

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

F24J 2/04

[12] 发明专利申请公开说明书

F24J 2/24 F24J 2/26

F24J 2/30 F24J 2/34

F24J 2/50

[21] 申请号 98810286.2

[43]公开日 2000年12月13日

[11]公开号 CN 1276857A

[22]申请日 1998.10.16 [21]申请号 98810286.2

[30]优先权

[32]1997.10.17AU [33]AU [31]PO9876

[86]国际申请 PCT/AU98/00861 1998.10.16

[87]国际公布 WO99/20951 英 1999.4.29

[85]进入国家阶段日期 2000.4.17

[71]申请人 高夫工业股份有限公司

地址 澳大利亚昆士兰

[72]发明人 哈里·休尔克

安德鲁·罗伯特·温斯顿·高夫

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

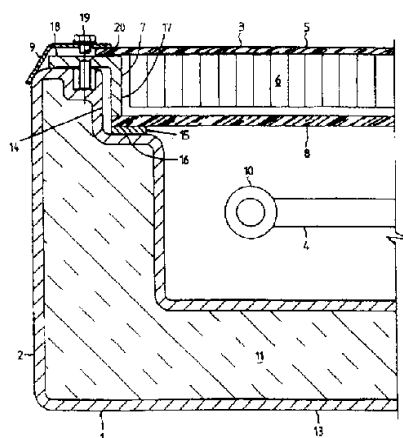
代理人 刘志平

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 太阳能热水器

[57]摘要

本发明涉及的太阳能热水器包括一个热绝缘而充有液体的室(2),该室具有一个能吸收太阳能的内底表面和一个能透过太阳辐射的顶(3),其中所说顶当所说加热器倾侧时能够承受所说室内液体的液体压力,还有一个热交换器延伸通过至少一部分所说室,所说热交换器在所说室之外具有一个进水口和一个出水口。本发明还提供一种与上述相似只是没有热交换器的太阳能热水器。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种太阳能热水器包括一个热绝缘的水室，该水室具有：一个能吸收太阳能的内部底表面和一个能透过太阳辐射的顶、一个水进口和一个水出口，其特征为，所说顶在所说加热器倾侧时能够承受所说室内水的液体压力。

2. 权利要求1的加热器，其特征为，所说水室具有一个盆形，该盆形由一个泡沫塑料绝热的芯部夹在塑料外壳层之间制成。

3. 权利要求1的加热器，其特征为，所说能吸收太阳能的表面是黑色的。

4. 权利要求1的加热器，其特征为，所说室的上表面由玻璃片制成。

5. 权利要求4的加热器，其特征为，所说玻璃为低发射玻璃。

6. 权利要求4的加热器，其特征为，所说玻璃为钢化玻璃。

7. 权利要求1的加热器，其特征为，所说顶具有至少一块透明片作为绝热层，该绝热层位在作为所说加热器室上表面的透明片之上。

8. 权利要求7的加热器，具有两块所说透明片作为绝热层。

9. 权利要求1的加热器，其特征为，所说顶具有一个板组件，该板组件由上、下两块透明片和一块夹在所说透明片之间的透明绝热板组成。

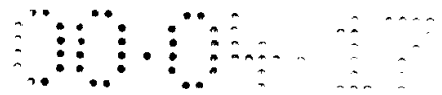
10. 权利要求9的加热器，其特征为，所说上透明片为低铁玻璃。

11. 权利要求9的加热器，其特征为，所说下透明片为低发射玻璃。

12. 权利要求9的加热器，其特征为，所说透明绝热板可选用蜂窝格栅、硅空气凝胶或塑料薄膜为材料。

13. 权利要求9的加热器，其特征为，

所说板组件被一与所说上玻璃片接触的夹紧框固定在所说室上，所说下玻璃片和所说透明绝热板被设在所说室壁的一个曲折部分内，还有一个密封条设在所说下玻璃片与所说曲折部分的一个表面之间；



所说下玻璃片被多个角型材夹紧件压住，使与所说密封条成为液密性接触，每一夹紧件的横截面都在所说曲折部分的向上延伸段与所说透明绝热板之间延伸到所说下玻璃片，所说角型材的向外伸出的突缘位在所说上玻璃片与所说室的唇部之间，从而当将压力施加在所说夹紧框上时便可通过所说多个角型材将压力施加到所说下玻璃片上。

14. 权利要求 1 的加热器，其特征为，所说室的内侧壁是能吸收太阳能的。

15. 一种太阳能热水器具有一个热绝缘而充有液体的室，该室具有一个能吸收太阳能的内部底表面和一个能透过太阳辐射的顶，其特征为，当所说加热器倾侧时所说顶能承受所说室内液体的液体压力；还有一个热交换器延伸通过至少一部分所说室，所说热交换器在所说室之外有一进水口和一出水口。

16. 权利要求 15 的加热器，其特征为，所说水室具有一个盆形，由泡沫塑料绝热的芯部夹在塑料外壳层之间构成。

17. 权利要求 15 的加热器，其特征为，所说能吸收太阳能的表面是黑色的。

18. 权利要求 15 的加热器，其特征为，所说室的上表面由一玻璃片形成。

19. 权利要求 18 的加热器，其特征为，所说玻璃为低发射玻璃。

20. 权利要求 18 的加热器，其特征为，所说玻璃为钢化玻璃。

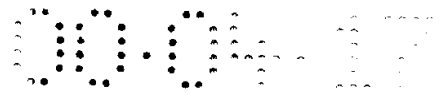
21. 权利要求 15 的加热器，其特征为，所说顶具有至少一块透明片作为绝热层，该绝热层位在作为所说加热器室上表面的透明片之上。

