



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104781619 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 15

---

(21) 申请号 201380058102. 2 (51) Int. Cl.  
F24J 2/12(2006. 01)  
(22) 申请日 2013. 09. 05 F24J 2/42(2006. 01)  
(30) 优先权数据 F03G 6/06(2006. 01)  
2769/DEL/2012 2012. 09. 06 IN F24J 2/05(2006. 01)  
(85) PCT国际申请进入国家阶段日 F24J 2/10(2006. 01)  
2015. 05. 06  
(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2013/058302 2013. 09. 05  
(87) PCT国际申请的公布数据  
W02014/037892 EN 2014. 03. 13  
(71) 申请人 苏博德·维尔马  
地址 印度新德里  
(72) 发明人 苏博德·维尔马  
(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司  
72003  
代理人 聂慧荃 黄艳

权利要求书8页 说明书17页 附图16页

---

(54) 发明名称

低成本高效率的太阳能发电厂

(57) 摘要

本发明涉及一种系统和设备,其设计为使用抛物面聚光器将阳光聚焦到接收器上,所述接收器使用冷却剂将热量送至储热单元。该系统包括主回路,所述主回路包括至少一个太阳能电池阵和至少一个储热单元。该系统还包括次回路,所述次回路与所述主回路操作性地连通。太阳能电池阵包括多个反射盘组件,所述反射盘组件包括反射盘装置,由此所述盘装置设置为彼此紧密接近,其中,所述盘装置使得能够获得高阳光聚集比率,以提供从热能到电力的高转化效率。

1. 一种产生电力和储存热量的系统,所述电力由太阳能产生,其中所述系统包括:  
主回路,所述主回路包括至少一个太阳能电池阵和至少一个储热单元,由此所述储热单元适合于从所述太阳能电池阵接收和储存热能;  
次回路,与所述主回路操作性地连通;  
其中,所述太阳能电池阵包括多个反射盘组件,所述反射盘组件包括反射盘装置,由此所述盘装置设置为彼此紧密靠近,其中所述盘装置使得能够获得高阳光聚集比率,以提供从热能到电力的高转化效率。
2. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述盘装置为大致抛物面形。
3. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述盘装置选择性地为大致方形。
4. 根据权利要求 3 所述的系统,其中,所述盘装置包括多个柔性可拆卸部分,以加强从热量到电力的转化效率。
5. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述盘装置为复合片材,包括由聚合物或其它材料制成的薄平滑表面和用于强度的金属支撑片。
6. 根据权利要求 5 所述的系统,其中,所述平滑表面片材包括通过薄的二氧化硅涂层保护的前侧的银涂层或铝涂层。
7. 根据权利要求 5 所述的系统,其中,所述复合片材的成形是通过诸如冲模、真空成形及类似工艺来完成的。
8. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述盘装置具有其固定的焦点,所述焦点位于到所述盘的中心距离等于或小于所述盘装置的直径的四分之一的位罝。
9. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述反射盘组件包括:  
所述多个盘装置,每个所述盘装置均由一个或多个管状结构构件支撑;  
所述结构构件包括:  
两个管状支撑装置,大致竖直设置且彼此间隔开,使得所述盘装置能够对应于太阳的位罝进行移动;所述管状支撑装置为大致空心;  
另一个管状装置,在其两端处由所述两个管状支撑装置基本上保持为大致水平;  
其中,所述水平外管状装置包括两个内管道装置,所述两个内管道装置密封地设置在所述水平管状装置的内部且与接收器装置接合,所述接收器装置位于大致透明的包围装置内部,所述接收器装置被保护在所述包围装置的内部,由此所述接收器装置与所述包围装置之间的空间中被基本上维持为真空,且所述接收器装置适合于接收和吸收由所述盘装置反射的几乎所有阳光;  
其中,所述内管道装置具有特别设计的多层热辐射真空绝热配置结构,所述配置结构全部在所述内管道装置的外表面与所述水平外管状装置的内表面之间的可用真空空间中延伸并环绕;以及  
其中,所述内管道装置限定惰性气体的通道,使所述惰性气体流过所述接收器装置,从而将所述接收器装置收集到的热量带走,流到所述组件的下一个盘装置的内管道装置,直至所述惰性气体到达所需温度,处于该温度的热惰性气体被送至所述储热单元和所述次回路的热交换器。
10. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述管状结构构件还包括大致垂直于所述水平外管状装置、并基本上位于所述水平外管状装置的中心处的管道装置。

11. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述管道装置的长度对应于所述系统的地理位置。

12. 根据权利要求 10 和 11 所述的系统,其中,所述管道装置为所述反射盘装置提供自由移动。

13. 根据权利要求 1 和 9 所述的系统,其中,所述接收器装置位于所述反射盘装置的固定焦点处。

14. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述接收器装置是黑体接收器。

15. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述接收器装置基本上是有涂层的空心球壳。

16. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述包围装置的形式为大致透明的鱼缸形包围体。

17. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述包围装置选择性地由玻璃、塑料和类似材料制成。

18. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述内管道被高度抛光成镜面。

19. 根据权利要求 9 所述的系统,还包括用于所述内管道的多层屏障。

20. 根据权利要求 19 所述的系统,其中,所述多层屏障被高度抛光成镜面磨光。

21. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述内管道包括角度弯折,用以允许膨胀或收缩。

22. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述反射盘组件还包括适合于控制所述反射盘装置围绕不同轴线进行移动的一个或多个电机驱动器。

23. 根据权利要求 9 所述的系统,还包括连接在根据权利要求 22 所述的电机驱动器上的支撑臂,其中所述支撑臂为所述反射盘装置提供支撑。

24. 根据权利要求 1 和 9 所述的系统,其中,所述反射盘组件包括适合于控制所述电机驱动器的微处理控制电路,用以使所述反射盘装置对应于太阳的位置而移动,从而使阳光在所述接收器装置上的时间段最大化。

25. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述反射盘组件包括位于所述水平外管状装置内部的支撑盘,用以支撑所述内管道。

26. 根据权利要求 9 和 25 所述的系统,其中,所述反射盘组件还包括为设置在所述水平外管状装置中的内管道提供支撑的多个薄盘。

27. 根据权利要求 26 所述的系统,其中,所述薄盘包括双向截止阀,用以在所述主回路的任何小节段损坏的情况下确保所述主回路中的真空完整性。

28. 根据权利要求 27 所述的系统,其中,所述截止阀由低导热材料制成。

29. 根据权利要求 9 和 25 所述的系统,其中,所述反射盘组件还包括为设置在所述水平外管状装置中的内管道提供支撑的销装置或网装置。

30. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述多层热辐射绝热体配置结构包括具有低导热率和良好反射率的、被卷制成盘卷的金属薄片。

31. 根据权利要求 30 所述的系统,其中,所述金属片在其两面上具有高度抛光的镜面磨光。

32. 根据权利要求 30 所述的系统,其中,所述盘卷包括多层金属片,使得两层之间维持有适当的间隔空间 / 距离。

33. 根据权利要求 32 所述的系统,其中,所述间隔空间为数微米或更多。
34. 根据权利要求 32 和 33 所述的系统,其中,所述间隔空间优选为 0.5mm 左右。
35. 根据权利要求 30 所述的系统,其中,所述金属薄片的厚度尽可能薄。
36. 根据权利要求 30-32 所述的系统,其中,所述金属薄片包括多个凹窝状突起。
37. 根据权利要求 36 所述的系统,其中,所述突起彼此间隔开大约 1cm 的距离。
38. 根据权利要求 30-32 所述的系统,其中,所述系统选择性地包括穿过所述盘卷的几乎所有层的多个销装置。
39. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述内管道在 700° 绝对温度至 1000° 绝对温度的温度范围内操作。
40. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述水平外管状装置在周围环境空气温度附近的仅约 50° 绝对温度或更少的温度范围内操作。
41. 根据权利要求 1 所述的系统,还包括保护所述系统免受灰尘的配置结构,所述配置结构包括:
  - 围绕所述盘组件的过滤装置,所述过滤装置大致竖直地设置在所述盘组件的所有侧面,使得对于入射的太阳能不存在阻碍同时所述过滤装置有效地拦截大多数灰尘颗粒并将风速降低到几乎为零;以及
  - 设置在大致竖直的所述管状支撑装置上的空气离子发生器装置。
42. 根据权利要求 41 所述的系统,其中,所述过滤装置是带正电荷的。
43. 根据权利要求 41 所述的系统,其中,所述空气离子发生器装置包括多个离子放电针。
44. 根据权利要求 1 所述的系统,还包括清洁机构,每个所述清洁机构均被设置在所述盘组件中,所述清洁机构包括:
  - 一个或多个臂装置,其中所述臂装置设有一种或多种清洁材料;以及
  - 一个或多个电机装置,操作性地连接在所述臂装置上,以按照需求来驱动所述臂装置。
45. 根据权利要求 44 所述的系统,其中,所述臂装置选择性地包括在所述臂的几乎整个长度上的多个小孔。
46. 根据权利要求 44 所述的系统,其中,所述机构选择性地包括空气软管装置,所述空气软管装置操作性地固定到所述臂装置,从而在所述臂装置旋转期间维持受控的气压。
47. 根据权利要求 44 所述的系统,其中,所述臂装置的形状对应于所述盘装置的形状。
48. 根据权利要求 44 所述的系统,还包括电磁阀。
49. 根据权利要求 44 所述的系统,其中,所述清洁材料包括微纤维布。
50. 根据权利要求 1 所述的系统,选择性地包括包围整个主回路的壳体。
51. 根据权利要求 50 所述的系统,其中,所述壳体选择性地由塑料聚合物或特氟龙制成。
52. 根据权利要求 50 和 51 所述的系统,其中,所述壳体基本上为透明的包围体。
53. 根据权利要求 50-52 所述的系统,其中,所述壳体具有小斜坡。
54. 根据权利要求 50-53 所述的系统,其中,所述壳体气密地包围所述主回路。
55. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述储热单元包括:

第一筒形体；

大于所述第一筒形体的第二筒形体，所述第二筒形体大致同心地包围所述第一筒形体，两者之间留有预定空间；

多个管道装置，每个所述管道装置均通过鳍片装置彼此连接，所述多个管道装置在所述鳍片装置的协助下、以形成多个节段的方式设置在所述第一筒形体内部，以容纳储热介质。

56. 根据权利要求 55 所述的系统，其中，所述储热单元还包括位于所述第一筒形体与第二筒形体之间的空间中的高温绝热体。

57. 根据权利要求 55 所述的系统，其中，所述储热单元中的储热介质基本上是沙子。

58. 根据权利要求 55 所述的系统，其中，所述储热单元具有诸如氩气或氦气的惰性气体，用以降低所述管道装置的氧化几率。

59. 根据权利要求 55 所述的系统，其中，所述储热单元包括金属管道装置。

60. 根据权利要求 55 所述的系统，其中，所述储热单元适合在大气压下操作。

61. 根据权利要求 55 所述的系统，其中，所述储热单元选择性地适合在略低于大气压的压力下操作。

62. 根据权利要求 55 所述的系统，其中，所述储热单元还包括在其顶侧和底侧的绝热体。

63. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述系统附加地包括小型储热单元。

64. 根据权利要求 63 所述的系统，其中，所述小型储热单元由实心柱形的铁 / 软钢制成。

65. 根据权利要求 63 所述的系统，其中，所述储热单元在其顶部和侧部上具有高温绝热体。

66. 根据权利要求 63 所述的系统，其中，所述储热单元具有由纤维状的高温绝热体填充的空腔用于底部绝热。

67. 根据权利要求 66 所述的系统，其中，所述空腔是加压的。

68. 根据权利要求 63 所述的系统，其中，所述系统包括铁芯 / 钢芯。

69. 一种发电和储热的电站，其中电力由太阳能产生，所述电站包括根据权利要求 1-68 所述的系统。

70. 根据权利要求 69 所述的电站，还包括温度传感器、热传感器、振动传感器和类似传感器，以追踪根据权利要求 1-68 所述的系统在运行中的任何问题。

71. 一种用于太阳能发电站中的反射盘组件，所述组件包括：

多个盘装置，每个所述盘装置均由一个或多个管状结构构件支撑；

所述结构构件包括：

两个管状支撑装置，大致竖直设置且彼此间隔开，使得所述盘装置能够对应于太阳的位置移动；所述管状支撑装置为大致空心；

另一个管状装置，在其两端处由所述两个管状支撑装置基本上保持为大致水平；

其中，所述水平外管状装置包括两个内管道装置，所述两个内管道装置密封地设置在所述水平管状装置的内部且与接收器装置接合，所述接收器装置位于大致透明的包围装置内部，所述接收器装置被密封地保护在所述包围装置的内部，且适合于接收和吸收由所述

盘装置反射的几乎所有阳光；

其中,所述内管道装置具有特别设计的多层真空绝热配置结构,所述配置结构全部在所述内管道装置的外表面与所述水平外管状装置的内表面之间的可用真空空间中延伸和环绕;以及

其中,所述内管道装置限定惰性气体的通道,使所述惰性气体流过所述接收器装置,从而将所述接收器装置收集到的热量带走,流到所述组件的下一个盘装置的内管道装置,直至所述惰性气体到达所需温度,处于该温度的热惰性气体被送至所述储热单元和所述次回路的热交换器。

72. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述盘装置为大致抛物面形。

73. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述盘装置选择性地为大致方形。

74. 根据权利要求 73 所述的组件,其中,所述盘装置包括多个柔性的可拆卸部分,用以加强从热量到电力的转化效率。

75. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述盘装置为复合片材,包括由聚合物或其它材料制成的薄平滑表面和用于强度的金属支撑片。

76. 根据权利要求 75 所述的组件,其中,所述平滑表面片材包括由薄的二氧化硅涂层保护的前侧的银涂层或铝涂层。

77. 根据权利要求 75 所述的组件,其中,所述片材的形成是通过诸如冲模、真空成形及类似工艺来完成的。

78. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述盘装置具有其固定的焦点,所述焦点位于到所述盘的中心距离等于或小于所述盘装置的直径的四分之一的位

79. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述管状结构构件还包括大致垂直于所述水平外管状装置、并基本上位于所述水平外管状装置的中心的管道装置。

80. 根据权利要求 79 所述的组件,其中,所述管道装置的长度对应于所述系统的地理位置。

81. 根据权利要求 79 和 80 所述的组件,其中,所述管道装置为所述反射盘装置提供自由移动。

82. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述接收器装置位于所述反射盘装置的固定焦点处。

83. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述接收器装置是黑体接收器。

84. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述接收器装置基本上是有涂层的空心球壳。

85. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述内管道被高度抛光成镜面。

86. 根据权利要求 71 所述的组件,还包括用于屏蔽所述内管道的多层热辐射屏障。

87. 根据权利要求 86 所述的组件,其中,所述多层热辐射屏障被高度抛光成镜面磨光。

88. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述内管道包括角度弯折,以允许膨胀或收缩。

89. 根据权利要求 68 所述的组件,还包括适合于控制所述反射盘装置围绕不同轴线进行移动的一个或多个电机驱动器。

90. 根据权利要求 71 所述的组件,还包括连接在根据权利要求 89 所述的电机驱动器上的支撑臂,其中所述支撑臂为所述反射盘装置提供支撑。

91. 根据权利要求 71 所述的组件,包括适合于控制所述电机驱动器的微处理控制电路,以使所述反射盘装置对应于太阳的位置而移动,从而使阳光在所述接收器装置上的时间段最大化。

92. 根据权利要求 71 所述的组件,包括位于所述水平外管状装置内部的支撑盘,以支撑所述内管道。

93. 根据权利要求 71 和 92 所述的组件,其中,所述反射盘组件还包括为设置在所述水平外管状装置中的内管道提供支撑的多个薄盘。

94. 根据权利要求 93 所述的组件,其中,所述薄盘包括双向截止阀,用以在所述主回路的任何小节段损坏的情况下确保所述主回路中的真空完整性。

95. 根据权利要求 94 所述的组件,其中,所述截止阀由低导热材料制成。

96. 根据权利要求 71 所述的组件,还包括为设置在所述水平外管状装置中的内管道提供支撑的销装置或网装置。

97. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述多层热辐射绝热体配置结构包括具有低导热率和良好反射率的、卷制成盘卷的薄金属片。

98. 根据权利要求 97 所述的组件,其中,所述金属片具有高度抛光的镜面磨光。

99. 根据权利要求 97 所述的组件,其中,所述盘卷包括多层的金属片,使得两层之间维持有适当的间隔空间 / 距离。

100. 根据权利要求 99 所述的组件,其中,所述间隔空间为数微米或更多。

101. 根据权利要求 99 和 100 所述的组件,其中,所述间隔空间优选为约 0.5mm 左右。

102. 根据权利要求 97 所述的组件,其中,所述薄金属片的厚度尽可能薄。

103. 根据权利要求 97-99 所述的组件,还包括穿过所述盘卷的几乎所有层的多个销装置。

104. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述内管道在 700° 绝对温度至 1000° 绝对温度的温度范围内操作。

105. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述水平外管状装置在周围环境空气温度附近的仅约 50° 绝对温度或更少的温度范围内操作。

106. 一种包围根据权利要求 1-68 所述的系统的壳体。

107. 根据权利要求 106 所述的壳体,其中,所述壳体选择性地由塑料聚合物或特氟龙制成。

108. 根据权利要求 106 和 107 所述的壳体,其中,所述壳体基本上为透明的包围体。

109. 根据权利要求 106-108 所述的壳体,具有相对于水平面的小斜坡。

110. 一种储热单元,包括:

第一筒形体或任何其它适当形状体;

大于所述第一筒形体的第二筒形体或任何其它适当形状体,所述第二筒形体大致同心地包围所述第一筒形体,两者之间留有预定空间;

多个管道装置,每个所述管道装置均通过鳍片装置彼此连接,所述多个管道装置在所述鳍片装置的协助下、以形成多个节段的方式设置在所述第一筒形体内部,以容纳储热介质。

111. 根据权利要求 110 所述的储热单元,还包括位于所述第一筒形体与第二筒形体之

间的空间中的高温绝热体。

112. 根据权利要求 110 所述的储热单元,其中,所述储热单元中的储热介质基本上是沙子。

113. 根据权利要求 110 所述的储热单元,具有诸如氩气或氦气的惰性气体,以降低所述管道装置的氧化几率。

114. 根据权利要求 110 所述的储热单元,包括金属管道装置。

115. 根据权利要求 110 所述的储热单元,适合在大气压下操作。

116. 根据权利要求 110 所述的储热单元,选择性地适合在略低于大气压的压力下操作。

117. 根据权利要求 110 所述的储热单元,还包括在其顶侧和底侧的绝热体。

118. 一种小型储热单元。

119. 根据权利要求 118 所述的小型储热单元,其中,所述小型储热单元由实心柱形的铁制成。

120. 根据权利要求 118 所述的储热单元,其中,所述小型储热单元在其顶部和侧部上具有高温绝热体。

121. 根据权利要求 118 所述的储热单元,其中,所述小型储热单元具有由纤维状高温绝热体填充的空腔用于底部绝热。

122. 根据权利要求 121 所述的储热单元,其中,所述空腔是加压的。

123. 根据权利要求 118 所述的储热单元,其中,所述系统包括铁芯 / 钢芯。

124. 根据权利要求 1 和 9 所述的系统,所述系统被选择性地手动控制。

125. 根据权利要求 44 所述的系统,其中,所述清洁机构用于盘反射面的干清洁。

126. 根据权利要求 1 和 9 所述的系统,其中,所述盘组件设置为与地面相距适当高度,以在维护期间为所述组件和其它部分提供可达性。

127. 根据权利要求 69 和 70 所述的电站,其中,根据权利要求 71-105 所述的多个反射盘组件通过所述内管道装置彼此连接。

128. 根据权利要求 9 所述的系统,其中,所述管状支撑装置包括基本上同心地设置在所述管状装置内部的管道装置,由此所述管道适合于允许热水通过所述管状支撑装置,从而能够散去废热并将所述盘周围的空气温度保持在水的凝点之上。

129. 根据权利要求 128 所述的系统,其中,所述管道装置被串联连接,以使热水能够从一个管状支撑装置流到另一个管状支撑装置。

130. 根据权利要求 71 所述的组件,其中,所述管状支撑装置包括基本上同心地设置在所述管状装置内部的管道装置,由此所述管道适合于允许热水通过所述管状支撑装置,从而能够散去废热并将所述盘周围的空气温度保持在水的凝点之上。

131. 一种如本文大致描述以及附图中示出的用于产生电力并进行储存的系统,所述电力产自太阳能。

132. 一种如本文大致描述以及附图中示出的发电及储热电站,其中电力产自太阳能。

133. 一种如本文大致描述以及附图中示出的用于太阳能发电站的反射盘组件。

134. 一种如本文大致描述以及附图中示出的壳体。

135. 一种如本文大致描述以及附图中示出的储热单元。



136. 一种如本文大致描述以及附图中示出的小型储热单元。

## 低成本高效率的太阳能发电厂

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种非常低成本而高效率的系统和设备,其设计为使用抛物面聚光器来将阳光聚焦到接收器上,而接收器使用冷却剂来将热量送至储热单元。使用水作为冷却剂的次回路从储热单元提取热量并用于使涡轮机运转以产生电力。来自次回路的废热可再用于运转海水淡化工厂,或简单的消耗到环境中。

### 背景技术

[0002] 目前,已开发或正在开发若干种将阳光转换为电力的系统。下面将对这些系统及其优点和缺点作简要描述,以更好地理解太阳能发电。

[0003] 1) 抛物面槽:这是最早开发的系统之一,且是某些国家中仍在继续使用的最受欢迎的系统之一。在这样的系统中,抛物面槽具有穿过焦点的管道。这样的管道具有有效吸光的涂层。高温油经过该管道并被聚集的阳光加热。这样被加热的油随后被用于将水加热为过热蒸汽,过热蒸汽用于驱动蒸汽涡轮机,而蒸汽涡轮机进而驱动发电机以产生电力。太阳追踪系统用于追踪太阳的位置,而电机系统用于旋转整个抛物面盘 (Parabolic dish) 和相关管道。这样的系统的优点是单轴追踪就足以跟随太阳。其存在的主要局限是,由于长管道会再辐射能量,所以能够达到的最大温度相当低。由于辐射与绝对温度的四次方成正比,所以超过某一温度以后,接收管开始辐射与它们接收到的同样多的能量。因此,这样的系统被认为不够有效。

[0004] 2) 发电塔:在这样的系统中,使用平面镜来代替抛物面镜。接收器被设置在高的中心塔的顶部上,且所有镜子被设置为使得它们将阳光反射到该中央塔接收器上。该系统的优点是能够达到的温度远高于抛物面槽系统所能达到的温度,因此效率也高得多。该系统还具有管道较少的优点。其缺点是每个镜子必须以特定的方式跟随太阳,以将光线聚焦到中央塔顶的接收器上。塔的高度还要随着太阳能电池阵的尺寸而增加,这增加了成本。最大的缺点是许多镜子在阳光峰值时段将以一角度倾斜,因此不能使最大阳光时间期间的能量收集最大化。接收器也具有大的表面积,其再辐射了大量的能量,这限制了操作的最大温度。

[0005] 3) 抛物面盘:抛物面盘系统的现有设计由大的抛物面盘组成,所述抛物面盘将阳光聚焦在斯特林发动机 (Stirling engine) 上,所述斯特林发动机用于将热量直接转化为电力。这样的设计允许非常高的温度,因此比抛物面槽系统的效率高。现有设计的该系统的问题是其非常昂贵且具有许多独立部件,导致需求高的维护费。

[0006] 4) 光生伏打系统:这些系统通过光生伏打效应将光线直接转换为电力。这些系统的缺陷是起始成本高且效率低。另一个问题是储存电力与储存热量更为困难、昂贵且具有污染性。

[0007] 5) W0/2012/128877 描述了一种比如温室等包围结构 (enclosure),该包围结构包围聚集的太阳能系统,该太阳能系统具有线聚焦太阳能聚集器。线聚焦太阳能聚集器具有能反射光的前层、芯层和后层。在一些实施例中,芯层和后层与能反射光的前层结合在一起

时,能够使线聚焦太阳能聚集器保持特定形状而不需要附加的强化元件。在一些实施例中,芯层是蜂窝层。在一些实施例中,芯层和 / 或后层是通过从单件材料中去除材料而形成的。

[0008] 6) 其它系统:有多种处于实验阶段的其它系统,这些系统因技术原因而不太可能获得多大成功,因此不在本文中讨论。

[0009] 当今人类面临的最大问题是持续燃烧化石燃料来提供能量。这导致了大气中的二氧化碳呈次幂级 (exponential rate) 增长的情况。这导致了极为有害的全球变暖现象,除非立刻停止燃烧化石燃料。在缺少廉价的替代性能量源的情况下,这是不会发生的。唯一能够提供地球所需的所有能量的能量源是太阳能。本发明不仅提供了一种发电的替代方案,而且还确保所有的汽车和其它机器、冬季期间对房间进行加热以及任何其它能量需求全部仅由例如太阳能等可再生能源来提供。简而言之,人类绝对不会再对这颗行星造成碳污染。只有这样我们才能够确保这颗行星能够存活到太阳成为超新星。使这样的情况能发生的唯一方法是利用一种廉价、易于量产、低维护、高效率、人工干涉需求少的高度机械化的设计,且其具有 30 至 50 年的设备寿命。

[0010] 对于一个项目的成败而言,最重要的考虑是最终产品的价格。无论太阳能相比于化石燃料和其他技术具有多少益处,如果太阳能的价格高于其它能量源的价格,则成功的机会很小。因此,必要的是设计一种能够比化石燃料更便宜或等价地产生无补助电力的太阳能发电厂。

[0011] 发明目的

[0012] 本发明的一个基础目的是克服已知技术的缺点 / 缺陷。

[0013] 本发明的另一个目的是提供一种产生电力和储存热量的有效系统。

[0014] 本发明的另一个目的是提供一种以有效的方式从太阳能产生电力的电站。

[0015] 本发明的另一个目的是提供一种在上述系统和电站中的简单而成本低的设备。

[0016] 本发明的另一个目的是提供一种有效且廉价的储热单元。

[0017] 本发明的另一个目的是提供一种用于接收阳光的简单而成本低的结构。

[0018] 本发明的另一个目的是为该系统提供一种合适的绝热体以使热损耗最小化。

[0019] 本发明的另一个目的是提供一种自动去除灰尘和进行清洁的系统。

[0020] 本发明的另一个目的是使需水量最小化至几乎为零,因为在大多数沙漠中很少能大量供水。

[0021] 在结合附图阅读以下详细描述后,本发明的以上和其它优点将显而易见。

## 发明内容

[0022] 下文提出了本发明的简化概要,以提供对本发明的一些方案的基础理解。这样的概要并非本发明的广义概述。其并非旨在确定本发明的关键元件 / 主要元件或描绘本发明的范围。其唯一目的是以简化形式提出本发明的一些构思,以作为后文提出的更详细描述的序言。

[0023] 图 1 中示出了电站的一种基础布置。包括由涡轮机、发电机和冷凝单元组成的次回路的部分与其它发电厂 (例如核电站、天然气电站、煤电站) 相同,因此不会进行论述。发明人的设计完全集中在由太阳能电池阵和储热单元组成的主回路的部分。设计太阳能电池阵的基础焦点在于选择一种能够实现高效、易于使用低成本材料制造、寿命长、维护需求

低、在电站的整个运行寿命期间需要很少的人力介入的设计。由于太阳能电站总是会被设置在灰尘非常多且风速非常高的沙漠中，因其地形平坦而开放，所以成功的设计将必须不受这些条件的影响。

[0024] 同样重要的是，设计一种有效而廉价的储热单元，不管环境条件如何，该储热单元将确保电站可以在全年中以全容量操作。目前，大多数现有太阳能电站被设计为具有能够提供仅几个小时的储备的多个储存单元，这是远远不能接受的。即使在沙漠中，必须承认的是，由于阴云、沙尘暴或技术原因，总会有一些持续多日的阳光不足以使用的时期。由于发明人的意图是仅通过太阳能或其它再生能源装置来确保满足所有形式的能量需求，所以它们没有使用化石燃料的储备。因此，即使在多日或更长时期中没有阳光的情况下，太阳能电站的任何储热单元也应该能提供完全容量的电力。

[0025] 太阳能发电厂将会面对的另一个技术挑战是，夏季中的可用能量与冬季相比的巨大差距。冬季中对能量的需求会十分重要，尤其是对于经受严冬的国家。在城市适度地接近太阳能发电厂的情况下（也就是说数百公里），热能可以直接从次回路中获取。这样的优点是，它们能量消耗将会很小。然而很可能的是，大多数城市距离太阳能发电厂很远，因此必须使用电力满足加热和烹饪目的。考虑到在冬季中能够从太阳获得的可用能量仅仅是夏季中可用能量的 50% 或更少，在那些远离赤道的地区，唯一的可用选项是建造容量明显过量、或建造能够覆盖因冬季中缺乏阳光而导致的任何差额的足够大的储热单元。这在经济上是不实际的。一个简单的解决方案是所有电站都适度地靠近赤道，也就是说在赤道的南北 40° 以内，并通过高压线将电力传输到其它区域。

[0026] 很有可能的是，大多数太阳能电站会远离海洋，且可能很少接近任何类型的水。因此，大多数电站将会是气冷式。除了冷却塔要使用大量的、无法简单获取的水这个因素之外，还必须考虑的是极大尺寸的太阳能电池阵将会明显降低该区域中的温度。由于这样的原因，气冷将是非常有效的，因为空气温度可以被维持在所需范围内。这将会造成略高的初期投资且会略微降低效率，但在大多数情况下这是没有选择的。

[0027] 最后的、同样非常重要的考虑是，整个电站和储热单元应该被建造为高度环境友好的样式。换言之，制造电站的所有部件所需的能量必须最少，不应使用有毒化学物质，且电站的所有部件应该在寿命周期结束后可完全生物降解或可再使用。在未来的任何情况下，如果不再需要电站，则留下来的土地应该与建造电站之前的情况相同或更好。以下描述的电站是考虑到上述所有方面而设计的。

[0028] 因此，本发明的一个方案涉及一种产生电力和储存热量的系统，所述电力是由太阳能产生的，其中所述系统包括：

[0029] 主回路，所述主回路包括至少一个太阳能电池阵和至少一个储热单元，由此储热单元适合于从所述太阳能电池阵接收和储存热能；

[0030] 次回路，与所述主回路操作性地连通；

[0031] 其中，所述太阳能电池阵包括多个反射盘组件，所述反射盘组件包括多个反射盘装置，其中所述盘装置设置为彼此紧密靠近，其中所述盘装置设置为获得高阳光聚集比率，以提供从热能到电力的高转化效率。

[0032] 本发明的另一个方案在于一种用于太阳能发电站的反射盘组件，所述组件包括：

[0033] 多个盘装置，每个所述盘装置均由一个或多个管状结构构件支撑；

[0034] 所述结构构件包括：

[0035] 两个管状支撑装置，大致竖直设置且彼此间隔开，使得所述盘装置能够对应于太阳的位置进行移动；

[0036] 另一个管状装置，在其两端处由所述两个管状支撑装置基本上保持为大致水平；

[0037] 其中，所述水平外管状装置包括两个内管道装置，所述两个内管道装置密封地设置在所述水平管状装置的内部且与接收器装置接合，所述两个内管道装置位于大致透明的包围装置内部，所述接收器装置被密封地保护在所述包围装置的内部，且适合于接收和吸收由所述盘装置反射的几乎所有阳光；

[0038] 其中，所述内管道装置具有特别设计的多层热辐射真空绝热配置结构，所述配置结构全部在所述内管道装置的外表面与水平外管状装置的内表面之间的可用真空空间中延伸并环绕；以及

[0039] 其中，所述内管道装置限定惰性气体的通道，使所述惰性气体流过接收器装置从而将所述接收器装置收集到的热量带走，流到组件的下一个盘装置的内管道装置，直至所述惰性气体到达所需温度，处于该温度的所述热惰性气体被送至储热单元和次回路的热交换器。

[0040] 本发明的另一个方案在于一种使系统免受灰尘的配置结构，所述配置结构包括：

[0041] 过滤装置，围绕所述盘组件，所述过滤装置大致竖直地设置在所述盘组件的所有侧面上，从而对入射阳光辐射不会有任何阻碍，同时所述过滤装置可以有效地拦截大多数灰尘颗粒并将风速降低到几乎为零；以及

[0042] 多个空气离子发生器装置，设置在所述大致竖直管状支撑装置上。

[0043] 本发明的另一方案在于一种机构，其中每个所述清洁机构均设置在所述盘组件上，所述清洁机构包括：

[0044] 一个或多个臂装置，其中所述臂装置设有一个或多个清洁材料；以及

[0045] 一个或多个电机装置，操作性地连接在所述臂装置上，以按照所需地驱动所述臂装置。

[0046] 本发明的另一个方案还在于一种电站，包括本文上述的系统和组件。

[0047] 本发明的另一方案还在于一种储热单元，包括：

[0048] 第一筒形体或任何其它适当形状体；

[0049] 大于所述第一筒形体的第二筒形体或任何其它适当形状体，所述第二筒形体大致同心地包围所述第一筒形体，中间留有预定空间；

[0050] 多个管道装置，每个管道装置均通过鳍片装置彼此连接，所述多个管道装置在所述鳍片装置的协助下以形成多个节段的方式设置在所述第一筒形体内部，以容纳储热介质。

