



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101792190 A

(43) 申请公布日 2010.08.04

(21) 申请号 201010142284.X

(22) 申请日 2010.04.02

(71) 申请人 集美大学

地址 361021 福建省厦门市集美区银江路  
185 号

(72) 发明人 陈志强 何洪舟 戴绍异

(74) 专利代理机构 厦门市新华专利商标代理有  
限公司 35203

代理人 渠述华

(51) Int. Cl.

*C02F 1/14* (2006.01)

*C02F 103/08* (2006.01)

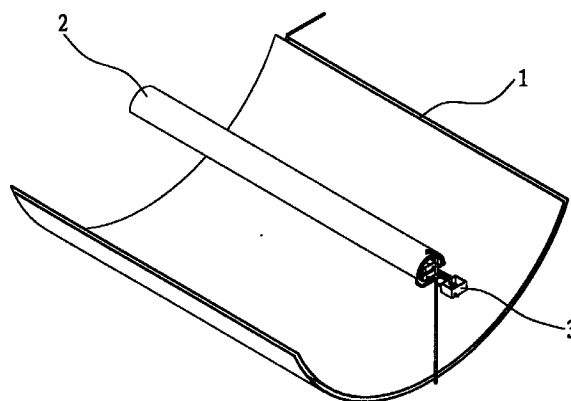
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

### (54) 发明名称

新型太阳能海水淡化系统

### (57) 摘要

本发明公开了一种新型太阳能海水淡化系统,它主要由聚光反射槽、海水淡化装置、循环水箱组成;所述的海水淡化装置安装在聚光反射槽的正中间并通过管道与聚光反射槽的空心夹层连通,循环水箱与海水淡化装置管路连接。本发明利用太阳能聚光提高能流密度,回收水蒸汽汽化潜热加热待蒸发海水,利用冷却水管回收生成淡化水的余热等技术提高了系统的能量利用率和运行温度;采用冷却罩外壁强制对流换热模式,通过水泵流速调节提高强制对流换热系数,因而提高了水蒸汽凝结效果。该系统有能量利用率高,淡化水产量大,投资省、能耗低、结构简洁、操作方便,易于控制等特点,特别适合低成本小规模生产。



1. 一种新型太阳能海水淡化系统 ;其特征在於 :它主要由聚光反射槽、海水淡化装置、循环水箱组成 ;所述的聚光反射槽主要由半圆弧形的反射面和底层构成,在反射面和底层之间形成空心夹层,空心夹层的内部空间构成可过水或储水的腔体,在该腔体上设有可引入海水的进水口和与海水淡化装置相连通的出水口 ;所述的海水淡化装置安装在半圆弧形的反射面的正中间并通过管道与聚光反射槽的空心夹层连通,循环水箱与海水淡化装置管路连接。

2. 根据权利要求 1 所述的新型太阳能海水淡化系统,其特征在於 :所述的反射面由表层的反射镜组和吸热板上下紧密布置构成,所述的底层由绝热材料制成的保温层。

3. 根据权利要求 1 所述的新型太阳能海水淡化系统,其特征在於 :所述的海水淡化装置布置在地平面上,聚光反射槽和循环水箱布置在地平面下。

4. 根据权利要求 1 所述的新型太阳能海水淡化系统,其特征在於 :所述的海水淡化装置主要由海水加热槽、冷却罩、保温罩组成 ;所述的冷却罩和保温罩呈半圆弧形,它们依次覆盖在海水加热槽的敞开端,冷却罩和保温罩的两下端缘水平向内延伸至海水加热槽的两外侧壁上,在冷却罩与海水加热槽之间形成一个内封闭空间,且冷却罩两下端缘水平向内延伸段构成淡水收集槽 ;在冷却罩和保温罩之间形成一个外封闭空间并构成汇水槽,汇水槽底部设有出水口。

5. 根据权利要求 4 所述的新型太阳能海水淡化装置,其特征在於 :所述的海水加热槽为 U 形槽,其两侧面为竖直面,底面为弧形面,底面的弧度与聚光反射槽反射面的弧度一致,底面和两外露侧面是黑度大的太阳能吸收面,U 形槽内嵌侧面是由绝热材料制成的保温面,槽内设置水位调节器。

6. 根据权利要求 4 所述的新型太阳能海水淡化装置,其特征在於 :所述的冷却罩为导热材料制成的薄层,冷却罩内壁为刨光面,外壁为布满凸点的粗糙面,冷却罩顶部设置了凹槽,保温罩为绝热材料制成的保温层,保温罩顶部设有进水口,该进水口通往冷却罩顶部凹槽。

