

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910131821.8

[51] Int. Cl.

H02N 6/00 (2006.01)

H02N 11/00 (2006.01)

G02B 3/08 (2006.01)

G02B 7/02 (2006.01)

[43] 公开日 2009年12月9日

[11] 公开号 CN 101599722A

[22] 申请日 2009.4.8

[21] 申请号 200910131821.8

[30] 优先权

[32] 2008.10.28 [33] US [31] 12/290,222

[71] 申请人 许 骏

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 许 骏

[74] 专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司

代理人 闫立德

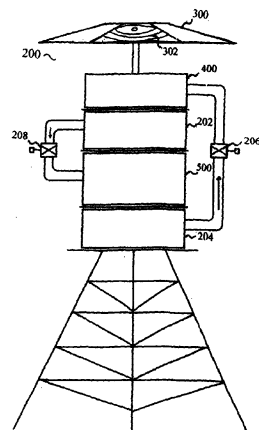
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

太阳能发电装置及方法

[57] 摘要

本发明属于一种太阳能发电装置及方法，该装置由太阳能采集装置、太阳能热量吸收装置、热量存储装置和能量转换装置所组成。该方法通过一个或多个菲涅尔透镜来收集太阳辐射的能量，太阳能热量吸收装置在受到高度聚焦的光束照射后，其内部相变材料的温度持续增高，并携带有大量的热量；经过加热的相变材料被输送到热量存储装置的热罐中，利用来自高温相变材料的热量通过热辐射器对半导体热电堆的高温一侧进行加热形成温差，从而将热能转换成电能。本发明能有效利用太阳能光热发电，简便易行，能将光热发电系统小型化，独立化，便携化和家庭化，利于推广太阳能的利用。



1、一种太阳能发电装置,主要由太阳能采集装置和能量转换装置所组成,其特征在于:该装置由以下几个主要部分组成:

太阳能采集装置,由一个或多个菲涅尔透镜组成,透镜对入射太阳光进行聚焦,使能量高度集中;

太阳能热量吸收装置,用于吸收太阳能热量,受到高度聚焦的光束照射后,其内部相变材料的温度持续增高,并携带大量的热能量;

热量存储装置,用于热量的存储,分为热罐和冷罐;

能量转换装置,用于将相变材料所存储的热能转换成电能。

2、按权利要求1所述的太阳能发电装置,其特征在于:所述的太阳能采集装置由一个或多个菲涅尔透镜组成,多个菲涅尔透镜时由一个八面体外加顶部组成,菲涅尔透镜安装在八面体的各个表面和顶部。

3、按权利要求1或2所述的太阳能发电装置,其特征在于:所述的太阳能采集装置是固定的装置,或是在一天当中能跟踪太阳的运动轨迹以得到聚焦良好光斑的活动装置。

4、按权利要求1所述的太阳能发电装置,其特征在于:所述的太阳能热量吸收装置由金属或合金螺旋管组成,相变材料位于螺旋管中,螺旋管进口端连接冷罐,螺旋管出口端连接热罐,不断地吸收热量的相变材料在螺旋管中循环,经过加热后的相变材料存入热罐中。

5、按权利要求1所述的太阳能发电装置,其特征在于:所述的能量转换装置内设:

经过密封处理的半导体热电堆,半导体热电堆包含数以百计的半导体热电偶;

热辐射器,热辐射器进口端与热罐连接,热辐射器出口端与冷罐连接,热辐射器位于半导体热电堆的高温一侧,热辐射器内的加热材料为从热罐进入的相变材料;

散热器,位于半导体热电堆的低温一侧,用于对半导体热电堆的低温一侧进行冷却。

6、一种采用太阳能发电的方法,其特征在于该方法由以下步骤组成:

(1)通过一个或多个菲涅尔透镜来收集太阳辐射的能量,对入射太阳光进行聚焦,从而使能量高度集中;

(2)太阳能热量吸收装置在受到高度聚焦的光束照射后,其内部相变材料的温度持续增高,并携带有大量的热能量;

(3)经过加热的相变材料被输送到热量存储装置的热罐中,该装置可以较长时间地保存热能量使其不受损失;

(4)利用来自高温相变材料的热量通过热辐射器对半导体热电堆的高温一侧进行加热形成温差,从而将热能转换成电能。

太阳能发电装置及方法

技术领域

本发明属于太阳能光热发电技术领域。具体地说是一种能够利用聚光透镜将太阳光线聚焦，对相变材料进行加热，利用高温相变材料的储热功能，通过热电转换为用户提供发电功能的方法及装置。

背景技术

光伏发电（PV）指的是将太阳光直接转换成电能。但光伏发电所面临的一个问题是其不稳定性。有许多因素会导致这一特性，例如，夜间，天气的变化等等。光伏发电技术已经发展多年，尤其是晶体硅太阳能电池发电，技术已经相当成熟。但由于成本较高，至今仍是发达国家依靠政府补贴来推广的。

1821年，德国物理学家塞贝克发现，在两种不同的金属所组成的闭合回路中，当两接触处的温度不同时，回路中会产生一个电势，这就是热电效应，也称作“塞贝克效应（Seebeck effect）”。半导体热电堆发电技术是基于半导体塞贝克效应并能够直接将热能转化为电能的新型发电技术。图1是一个热电偶的示意图，热电偶是构成热电堆的基本单元。热电堆的输出电压或电流与绝对温度没有直接的关系，而是与两端的温差或温度梯度有直接的关系。通常，要将一系列热电偶用串联或者并联的方式连接起来，并对其进行交替性加热，才能有效地发出比较多的电。