[0051] 本发明的另一方案在于一种用于本文上述的系统和组件的小型储热单元。

[0052] 根据以下结合附图公开了本发明的多个示例性实施例的具体描述，本发明的其它多个方案、优点、和显著特征对于本领域技术人员显而易见。

[0053] 太阳能电池阵和热储存设计的一些重点。

[0054] 以下列表中提到某些重要的独特特征，这给出了电站的设计的简要构思。

[0055] 1) 使用相对小尺寸的抛物面盘，其由金属、亚克力、玻璃、PVC 或塑料片材通过冲

压成形、或真空成形而制成。

[0056] 2) 该盘将是极轻量化的镜子,其重量优选小于 1Kg。

[0057] 3) 每个盘均会形成为抛物面盘的形状且涂覆有铝或银。

[0058] 4) 使用具有二氧化硅的薄保护层的前侧镜。还使用由玻璃或其它材料制成的、效率较低的后侧镜。

[0059] 5) 各盘之间几乎没有空间。

[0060] 6) 只要条件允许,每个盘均是方形。

[0061] 7) 2 个电机将控制每个盘的位置,且它们将全部受到主计算机的控制。

[0062] 8) 任何盘的最低点将会距离地面 1.5m-2m,且无论如何不会与地面接触。这样的自由空间将用于维护目的。

[0063] 9) 虽然各盘之间没有空间,但即使一些盘发生故障,它们不会阻碍其它盘的自由移动。

[0064] 10) 盘的焦点是固定地且永不移动。盘围绕固定焦点进行移动,且由支撑杆悬吊在空气中。

[0065] 11) 主回路中没有可移动接头。

[0066] 12) 主回路将有 2 个管道。内管道和外管道。

[0067] 13) 主回路的内管道将由直径为 1cm-2cm 的钢管道形成。

[0068] 14) 外管道将用于支撑内管道和盘。

[0069] 15) 主回路将使用例如氦气的气体冷却剂,即使在高温下,气体冷却剂在电站的整个寿命期间也不会与主回路的内壁发生反应。

[0070] 16) 内管道与外管道之间的空间将是真空。

[0071] 17) 整个主回路和次回路中将使用处于真空中的多层的、薄片的、高反射率的热辐射绝缘体,以将热损耗降低至几乎为零。

[0072] 18) 所有接头都被焊接以实现低维护和长寿命。

[0073] 19) 该设计提供允许热膨胀和收缩。

[0074] 20) 主回路中发生任何失效,则自密封的设计将确保仅有一小节段的回路会发生故障,而电厂将会以几乎全部容量继续运行。

[0075] 21) 非常高的温度是可行的,仅受到当下技术的可用材料的技术限制。

[0076] 22) 太阳能电池阵的设计确保在电站的整个寿命期间,盘所需求的清洁最少,这在现有设计中是困难的。

[0077] 23) 在盘需要进行湿清洁的情况下,其将由另一个盘替代并被送至现场清洁设施。

[0078] 24) 使用空气离子发生器对灰尘颗粒充电,以确保从空气中去除灰尘并将灰尘从盘反射表面引开。

[0079] 25) 任何类型的空气过滤器(类似但不限于空调中所用的空气过滤器)将设置在盘的所有四侧的竖直位置中。这些过滤器廉价地、非常有效地拦截灰尘、且非常有效地降低空气速度,从而为盘和追踪电机提供防风 and 防尘。

[0080] 26) 任何躲过了灰尘去除系统、并停驻在盘的反射面上的灰尘将会由配有微纤维布和加压空气供应的旋转机械臂去除。

[0081] 27) 对于降雨非常频繁的地区,这些盘可以被包围在单个气密、防尘、防水、类似于

巨型“玻璃房”的壳体中。整个壳体将由非常便宜、透明、薄、清晰、不可破坏、柔性、低折射率而高抗拉强度的材料制成。

[0082] 28) 保护材料的表面可由抗反射涂层覆盖,以提升效率。

[0083] 29) 保护壳体的内部将会是无尘、低湿度、气压受控的,以将腐蚀效果降低至可以忽略。

[0084] 30) 保护壳体还将用于为盘防风。

[0085] 31) 在风速非常高的情况下,保护壳体内部的压力可增加或减少,以保护该结构。

[0086] 32) 主回路管道的支撑结构也可为保护壳体的支撑件。

[0087] 33) 自动化清洁机器会在设置于支撑结构上方的小型轨道上持续移动,以清洁保护壳体的外部。

[0088] 34) 该设计使得可以制造任何所需尺寸的电站。

[0089] 35) 主回路的冷却剂将首先进至储热单元。

[0090] 36) 储热单元将使用铁和沙子的结合作为储能介质。

[0091] 37) 带有鳍片的管道将穿过沙子,其用于向沙子添加热量或从沙子去除热量。

[0092] 38) 储热单元将是筒形或任何适当形状。

[0093] 39) 筒的侧面和顶面将由厚高温绝热体来隔离。

[0094] 40) 筒的底面不被隔离。沙子自身作为隔离物。

[0095] 41) 电站的一些废热将被消散在太阳能电池阵中。主回路的垂直管道支撑件是中空的且由管道串联连接,而热水将经过这些管道。可根据需要在管道支撑件中使用鳍片以增加热损耗。这将会确保太阳能电池阵上方和下方的空气温度被维持在可接受范围内。

#### 附图说明

[0096] 通过以下结合附图的描述,本发明的某些示例性实施例的上述和其它方案、特征、及优点将显而易见,在附图中:

[0097] 图 1 示出了整个发电厂的示意性布局。

[0098] 图 2 示出单个盘的构造,以及外管道和内管道结构,以及多层隔热件和自动干燥清洁臂。还示出了聚集光接收器以及两个驱动电机。

[0099] 图 3 是若沿图 2 中所示的 AA 截面将图 2 的部件切成两半,将会观察到的管道的内部布局的示意图。

[0100] 图 4 示出盘如何被连接在一起,以及支撑件结构。

[0101] 图 5 示出竖直设置的、设计为拦截并去除灰尘和提供防风的过滤器的位置,以及空气离子发生器的针的位置。

[0102] 图 6 是带有除去过滤器和机械臂(以及在电站位于多雨地区的情况下,还要除去保护壳体和清洁及维护轨道)之外的全部支撑结构的几个盘的俯视图。

[0103] 图 7 示出保护壳体和轨道如何被安装。

[0104] 图 8 是电站一角的俯视图,示出带有保护壳体的太阳能收集阵列以及维护轨道。虽然保护壳体是透明的且内部机构和盘是清晰可见的,但有意未示出它们,以给出外保护壳体的形状和外观的样子的更好的立体图。

[0105] 图 9 示出以垂直角度从上方观察一小部分时将会看到的电站的样子。

- [0106] 图 10 示出热的内管道的真空绝热体中使用的热屏障的一部分。
- [0107] 图 11 是用于确保内管道停留在其位置上的支撑件之一。
- [0108] 图 12 是在玻璃或塑料鱼缸连接到外管道处所用的支撑件。其具有双向截止阀, 以在玻璃破损的情况下确保真空完整性。
- [0109] 图 13 示出储热单元的基础外观。
- [0110] 图 14 示出若沿 BB 截面切去顶部而从上方观察的储热单元的俯视图, 其清晰地示出了管道、热鳍片和沙子如何设置。
- [0111] 图 15 再次以 3D 的方式示出了储热单元的 CC 切割截面。
- [0112] 图 16 示出将实心的柱形铁芯用作储热介质的储热单元。
- [0113] 本领域技术人员应认识到, 图中的元件是为了简单和清晰起见而示出, 可能并非按照比例绘制。例如图中的一些元件的尺寸可能会相对于其它元件被放大, 以有助于提高对本申请的各个示例性实施例的理解。应注意, 在所有附图中, 相似的附图标记用于表示相同或相似的元件、特征和结构。

### 具体实施方式

[0114] 下文提供了参照附图的描述以协助全面理解本发明的由权利要求及其等效方案所限定的多个示例性实施例。其包含多种特定细节以协助理解, 但这些细节应被认为仅仅是示例性的。

[0115] 因此, 本领域普通技术人员将会认识到, 在不违背本发明的范围和精神的前提下, 可以对本文描述的多个实施例做出各种变化和改型。此外, 为了清楚和简要, 略去对已知功能和构造的描述。

[0116] 下文的描述和权利要求中所用的术语和词汇不局限于书面意义, 而仅是发明人用来清楚而一致地理解本发明。因此, 对本领域技术人员显而易见的是, 以下提供的对本发明的多个示例性实施例的描述仅用于示例性目的而非用于限制本发明, 本发明由所附权利要求及其等效方案所限定。

[0117] 应理解, 除非在文中另有明确指定, 单数形式“一”、“一个”和“该”也包括复数的引用。

[0118] 术语“大致”的意思是无需精确地实现所引用的特征、参数或数值, 而是在不影响该特征意图提供的效果的数量内, 可以存在偏差或变化, 包括例如公差、测量误差、测量精确性限制以及本领域技术人员已知的其它因素。

[0119] 参照一个实施例描述和 / 或示出的特征可按照相同或类似的方式用于一个或多个其它实施例中和 / 或结合或替代其它实施例中的特征。

[0120] 应强调, 说明书中所用的术语“包括”旨在指明所陈述的特征、整体、步骤或部件的存在, 但不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、部件或其组合的存在或添加。

[0121] 本发明的系统包括图 2 中所示的抛物面盘 (该图中未示出四个角 22, 以使其它部分更加可见), 用以获得非常高的阳光聚集比率, 这允许以高温进行操作。原因在于, 操作温度越高, 从热量到电力的转化效率越高。盘的尺寸会被保持为较小, 直径大约为 1 米至 2 米, 从而能够容易地使用冲压 (die punching) 或真空成形等工艺、由单片金属薄片材以及 PVC、亚克力或任何其它适当材料的薄片材来制造。在金属和不可燃的平滑表面聚合片材已



被形成为所需的抛物面形状后,它们被结合在一起。该复合材料盘的前侧将随后被涂覆铝或银,并且由二氧化硅的薄层保护。这将会允许以低成本进行非常精确的高速生产,这对于任何太阳能电站来说都是必不可少的。如果准备以相当规模来使用太阳能,则每年会需要数十亿个反射器。自然地,用简单的工艺来进行这样规模的生产是不可避免的。应注意,本发明在本实施例中描述为上文所述尺寸的抛物面盘。然而,这样的尺寸可以在实践中根据电站的需求/容量而有所变化。这样的变化仍应被认为是在本发明的构思之内。

[0122] 反射盘中所用的金属塑料复合片材 10 与玻璃基的反射器相比具有若干优点。其将会被更便宜地制造,易于按大尺寸制成而不会破裂,且将会更轻量化。在相对较小尺寸的抛物面盘形状中使用金属复合片材的另一个优点是,非常薄的金属片材所具有的强度在没有任何结构支撑件的情况下也能维持其形状。金属片材提供强度,而不可燃的柔性薄片通过一面上的铝或银的涂层来提供平滑的反射表面。这导致非常轻量化的反射盘,这对本设计而言是非常必要的,因为如图 2 所示,驱动电机 13、14 存在明显的机械缺陷。

[0123] 具有非常薄的二氧化硅层的保护涂层的前涂层镜将会是优化的选择(如需要的话,也可使用背侧镜)。这样是由于若干种重要原因。前涂层镜的反射率比后涂层镜更高,因为光线不会穿过基质材料两次。最透明的玻璃的透明能力约为 90%,所以使用后涂层镜会导致大约 20%的效率损耗。另一个重要原因是由于灰尘附着在各种材料上的能力。发明人已经注意到,具有二氧化硅保护膜的前侧镜是一种灰尘自身极难附着在其上的表面。当该表面被保持在竖直位置时,大部分灰尘仅仅是从该表面上落下,而且通过低压压缩空气或微纤维布或除尘器可以将余量的灰尘轻松地去除而不会擦伤基质材料。即使灰尘在反射器上沉积数百次并用微纤维布对其进行清洁之后,反射面上也不会有明显的擦痕。所有的背侧镜,无论是玻璃、亚克力、塑料或是 PVC 制造的背侧镜,均显示出至少 10 倍至 100 倍的较大的灰尘亲合性,且灰尘更加难以清除。这可能是由于静电荷或其他原因,从而导致从灰尘的角度而言,对于前侧镜具有清楚的优选性。

[0124] 因此,每个反射盘的中心均固定有一个小旋转臂 48,该小旋转臂具有位于臂的底面与反射面之间的微纤维布、或者足以自动清洁反射面的加压空气供应制造。每当确定反射面需要进行清洁时,旋转臂 48 都可以被驱动电机 49 致动。在高灰尘而无水的环境中,使用这样的干燥清洁自动化系统是必要的。

[0125] 在干燥环境中可以用微纤维布从前侧镜上容易地去除灰尘,但是在混合有雨水或露水时,黏附到反射面上的灰尘的粘性会大得多。水还会在反射面上留下水印,这会降低反射面的反射率。有些时候,比如在雨后,盘 10 会需要湿清洁处理。在这样的时候,待清洁的盘 10 会被拆下而由另一个盘替代,并被送至现场湿清洁设备。这样的设备将会回收利用所有的水,从而不会产生水损耗。

[0126] 这是之所以选择对冷凝器的废热进行空气冷却的一个重要原因(其它原因是沙漠中非常缺少水)。如果从太阳能电池阵区域中移去了大部分能量,则会出现空气温度急剧下降的情况。这会明显造成露珠形式的水冷凝物,特别是在夜里和凌晨时,从而导致需要非常频繁地对反射器 10 进行湿清洁。劳动力和材料成本将会很高,以至使得电站无法经济独立。支撑太阳能电池阵和管道 19 的鳍式竖直支撑件 23 将消耗掉该区域中的所有废热,并确保空气温度不会下降到可能形成露珠的凝点。这些支撑件 23 是中空的,热水通过管道 51(见图 3)被泵送到这些支撑件中,从而能够消耗废热并保持盘周围的空气温度在水的凝

点以上。管道支撑件 23 和管道 51 将会被串联连接,使得热水从一个支撑件 23 流到另一个支撑件,一旦温度已经下降得足够低,则水会回到电站热交换器以被再次加热。

[0127] 现有设计的一个主要缺点是地面的大量浪费,因为在大部分情况下在电站占用的地面中仅有大约 25%或更少的实际地面被反射器 10 覆盖。这在当下可能还不是问题,但如果太阳能具有成本效益性且在广大的全球范围内使用,则会存在明显的问题,比如地面浪费和实用性等。这就是为什么本发明的系统被制成为使得这些盘 10 在太阳直接垂直于地球时几乎彼此接触(见图 6)。此外如图 6 所示,抛物面盘将是正方形而非圆形,从而几乎收集到 100%的阳光。这样的明显优点是,在实际上没有增加额外初始投资的情况下,能够收集到大约 25%的额外能量。仅有的成本是在圆形抛物面上添加四个柔性的“耳部”22,以使其覆盖方形区域。如有所需,也可在未将“耳部”22 添加到圆形盘上的情况下使用电站,其结果仅是效率较低。在从区域中移去过多阳光而导致该区域的温度急剧下降的情况下,这将是必要的。

[0128] 如图 3 所示,每个盘均会有各自控制 X 轴线和 Y 轴线位置的两个电机 13、14。电机 13 会使用齿轮 24 来旋转支撑臂 16,而电机 14 会旋转筒形套管 26。所用的非常薄的金属片材使得盘非常廉价而轻量。因为这些盘非常轻量,所以很小的电机就足以使盘移动,这会允许使用廉价的电机(即使电机可能存在机械缺陷)。每个盘 10 均会被指定独有的 X 坐标和 Y 坐标,第一盘的坐标为(1,1),而其它所有盘的坐标均会由它们在 X、Y 网格上的位置来确定。每个盘 10 均会有一个带微处理器的控制回路,该微处理器将具有内置在其记忆体中的该盘的独有坐标。回路的任务是控制电机 13、14,使得盘 10 将始终追踪太阳并确保阳光被聚焦在接收器 12 上。所有盘在任何时刻的位置均会由中央主计算机来控制,中央主计算机随时对太阳的位置进行数学计算并会将其数学计算结果与太阳追踪传感器进行相互校验。如果需要的话,也可使用另一个手动控制器。每当中央计算机需要任何盘进行移动时,其将会首先发送想要移动的盘的坐标,随后传送想要该盘进行移动的量。只有在计算机发送的 X、Y 坐标与特定盘的微处理器中储存的坐标相匹配时,该盘才会移动。

[0129] 每个盘均会由支撑臂 16 连接到驱动电机上,所述支撑臂将会是盘 10 所接纳的仅有的支撑件。任何盘的最低点都会离地面大约两米(见图 4)。由于任何盘之间不会存在间隔,所以该空间将是为整个阵列的反射盘 10、机动驱动器 13、14 以及主回路的管道(管状结构构件)17、19、20 提供修理和维护的仅有通道。与管状结构构件成大致垂直关系的管道 20(另一个管状结构构件)的功能是,在太阳处于一定角度的冬季期间为这些盘提供自由移动。电站的位置距离赤道越远,则管道 20 的长度将会越长。由于电站的规模将是非常大(有可能在各方向上均为许多公里),该空间中会使用专门配备的电池动力机动车辆来满足所有维护需求。策略性设置的多个摄像机、温度传感器、热传感器、振动传感器和其它传感器、以及来自每个盘的独立回路的反馈将会协助对任何问题源进行定位以引起及时关注。

[0130] 在移动的盘如此多的情况下,无论任何原因,总会存在少数盘没有移动或处于错误位置的可能。必要的是,这些存在故障的盘不会以任何方式妨碍或阻碍正确运行的盘的自由移动,而且在多个盘几乎彼此接触的情况下,当太阳在头顶正上方时,这会引起连锁效应。这样甚至会导致电站在大部分时间无法使用。因此,无论如何存在故障的盘都不能影响任何其它盘是非常重要的。为了确保这一点,从盘的焦点到盘的中心距离应该等于或