22. 权利要求 21 的加热器，具有两块所说透明片作为绝热层。

23. 权利要求 15 的加热器，其特征为，所说顶具有一个板组件，该板组件由上、下两块透明片和一块夹在所说透明片之间的透明绝热板组成。

24. 权利要求 23 的加热器，其特征为，所说上透明片为低碳玻璃。

25. 权利要求 23 的加热器，其特征为，所说下透明片为低发射玻



璃。

26. 权利要求 23 的加热器, 其特征为, 所说透明绝热板可选用蜂窝格栅、硅空气凝胶或塑料薄膜为材料。

27. 权利要求 23 的加热器, 其特征为,
所说板组件被一与所说上玻璃片接触的夹紧框固定在所说室上, 所说下玻璃片和所说透明绝热板被设在所说室壁的一个曲折部分内, 还有一个密封条设在所说下玻璃片与所说曲折部分的一个表面之间;

所说下玻璃片被多个角型材夹紧件压住使与所说密封条成为液密性接触, 每一夹紧件的横截面都在所说曲折部分的向上延伸段与所说透明绝热板之间延伸到所说下玻璃片, 所说角型材的向外伸出的突缘位在所说上玻璃片与所说室的唇部之间, 从而当将压力施加在所说夹紧框上时便可通过所说多个角型材将压力施加到所说下玻璃片上。

28. 权利要求 15 的加热器, 其特征为, 所说室的内侧壁是能吸收太阳能的。

29. 权利要求 15 的加热器, 其特征为, 所说热交换器延伸通过所说室的大约一半的地方。

30. 权利要求 15 的加热器, 其特征为, 所说热交换器延伸到遍及整个所说室。

31. 权利要求 15 的加热器, 其特征为, 所说热交换器为一带有翅片的蛇形管。

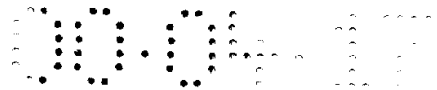
32. 权利要求 15 的加热器, 其特征为, 所说室内的液体为水。

33. 权利要求 15 的加热器, 其特征为, 所说室包括一个在所说热交换器出口附近的增强加热器。

34. 权利要求 15 的加热器, 其特征为, 所说热交换器在其出口上包括一个倾泄阀。

35. 权利要求 15 的加热器与增强加热器串联。

36. 权利要求 15 的加热器与至少一个按照权利要求 15 的其他加热器串联。



说 明 书

太阳能热水器

技术领域

本发明涉及太阳能热水器，特别是整体收集存储式太阳能热水器。

背景技术

能供热水的太阳能加热器已很普通并已在市场上销售多年。这种加热器具有一个收集器依靠它太阳能能被用来加热水，和一个容器用来存储加热的水。收集器和存储容器可以分开或集成为一个单元——“整体收集存储加热器”。

最简单的整体收集存储加热器包括一个设有黑色能量吸收表面的水箱，该黑面设在水箱的顶部，通过一个透明的盖接受太阳能的辐射，水箱的底部和侧边都被绝热。采用这种装置，在有阳光的时候，输入水箱内的冷水能被加热并在需供热水时可被取出。整体收集存储的构造虽然简单，但在世界上大部分地方都多采用收集器和存储容器分开的水热水器。

过去整体收集存储加热器的效能受到限制是由于(i)通过透明盖的比较大的夜间热损失，(ii)当吸能表面从上面加热时水的热分层现象，(iii)需要对热水供应加压。第一个问题即控制夜间的热损失已由透明绝热材料的供货而大部分得到解决(A. Goetzberger & M. Rommel文，见1987年9月“太阳能”杂志211—219页)。另外两个问题仍然存在，其解决方案构成本发明的一部分。

第二个问题即当从上面加热时水的热分层现象来自当前市售的整体收集加热器，因为它必需倾斜地朝着太阳并装在具有斜度的屋顶上，总是采用不透明的黑色的水箱吸热器表面。这一点与限制在近乎水平状态下工作的太阳能池热水器不同。采用不透明的吸热器表面当然会知道最好采用金属水箱，因为它能对内部的液体压力提供良好的

结构支撑并能敷设可选用的表面来减少辐射的热损失。另外，与塑料不同，金属材料不会在水箱吸热器壁内引入显著的热阻力。

第三个问题即需要对热水供应加压通常是在采用管状水箱或在某些情况下采用热交换器时提出的(P. T. Tsilingiris文，见1997年6月“太阳能”杂志245—256页)。但热交换器会增加单元的费用并且当该单元倾斜时并不能消除作用在水箱内壁上的静水压力。

除了将可选用的表面敷设到太阳能收集器的吸热器上所需的费用外，太阳能热水器的总的高昂费用可以想像地也会妨碍许多家庭来安装这种系统。因此需要有一种在价格上更能与采用其他形式能源的热水器竞争的太阳能热水器。特别是当人们考虑到采用太阳能有利于环保时更为需要。

本发明的综述

本发明的目的是要提供一种太阳能热水器，它能以比现有热水器低的成本制造出来，并且至少与现有热水器同样有效。本发明的一部分为一个利用低费用材料和低费用制造过程的加热器的设计。

在第一方案中，本发明提供的太阳能热水器具有一个热绝缘的水室，该室有一吸收太阳能的内部底表面、和一个能透过太阳能辐射的顶、一个进水口、和一个出水口，其时所说顶能够承受所说加热器倾侧时所说室内液体的压力。

在第二方案中，本发明提供的太阳能热水器具有：一个热绝缘的充有液体的室，该室有一能吸收太阳能的内部底表面、和一个能透过太阳能辐射的顶，其时所说顶能够承受所说加热器倾侧时所说室内液体的压力；和一个延伸通过所说室的至少一部分的管状热交换器，所说热交换器在所说室之外有一进水口和一出水口。

上述热水器可比拟作用透明层覆盖的太阳能池。太阳能池加热器比一般具有不透明(黑)顶的加热器的效益高早就在文献中提到过(例如可见1970年在澳大利亚Melbourne的ISES会议上I. Tanishita的论文“顶上具有透明的和黑色的塑料膜的水枕加热器”)。但本加热器由于结构上的特点，使它能在倾斜的状态而不是在水平的状态下使