目前市场上有一些基于热电效应的发电装置，虽然它们的系统设计各不相同，工作性能也有很大差异，但它们的基本工作原理还是比较接近的，特别值得一提的是，加拿大的Global热电公司将空间RTG技术转为商业化的TEG技术，目前已经成为世界上最大的热电发电机供应商，他们的产品很具有代表性。以Global热电公司产品为代表的系统通常都包含一个密封的热电堆，而热电堆是由大量（通常几百个甚至更多）的热电偶组成的。以天然气作为燃料，通过燃烧室对热电堆的热端进行加热，同时通过散热器对其冷端进行制冷，以此来维持热电堆两端较大的温度梯度，从而产生一个稳定的直流电流输出。这些基于热电效应的发电系统都有一个共同的问题，就是它们需要以天然气为燃料，而天然气属于化石燃料，是不可再生的能源。使用不可再生的能源有以下几个问题：1）产生有害气体，污染环境，加速温室效应；2）开采石油，天然气，对环境亦有负面影响；3）地球上的化石燃料资源最终可能全部耗尽。可再生能源的利用符合21世纪人类社会的大潮流，以太阳能为例，由太阳发射到地球上的能量大约为3,850 Zetta-joules (ZJ)/年，而地球一年的能源总消耗量大约为0.471 ZJ。可

再生能源的好处可以简单归纳为以下几点：1) 可再生能源取之不尽，用之不竭；2) 通常不对环境造成污染。

能量存储是太阳能发电领域当中的一项重要课题，这是因为一般现代能源系统都需要连续，稳定的供电。而光伏发电系统受天气变化的影响很大，在许多情况下难以满足用户对于连续性和稳定性的要求。光热发电则能够克服这一缺点，而能量存储正是光热发电系统中不可缺少的组成部分。相变材料(PCM)具有在一定温度范围内改变其物理状态的能力。以固-液相变为例，在加热到熔化温度时，就产生从固态到液态的相变，熔化的过程中，相变材料吸收并储存大量的潜热；当相变材料冷却时，储存的热量在一定的温度范围内要散发到环境中去，进行从液态到固态的逆相变。熔盐作为一种特殊的相变材料是由硝酸钾、亚硝酸钠及硝酸钠组成的混合物。作为一种传热介质，广泛用于各种高温加热生产工艺。采用高温熔盐作为热载体的优点是：传热系数高，热稳定性好，质量传递速度快。当前工业中常用的高温熔盐熔点为 142°C ，在 $150\sim 540^{\circ}\text{C}$ 范围内可以安全使用。塔式太阳能发电站是太阳能发电站的一种，其工作原理是在地面上布置大量的定日镜，在这一群定日镜中的适当位置建立一座高塔，高塔顶上放置锅炉，各定日镜均使太阳光聚集成点状，集中射到锅炉上，使锅炉里的传热介质达到高温，并通过管道传到地面上的蒸汽发生器，产生高温蒸汽，由蒸汽驱动涡轮发电机组发电。因为太阳光的照射是不均匀的，如果没有储能技术，晚上系统将无法发电，这样就不能使发电设备得到充分利用。另外，即使在白天太阳能强度也会因为云层的遮挡而发生变化，如果没有储能系统，发电设备就不能稳定运行，甚至会出现频繁启停，这样会对系统发电效率产生极大的影响，同时也会严重影响发电设备的寿命。

目前已经有一些大型太阳能发电站将储能技术引入聚光太阳能高温热发电系统，而通常所使用的相变材料，恰恰是熔盐。熔盐由于成本低、使用温度高以及在高温时蒸汽压力非常低等优点，被公认为良好的高温蓄热材料。熔盐作为一种先进的传热蓄热材料，对于提高系统发电效率，提高系统发电稳定性和可靠性具有重要意义。

这类技术所面临的挑战是，通常需要征用大片的土地，对环境的影响需要评估，需要建设庞大的电力传输系统，灵活性差，投资规模非常巨大等等。因此，克服上述缺陷，将光热发电系统小型化，独立化，便携化，家庭化，是进一步推广太阳能利用的重要手段。

发明内容

本发明的目的是设计一种太阳能发电装置及方法，该方法能有效利用太阳能光热发电，简便易行，该装置能将光热发电系统小型化，独立化，便携化和家庭化，推广太阳能利用。

本发明的装置由以下几个主要部分组成：

太阳能采集装置，由一个或多个菲涅尔透镜组成，透镜对入射太阳光进行聚焦，使能量

高度集中；

太阳能热量吸收装置，用于吸收太阳能热量，受到高度聚焦的光束照射后，其内部相变材料的温度持续增高，并携带大量的热能量；

热量存储装置，用于热量的存储，分为热灌和冷罐；

能量转换装置，用于将相变材料所存储的热能转换成电能。

本发明的方法由以下步骤组成：

(1) 通过一个或多个菲涅尔透镜来收集太阳辐射的能量，对入射太阳光进行聚焦，从而使能量高度集中；

(2) 太阳能热量吸收装置在受到高度聚焦的光束照射后，其内部相变材料的温度持续增高，并携带有大量的热能量；

(3) 经过加热的相变材料被输送到热量存储装置的热罐中，该装置可以较长时间地保存热能量使其不受损失；

(4) 利用来自高温相变材料的热量通过热辐射器对半导体热电堆的高温一侧进行加热形成温差，从而将热能转换成电能。上述方法和结构设计达到了本发明的目的。

本发明的优点是：该方法能有效利用太阳能光热发电，简便易行。该装置能将太阳能光热发电系统小型化，独立化，便携化和家庭化，利于推广太阳能的利用。本发明装置还具有结构简单、可方便地安装放置，使用成本低、使用寿命长、使用效果好。