小于  $D/4$ , 其中  $D$  是盘的直径。使盘呈正方形 (见图 5) 的四个耳部 22 将会是柔性的, 且如果接触到任何东西时将会简单地弯曲。

[0131] 如图 2、以及图 3 和图 4 中的 AA 剖视图所示, 盘将会围绕从不移动的固定焦点 12 进行旋转。保持固定焦点 12 的主要优点之一是, 无需昂贵且易于发生故障的高温可移动接头。所有管件均保持在固定位置, 而盘 10 是仅有的移动部件。所有阳光在穿过玻璃或塑料鱼缸 11 之后, 被聚集在小型球形黑体接收器 12 上。接收器 12 被真空包围, 以防止因传导和对流造成的热损耗。该小型球形接收器 12 是运载主回路冷却剂的管道的、唯一没有被多层绝热体 21 隔离的部分, 因而其也是因再辐射造成明显能量损耗的唯一位置。然而, 接收器 12 的微小表面积确保将再辐射所导致的能量损耗的量保持为最低。由于辐射量与温度的四次方成正比, 所以如果温度足够高, 即使微小面积也会辐射大量的能量。实际上, 在许多再辐射面积巨大的太阳能发电厂设计中 (例如太阳能槽技术、能量塔技术等), 都存在这样的因辐射导致的能量损耗, 其严重限制了最大操作温度。接收器 12 基本上是空心壳球体且具有极有效地吸收所有波长的光的涂层, 优选是黑体。接收器由两个管道 17 (一个入口和一个出口) 连接, 惰性气体以高压流过这些管道并将接收器 12 收集的热量带走。

[0132] 内管道 17 被串联连接 (见图 4), 所以一个盘的加热过的气体将会是下一个盘接收器的入口气体, 直至气体达到所需温度, 处于所需温度的热气体被送至储热单元和热交换器。在失去能量和温度以后, 该较冷的气体随后被送回到主回路中以被再次加热。运载主回路冷却剂气体的管道是所有接头被焊接在一起的单一连续管道, 使得发生故障的机会较小。这是非常重要的, 因为由于该设计, 如果存在任何类型的故障将很难进入该管道, 因此优选地, 该管道应该可以在电站的整个寿命期间进行操作而不需要任何维护。该内管道 17 由次级管道 19 包围, 且这两个管道之间的空间将会被保持为真空以降低热量损耗。不锈钢内管道 17 的外表面将被高度抛光成镜面状表面以降低辐射, 且将通过非常薄的、高度抛光的、镜面磨光的不锈钢多层屏障 21 隔离 (见图 2 和图 10)。多层屏障 21 上可以使用镀金来提升保护隔离效率, 但金子的极高成本使其极为昂贵。通过使用较多层的高度抛光的钢就可以简单地实现同样的效率。内管道 17 与外管道 19 (以及多层隔离体 21) 之间将会确保真空, 除了小的球型接收器 12 之外, 主回路的所有部分因辐射导致的热损耗几乎被保持为零。

[0133] 内管道 17 中的弯折 (见图 3) 将允许管道中的热膨胀, 所述热膨胀在中午 (太阳能辐射最大的时间) 与夜晚之间 (此时管道 17 处于周围空气的温度) 会相当明显。所以我们必须假定管道将会经受每天  $700-1000^{\circ}$  绝对温度 (开氏温度) 循环, 且自由运动和允许膨胀对于内管道 17 是必不可少的。由于这样大的温度范围, 对于不锈钢而言热膨胀将会在 2% 左右, 而这样的设计将容易地容纳该运动。对于内管道 17 的支撑将主要由多层热屏障 21 来提供 (见图 10) 且还由以下多个部件的结合来补充: 连接内管道与外管道的薄网, 图 11 中所示类型的多个支撑盘 25 (见图 3), 以及具有由低导热金属 (比如钛等) 制成的双向截止阀 33 的多个非常薄的盘 (见图 12)。每种类型的支撑件的精确结合及位置由实验确定以达到最佳性能。由于截面积很小, 所以网能够自然地提供最低形式的热损耗, 然而由于在内部流动的高压气体导致振动, 所以它们不能独自为内管道 17 提供完全的稳定性。穿孔盘 25 提供较大的支撑, 可是由于截面积小且热量必须流过的距离长, 所以限制了热量的流动。第三种类型的支撑件是非常薄的钛片, 其基本上仅仅是薄片 34 (见图 12), 内置有连

接外管道与内管道的小截止阀 33。这些部件仅仅会被设置在某些位置,且在作为支撑件以外,它们还用于密封发生真空密封失效的节段,以使其它节段不会受到局部问题的影响。举例来说,它们会被设置在鱼缸玻璃 11 连接到外管道 20 的位置(图 3)。因此,如果鱼缸玻璃 11 由于任何原因而损坏,则整个管道节段中的真空密封会继续操作而没有任何问题。还可以由设计为包围整个内管道 17 的独有热屏障 21 来提供相当量的支撑。所有这些类型的支撑件的结合将会使得每米长度的管道 17 热量损耗小于 10W。假设入射辐射为  $1000\text{W}/\text{m}^2$ ,该损耗会很好地符合要求。如果使用十层的多层绝热体,则会导致每米长度的管道另外最大损耗 5W。该损耗仅仅是入射辐射的大约 1% -2%,是可以忽略的。

[0134] 图 10 中示出了多层绝热体 (MLI) 21。其由非常薄(厚度小于 0.1mm)的低导热率材料(比如具有高熔点的不锈钢)的片材构成,且在两侧被高度抛光成镜面磨光。用于卫星的 MLI 由许多层涂敷有金、且由呈薄纱形状的低导热材料织物分隔开的薄片构成。因为适当的有效薄纱非常难以制成,所以这样的设计在  $1000^\circ$  绝对温度的范围内会存在问题,而且不能够那么容易地大规模地制造产品或使结构强度能够支撑内管道,因为在两侧上镀金会使其过分地昂贵,所以成本将会更高,且将更难以按照所需的形状来安装。

[0135] 图 10 中所示的多层绝热体还可由替代性的支撑销来构造,这些支撑销具有多个小凹窝状的突起 47,这些突起将会防止松垂和因蠕变导致的不同层之间的可能的接触。屏障 21 将被期待在非常高的温度下、每天都受到加热和冷却的情况下进行操作,且被期待持续电站的整个寿命而不需要任何维护,因此这样的修改被视为是必要的。其仅仅是长的、非常薄的金属片(大约 0.1mm 或更薄),所述金属比如是不锈钢或其它任何适当金属,具有低导热率且在两侧抛光成镜面磨光。在抛光之后,该片材将经过辊筒,该辊筒配备有大量的、间隔开大约 1cm 的、小直径的锋利销,这会在片材上产生多个小坑。这些凹窝 47 可以分离得比 1cm 更远,以降低接触面积,但是由于维护极为困难而昂贵,所以管件系统需要被设计为持续至少 20 至 30 年,我们很可能使用大约 1cm 的间隔。此外,因为不具有关于金属在这样的设计中将怎样蠕变的现有数据,所以最好额外地小心一点,因为我们不希望片材在极高温导致蠕变作用下彼此接触。然而,因为凹窝 47 的接触面积非常小,所以传导引起的热量损耗将仅仅是数瓦特/每米长度。锋利的销将会在片材上造成小凹窝(深度为 0.25mm-0.5mm),当片材被卷成盘卷时,这些凹窝会阻止片材的不同层彼此接触。如果凹窝 47 的深度小于所述的 0.25mm,则片材不会撕裂且凹窝具有平滑的圆形底部。如果凹窝被制成得略深,使得片材仅仅在凹窝的底部撕裂,则我们会得到具有非常锋利且崎岖的边缘 53 的表面(见图 10),该表面在片材被卷成盘卷时产生极小的接触面积。两种类型的凹窝都是可用的,但为了降低热传导以使其最小化,期望的是两层之间的接触面积最小以使热传导最小化,因此,仅在尖端 53 处撕裂的凹窝 47 将是优选的。

[0136] 理想地,MLI 21 的每个环均不会接触下一个环,但是只要片材非常薄,本人的设计就能实现几乎相同的绝热性能。如果片材的厚度小于 0.1mm,则由传导导致的热量损耗可以被保持在每米长度的内管道 17 仅仅数瓦特。然而重要的是任何两层都不会物理接触,因为这会降低屏障的绝热性能。只要两层没有物理接触,它们之间的分隔距离并不重要。几微米的分隔距离与一米的分隔的绝热效果是相同的。然而对于实际用途来说,考虑到在电站的整个寿命期间片材会有松垂或弯曲的情况,我们将会保留大约 0.5mm 左右的分隔距离。不得不修理或替换屏障将会是繁重而昂贵的过程,这是非常不合乎要求的。

[0137] 制成热屏障 21 的第二种方式（见图 10）是，采用一片抛光过的片材，产生多个凹窝 47，然后将片材切割为预定尺寸从而可通过焊接制成直径渐增的多个筒。然后这些筒将被放置在彼此内部，直至形成屏障的所需层数。凹窝 47 将会阻止这些筒的各层彼此接触，而没有明显的接触面。由于降低了热传导，所以该屏蔽方法的绝缘性略好，但由于焊接需求，其生产成本略高而生产速度略低。焊接工艺也会略微降低焊接头处的反射率，所以这种工艺的净收益会是微不足道的。

[0138] 无论采用哪种技术，该形式的热屏障 21 均具有许多优点，这些优点对于本设计的成功而言是必不可少的。极为简单的设计和使用适当的金属允许以非常合理的成本来极快速地生产。以几毫米的空间，我们能够以很小的一部分成本获得与通常几米的高温热隔离相同的隔离属性。因为曲面的筒形和小的防接触凹陷 47，本发明的热屏障即使在高温下也具有相当大的机械强度，并对内管道 17 提供相当大的支撑同时使其与外管道 19 隔离。在内管道 17 平直的节段，单个长筒的屏障 21 就足够了。在内管道 17 弯曲的节段，热屏障 21 通过使用多个在端部以适当角度切割的小节段来接近于该弯曲。这些节段将是独立的且未焊接到彼此，从而允许内管道 17 具有随着温度变化而膨胀或收缩的空间。这样的屏障设计为内管道 17 提供了极佳的支撑，以防止具有极少其它支撑的内管道发生弯曲或松垂（且必须如此），同时对内管道 17 的热膨胀或收缩不会造成阻碍。由于屏障总是处于真空中，所以不存在能阻止其在即使非常不友好的操作条件下持续上百年的因素。

[0139] 除了其它多种重要功能之外，外管道 19 还将为整个主回路提供结构支撑和强度。在没有外管道提供的刚性支撑的情况下，内管道是脆弱的，而外管道还必须在热的内管道周围提供真空屏蔽，以将热量损耗保持在最小。如果真空的极佳隔离性能不是与 MLI 屏障 21 结合，热量损耗将会很高，以至于本项目根本无法实现。仅仅通过增加 MLI 屏障 21 的层数，热量损耗就可以被降低到所需量且不会占用太多空间。

[0140] 外管道 19、20 还为悬挂在空气中、仅由外管道支撑的盘提供全部支撑。所有电机、电子器件、以及驱动装置也固定在外管道 20 上。固定在外管道 19 的两边的地面中的两个垂直支撑管道 23 是设置在外管道 19 上的仅有支撑件。外管道中的所有接头也被焊接，以提供长期的无故障寿命以及内管道与外管道之间的真空完整性。外管道将在仅仅大约 50° 绝对温度或更小的温度范围内操作，所以管道 19 的热膨胀将会小于 1mm/ 每米长度。然而，提供膨胀和收缩仍然是必须的，且是由图 2 和图 3 中所示的柔性接头 18 提供的。由于外管道不会在极端条件下操作，可使用廉价的软钢来替代高质量且昂贵的低碳不锈钢。

[0141] 由于电机接合的严重机械缺点，上述设计非常容易受到强风的影响。对此问题的一个不理想的解决方法是使用重型部件和电机，这会增加相当的成本。此外，由于所有沙漠中的多尘和多风的自然状况，所有的反射面上都会存在大量的灰尘堆积。如果不进行频繁的清洁，这会导致效率下降。然而对于抛物面来说，清洁不总是容易的且会消耗大量的水且需要大量人力，导致大量的成本。此外，频繁的灰尘堆积和清洁将明显缩短反射面的寿命，因而增加更多成本。

[0142] 该问题是通过使用设置在支撑柱 23 的顶部上的多个空气离子发生器 52 以及设置在盘 10 的全部四侧的大致垂直位置中的多个灰尘过滤器 50（见图 5）来解决的。空气离子发生器 52 会对灰尘颗粒充电，使其附着在任何接地表面或反向充电的表面上。盘 10 还会维持与灰尘同极的柔性电荷，从而将灰尘从反射面上排斥开。虽然空气离子发生器是为室

内用途而开发,但没有理由阻止在室外使用这样的技术。离子放电针 52 的尖端将会设置在支撑件柱 23 的顶部上,且这样的均匀间隔将会允许适度均匀的电荷分布和太阳能电池阵的完全覆盖范围。空气离子发生器所需的电力只是来自每个盘的最终电力输出的很小一部分,所以使用它们完全不会影响电站的实用性。

[0143] 竖直设置的灰尘过滤器 50 有两种功能。首先是明显地拦截空气中的灰尘并附着在其上。其次是阻止风对太阳能收集盘 10 施加任何力。过滤器 50 被竖直地设置在太阳能电池阵中的所有盘的全部四侧(见图 5)。由于这些过滤器的位置,它们不会以任何方式阻碍入射的太阳能辐射,却非常有效地捕捉大部分灰尘颗粒,并且即使在非常高的大气风速条件下也会将盘周围的风速降低到几乎为零。这样允许在所有条件下都能够持续且最大程度地发电。这将允许连续数周或数月的运行而不必对盘 10 进行湿清洁,在该设计中,湿清洁是劳动密集且昂贵的过程。如果盘 10 必须被每日清洁,则劳动力成本会大量增加,电站将不会具有非常低且而无电力补助成本的可行性。

[0144] 过滤器 50 将是低成本且设计非常简单的,其在某种程度上类似于空调或任何相似类型中所用的过滤器。其目的是使得过滤器 50 的质量或制造成本很小,而依然能够有效地捕捉灰尘颗粒且应是可洗的。过滤器 50 上会维持柔性正电荷,从而使得通过空气离子发生器 52 充有负电荷的灰尘颗粒将会强力附着在过滤器 50 上且会与它们附接在一起。每当过滤器 50 收集到了足量的灰尘时,它们将会被拆下以进行类似于盘 10 受到的湿清洁过程。根据条件,这些过滤器 50 应该能在无需清洁的情况下运行数周。

[0145] 针对尘土的第三种防护是小型的、非常轻量的机械臂 48(见图 2),其轮廓形状与盘反射面 10 相同,且在机械臂与反射面之间具有微纤维布。安装在盘 10 的中心下方的小电机 49 会每天一次或按需求地旋转该机械臂,以定期去除灰尘。通过允许灰尘在具有二氧化硅保护层的前面镜上沉积几微米的厚度来进行测试。于是通过使用微纤维布以施加非常小的压力(在布上施加更大压力容易在布上已经积累了一些灰尘的情况下刮伤表面)来去除灰尘,而即使使用同一块布而不清洗地进行 100 次清洁循环的情况下,表面上也不会有明显的刮伤。对于背侧镜,无论基质材料是玻璃、亚克力或任何其它聚合物,尘土都会更强力地附着,导致一些灰尘保留在表面上。对微纤维布使用更大的压力并不能提升清洁,却会在几个循环之后随着灰尘在布上的积累,开始明显刮伤表面。每当盘被送去进行湿清洁时,机械臂 48 上的微纤维布也将会被送去进行清洗。

[0146] 机械臂 48 还可装配在加压的空气软管上,并随其旋转而用气压来去除灰尘。在使用加压空气时,加压空气必须不含任何湿气,否则水滴会协助灰尘结合在表面上,使得只有湿清洁才能去除它们。每当需要进行清洁时,一个小的电磁阀将会打开以使加压空气能够流入机械清洁臂中,随后空气会通过沿机械臂整个长度的多个小孔离开机械臂。小电机 49 会旋转机械臂 48,使得整个盘面都可以被清洁。

[0147] 造成一些小问题的一个方面是降雨,因为灰尘将会失去其电荷并将会粘合在反射面上。此外,降雨还会在反射面上留下仅能由湿清洁适当地去除的水渍。幸运的是,大多数沙漠每年仅有几天降雨,所以这不是主要问题而是小困扰。

[0148] 在仅仅是多尘或降雨非常频繁或经常有强飓风的环境中,可使用的另一个方案是通过封闭整个电站的主回路(封闭在图 8 中所示的巨型玻璃房 29 中会是有效的)来简单地将灰尘和风一起消除掉。这样的保护壳将会造成电站效率的明显降低,但在容易降雨的

环境中还是有一些重要的优点。“玻璃”房的所有壁都是固定的且不会沿任何方向移动。仅替代玻璃的优选材料是不可燃塑料聚合物或特氟龙。玻璃会贵的多、厚的多、重得多、更容易发生灾难性故障且提供的光透射率比其它材料更小。自然地,由于壳体材料的吸收和反射,使用透明包围体会导致效率略微下降。对于某些材料来说吸收量可以非常小而因此可以忽略。然而,光的反射量取决于光的入射角度,而当入射角很大时,反射会高到令人无法接受。