用，同时仍旧保留极简单的构造，因此这种加热器能够在倾斜的表面上如建筑物的屋顶上使用。另外加热器倾侧后能更多地接受太阳的辐射，特别是在冬季，因为太阳会以较大的投射面积照到收集器上。水箱采用透明的顶表面的效益将在下面详细说明，但这里可先提一下，水室在采用透明的顶表面后能显著地减少顶表面的温度(热损失)和水被煮沸的倾向，从而可克服早先公认的问题(ii)。

上述热水器还与另一种采用透明室的加热器不同，在那种加热器内用一种变黑的液体流动通过该室，如同在德国专利 2608302 号“接受太阳能的方法和装置”中所说明的那样。该设计并没有把从太阳吸收的能量存储在透明室内，而是采用一个具有连续液体循环的外部热交换器将能量转移给第二液体。该设计不像整体收集存储思想那样具有简单的本质可以不需任何特殊的液体和强制的液体循环。

按照本发明，加热器的室包括一个基部，该基部可方便地用旋转模压法或注射模压法制备。在旋转模压法中，粉末状聚合物被放置在一个金属阴模内。然后在外部用空气加热该金属模，并使它缓慢旋转通过两条水平轴线。热塑性材料在接触到热的金属表面时被熔化，并覆盖在模型的内侧成为具有均匀壁厚的一层。在加热周期后，模型被冷却并被拿掉。这样便可以低廉的费用在一个工步的过程内制出一个空箱(包括金属镶嵌件如螺纹件)。制造基部用的较优材料为聚丙烯，但其他塑料也可使用。在旋转模压过程中还可将绝热层引用到基部内(这样可进一步减少生产费用)。聚丙烯泡沫塑料为较优的绝热材料。旋转模压法在“塑料的旋转模压”一书(R. J. Crawford 编，1996 年纽约的 Wiley 出版)中有详细说明，其整个内容在这里被引用，供交叉参考。

加热器的基部可具有任何形状，但最好为长方形，基部实质上为一浅而敞开的箱。本发明的优点之一为加热器的基部能同时用作外壳、绝热层和水箱。这与采用一个分开的水箱和绝热箱的现有的整体收集存储的设计不同。这个特点可降低制造费用。

本发明并不一定需要采用上述具有合一的外壳、绝热层和水箱的

室基部。该室也可采用一个能透过太阳辐射的水箱被包含在一个具有能吸收太阳能的内底表面的绝热箱内的做法。但室基部的合一的外壳、绝热层和水箱具有绝热层能在结构上起作用的优点。

按照本发明，加热器的室内侧也可像室底部那样有效地吸收太阳能，只要把室的合适表面涂黑便可促进太阳能的被吸收。吸收太阳能的表面最好具有无光泽的而不是有光泽的光洁度。室的侧边和底部的外表面可以是任何颜色。

除了基部以外，按照本发明的室还具有一片透明材料作为上表面。该材料的边缘被密封在室基部上使该室能防泄漏。构成上表面的片材可以是塑料、玻璃或塑料薄膜，最好为钢化玻璃。如同下面将要详细说明的那样，在该室上表面之上还可用绝热层来使室顶绝热。

在加热器室上表面之上的透明绝热层最好由一个透明盖和一块透明绝热板构成。透明绝热层除了有助于将液体吸收的太阳能保持在室内外还能在结构上起作用，因为它能增强用透明层覆盖的加热器室的上表面。太阳能池用透明层覆盖(如用塑料膜)可减少热损失是人所共知的(见 A. F. Clark 和 W. C. Dickinson 编“太阳能技术手册”A 部 12 章，1980 年 Marcel Dekker 出版)。但太阳能收集器的倾侧对加热器的设计提出了另外的限制，因为透明覆盖层必须能承受作用在其上的静液压力。现有的太阳能池不能做到这一点，因此有时被称为“水平平板收集器”(上述手册 379 页)。

透明绝热层并不一定需要与室的上表面接触。实际上一个约为 10mm 的空气间隙是有利的，因为它能减少从室的上表面到透明绝热层的热传递。但按照本发明，由于热量能有效地被传递遍及加热器室，因此室的上表面一般能具有足够低的温度即使与透明绝热层接触也无妨。而接触时却能提高顶部的结构整体性。

上述透明绝热层的外透明盖最好由低铁玻璃制成使太阳透射能达到最大，但该盖也可用任何一种透明材料片如丙烯酸有机玻璃或聚碳酸酯片制成。实际上，盖本身便能绝热，特别是将透明材料片重叠使用时。这种片通常设置在室的上表面之上约 10mm 处，任何添加的片可



与第一片间隔开相似的距离。这种片的厚度通常约为 4mm。

当采用玻璃作为构成室的上表面的透明材料片时，通常采用低发射玻璃(例如发射率=0.16 的 Pilkington K-玻璃，见 1993 年 K-玻璃的资料单)。采用这种玻璃的效果与不透明吸收器采用可选表面一样好，能大量减少收集器的热辐射损失。另外，采用标准的低发射玻璃一般比在已知太阳能加热器的不透明表面上敷设低发射涂层费用低。

透明绝热板可由透明片、蜂窝格栅、硅空气凝胶或塑料薄膜构成。蜂窝格栅的优点是既能作为透明的绝热体同时又能使结构增强。虽然如此，按照本发明的加热器即使在普通的透明绝热状态下如同上说过的将两块丙烯酸玻璃片放置在加热器室的覆有透明层的上表面之上也可取得满意的效果。