7. 根据权利要求 1 所述的新型太阳能海水淡化系统,其特征在於 :所述的循环水箱包括储水箱、循环补充水管、淡化水冷却管、循环回水管和水位调节器 ;所述的储水箱为封闭保温容器,其上部设有进水口,该进水口通过循环回水管与海水淡化装置中的海水加热槽、汇水槽连通,其下部设有出水口,该出水口与循环补充水管连接,循环补充水管还与海水淡化装置中的保温罩顶部的进水口相连通,水位调节器安装在储水箱内 ;所述的淡化水冷却管的中段盘形穿设于储水箱内,其一端连接海水淡化装置中的淡水收集槽,另一端外接淡化水出口。

## 新型太阳能海水淡化系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于海水淡化技术领域,特别是涉及一种新型太阳能海水淡化系统。

### 背景技术

[0002] 水是生命的源泉,是人类不可替代的宝贵自然资源,但随着人类文明不断发展和社会不断进步,水资源短缺已成为 21 世纪人类面临的重大问题。我国水资源形势更加不容乐观,作为世界上 13 个贫水国之一,人均水资源年占有量只相当于世界平均值的 1/4,缺水城市占全国城市的 2/3。中国工程院发布的《中国可持续发展水资源战略研究综合报告》指出,到 2030 年前后,当我国人口增至 16 亿时将出现用水高峰,用水总量为 7000 亿~8000 亿 m,人均综合用水量为 400~500m,接近国际用水紧张的标准,而全国实际可利用,水资源量为 8000 亿~9000 亿 m,需水量已接近可用水量的极限。

[0003] 地球上的海水资源非常丰富,97%的水都在海洋里,而其中蕴含着大量的淡水。发展海水淡化事业,向海洋索取淡水已经成为世界各国的共同发展趋势。我国是海洋大国,海岸线总长 32647km,且沿海和中西部地区拥有极为丰富的地下苦咸水资源。在地下取水和跨区域调水受到越来越多条件限制的情况下,开发利用海水和苦咸水资源,进行海水(苦咸水)淡化,是解决我国淡水紧缺的重要战略途径。

[0004] 目前太阳能海水淡化技术不能得到广泛应用的主要制约因素是系统成本高,淡水产量低。传统太阳能蒸馏器产水量过低主要有 3 点原因:一是水蒸汽的汽化潜热未被重新利用;二是传统太阳能蒸馏器中自然对流的换热模式大大限制了蒸馏器热性能的提高;三是待蒸发的海水热容量太大,限制了运行温度的提高,从而减弱了蒸发的驱动力。

[0005] 目前世界上最先进的太阳能海水淡化技术,即太阳能多级闪蒸技术(MSF),利用了多个低压空间形成闪蒸室,让海水在较低温度下进行蒸发,大大降低了系统运行温度,提高了淡化水产量。但多级闪蒸技术需要多级抽气机和多个水泵不间断工作,整个系统比较复杂,投资与运行成本很高,可靠性也比较差。同时多级闪蒸技术主要利用管道对流换热,受管道换热面积限制,淡水生成量也受到限制。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种能量利用率高、淡化水产量高、结构简洁、操作方便新型太阳能海水淡化系统,以适合于建设大型的太阳能海水淡化工程的需要。

[0007] 为实现上述发明目的,本发明的技术解决方案是:

[0008] 本发明是一种新型太阳能海水淡化系统,它主要由聚光反射槽、海水淡化装置、循环水箱组成;所述的聚光反射槽主要由半圆弧形反射面和底层构成,在反射面和底层之间形成空心夹层,空心夹层的内部空间构成可过水或储水的腔体,在该腔体上设有可引入海水的进水口和与海水淡化装置相连通的出水口;所述的海水淡化装置安装在半圆弧形反射面的正中间并通过管道与聚光反射槽的空心夹层连通,循环水箱与海水淡化装置管路连接。