[0149] 光的入射角度取决于三个因素。第一是一天中的时间,第二是电站相对于赤道的位置,第三是一年中的时间(冬季或夏季)。对于第一因素和第三因素,完全是无法控制的,但是由第二因素引起的问题可以受到控制,且通过简单地将电站设置在尽可能接近赤道的位置就可以解决该问题。不幸的是,赤道附近没有太多的大陆地块,且即使存在的很少,还通常是热带雨林。因此,电站的下一个最佳位置是在呈沙漠形式的多余大陆块以及整年的阳光都非常好的热带地区。我们假设电站建立在北回归线上。夏季期间,中午的太阳在头顶正上方,而我们会获得极佳的电站效率。然而在冬季期间,由于地球绕其轴线倾斜,中午的最佳入射角度是大约  $46^\circ$ ,而在其它时间更差。大体来说,对于大多数材料,在入射光的入射角高至大约  $60^\circ$  时,作为入射角度的函数的光反射量在 10% 以下,这完全在可接受的数值之内,且会在这之后迅速增加。因此,理想的电站是位于赤道处,且电站效率会随着电站向赤道的南方或北方移动而下降。实际上,在距离赤道超过大约  $30^\circ$  时,冬季的效率会明显下降,而电站会是不实用的。通过使保护壳的顶面向太阳倾斜而非水平,可以解决这样的问题。然而,随着远离赤道移动而降低的日照会降低电站的成本效率。幸运的是,在热带附近存在绰绰有余的可用沙漠。印度、非洲、中东、美国、南美、中国、和澳大利亚在这方面的位置都很好。北欧的电力可由中东的非洲部分容易地提供。

[0150] 于是假设电站的位置适度地靠近赤道,任何一天中接收到的可用阳光的大约 50% 是在与接近中午时刻相隔 3-4 个小时中。在这样的时间中,入射角度大而电站效率不受影响。在入射角非常大的清晨和傍晚时间中,不会有太多可用的能量,所以总损耗不是太值得关注。总体来说,使用被包围的电站可在夏季导致电站的总效率降低 15% -25%,而在冬季导致降低 25% -40%。这会使得年平均损耗大约为 20% -30%。这些计算 (figure) 当然取决于相对于赤道的位置,越远离赤道就会越高。通过在保护片 29 的表面上使用抗反射涂层可将这样的损耗降低大约 50%。然而,由于抗反射涂层被小规模地使用,其目前成本相当高,所以最初不应使用。一旦该涂层被这样大规模地使用,很可能其成本会非常明显地降低。

[0151] 然而,我们必须考虑使用保护包围体 29 获得的效率收益和节约成本。首先反射盘会总是免于灰尘,因此与未被包围在保护壳体中的电站相比,这会使效率更高。因反射盘免于灰尘而获得的优点的精确值是很难给出的,因为这取决于反射盘被清洁的频率如何,具体环境中的灰尘程度,以及其他许多因素,但获得最小 10% 的效率的计算似乎是非常现实的。当然,保护壳体也会有沉积在其上的灰尘,但与分散的抛物面形状相比,连续的平面容易清洁得多。保护壳体 29 将会具有装在其顶部上的、由无人的自动化清洁机器使用的多个导轨,这些机器将会以高速持续地在高空中经过,以确保最优的操作条件。位于位置点 27 处、用于为外管道 19 提供支撑的同样的竖直柱支撑件 23 会为导轨提供支撑。这些机器也能在白天期间进行清洁而不会影响电站的操作。

[0152] 顶面不会是完全的平面。在一些节段中会装入小的斜坡。每段的最低点会具有排水管道,从而能够排掉由于降雨或清洁而留下的多余的水。虽然在沙漠中不能期待太多的降雨,但电站的巨大尺寸会需要某种类型的排水供应。

[0153] 保护壳体 29 将会被完全地气密密封,且内部的空气将会是几乎没有灰尘或湿气的受控的环境。由于反射盘 10 不必承受风的持续撞击,驱动机构 13、14 以及支撑结构可以使用更廉价、更轻的材料。此外,由于保护壳体内部的全部空气会完全免于灰尘且湿气会被保持在低水平,所有的钢铁产品的寿命都会因为消除了锈蚀而大大加长。由于没有灰尘,在电站的整个寿命期间都不需要清洁那些非常精巧而难于清洁的镜子的反射面。所有这些益处都会为电站的总体实用性和初期成本及运行成本带来非常显著的效果。

[0154] 保护壳体 29 的初期投资会非常低。全部所需就是方形边框 31(见图 7),多个透明片 32 将会结合在方形边框上以提供气密支撑。保护片的每个方形部分均会在其四角上、在支撑主回路管道 19 的竖直柱 23 的点 27 处得到支撑。壳体的实际保护片 32 将会像纸片一样薄或比纸片更薄,所以每平方米的成本会非常低。保护壳体 29 的益处远远大于其初期成本。图 8 示出了从上方观察的带有保护壳体的电站的一小部分。

[0155] 主回路的最后节段是储热单元。必须具有存储系统,其能够在电站关闭、长期的云层遮蔽、或维护的情况下提供数日的备份。数小时的备份是不可接受的,不幸的是这是当今的可接受标准。图 13、图 14、图 15 和图 16 中示出了储热单元的基础设计。图 13 示出储热单元的基础外观。热气进入储热单元,并在将其一部分能量储存在内部的沙子 39 中后离开。储热单元内部的温度预期在  $1000^{\circ}\text{K}$  的最大值与  $800^{\circ}\text{K}$  的最小值之间变化。在图 14 中,储热器的顶部被沿截面 BB 切开,以更好地示出内部设置。储热单元的未示出的顶部是管道简单的彼此连接的部分和连接到主回路的入口及出口管道连接件的部分。储热介质是沙子 39。使用沙子来作为储热介质具有极大的优点。首先当然是成本收益。由于介质几乎是免费的,储热单元的整体成本很容易被保持在可接受的限制内。由于沙子即使在高温下也极为稳定,安全性也自然被加强了。当介质的数量很大且已经处于  $1000^{\circ}$  绝对温度时,不会有任何机会发生预期外的失控化学反应。此外,作为固体,在发生任何意外事故的情况下也更容易进行包容。即使在多年处于高温的情况下也不会出现任何类型的污染或有毒材料。

[0156] 沙子的相对于重量的储热容量可能不如其它材料那么高,但是由于沙子的合理的高密度,其相对于体积的热容量则在相比之下极为可观。此外,体积热容量比沙子更高的材料大多在远未到达  $1000^{\circ}$  绝对温度的要求前就会经受相变或热分解,因此不能被使用。任何材料中储存的能量的量都会与温度成正比。温度越高,储存的能量越多。因此 1 立方米、处于  $1000^{\circ}$  的沙子可以储存相当大的能量(大约 10 亿焦耳)。因此,即使说  $100\text{m} \times 100\text{m} \times 100\text{m}$  的小储热单元也能够储存足够为大城市供电一天的能量。

[0157] 使用固体粉末作为储热介质具有其优点和缺点,但这样的缺点已成为本发明中的优点。任何热物体仅从表面损耗热量,所以最好具有单个大储存单元而非总容量相同的多个小储存单元,因为热损耗会更少。换言之,理想的是希望表面积与体积的比值尽可能小以使热损耗最小化。而且建造单个单元也总比建立与单个单元的总容量相同的十个较小单元更廉价。一个大储热单元会被良好地隔离以将能量损耗保持为最小。大多数隔离物由导热性差、将空气困在小囊中、且密度很低的纤维材料构成。它们不能承受太多挤压负载。侧壁



和顶部容易被隔离,但由于沙子的巨大重量,底部并不那么容易被隔离。且由于涉及高温,任何支撑结构的建造都会非常昂贵。这就是沙子的低导热性的优点。储热单元将会在底部简单地设置厚的沙缓冲区 46 以作为隔离体。这样允许建造任何尺寸的储热单元,而这在现有设计中是不可能的。此外,成本也比任何现有设计低得多。在小型的储热单元(也就是说几千立方米)的情况下,有必要将侧面隔离以将热量损耗保持在可接受的限制内。然而,一旦储热单元在百万立方米或更大的范围内,则不需要绝热体,因为包围储热单元沙子将其很好的隔离。

[0158] 图 13、图 14、图 15 和图 16 中示出了储热单元的基础设计。储热单元基本上仅是竖直筒 38,其具有多个通过内部的鳍片 40 连接在一起的管道 37,且空置的空间由沙子 39 填充。第二个更大的筒 36 包围整个储热单元,且两个筒 36、38 之间的空置空间由高温绝热体 35 填充。沙子中的特殊形状的小沙粒意味着,鳍片 40 的实际表面积中仅有一小部分会接触沙子,因而限制了通过传导进行的热传递。然而由于高操作温度,这不会成为问题。在  $1000^{\circ}\text{K}$  左右的温度下进行操作的优点是,由于辐射进行的热传递变得非常大,而即使  $50^{\circ}\text{K}$  的温度差也会引起明显的能量传递。使用沙子的另一个优点是,非常高的辐射系数允许双向辐射(在白天从鳍片 40 向沙子 39,而在夜间从沙子 39 向鳍片 40)的有效传递。然而,沙子的低导热性降低了能够通过沙子进行的能量传递的速率,而这就是鳍片 40 比它们在导热性良好的情况下还要大得多的原因。在这方面,石墨是比沙子好得多的介质,然而石墨的极高成本将其排出在外。

[0159] 储热单元不是加压容器,而是在大气压下操作。这是使用固体作为储热介质的明显的优点,因为非加压容器可以被制成任何尺寸。实际上,如有所需也可将其保持在略微低于大气压,以抵消沙子将会施加在钢铁包容单元的外壁 38 上的压力。储热单元内部的空气将会是惰性气体(如氩气或氦气),从而降低金属管道 37 和鳍片 40 的氧化。储热筒的侧面和顶部由厚层的高温绝热体 35 来隔离,以将能量损耗保持为最小。底部的厚层的沙缓冲区 46 将会协助确保从底面损耗的热量最小。储热筒的外面 38 将会镀金以降低辐射引起的热损耗。这是由两端密封、内部有真空和多层绝缘体的竖直矩形管道包围的。由于矩形管道不会彼此接触,所以通过管道的仅有的热损耗将会是由管道壁中的传导引起的。

[0160] 然而,可能存在能量需求非常高的短时间段,为此存在由实心柱形的软钢制成的第二个较小的储热单元(图 16)。软钢具有合理的储热容量,可以在极高温下操作,相当廉价,且导热性比沙子好得多。因此,每当出现短时间内电力大幅激增的突然需求时,这样的钢芯将能够提供电力。钢芯基本上仅是铁实心块 42,形状为筒形或任何适当形状,在顶部和侧面上由高温绝热体 43 包围,且具有多个通道以使冷却剂流体 41 能够从中流过。底部绝热体设置为具有由纤维状高温绝热体填充的空腔 44。空腔 44 由氩气加压,使得铁芯储热单元由这样的加压气体空腔支撑。空腔 44 中的压力将会精确地平衡其上方的铁芯储热单元的重量,使其在气垫上有效地漂浮。半圆形弯折 45 将会允许因不平衡引起的较小移动。这将会以非常低的成本提供极佳的绝热。

[0161] 在白天期间,来自太阳能电池阵的热氦气首先经过储热单元并将其一部分能量存放在这里。在离开储热单元之后,氦气随后行进到热交换器,并在那里加热用于涡轮机的水。冷却后的氦气随后回到太阳能电池阵并在那里被再次加热。在夜间,截止阀阻止氦气回到太阳能电池阵,氦气进行循环以从储热单元收集能量并将其传递到次回路的热交换器。

所有的冷却剂回路都是闭合回路,且任何冷却剂在任何阶段都不存在混合。

[0162] 对于太阳能发电厂的上述描述意在给出待使用的基础构思。必须理解的是,在不违背以上描述的基础构思的前提下,可以做出小的改型和变化。将理论构思转化为实际工作机器需要一些小的调整和改动。

[0163] 优点

[0164] 1) 不会移动的、非常小的固定集中的阳光接收器。

[0165] 2) 非常小的太阳能接收器,被包围在真空中以提供最小的再辐射损耗。

[0166] 3) 主回路中的氦冷却剂,用于免腐蚀和高温操作。

[0167] 4) 升高的反射盘,以从下方提供维护。

[0168] 5) 几乎接触的反射盘,以获得单位面积中的最大阳光收集。

[0169] 6) 整个主回路管道被包围在由特别设计的多层反射绝热体围绕的真空中,以确保最小辐射损耗。

[0170] 7) 提供热膨胀和收缩的所有焊接接头。

[0171] 8) 复合片材轻量化的前面镜盘,使用如亚克力、PVC 或其它适当材料的薄片,且具有金属薄片以获得结构强度,该盘可形成为允许廉价、快速、且非常大规生产所需形状。