蜂窝格栅可由多条透明的聚碳酸酯细管粘结在一起构成板状(美国 Michigan 州 Zeeland 的聚碳酸酯蜂窝制造商 Plascore 公司)。蜂窝的主要工作原理为网格的边界充分限制空气在蜂窝内的流动以致对流的热传递被抑制。但这只有在网格的直径(约在 10mm 左右)和越过蜂窝的温差都足够小时才如此。网格大小可被用来限制发生沸腾的危险。放置蜂窝格栅使开口的网格面向太阳可以得到对太阳的高透明度。

按照本发明的第二方案在加热器内的较优液体为水因为其热容量高且对太阳辐射的相对透明度较大。但必须注意，这个高热容量和对太阳辐射较大透明度的特性也适用于按照第一方案的在加热器室内的水。对于厚度为 10cm 的水层，大约 50% 的太阳辐射被吸收在水内，而其余的 50% 被透射(见 R. Siegel 和 J. R. Howell 的“热辐射的热传递，第 2 版 156—157 页，Mc Graw-Hill 1981 年出版)并在水箱的底(最好为黑色的)被吸收。这个水的性能意味着该透明室大部分是从下面加热的，从而使水的密度分布变得不均匀，通过自然的对流，该水便可得到很好的混合。结果水箱内的水温便可均匀，室顶表面的温度便可降低(从而可减少热损失)，这个情况的实验证实将在下面示出。

串联。这样，从第一个加热器的热交换器出来的水便能被第二加热器加热，以下可类推。

按照本发明的加热器能与一个外部增强加热器串联使用。增强加热器正常位在太阳能热水器的出口管线上。

从上述说明应该知道，按照本发明的加热器可用立即可购到的材料制造，用来制造的材料还可重复利用。

在广泛说明本发明后，下面结合附图举例对加热器简要说明。还将用图示出按照本发明的加热器和现有技术的加热器在效能上的比较。

附图的简要说明

图 1 为按照本发明第二方案的分解透视图。

图 2 为图 1 所示加热器的平面图，其中一部分透明顶已被破开。

图 3 为图 2 所示加热器在平面 A—A 上的横剖面的侧立视图。

图 4 示出两个水平的加热器，其一 (a) 具有一个黑色的 (不透明的) 室顶，另一 (b) 具有一个透明的顶和一个在室内的黑色底表面，它们的用数值计算出来的温度分布图。

图 5 示出两个向地倾侧 20° 的太阳能热水器，其一有一不透明的室顶，而另一有一透明的室顶，它们的由实验测得的温升。

本发明的详细说明

当加热器的一个具体零件在多于一个图中示出时为该零件采用同一件号。

图 1 和 2 示出的太阳能加热器 1 具有：一个室基部 2、一个由透明板组件 3 构成的顶、和热交换器 4。从图 1 可看到透明板组件是由一块低铁玻璃片 5、一块透明绝热板 6、一个由多条角型材制成的夹板、和一块低发射玻璃片组成的。玻璃片 8 构成上述室基部的上表面。在图中分解示出的板组件 3 通过夹紧框 9 和夹紧角型材 7 用螺钉或类似物固定到室 2 的壁内。

透明绝热板 6 为一聚碳酸酯蜂窝格栅，其网格大小为 10mm，厚度为 30mm。从图 3 可以看到蜂窝格栅 6 的横截面是在一个沿着一排网格

的轴向平面上。

热交换器 4 为一具有波浪形内表面的铜管，其公称内直径为 16mm，公称外翅片直径为 30mm，在标称上每 25.4mm 具有 11 个翅片。从图 2 可以看到热交换器为一蛇形管道延伸通过室 2 的大约 50%。从图 3 的横剖面图中可以看到热交换器 4 带有翅片 10 的情况。热交换器管道在室 2 内的长度约为 4m，这样存储容量约为 0.8 升。

构件在组合的加热器中的配置可从图 3 看到，图中示出一部分加热器 1，其中可以看到一部分室 2 和一部分透明板组件 3。板组件 3 中可以看到构件为玻璃片 5 和 8、透明绝热板 6、和角型材夹紧件 7。

室 2 具有一个聚丙烯泡沫塑料的芯部 11 和聚丙烯的外壳层 12 和 13。在室内侧的壳层 12 被涂以黑色，而壳层 13 可以是任何颜色。在构成室 2 的盆形的壁的内边上设有一个曲折部分 14 用来接纳玻璃片 8 和绝热板 6 的边缘。在从室的开口出来的壁的尚未曲折的部分 16 与玻璃片 8 之间设有一个由弹性材料制成的密封条 15。夹紧角型材 7 的横截面 17 在曲折部分的向上延伸段与绝热板 6 之间延伸，其下端与玻璃片 8 接触，而其向外伸出的突缘 18 则被夹在玻璃片 5 与室 2 上的只是离室足够远的唇部之间，这样便可通过夹紧框 9 将压力施加在玻璃片 8 和密封条 15 上来实现液密的密封。夹紧框 9 用螺栓固定在室 2 上，其中一个螺栓在标号 19 处示出。在玻璃片 5 与突缘 18 之间也设有密封条 20。低铁玻璃片 5 和(钢化的)低发射玻璃片 8 分别具有 4mm 和 6mm 的厚度。

图 1 和 2 所示的加热器具有的外廓尺寸为 1400mm 长、900mm 宽和 210mm 高。室 2 含有大约 95 升的水。该室能通过壁上的一个孔口注入水并更换水。

从图 2 可以看到水能流动通过图 1 到 3 所示的加热器。要被加热的水在标号 21 处进入加热器 1，流动通过热交换器 4，然后在标号 22 处离开加热器，这个流动一般地用在进口和出口附近的箭头示出。