附图说明

图 1 是热电偶的原理示意图。

图 2 是本发明的一个系统结构实施例的运行原理图。

图 2a 是本发明的另外一个系统结构实施例的运行原理图。

图 3 是一个太阳能采集装置实施例的顶视图。

图 4 是一个太阳能热量吸收装置实施例的顶视图。

图 5 是一个能量转换装置实施例的运行原理图。

具体实施方案

如图1至图5所示，一种太阳能发电装置，主要由太阳能采集装置和能量转换装置所组成。该装置由以下几个主要部分组成：

太阳能采集装置300，由一个或多个菲涅尔透镜组成，透镜对入射太阳光进行聚焦，使能

量高度集中。所述的太阳能采集装置由一个或多个菲涅尔透镜组成，用多个菲涅尔透镜时由一个八面体外加顶部组成，菲涅尔透镜安装在八面体的各个表面和顶部。所述的太阳能采集装置是固定的装置，或是在一天当中能跟踪太阳的运动轨迹以得到聚焦良好光斑的活动装置。

太阳能热量吸收装置400，用于吸收太阳能热量，受到高度聚焦的光束照射后，其内部相变材料的温度持续增高，并携带大量的热能量。所述的太阳能热量吸收装置由金属或合金螺旋管组成，相变材料位于螺旋管中，螺旋管进口端连接冷罐，螺旋管出口端连接热罐，不断地吸收热量的相变材料在螺旋管中循环，经过加热后的相变材料存入热罐中。

热量存储装置，用于热量的存储，分为热罐202和冷罐204。

能量转换装置，用于将相变材料所存储的热能转换成电能。所述的能量转换装置内设：

经过密封处理的半导体热电堆，半导体热电堆包含数以百计的半导体热电偶；

热辐射器，热辐射器进口端与热罐连接，热辐射器出口端与冷罐连接，热辐射器位于半导体热电堆的高温一侧，热辐射器内的加热材料为从热罐进入的相变材料；

散热器，位于半导体热电堆的低温一侧，用于对半导体热电堆的低温一侧进行冷却。

如图1和图2所示，图1是热电偶的原理示意图，该示意图仅为了说明方便，不构成本发明的组成部分。图1中，100为热电偶，102为热电偶热端，104为热电偶冷端。图2是根据本发明的核心概念所构造出来的一个系统结构实施例的运行原理图。图2中，200为整个发电系统，202为热罐，即热量存储装置的热罐，204为冷罐，即热量存储装置的冷罐，206和208为泵，300为太阳能采集装置，302为菲涅尔透镜，400为太阳能热量吸收装置，500为能量转换装置。

在图2中，装置的运行原理可分步解释如下：主要系统部件垂直排列，形成一个紧凑的集成系统。系统200通过一个或多个菲涅尔透镜来收集太阳辐射的能量，对入射太阳光进行聚焦，从而使能量高度集中。太阳能热量吸收装置在受到高度聚焦的光束照射后，其内部相变材料的温度持续增高，并携带有大量的热能量。经过加热的相变材料被输送到热罐，该热罐可以较长时间地保存热能量使其不受损失。利用来自高温相变材料的热量通过热辐射器对半导体热电堆的高温一侧进行加热形成温差，从而将热能转换成电能。使用后的相变材料经过再循环回到冷罐，等下一个周期开始，再被重新加热，投入下一轮的使用。

虽然在图2中，各个系统主要部件是按照特定顺序排列组成的，但这种排列并非唯一的。根据本发明的核心概念，完全可以形成其它各种组合，包括省略其中某些部件，或以不同的顺序排列各个部件。

在图 2 的实施例中，前面所提到的熔盐相变材料可由 60%硝酸钠、40%硝酸钾组成。除熔盐之外，使用其它类型的相变材料也是可行的。经过加热后的熔盐存储在热罐 202。冷罐和热罐可采用一种或多种业界通用的绝热材料和绝热技术，例如采用不易燃的或纤维绝热材料，由空气或其它气体所形成的间隙等等来维持熔盐的温度在 500℃以上。当熔盐的热量被转化成电之后（见下面的描述），其温度下降到一个大约 290℃左右，使用过的熔盐储存在冷罐，并维持在液体的状态。

如果由于某种原因，冷罐内部熔盐的温度下降到熔点以下，则需要通过某种方式对其进行加热，使其恢复到液体状态，以便于循环泵将其送回太阳能热量吸收装置循环使用。具体加热的方式可以多种多样，包括电加热或天然气加热等业界常用的加热方法。通常情况下，只要冷罐拥有良好的绝热保护，是不必要对熔盐进行再加热的。