[0172] 9) 方形的抛物面盘,用以覆盖最大面积。

[0173] 10) 在盘的移动中提供防冲撞设计。

[0174] 11) 主冷却剂管道系统为抛物面盘提供仅有的支撑。

[0175] 12) 如果主回路中发生任何失效,则自密封设计将会确保仅有一小段的回路会失灵,而电站将会几乎全容量地继续运行。

[0176] 13) 自动灰尘去除系统,使用空气离子化和过滤器来捕捉灰尘,以使盘上沉积的灰尘最小化。

[0177] 14) 使用自动化干燥清洁系统的自动化盘清洁,从而节省水并降低劳动力成本。

[0178] 15) 通过策略性地设置灰尘过滤器来防风。

[0179] 16) 自然对流空气冷却系统去除废热,从而消除所有发电厂的巨量耗水。

[0180] 17) 尽管去除了相当大量的能量,依然将周围环境的空气温度维持在所需范围内。

[0181] 18) 整个电站不需要水,因此允许将电站设立在最干旱、最荒芜偏远的沙漠中。

[0182] 19) 封闭的透明气密壳体,用于降雨非常频繁的地区。

[0183] 20) 轨道安装式清洁系统,用于清洗保护壳体。

[0184] 21) 电站的设计确保盘在电站的整个寿命期间所需的清洁少得多。