如上所述，按照本发明的加热器在使用时一般都倾侧借以增加所接收的太阳能量。图 1 到 3 所示的加热器在倾侧时加热器的最上部通

常为边 23(见图 2)。这样热交换器就应设在加热器内较高的位置上以便在放水时可以维持较高的温度。

图中所示的加热器通常包括一个防备沸腾用的倾泄阀和一个压力释放阀。这些阀通常设在热交换器的出口处。为此目的可设一小间以便使热交换器的水流入其内。该小间还可包括一个连接到电源或其他能源的增强器。但当用作预热器时(这是按照本发明的加热器特别适合的用途), 增强器就不再需要。

在图 1 到 3 所示加热器的一个变型中, 热交换器的延伸遍及整个加热器室。采用如上例举大小的加热器, 当热交换器的公称内直径为 16mm、在室内的长度约为 8m 时, 存储容量为 1.6 升。

应该知道按照本发明第一方案的加热器基本上与按照图 1 到 3 的加热器相同只是没有热交换器。采用这种加热器, 水的进口和出口通常是在室的对角线上两个相对角落的附近。

现在详细说明按照本发明的加热器的效能。

按照本发明的热水器的关键零件为水箱的透明的上表面。我们进行了数值模拟和实验测量来比较按照本发明的加热器和具有不透明黑顶的加热器的效能。数值模拟仅限于在具有黑色的和具有透明的水箱表面的水平加热器之间进行比较, 因为这样黑色加热器中水的热传递能被假定为只是由于传导。但实验的结果可包括表面倾侧的效果。

在水平水箱内垂直水温分布的数值测定曾被这样进行, 将透明的和不透明的水箱都放在同等数值的太阳辐射下曝晒 3 个小时。两个水箱的顶部热损失系数 K 假定都为 $3W/m^2$ 。初始时两个水箱内的水都具有与环境温度相等的均匀温度。在模拟时曾变化太阳辐射量使进入黑色水箱的热通量保持恒定在 $500W/m^2$ 。这些数值实验的结果在图 4a 和 4b 中示出, 其中前一图代表从具有不透明上表面的加热器得出的结果, 而后一图则与按照本发明的加热器有关。从图 4a 和 4b 显然可见, 在加热期间结束时, 具有黑色表面的水箱的顶表面温度(以及随之而来的热损失)要比透明水箱的顶表面温度高得多(忽略不计在透明水箱顶层内吸收的太阳辐射)。当将聚丙烯水箱壁(4mm)的热阻力包括在内时,

在加热时间终止时黑色水箱的表面温度差不多是透明水箱的 3 倍。通过减少这种热损失取得的效益最好用下列管辖太阳能收集的基本方程式(见 J. A. Duffie 和 W. A. Beckman 著“热过程的太阳能工程”第 2 版, 251 页, 1991 年 Wiley 出版)来说明:

有效能 = 吸收的太阳辐射能 - 热损失

当考虑到收集器热损失的主要部分为顶部热损失, 而这个热损失大体上正比于在周围温度与水箱表面温度之间的温度差异时, 从上述方程式显然可以看到大量减少表面温度的效益。水箱表面与周围环境的温差在图 4 中就黑色水箱和透明水箱示出。极需注意的是黑色水箱的高表面温度在夜间还会维持下去, 而高效能的透明绝热层能将高表面温度维持较长的时间。当收集器基部被倾侧时, 具有透明顶的室的加热器和具有黑色顶的相比, 效益会略微减少, 并且当透明水箱顶内吸收的热不可忽略不计时能发生一些热分层现象。但初步的数值实验结果表明在 20° 的倾侧时黑色单元的热损失仍然约为透明单元的两倍。

对具有黑色顶表面的水箱来说, 通过(稳定分层的)水平水层的热传递的唯一机制只是传导。而透明的水箱却与此不同, 它能允许太阳光透射并在内部水底下被吸收, 如上所述。这意味着透明水箱大部分是从下面加热的, 因此能使水层不稳定并良好地混合。

除了较低的热损失以外, 较低的水箱表面温度还意味着在所用材料内具有较低的应力。这一点对按照本发明的加热器特别重要, 因为它使透明绝热板能够与玻璃盖接触从而使玻璃盖得到结构支撑。结果具有较大表面面积的加热器就能被倾侧并承受由于水的重量而产生的静压力。但按照本发明的加热器水箱并不一定必需依靠透明绝热板的支撑, 因为在许多场合, 特别是在加热器水箱较小的情况下, 采用钢化玻璃片已经足够。

我们还曾进行实验测量来进一步评定透明箱顶对水加热效能的作用。制备两个完全相同的由透明塑料(PET)制成的长方形水容器, 其壁厚约为 1mm, 高为 100mm。一个容器的顶表面涂以黑色, 而另一个容

器是在底表面上涂以黑色。这两个容器都用具有环境温度的水充满，并排放置在露天，对地倾侧约为 20° 。在一部分多云的白天，这两个容器在静止无风的空气中被曝晒在太阳辐射下约 5 个小时。通过一个位在每一容器中心而在顶和底的半中间的温度计测量容器内的温升。在试验时间终止时，每一容器都被彻底摇动借以保证水内所有的任何层次都被打散。

实验结果在图 5 中示出。结果显示当容器在试验时间终止而被摇动时只有具有不透明顶的容器内有温度变化。这表明具有透明顶的容器内的温度基本均匀，而具有黑色顶的容器明显有分层，大部分热水集中在顶表面上。进一步观察可知，在摇动后代表加入到水箱内的有效能的在水箱内的总的温升，就透明水箱言，要比黑色水箱大出约 40%。重要的是，应该认识到由于高的表面温度而导致的热损失是累积的并随时间而增加。另外，透明在热效能上的作用多少取决于水箱的倾侧度和顶部的热损失系数。

