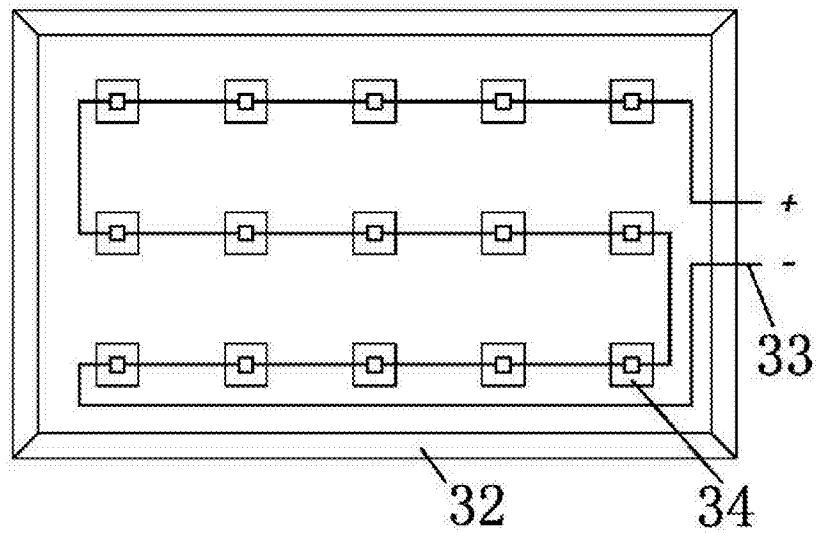


图 3

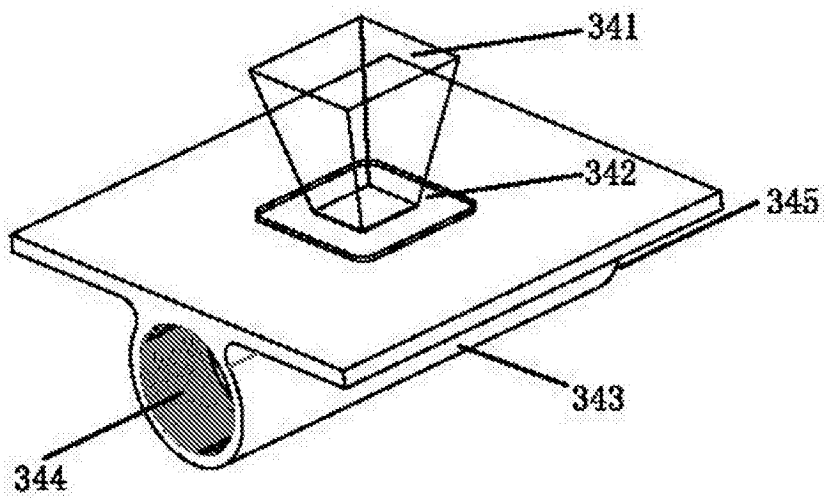


图 4

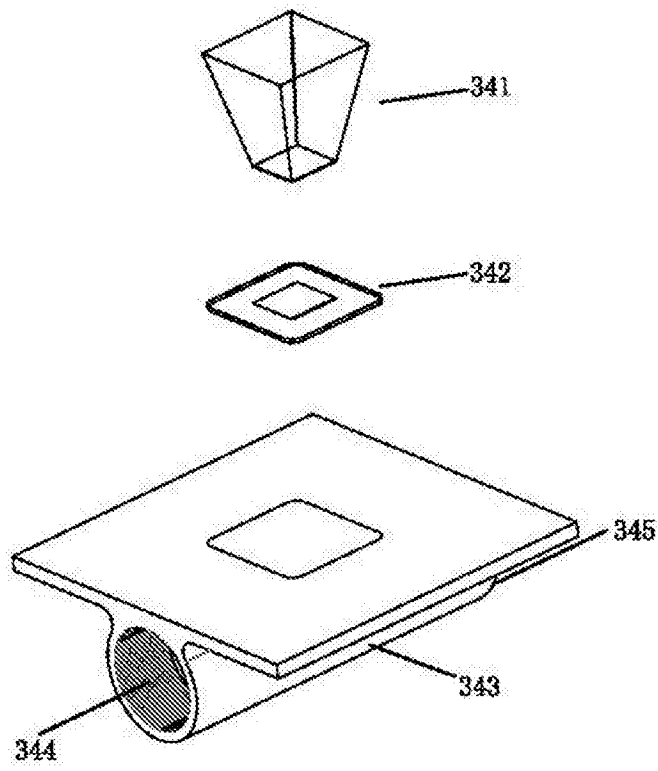


图 5