[0185] 22) 沙子和钢铁储热单元允许非常低的储热构造成本。

[0186] 23) 可以建造任何尺寸、任何容量的单个储热单元。

[0187] 24) 可以在极高温下操作的储热单元。

[0188] 25) 次级铁芯储热单元,可以提供在很短时间内提供高电力攀升。

[0189] 26) 每天 24 小时、每年 365 天的发电能力。

[0190] 27) 不需要备份的化石燃料发电厂。

[0191] 28) 足量的热储存,即使在持续阴云覆盖或其它不可控自然事件的情况下也能运行多日。

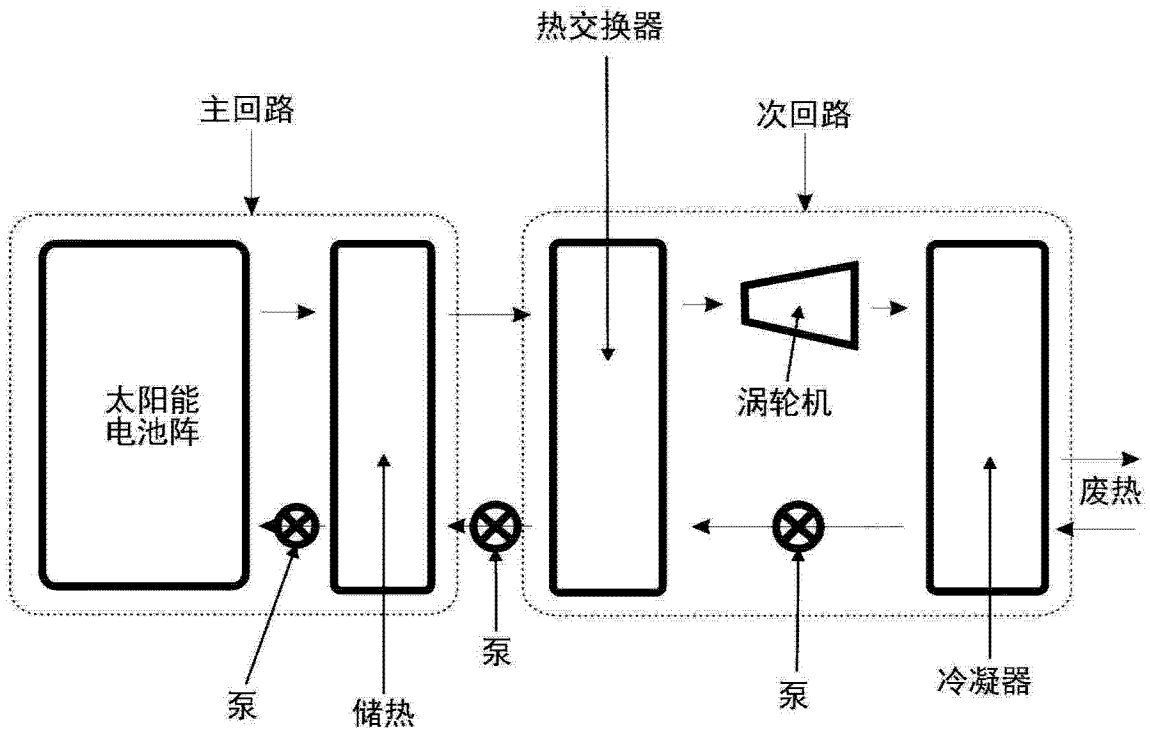


图 1

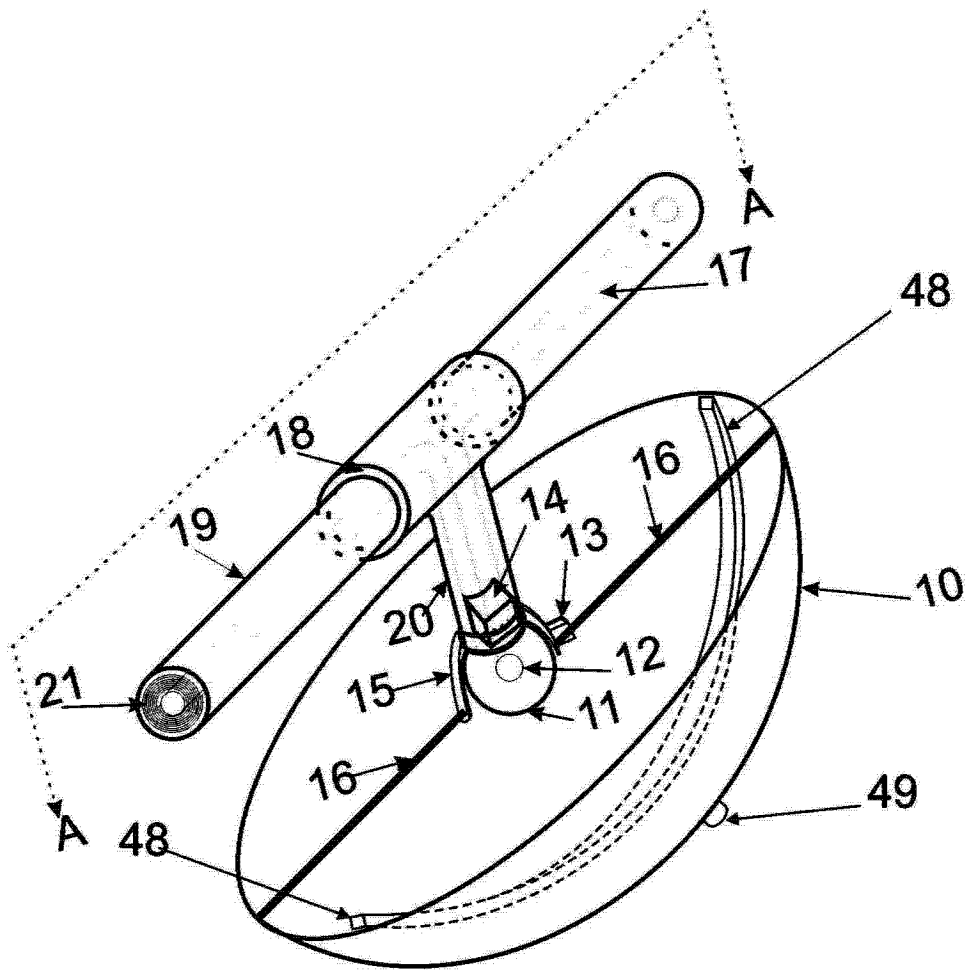


图 2

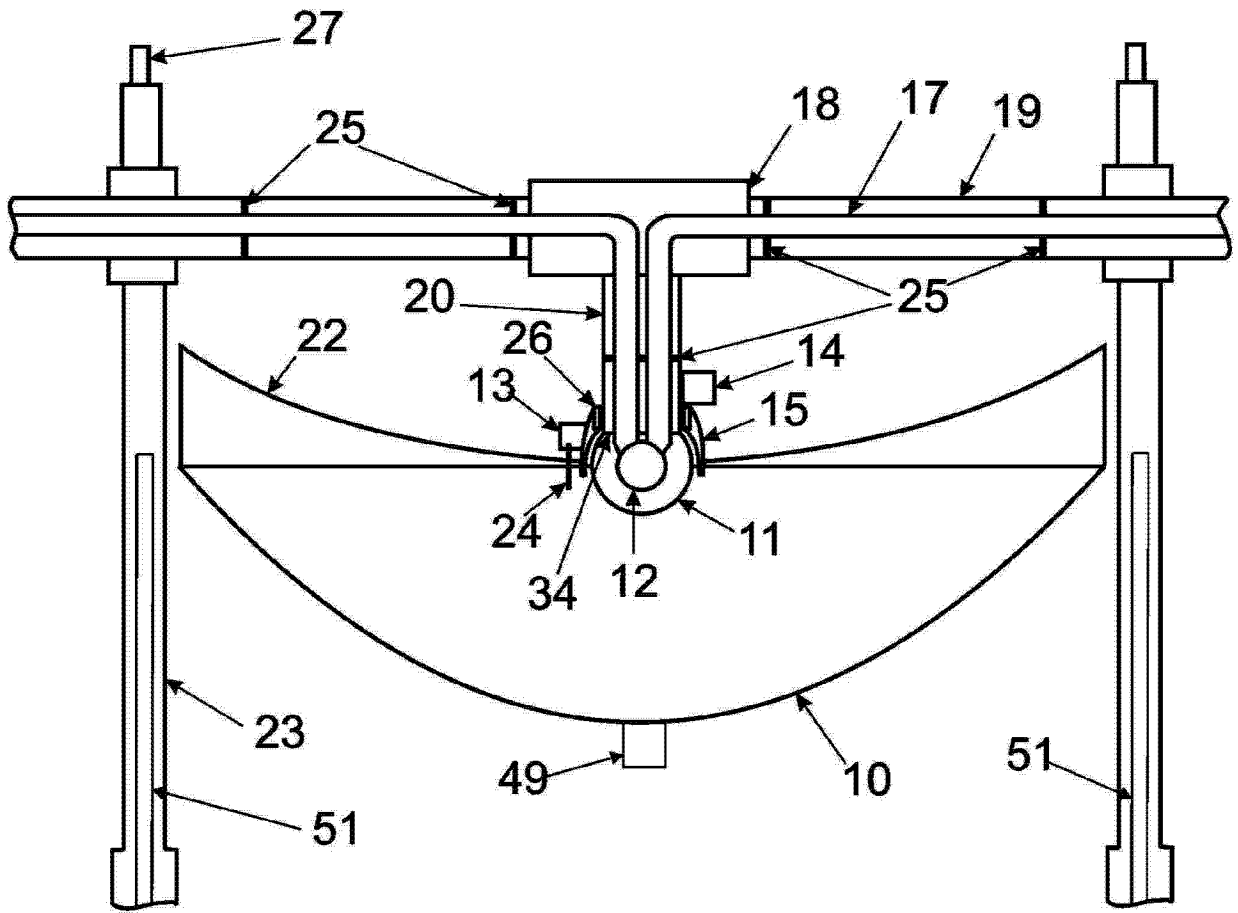


图 3

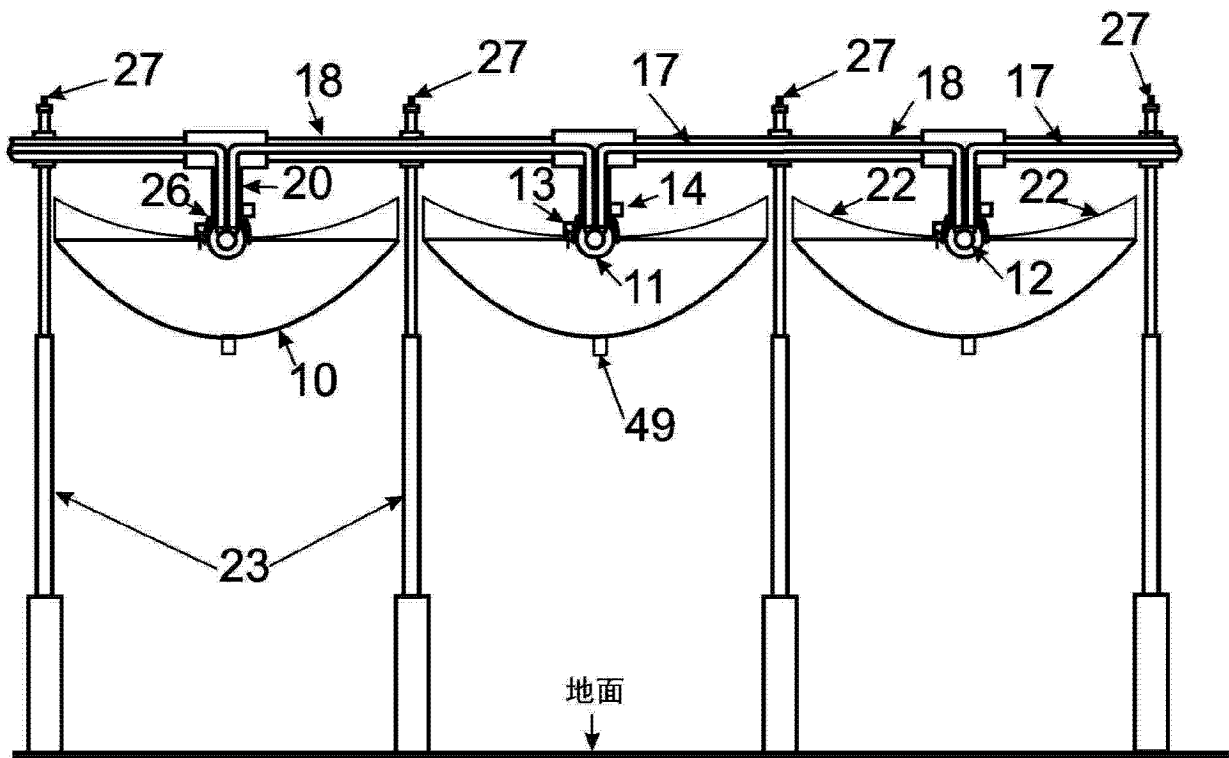


图 4

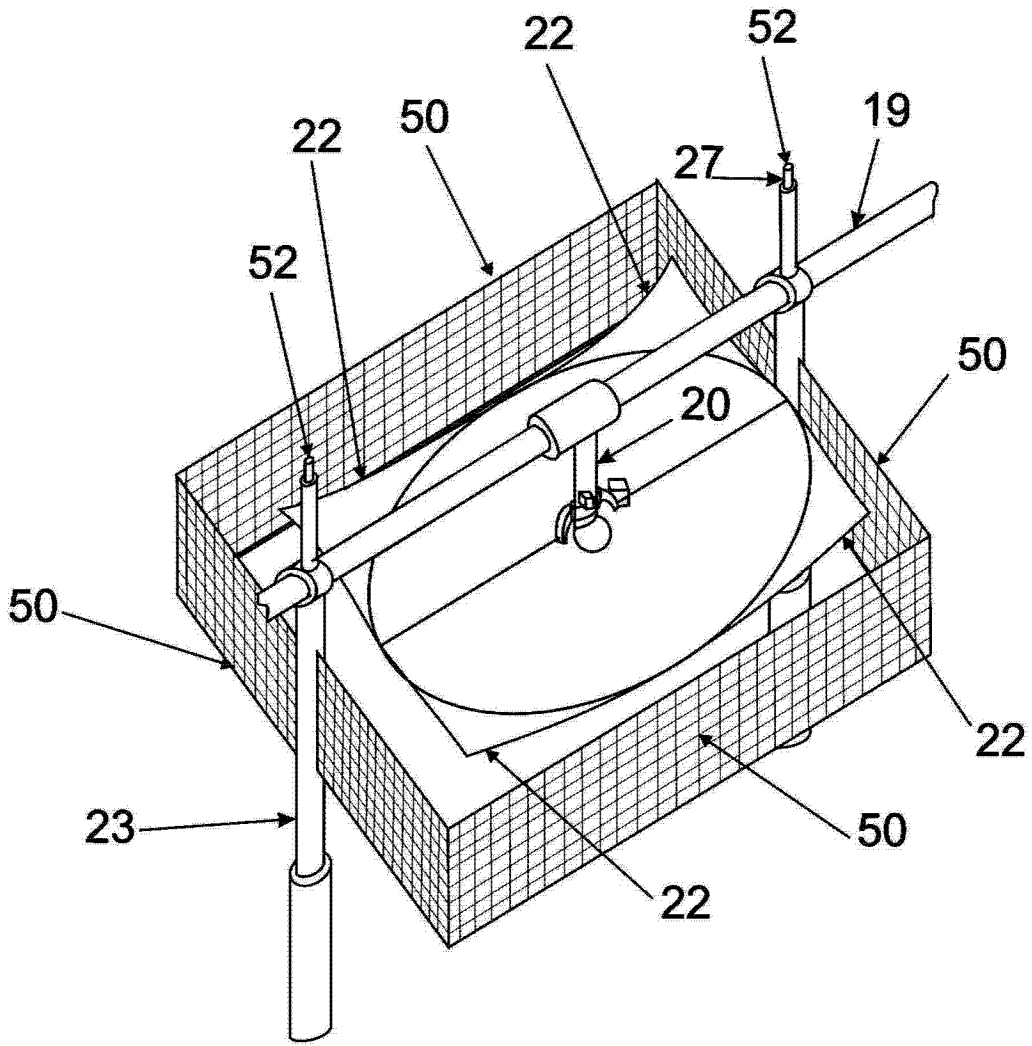


图 5