说明书附图

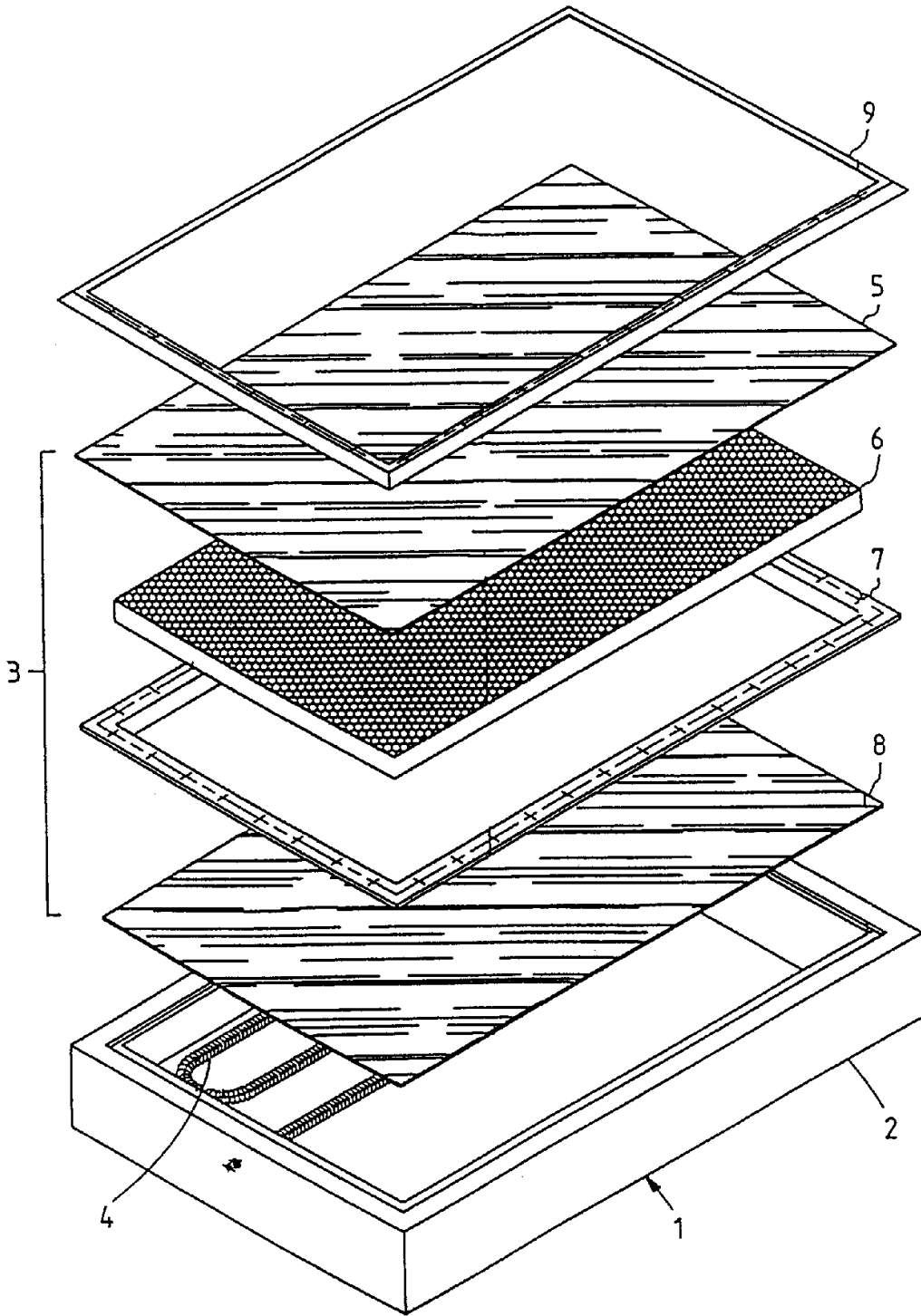


图 1

33333
33333
33333
33333
33333

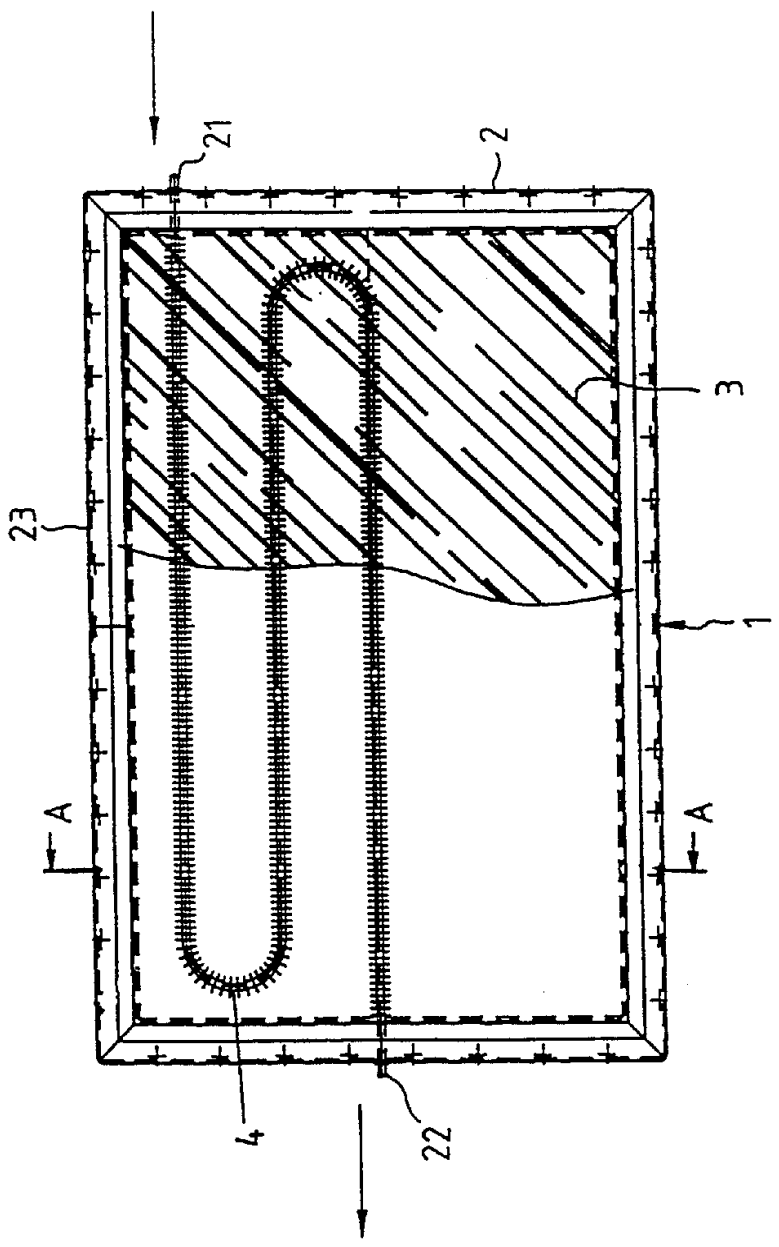