另外值得一提的是，对本系统来说，熔盐并非唯一可以使用的相变材料。例如，离子液体，室温离子液体，深共熔溶剂(Deep Eutectic Solvents, DESs)等也可提供理想的热量存储功能和固液转换特性。

在图 2 的实施例中，冷罐当中存储的‘冷’熔盐经循环泵 206 回到太阳能热量吸收装置 400，而太阳能采集装置 300（见下面的描述）将太阳光中的可见光和其它波长的电磁波聚焦到位于太阳能采集装置下方的太阳能热量吸收装置，聚焦的效果是通过一面或多面菲涅尔透镜来实现的。经过加热后的相变材料随后被存入热罐。在图 2 中，热罐位于太阳能热量吸收装置的正下方。

当需要发电时，存储在热罐当中的经过加热的相变材料经第二个循环泵 208 进入能量转换装置。在能量转换装置内部，经过加热的相变材料将热电堆的高温一侧 502 的温度维持在 500℃以上，而散热器 506 将热电堆的低温一侧 504 维持在相对较低的温度，使用过的熔盐则流回冷罐。这一过程反复进行，就可以发出所需要的电。

在图 2 中，系统 200 中使用了两个循环泵。第一个循环泵 206 将存储在冷罐中的‘冷’熔盐送回太阳能热量吸收装置 400，第二个循环泵 208 将存储在热罐当中的‘热’熔盐输送到能量转换装置。循环泵 206，208 所消耗的电能远远小于系统 200 所发出的电能。另外，循环泵 206，208 不需要连续工作，换句话说，它们只有在需要的时候才会运转。

系统 200 可以用来提供循环泵 206，208 所需要的电能。例如，在白天的运行当中，206，208 可以从系统 200 吸取能量。到了夜间，因为没有入射太阳光，206 不再运行，而 208 则继续运行，以保证夜间发电。

对于系统 200 来说,也可以采用其它方法来达到液体循环的目的。例如,可以运用自然循环的原理。根据这一原理,由于液体温度以及密度的差别,导致液体在一个回路中循环,回路的一端为热源,另一端为散热端。为了运用自然循环的原理,可将能量转换装置(散热端)放在一个高于热罐(热源)的高度,从而形成一个回路,‘热’熔盐上升,‘冷’熔盐下降,从而取代循环泵,既节省系统成本,又节省能源。图 2a 是根据本自然循环的概念所构造出来的另外一个系统结构实施例的运行原理图。显然,根据本发明,还可以构造出其它可能的系统结构实施例,但它们的基本原理仍不能脱离本发明的权利要求范围。

值得一提的是,虽然目前太阳能发电最常用的技术是太阳能光伏发电(Photovoltaic),但光伏发电也有一些明显的弱点,例如:夜间不能发电,阴天不能发电,发电效率受天气影响较大等等。而根据本发明,系统 200 一天 24 时都可以发电,如果需要的话,甚至可以存储更多的能量,例如,7 天发电所需的能量,从而实现 7 天连续发电。要做到这一点并不难,只需相应地增加透镜的面积和热量存储装置的容量即可。

如图 3 所示,图 3 为根据本发明所构造出来的一个太阳能采集装置的实施例。图中 300 为太阳能采集装置,302 为菲涅尔透镜,304 为透镜聚焦点,306 为装饰性材料。所述的太阳能采集装置由一个或多个菲涅尔透镜组成,该装置由一个八面体外加顶部组成,菲涅尔透镜安装在八面体的各个表面和顶部。在图 3 中,太阳能采集装置由一个八面体外加顶部组成。除了八面体以外,圆型,三角形,四方型,长方形,六边型,七边型等等都可以成为可能的选择。图 3 中,太阳能采集装置由九块面板组成,其中一块或者多块面板上面安装菲涅尔透镜,其余面板则为装饰性材料,如非光学面板,仅起到装饰作用(必要时也可以省略)。显然,只有面对阳光的部分需要安装菲涅尔透镜。虽然图 3 中仅显示了一个太阳能采集装置,事实上可以有多个太阳能采集装置同时出现在同一个系统当中,这样做的一个好处就是可以为系统提供更多的能量,这些能量以热量的形式存放在热罐当中,从而保证系统能够昼夜连续发电。

众所周知,即便是性能超群的光学透镜,也不可能吸收入射光的全部,总会有一些由于散射,反射等造成的损失。为了提高效率,一个可以提高效率的方法是给菲涅尔透镜镀防反膜,普通菲涅尔透镜表面的反射率大约在 4%左右,加了防反膜后反射率<0.5%。

太阳能采集装置上面所安装的一片或多片菲涅尔透镜,起到对入射光线的采集,导向,和聚光的作用。由于它们的光学效应,透镜聚焦点 304 使得入射光线能够均匀并且快速地对太阳能热量吸收装置进行加热。整个太阳能采集装置的设计需要涉及到透镜的几何尺寸,焦距,以及太阳能热量吸收装置的几何结构。该部分的优化设计对整个太阳能热量吸收装置的效率起十分重要的作用。采用固定的太阳能采集装置其最大好处是没有移动部件,这在太阳