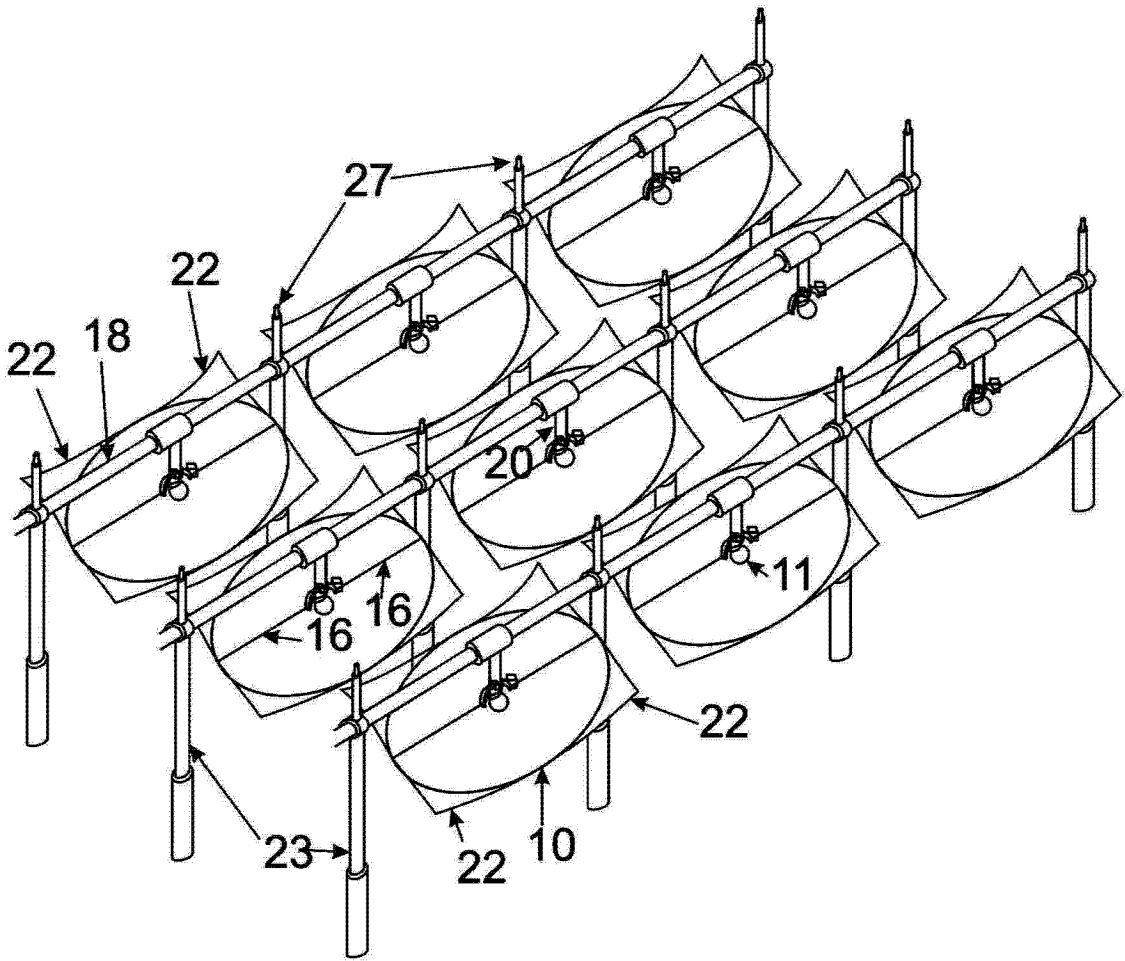


图 6



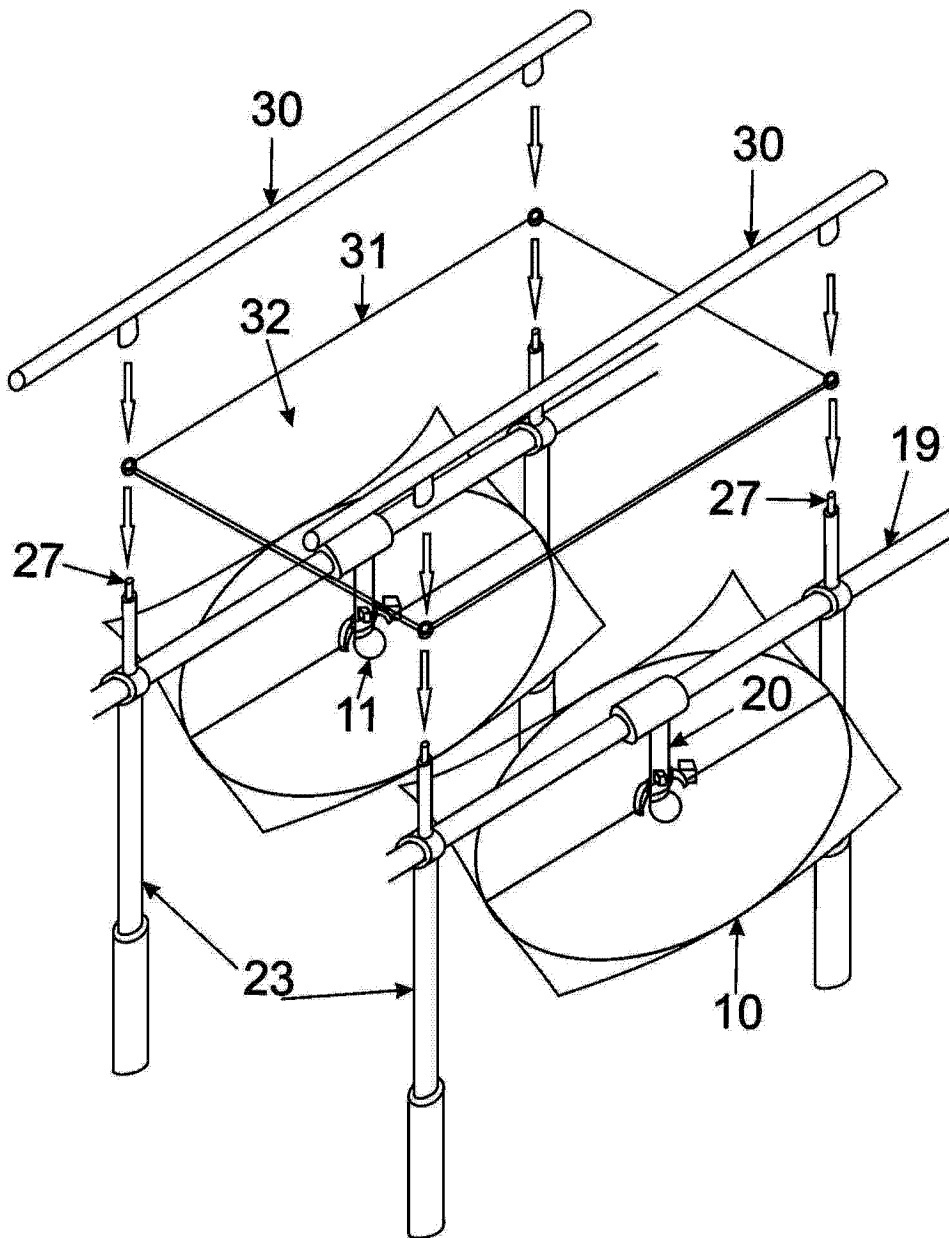


图 7

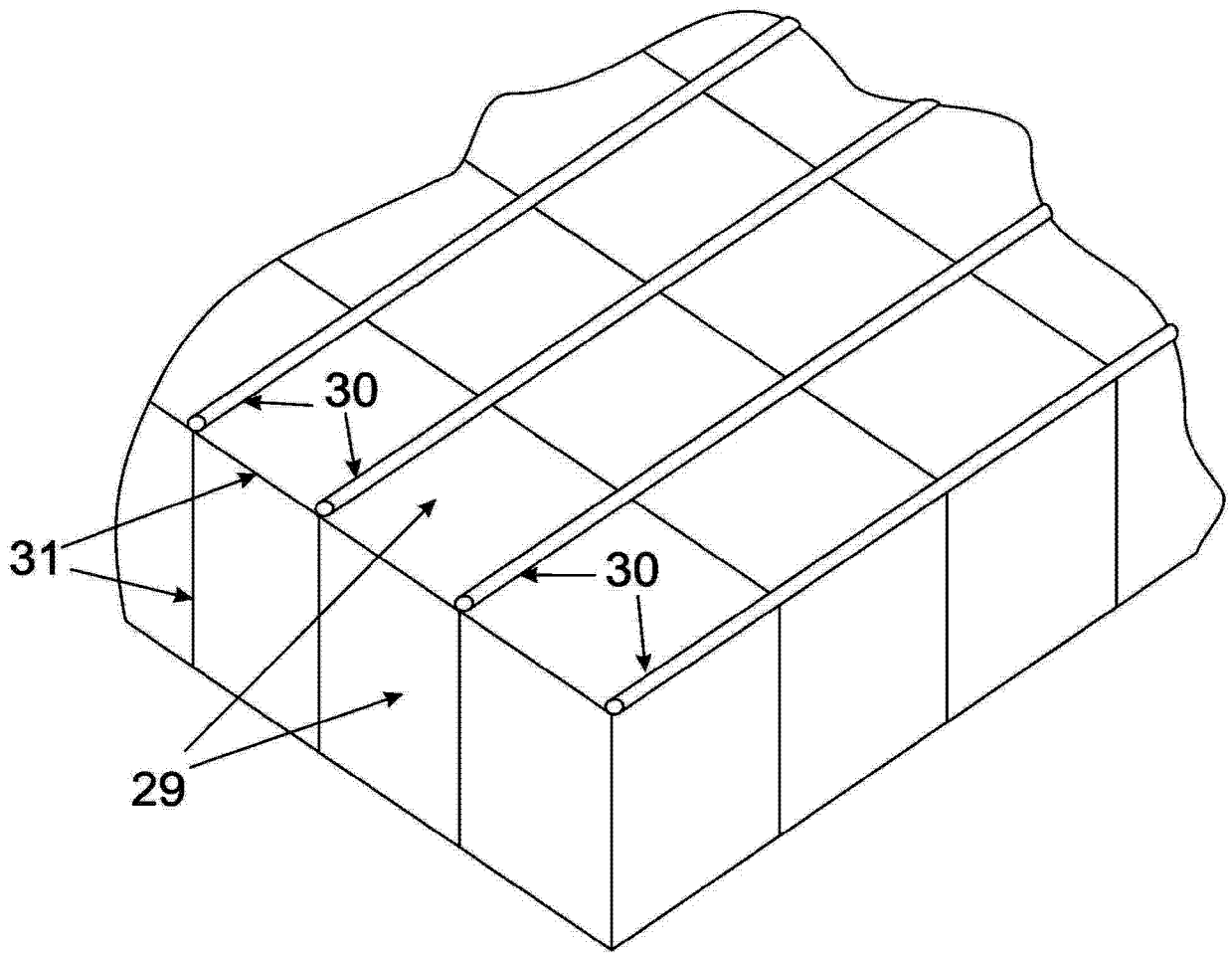


图 8

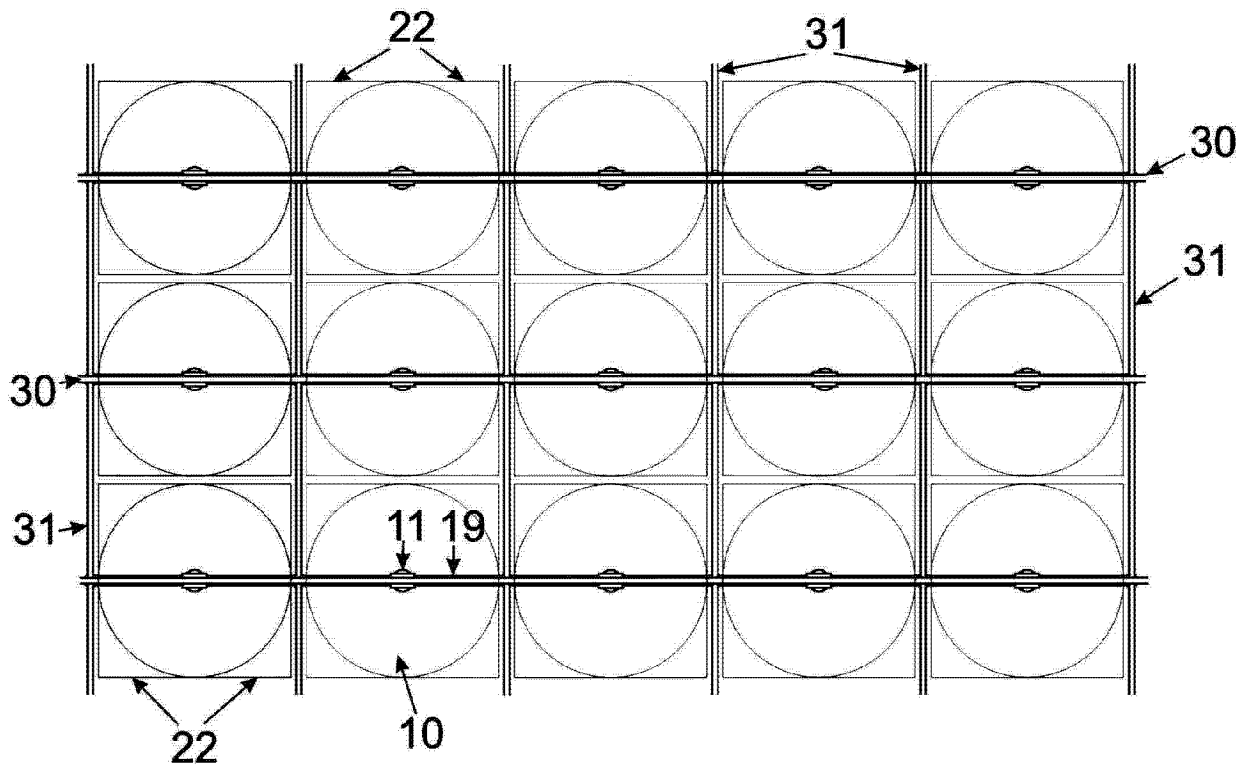


图 9

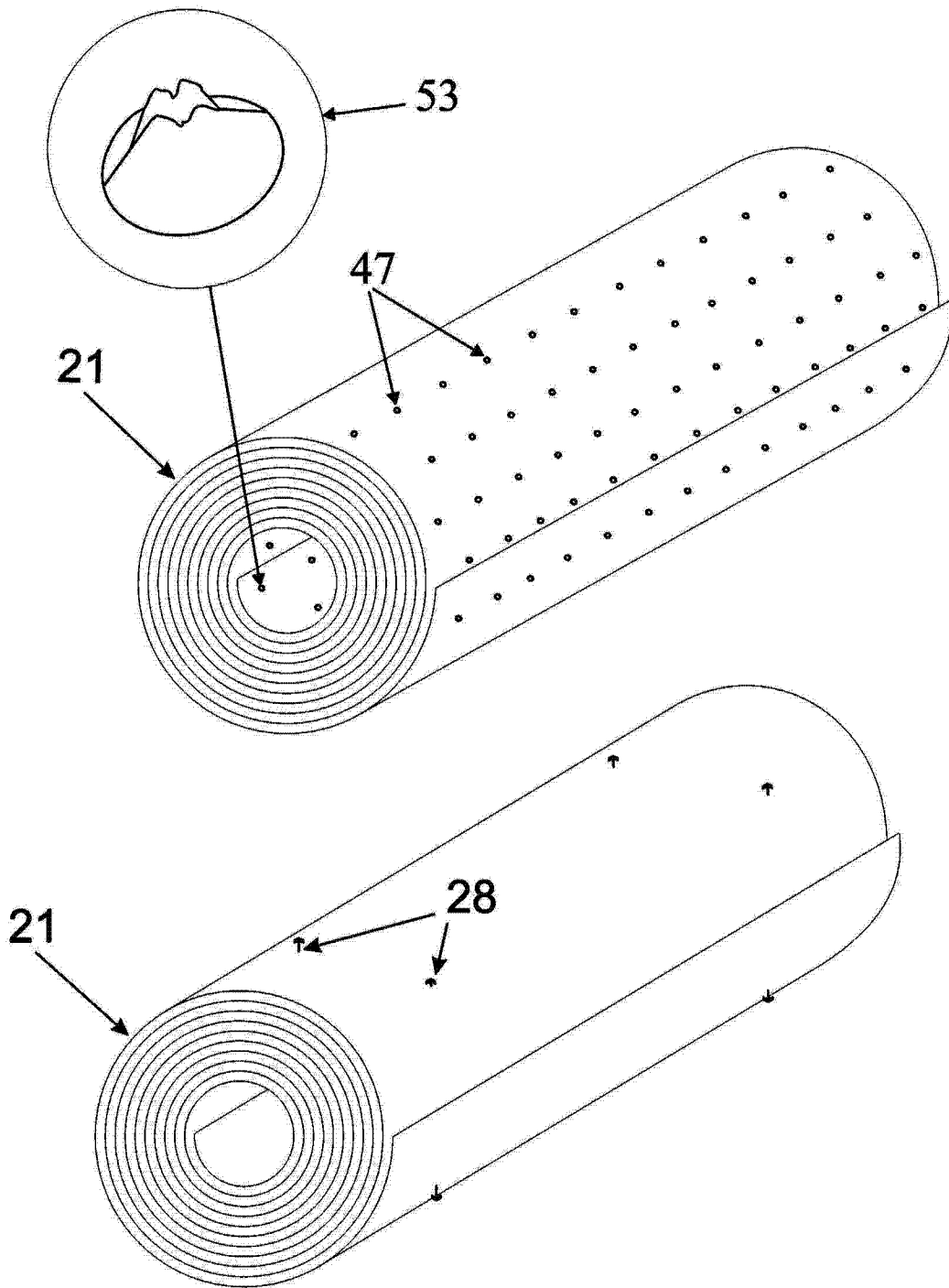


图 10

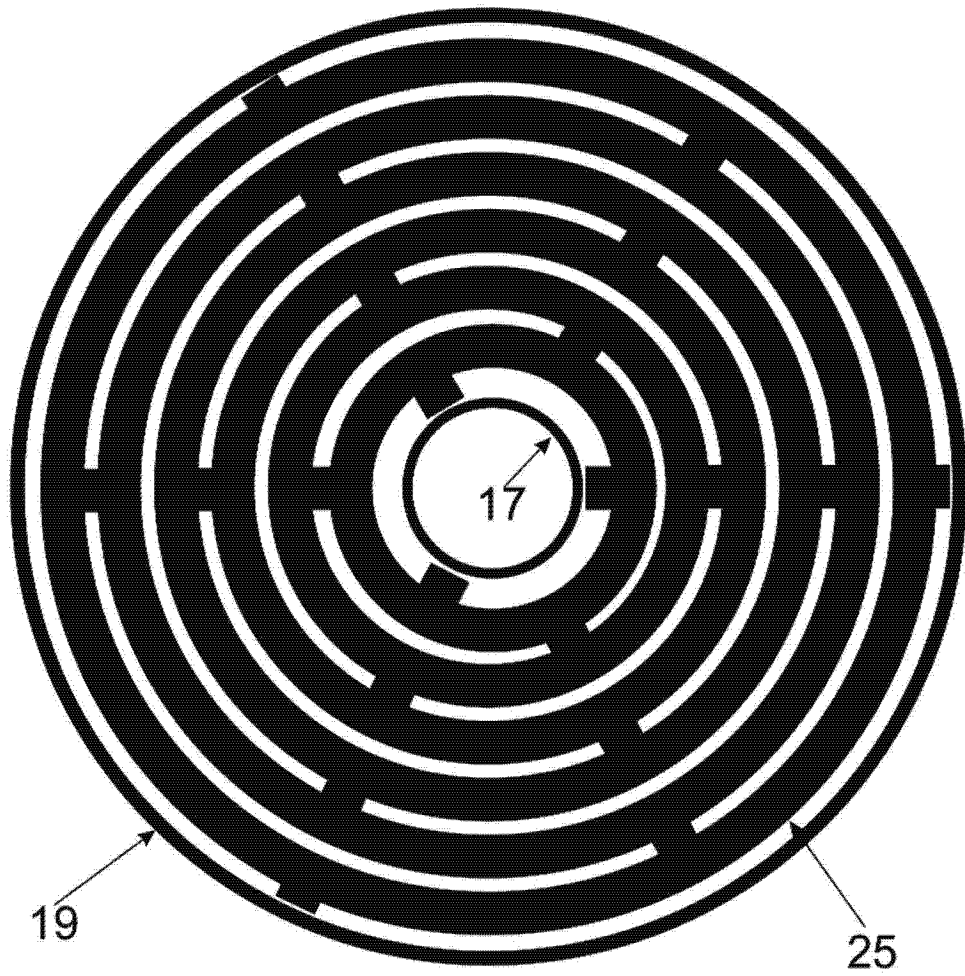


图 11

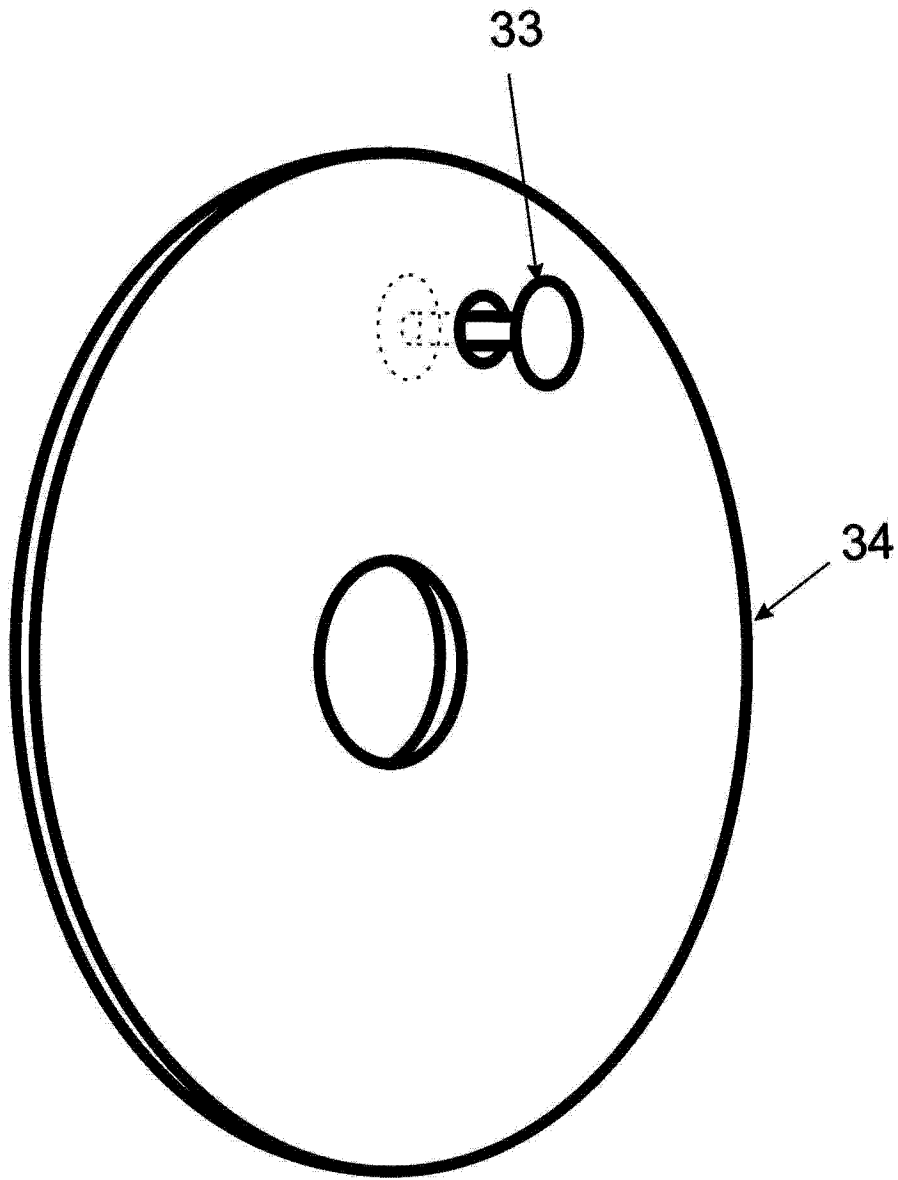


图 12

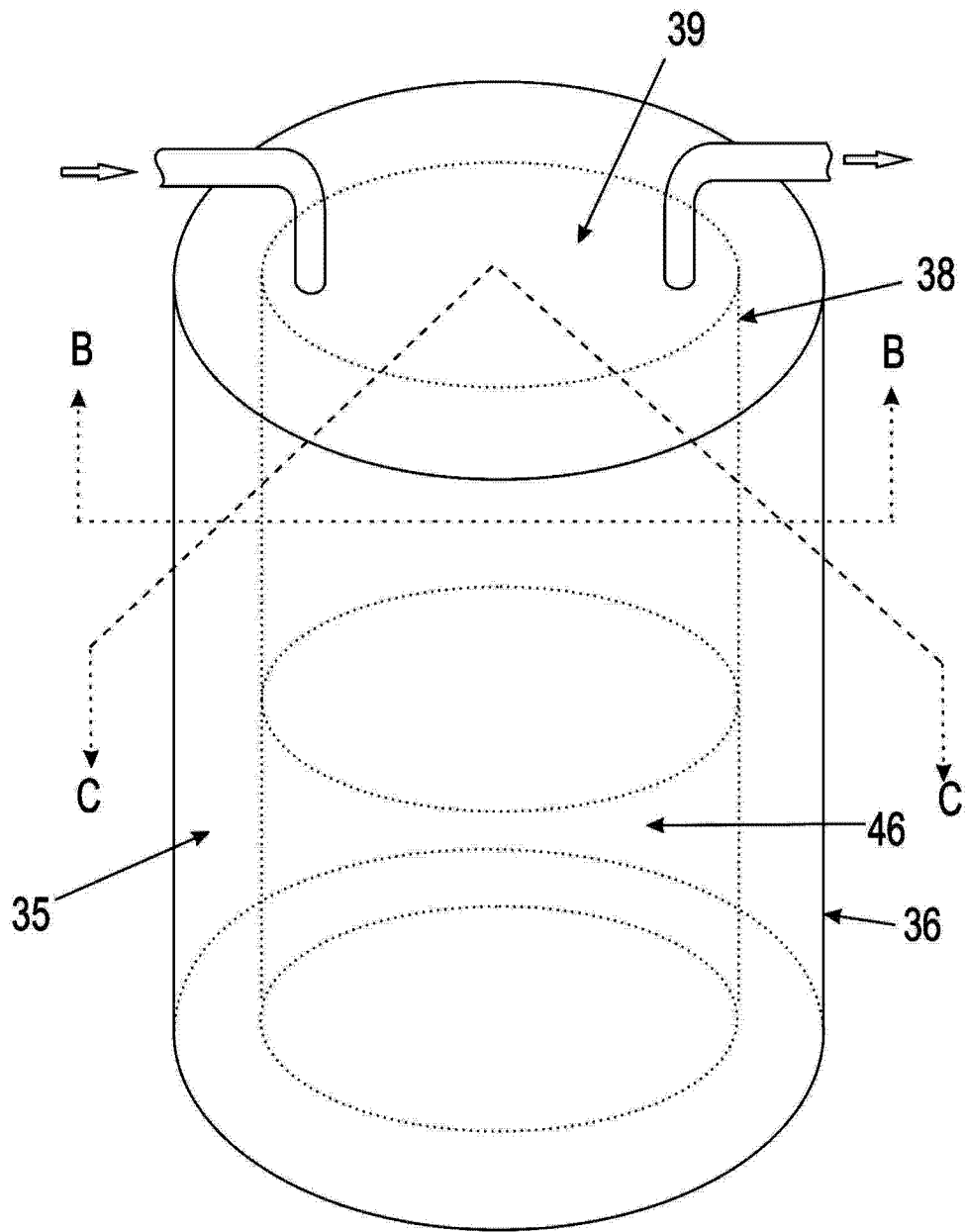


图 13

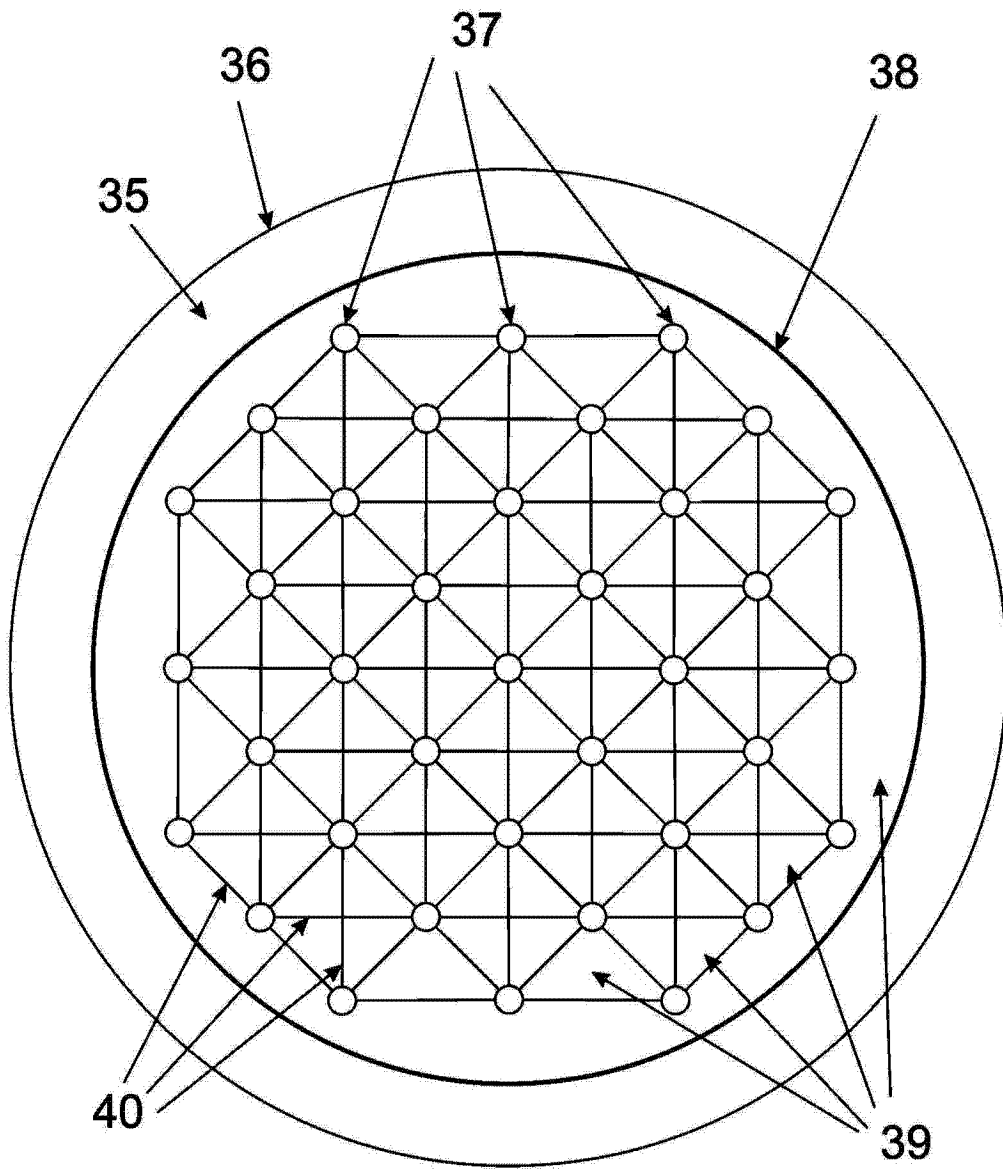


图 14



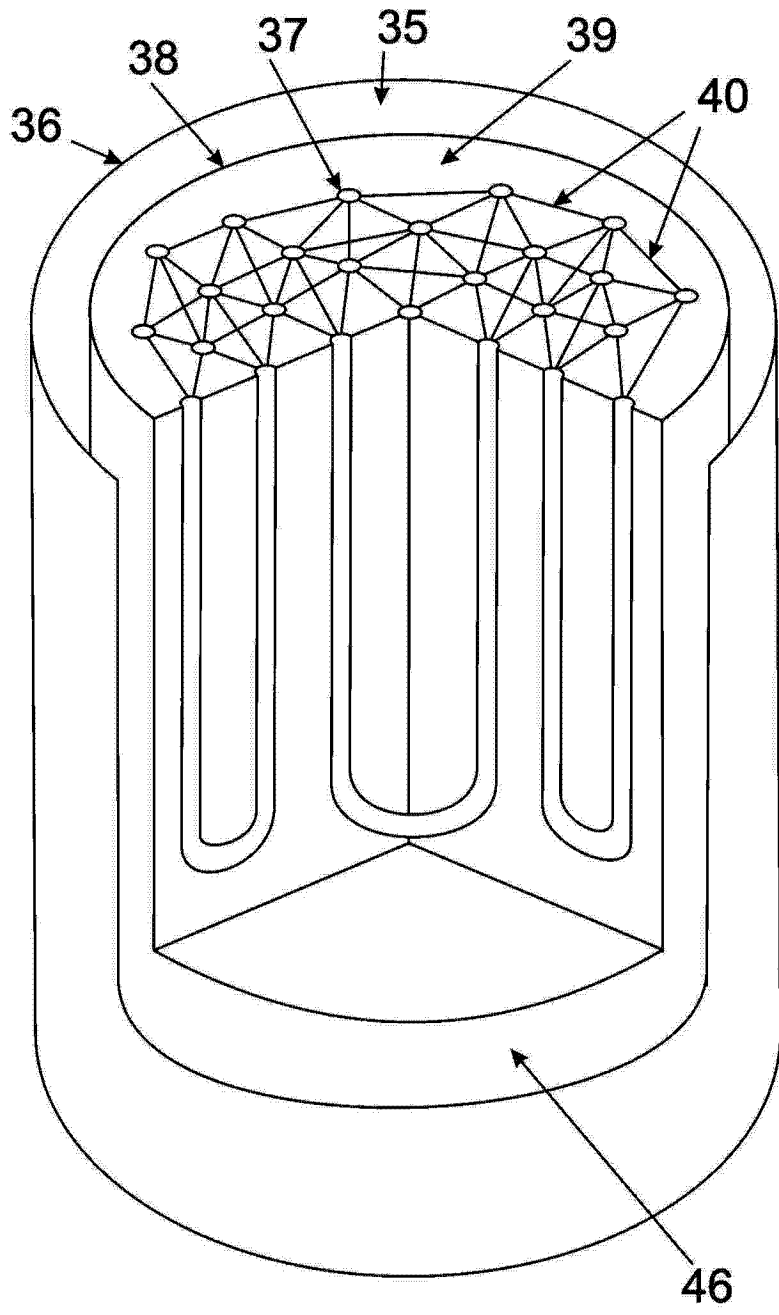


图 15

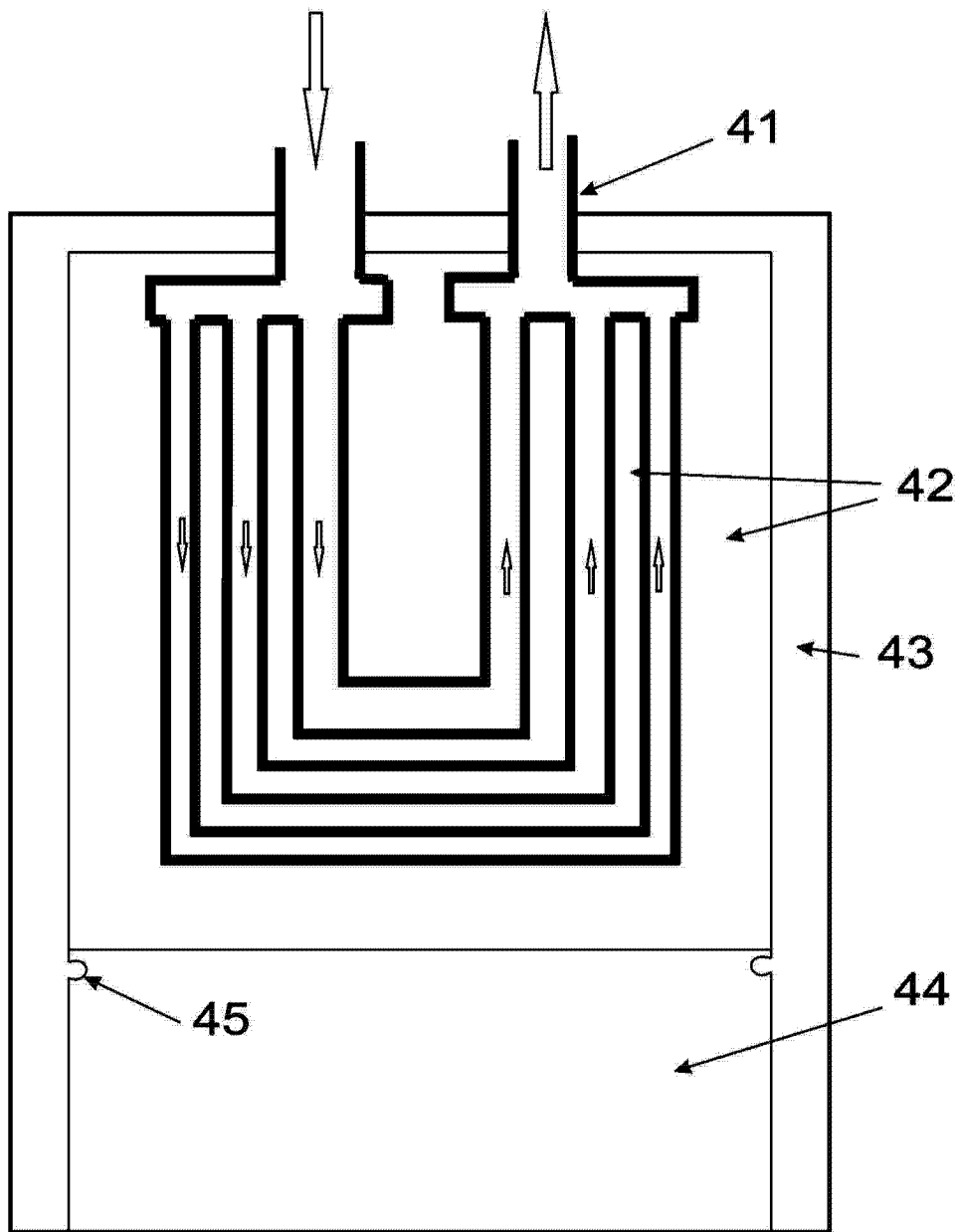


图 16