[0009] 所述的反射面由表层的反射镜组和吸热板上下紧密布置构成,所述的底层由绝热材料制成的保温层。

[0010] 所述的海水淡化装置布置在地平面上,聚光反射槽和循环水箱布置在地平面下。

[0011] 所述的海水淡化装置主要由海水加热槽、冷却罩、保温罩组成;所述的冷却罩和保温罩呈半圆弧形,它们依次覆盖在海水加热槽的敞开端,冷却罩和保温罩的两下端缘水平向内延伸至海水加热槽的两外侧壁上,在冷却罩与海水加热槽之间形成一个内封闭空间,且冷却罩两下端缘水平向内延伸段构成淡水收集槽;在冷却罩和保温罩之间形成一个外封闭空间并构成汇水槽,汇水槽底部设有出水口。

[0012] 所述的海水加热槽为U形槽,其两侧面为竖直面,底面为弧形面,底面的弧度与聚光反射槽反射面的弧度一致,底面和两外露侧面是黑度大的太阳能吸收面,U形槽内嵌侧面是由绝热材料制成的保温面,槽内设置水位调节器(图中未表示)。

[0013] 所述的冷却罩为导热材料制成的薄层,冷却罩内壁为刨光面,外壁为布满凸点的粗糙面,冷却罩顶部设置了凹槽,保温罩为绝热材料制成的保温层,保温罩顶部设有进水口,该进水口通往冷却罩顶部凹槽。

[0014] 所述的循环水箱包括储水箱、循环补充水管、淡化水冷却管、循环回水管和水位调节器;所述的储水箱为封闭保温容器,其上部设有进水口,该进水口通过循环回水管与海水淡化装置中的海水加热槽、汇水槽连通,其下部设有出水口,该出水口与循环补充水管连接,循环补充水管还与海水淡化装置中的保温罩顶部的进水口相连通,水位调节器安装在储水箱内;所述的淡化水冷却管的中段盘形穿设于储水箱内,其一端连接海水淡化装置中的淡水收集槽,另一端外接淡化水出口。

[0015] 采用上述方案后,本发明在考虑能量利用时注重太阳能海水淡化装置的有效输出能量尽可能地加以回收再利用,通过循环水吸收蒸汽汽化潜热直接预热待蒸发海水,循环水箱内冷却管回收生成淡化水的余热等方法,实现了整个系统进行重热利用的目的。并通过聚光反射槽和其他设备保温结构的合理设计,最大程度上降低了整个系统的散热损失,从而大大提高了整个系统的能量利用率。

[0016] 本发明在考虑海水淡化效果时,采用了常压沸腾蒸发的方法。常压沸腾蒸发与低压闪蒸相比较,虽然待蒸发的海水热容量较大,但沸腾蒸发驱动力增强,蒸发效果更为显著。本发明通过太阳能聚光和汽化潜热的重新利用,使得海水沸腾蒸发成为切实可行的途径。本发明运用冷却罩外壁强制对流的换热模式,通过水泵流速调节来提高强制对流换热系数,从而大大加强了水蒸汽冷凝效果,增加了淡化水产量。

[0017] 本发明中所需循环用水量较小,仅需要用一台小容量电动泵便满足整个系统的正常运行,同时系统中管道布置简单,阀门数量很少,提高了整个系统的可靠性和经济性。

[0018] 与传统的太阳能蒸馏器相比,本发明利用水蒸汽汽化潜热反复加热循环回路中待蒸发海水,不仅解决了水蒸汽汽化潜热未被重新利用的问题,而且提高了整个系统的运行温度,从而增强了海水的蒸发效果。同时通过冷却罩强制对流的换热模式,很大程度上强化了传热技术,与传统蒸馏器中自然对流换热模式相比进一步提高了蒸馏器的热性能。

[0019] 与太阳能多级闪蒸技术相比,本发明通过大型冷却罩进行冷却,确保了有足够大的冷却面积来凝结淡化水。针对多级闪蒸技术利用低压让海水在较低温度下进行蒸发的特点,为此我们做个对比:海水比热为 $3.9\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ,汽化潜热 $2436.3\text{kJ/kg}$ ,设海水温度为

25℃, 闪蒸温度大约为 50℃, 海水通过闪蒸形成蒸汽所需要的能量为 2533.8kJ/kg, 本发明为常压加热到沸腾产生蒸汽, 所需能量为 2728.8kJ/kg。由此可看出, 海水蒸发所需要的大部分能量为蒸发必需汽化潜热, 因此本发明仅多消耗了 7.7% 的能量来加热海水, 而这小部分能量通过汽化潜热的重新利用即能很好得到补充。本发明仅需一台水泵就能完成整个系统的运行, 系统复杂程度远低于多级闪蒸技术, 投资和运行成本也远低于多级闪蒸技术。在太阳能利用方面, 多级闪蒸技术加热过程和蒸发过程分离, 加热过程仅仅利用厂地部分面积的太阳光, 太阳能没有得到充分利用。本发明加热过程和蒸发过程在一个装置内进行, 减少了不必要的热损失, 又利用槽型空间结构, 使加热蒸发有机结合在一起, 充分利用了太阳能和占地面积。