能系统中是一个非常重要的考虑因素。

菲涅尔透镜的朝向直接决定的太阳能热量吸收装置的工作效率，最理想的朝向当然是正对太阳，因为这样太阳光线是直射。但是，要想在一天当中维持直射，则必须对太阳的运动轨迹进行跟踪。因此，作为对本发明的一个延伸，可以在太阳能热量吸收装置当中，增加人工控制或由计算机控制的跟踪系统（图中未显示）。有了跟踪系统以后，菲涅尔透镜的数量可以适当减少，例如从图 3 中的六面减为四面。采用可移动的太阳能采集装置其最大好处是太阳光线总是直射，缺点是引入了移动部件而且需要使用电力。值得一提的是，太阳能采集装置上面所安装的一片或多片菲涅尔透镜可以作为一个整体经人工控制或由计算机控制对太阳的运动轨迹进行跟踪，也可以单独经人工控制或由计算机控制对太阳的运动轨迹进行跟踪。

如图 4 所示，图 4 为根据本发明所构造出来的一个太阳能热量吸收装置的实施例，图 4 中，400 为太阳能热量吸收装置，402 为螺旋管。所述的太阳能热量吸收装置由金属或合金螺旋管组成，相变材料位于螺旋管中，螺旋管进口端连接冷罐，螺旋管出口端连接热罐。一般来说，太阳能热量吸收装置与太阳能采集装置之间的距离主要由菲涅尔透镜的焦距来决定，但这并不是绝对的，为了能使太阳能热量吸收装置 400 受热均匀，可对这一距离进行调整，以达到均匀的光斑。从而保证太阳能热量吸收装置能够受热均匀。这一距离越短，则整个系统就越紧凑。在图 4 所示实施例当中，循环管设计成螺旋形状。经过菲涅尔透镜聚焦的太阳光对螺旋形循环管当中流动的相变材料进行加热，相变材料在螺旋管中一边被加热，一边缓慢流动。加热后的相变材料在流向螺旋形循环管的中心（俯视，即螺旋管出口端）的同时，也向下流动。这样一来，就可以利用重力将加热后的相变材料输送到热罐，而不需要使用循环泵。如果从侧面看，该太阳能热量吸收装置就象一个漏斗，其下端与热罐的入口相连接。除了螺旋管之外，其它形状的循环管设计以及各种循环管的组合也是可行的。

另外一种可能的设计方案就是将加热后的相变材料从太阳能热量吸收装置 400 直接输送到能量转换装置，而不经热罐 202。要实现这一设计方案，既可以采用循环泵，也可以采用上面所描述的漏斗形状的螺旋管 402，还可以采用图 2a 中所描述的自然循环。根据这一设计方案，能量转换装置将直接把加热后的相变材料所携带的热能转换成电能，并通过蓄电池（图中未显示）将所产生的电能储存起来作为后备。

为了进一步简化系统结构，一个更为简洁的设计方案是经过菲涅尔透镜聚焦的太阳光不经过螺旋形循环管，而是直接照射在装有熔盐的容器表面，就象太阳池一样，只不过容器当中不是盐水，而是熔盐。由于熔盐并不需要存储在高压容器当中，这样的开放式结构是可行的。这一设计的最大好处是经过聚焦的太阳光直接对介质加热，无需使用循环管。

图 4 中所使用的循环管还有助于缩小系统的体积。许多太阳能光热系统中使用大量的反光镜和长达几十英里的管道，以驱动蒸气涡轮发电机。而本系统属于分布式太阳能发电系统，与一般的光热发电相比，具有灵活，便携等优点。同时，不需要征用大片土地，也不需要建设庞大的电力传输系统。本系统可以在二十四小时甚至更长的时间内保证供电，受天气条件的制约相对较小。另外，在整个系统中不需要使用蒸气涡轮发电机，适合于分布式发电的需要。

图 4 中螺旋形循环管的直径及厚度直接影响到太阳能热量吸收装置的工作效率。随着管道直径的增加，其表面面积也随之增加 ($L = 2\pi r$)，而管道的热传导特性与其表面积和温差直接相关。此外，循环管管壁的厚度也对导热性能有直接的影响。因此，在设计过程中，应对这些参数进行优化，以使得整个太阳能热量吸收装置的工作效率达到最佳。

如图 5 所示，图 5 是根据本发明构造的一个能量转换装置实施例的运行原理图。图 5 中，500 为能量转换装置，502 为热电堆高温一侧，504 为热电堆低温一侧，506 为散热器，508 为热辐射器，510 为热电堆的冷端，512 为热电堆的热端。热电堆为半导体热电堆。所述的能量转换装置内设：经过密封处理的半导体热电堆，半导体热电堆包含数以百计的半导体热电偶；热辐射器，热辐射器进口端与热罐连接，热辐射器出口端与冷罐连接，热辐射器位于半导体热电堆的高温一侧；散热器，位于半导体热电堆的低温一侧，用于对半导体热电堆的低温一侧进行冷却。在能量转换装置内部，经过加热后的相变材料在热辐射器 508 内循环，热辐射器位于能量转换装置中的热电堆高温一侧 502。当高温相变材料流过热辐射器时，便将热电堆热端 512 的温度提升到 500°C 以上（这就如同在一些传统发电系统中通过燃烧天然气对热电堆进行加热的道理一样）。热电堆的发电原理早已为业界所熟悉，它是由一系列热电偶串联而成的（也有少数情况下是并联而成的），而热电偶具有将温度差转换为电动势的功能。目前市场上常见的热电堆产品包括位于美国加利福尼亚州圣地亚哥市的 Hi-Z 公司所生产的 HZ-2, HZ-9, HZ-14, HZ-20 等。