图 2

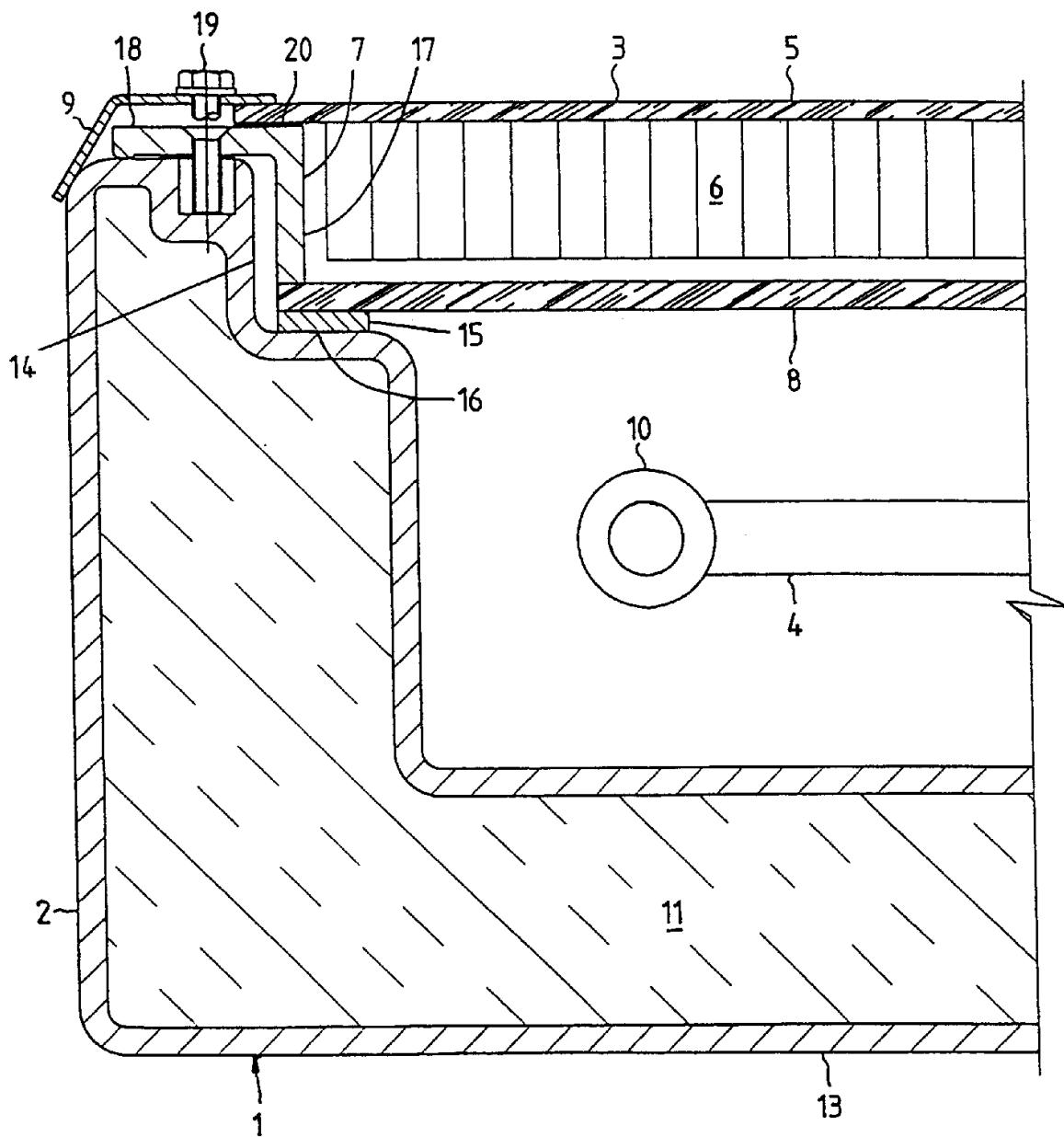


图 3

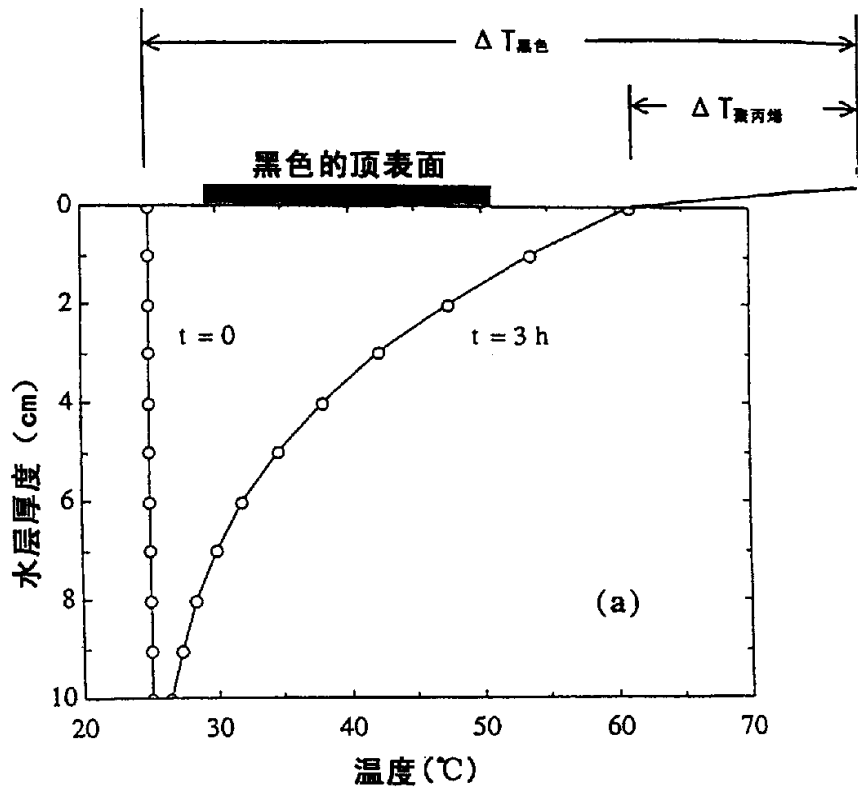