[0020] 综上所述, 本发明的优点是: 能量利用率高, 淡化水产量高, 投资省、能耗低、结构简洁、操作方便, 易于控制, 特别适合低成本小规模生产, 可被广泛应用于太阳能海水淡化领域中。

[0021] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的说明。

### 附图说明

[0022] 图 1 是本发明的结构立体示意图;

[0023] 图 2 是本发明的侧视图;

[0024] 图 3 是本发明海水淡化装置的剖视图;

[0025] 图 4 是本发明循环水箱的轴测图;

[0026] 图 5 是本发明的工作流程图。

### 具体实施方式

[0027] 如图 1 所示, 本发明是一种新型太阳能海水淡化系统, 它主要由聚光反射槽 1、海水淡化装置 2、循环水箱 3 组成。

[0028] 如图 2 所示, 所述的聚光反射槽 1 主要由半圆弧形反射面 11 和底层 12 构成。在反射面 11 和底层 12 之间形成空心夹层 13, 空心夹层 13 的内部空间构成可过水或储水的腔体 13, 在该腔体 13 上设有可引入海水的进水口 14 和与海水淡化装置 2 相连通的出水口 15; 所述的反射面 11 由表层的反射镜组和吸热板上下紧密布置构成, 所述的底层 12 由绝热材料制成的保温层。

[0029] 所述的海水淡化装置 2 安装在半圆弧形反射面 11 的正中间并通过管道 16 与聚光反射槽 1 的空心夹层 13 上的出水口 15 连通, 循环水箱 3 与海水淡化装置 2 管路连接。在实际安装中, 海水淡化装置 2 布置在地平面上, 聚光反射槽 1 和循环水箱 3 布置在地平面下。

[0030] 如图 3 所示, 所述的海水淡化装置 2 主要由海水加热槽 21、冷却罩 22、保温罩 23 组成。所述的海水加热槽 21 为 U 形槽 21, 其两侧面 211 为竖直面, 侧面 211 由外露侧面 213 和内嵌侧面 214 组成, 底面 212 为弧形面, 底面 212 的弧度与聚光反射槽 1 反射面 11 的弧度一致, 底面 212 和外露侧面 213 是黑度大的太阳能吸收面, U 形槽 21 内嵌侧面 214 是由绝热材料制成的保温面, 槽内设置水位调节器 (图中未示)。

[0031] 所述的冷却罩 22 和保温罩 23 呈半圆弧形, 它们依次覆盖在海水加热槽 21 的敞开

端,冷却罩 22 和保温罩 23 的两下端缘水平向内延伸至海水加热槽 21 的两外侧壁 211 上,在冷却罩 22 与海水加热槽 21 之间形成一个内封闭空间,且冷却罩两下端缘水平向内延伸段构成淡水收集槽 24;在冷却罩 22 和保温罩 23 之间形成一个外封闭空间并构成汇水槽 25,汇水槽 25 底部设有出水口 251(参考图 4 所示)。

[0032] 所述的冷却罩 22 为导热材料制成的薄层,冷却罩 22 内壁 221 为刨光面,外壁 222 为布满凸点的粗糙面,冷却罩 22 顶部设置了凹槽 223,保温罩 23 为绝热材料制成的保温层,保温罩 23 顶部设有进水口 231(参考图 4 所示),该进水口 231 通往冷却罩 22 顶部凹槽 223。

[0033] 如图 4 所示,所述的循环水箱 3 包括储水箱 31、循环补充水管 32、淡化水冷却管 33、循环回水管 34 和水位调节器(图中未示)。所述的储水箱 31 为封闭保温容器,其上部设有进水口 311,该进水口 311 通过循环回水管 34 与海水淡化装置 2 中的海水加热槽 21、汇水槽 25 连通,其下部设有出水口 312,该出水口 312 与循环补充水管 32 连接,循环补充水管 32 还与海水淡化装置 2 中的保温罩 23 顶部的进水口 231 相连通,水位调节器安装在储水箱 31 内;所述的淡化水冷却管 33 的中段盘形穿设于储水箱 31 内,其一端连接海水淡化装置 2 中的淡水收集槽 24,另一端外接淡水出口,向外输送淡水。