对热电堆的冷端 510 的冷却是由散热器 506 通过与周围环境的空气交换来实现的。空气对流既可以是自然空气对流，也可以强制空气对流。除了空气对流外，也可以采用冷冻的方式对 510 进行冷却，采用冷冻的方式冷却效果会更好，但会相应地增加系统的复杂性和成本。

热电堆热端 512 和冷端 510 之间的温差是由在热辐射器 508 内循环的高温相变材料来维持的。在自然循环的情况下（见图 2a），散热器 506（或其它冷却机制）起到将多余热量及时散发的作用，使得进入热辐射器 508 的相变材料的温度明显高于其内部现有相变材料的温度，从而形成液体密度和温度上的差别，进一步地促进自然循环。

在图 5 中，随着温度的逐渐下降，热辐射器 508 内部的传热介质将被新进入热辐射器的传热介质所置换。这一置换过程既可以通过循环泵来实现，也可以通过重力的作用来实现。在一个可能的系统结构实施例中（图中未显示），被置换的传热介质可以直接经循环泵或依靠自然循环直接回到太阳能热量吸收装置 400 重新被加热，另外一种实施方案则是将被置换的传热介质送到冷罐 204 存放，供下一轮使用。使用 204 的最大好处在于，它可以在夜间储存经过使用后的传热介质，并且保证热量损耗降到最低点。随着置换过程的完成，一个新的周期也就随之开始了。

值得一提的是，热电堆热端 512 和热辐射器 508 之间的电绝缘（图中未显示）可采用业界通用的电绝缘材料（需要能够耐高温）来实现。同样道理，热电堆冷端 510 和散热器 506 之间的电绝缘也可以用相似的电绝缘材料来实现。此外，在热电堆热端 512 周围，需要使用热绝缘材料来防止热量的流失。

与光伏发电相类似，该系统所发为直流电，若要将其转化成交流电，则需要使用逆变器。逆变器既可以是分立的，也可以与整个系统集成在一起。其它辅助性的电器元件例如电流/电压调节器，变压器等等也是系统运行必不可少的组成部分，但由于他们并不属于本发明的核心部分，在此不做详细阐述。

一种采用太阳能发电的方法由以下步骤组成：

（1）通过一个或多个菲涅尔透镜来收集太阳辐射的能量，对入射太阳光进行聚焦，从而使能量高度集中；

（2）太阳能热量吸收装置在受到高度聚焦的光束照射后，其内部相变材料的温度持续增高，并携带有大量的热能量；

（3）经过加热的相变材料被输送到热量存储装置的热罐中，该装置可以较长时间地保存热能量使其不受损失；

（4）利用来自高温相变材料的热量通过热辐射器对半导体热电堆的高温一侧进行加热形成温差，从而将热能转换成电能。

该方法第一，采集太阳辐射的能量，并通过菲涅尔透镜对采集的能量进行聚焦。第二，经过菲涅尔透镜聚焦的能量并被系统 200 吸收。在本文所给出的实施例中，太阳辐射的能量被某种相变材料（例如熔盐）所吸收，在相变材料充分吸收了太阳的辐射能量之后，其温度大幅度上升。在上述实施例中，以上过程是通过将相变材料通入一个螺旋形循环管中，然后利用菲涅尔透镜聚焦后所产生的能量对螺旋形循环管中的相变材料加热。第三，将所吸收的

能量储存起来。在上述实施例中，能量以热量的形式被储存在相变材料当中。经过加热后的相变材料可以存放在一个或多个热量储存装置当中（例如，罐形存储装置，柱形存储装置，箱式存储装置等等），直到需要被使用时，才离开热量储存装置进入能量转换装置。通过对热量储存装置的四周添加绝热材料，可将热量储存装置的热消耗降到最低。第四，将所吸收的热能转化成电能。在本文所给出的实施例中，这一转换是由一个或多个热电偶组成的热电堆来实现的。除了热电堆以外，使用其它方法来进行热电转换也是可行的，其中包括使用蒸气涡轮发电机。如果用户没有发电方面的需要，我们可以利用相变材料所携带的热量经过热交换器为房屋建筑提供热水或取暖所需要的能源。很明显，在本发明的基础上，可以构想出许多的实际应用范例，在此就不一一列举了。

一旦相变材料所携带的热量被能量转换装置所利用，它就被新的高温相变材料所替换。使用过的相变材料回到另一个热量储存装置的冷罐中，为下一轮使用做好准备。虽然被称做冷罐，其实冷罐的温度也有 290℃左右。

另外，系统的控制系统可以通过无线或有线的方式与其它设备进行通信，例如居民用户家里的计算机。在配备了相应的计算机软件之后，用户就可以通过用户界面对系统进行遥控，例如系统的总开关，循环泵的开关，人工调整菲涅尔透镜的朝向等等。另外，还可以记录所发的电量，调整输出电压，电流等等。

除了以上基本控制功能之外，该计算机软件还可以包括系统维护功能和故障检测功能，以及与安全操作有关的功能，例如紧急停机等等。总之，围绕着系统，可以建立起一套完整的控制系统，使整个发电设备的操作完全自动化，从而最大限度地减少手工干预，从整体上提高系统的现代化水平。