图 4a

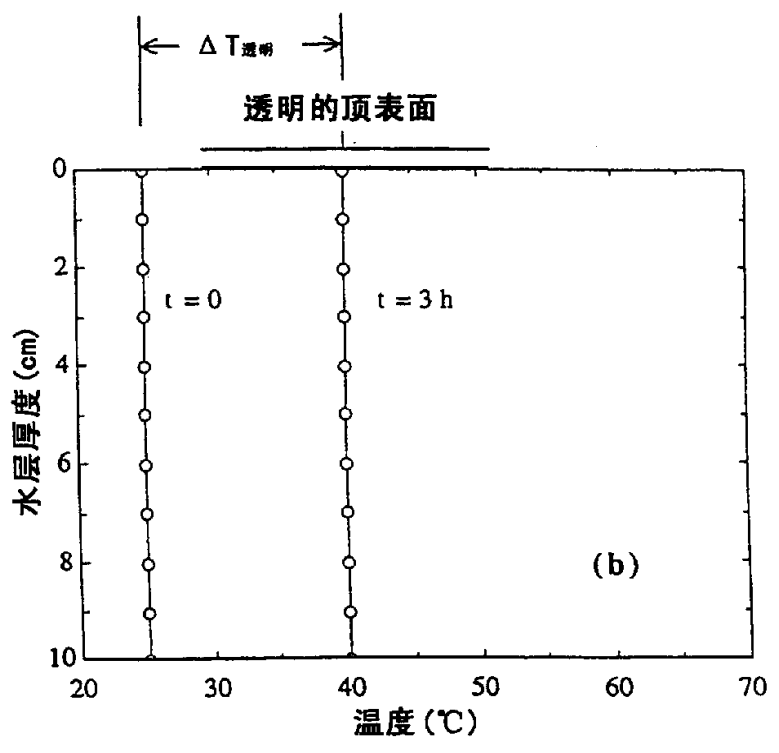


图 4b

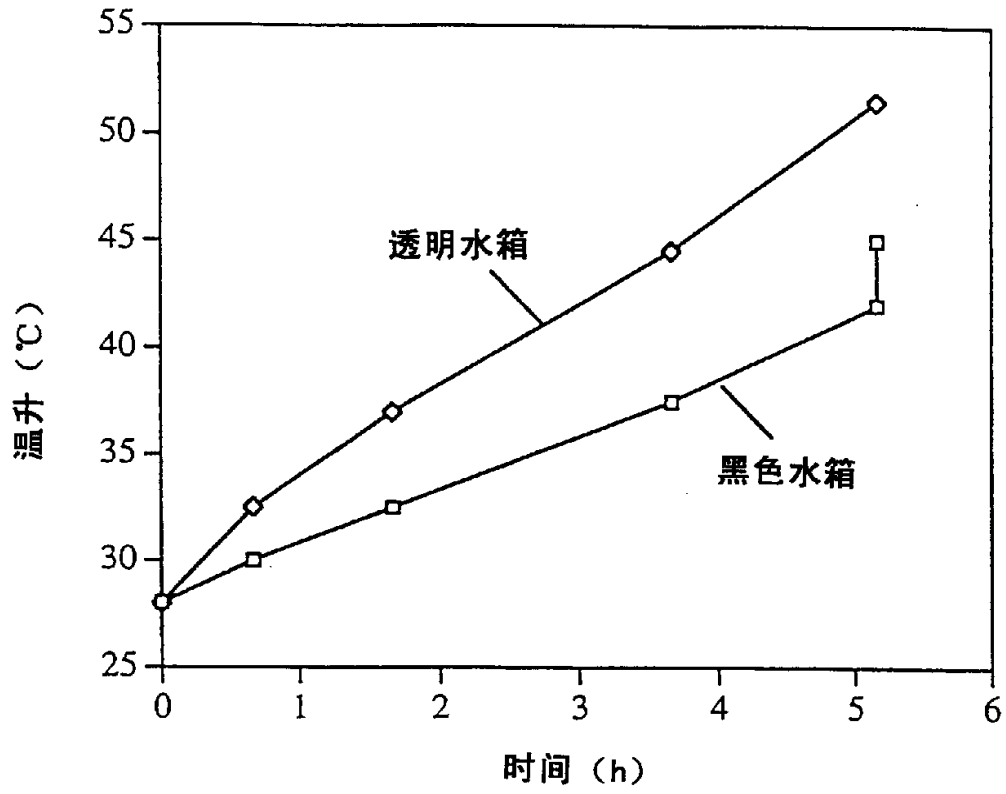


图 5