[0034] 本发明的工作原理:

[0035] 如图 4、图 5 所示,当本发明正常运行时,三通阀 41 中关闭循环补充水管 32 阀门并打开循环给水管 35 阀门,三通阀 42 中关闭加热槽补充水管 36 阀门并打开循环回水管 34 阀门,循环水从储水箱 31 沿循环给水管 35 被抽送到冷却罩 22 凹槽 223 流经冷却面到达汇水槽 25,再沿循环回水管 34 返回储水箱 31。淡水从淡水收集槽 24 沿淡化水冷却管 33 流经储水箱 31 冷却管后引出。海水加热槽 21 内含盐浓度过高的海水通过排污管 37 定期排出。

[0036] 当海水加热槽 21 水位偏低时,海水加热槽 21 水位调节器发出信号,通过控制器关闭循环回水管 34 阀门并打开加热槽补充水管 36 阀门,对海水加热槽 21 进行补水;当海水加热槽 21 达到正常水位时,水位调节器发出信号,关闭海水加热槽补充水管 36 阀门并打开循环回水管 34 阀门。

[0037] 当储水箱 31 水位偏低时,储水箱 31 水位调节器发出信号,通过控制器关闭循环给水管 35 阀门并打开循环补充水管 32 阀门,对整个系统进行补水。当储水箱 31 达到正常水位时,水位调节器发出信号,关闭循环补充水管 32 阀门并打开循环给水管 35 阀门。

[0038] 以上所述,仅为本发明较佳实施例而已,各水管管路的布置可有多种方式,故不能以此限定本发明实施的范围,即依本发明申请专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰,皆应仍属本发明专利涵盖的范围内。