虽然以上的讨论主要集中在利用相变材料储存热量，这并不妨碍在必要的条件下使用蓄电池或其它方法来储存能量。使用蓄电池可以在一定程度上缓解对热量存储装置的要求，同时还可以减小热量存储装置的体积。使用蓄电池的另外一个好处就是当负载需要较大瞬时功率的情况下，它能够弥补发电系统瞬时功率的不足。

显然，上述的方法和装置不仅仅被用于发电中，亦可被用于供暖和取热水领域中，如去除半导体热电堆，在热辐射器周边设置热转换装置，本发明亦可用于供暖和供热水。

总之，本发明能有效利用太阳能光热发电，简便易行，能将光热发电系统小型化，独立化，便携化和家庭化，利于推广太阳能的利用。本发明还具有结构简单、可方便地安装放置，使用成本低、使用寿命长、使用效果好。可推广使用。

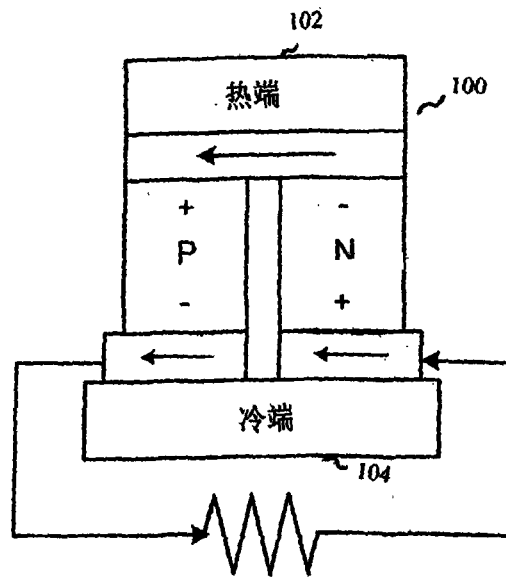


图 1

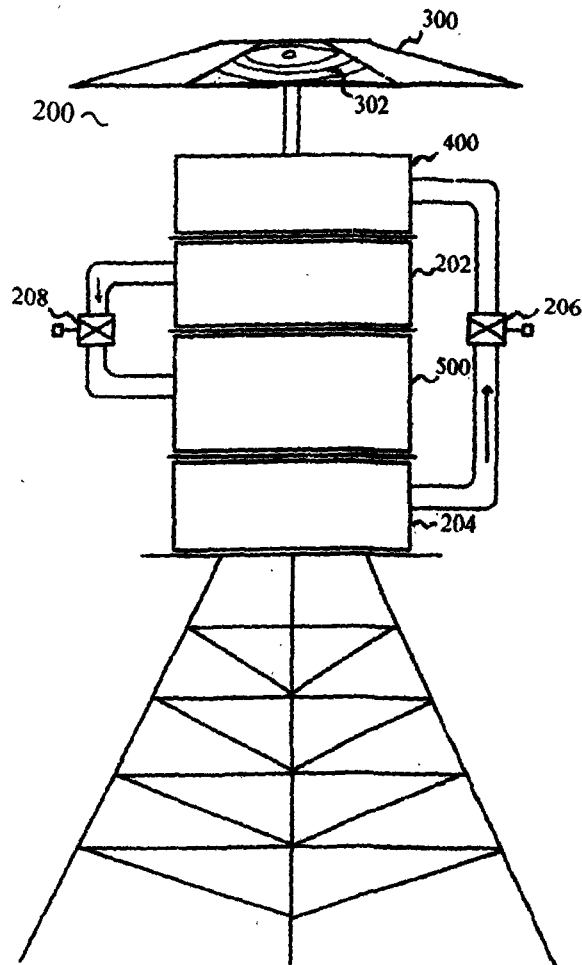


图 2

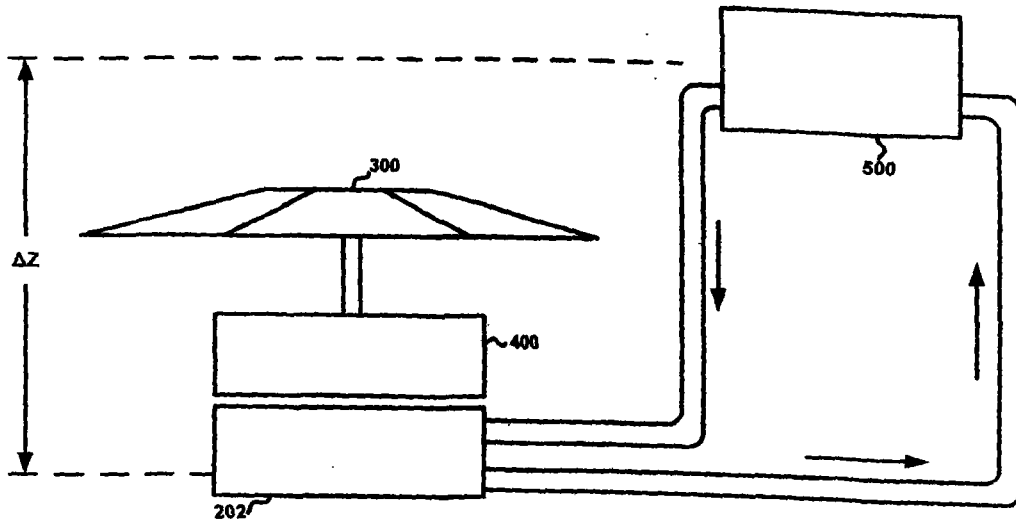


图 2a

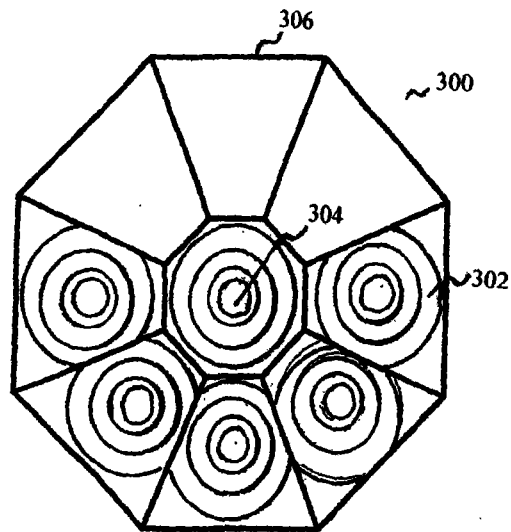


图 3

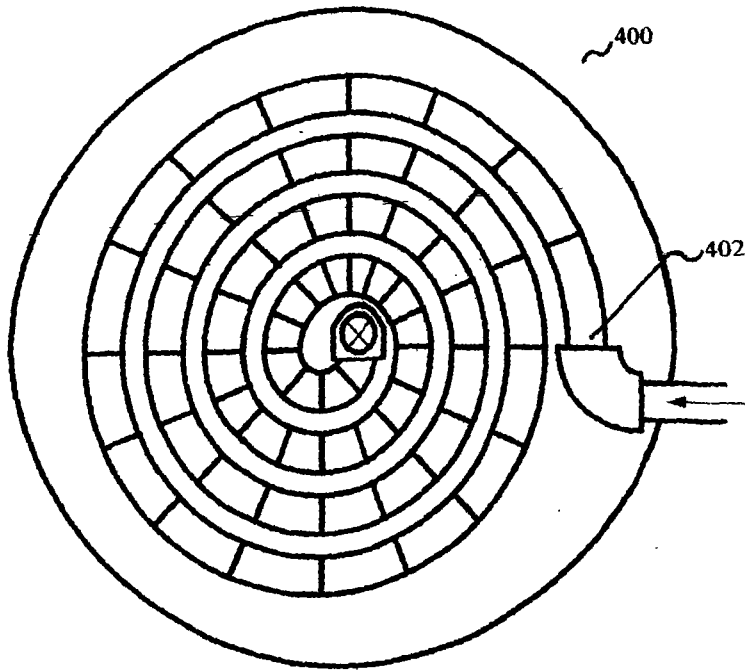


图 4

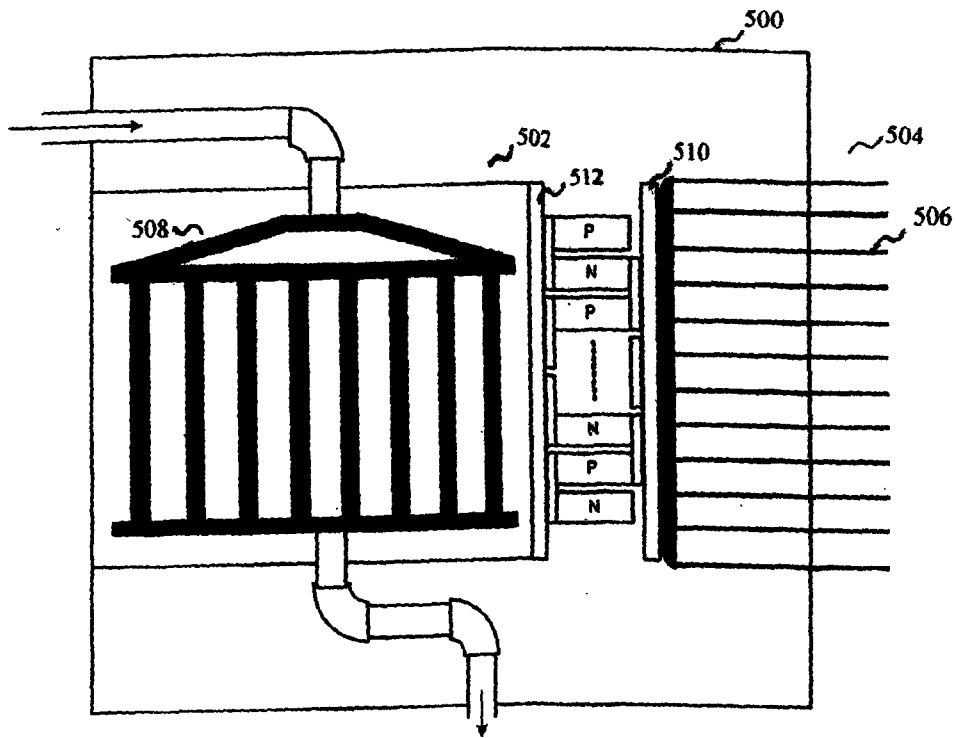


图 5