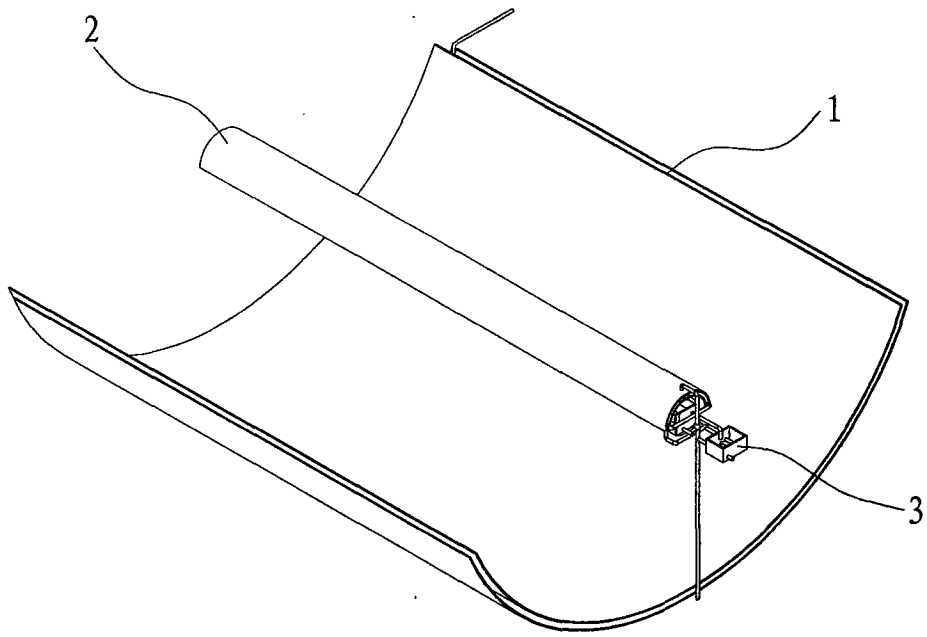


图 1

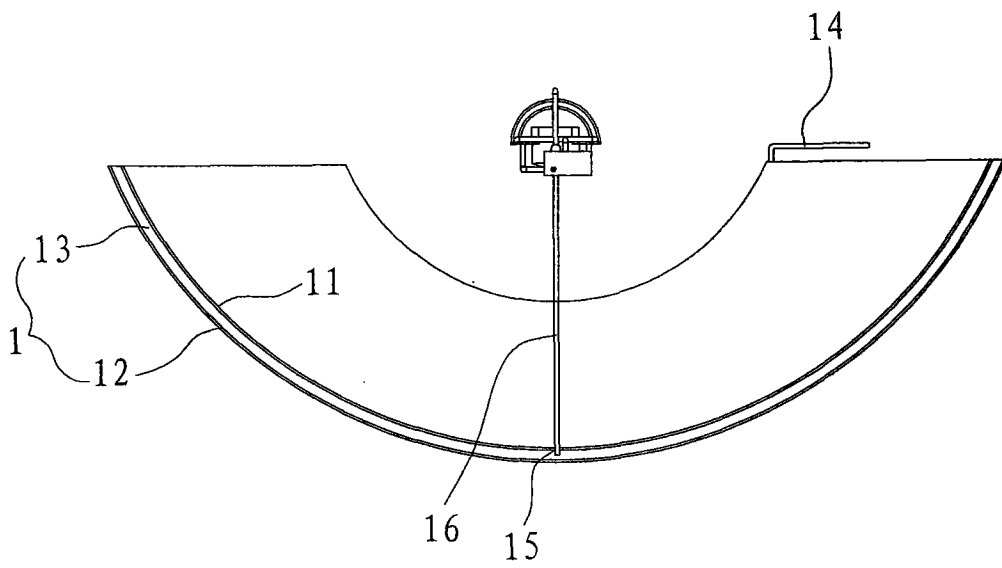


图 2

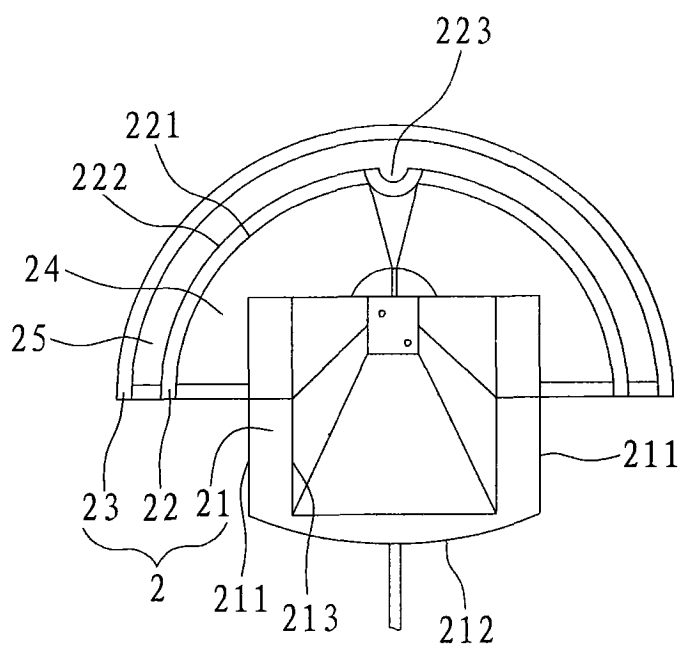


图3

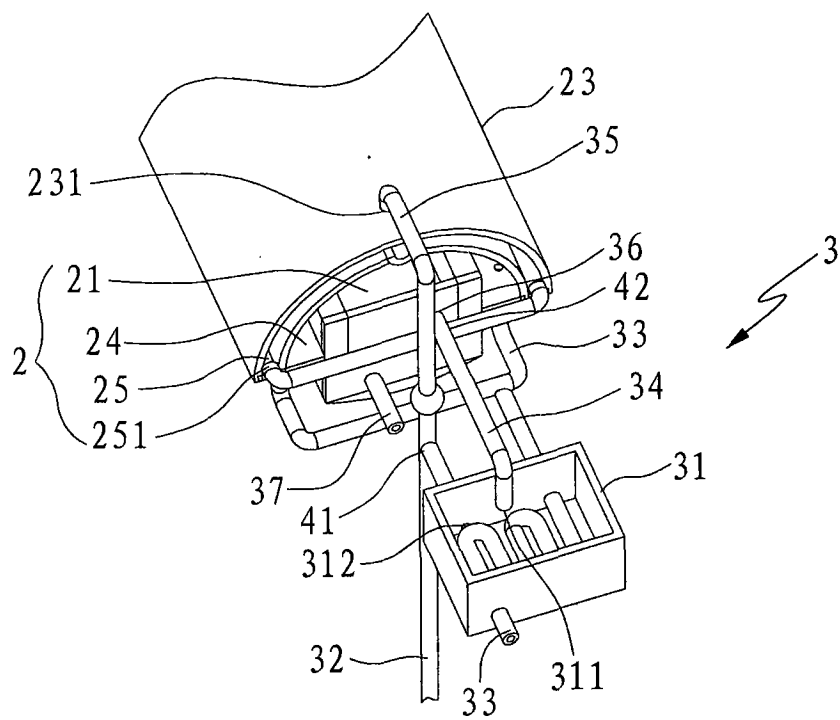


图4



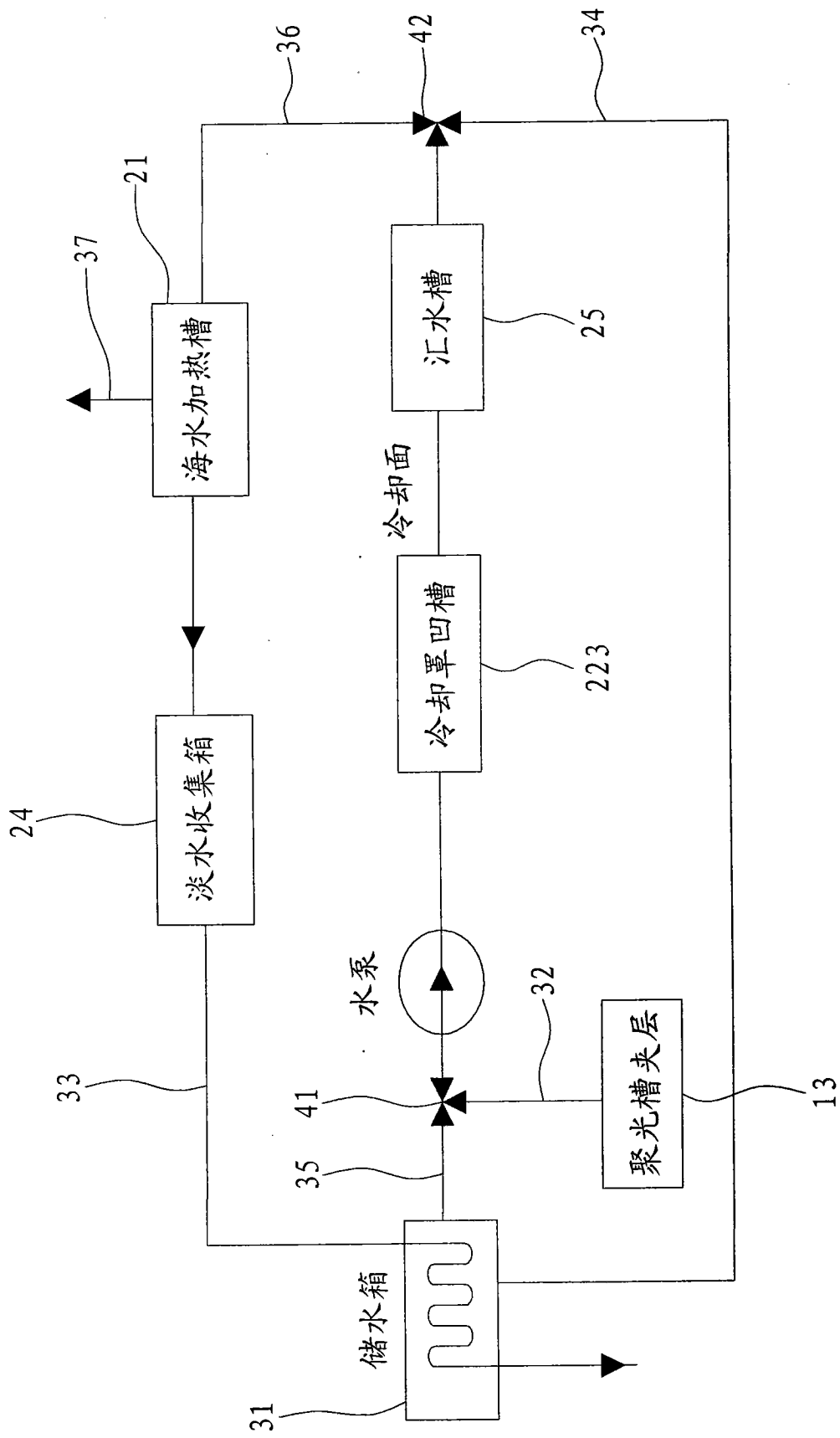


图 5