

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F28D 19/00 (2006.01)

F24H 7/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610005769.8

[45] 授权公告日 2009年9月2日

[11] 授权公告号 CN 100535575C

[22] 申请日 2006.1.6

[21] 申请号 200610005769.8

[73] 专利权人 香港理工大学
地址 香港九龙红磡

[72] 发明人 李惠生

[56] 参考文献

CN2145349A 1993.11.3

CN1363802A 2002.8.14

JP55035887A 1980.3.13

US2002/0000306A1 2002.7.3

审查员 郝荣荣

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 王玉双 潘培坤

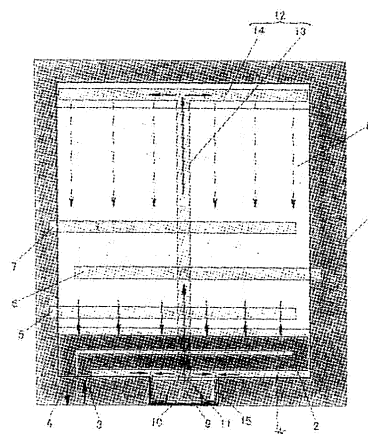
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

[54] 发明名称

石蜡蓄热式电热水器

[57] 摘要

本发明提供一种石蜡蓄热式电热水器，其包括：保温壳体；桶体，其容置在该保温壳体内，该桶体内内容置有水；热交换盘管，其盘绕地容置在该桶体内，且具有进水口和出水口；以及至少一个电加热器，其容置在该桶体内；其特征在于，该电热水器还包括：石蜡，其设置在该桶体内，作为蓄热介质；水泵，其用于将桶体内的水进行循环，且其入口与该桶体的下部连通；以及水管，其一端连接于该水泵的出口，而另一端置于该石蜡的上方。本发明的石蜡蓄热式电热水器具有供热快、供水时间长而稳定、使用安全性好、待机热量保存性能好、结构紧凑、造价便宜等优点。



1. 一种石蜡蓄热式电热水器，其包括：保温壳体；桶体，其容置在该保温壳体内，该桶体内容置有水；热交换盘管，其盘绕地容置在该桶体内，且具有进水口和出水口；以及至少一个电加热器，其容置在该桶体内，以加热石蜡使其熔化；

其特征在于：

该电热水器还包括：

石蜡，其设置在该桶体内，作为蓄热介质；

水泵，其用于将桶体内的水进行循环，且其入口与该桶体的下部连通；以及水管，其入口端连接于该水泵的出口，而其出口端置于该石蜡的上方；

在该桶体内，从该水管出口端排出的水相继穿过熔化的石蜡和该热交换盘管，并在先后与熔化的石蜡和该热交换盘管中的水进行热交换后进入该水泵的入口。

2. 如权利要求 1 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：所述至少一个电加热器中的一个电加热器埋入该石蜡中。

3. 如权利要求 2 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：埋入该石蜡中的该电加热器埋入在该石蜡的底部附近。

4. 如权利要求 1 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：所述至少一个电加热器中的一个电加热器置于该热交换盘管的下方。

5. 如权利要求 2、3 或 4 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：所述电热器的加热棒上设有散热片。

6. 如权利要求 5 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：所述散热片为螺旋片形、平行环片形或针形。

7. 如权利要求 1 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该水管包括主输水管和至少一个与该主输水管连接的喷淋管。

8. 如权利要求 7 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该喷淋管上设有多个喷孔，以将经由该水泵循环的水注入在该石蜡上。

9. 如权利要求 7 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该喷淋管与外界大气相通。

10. 如权利要求 1 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：还包括绝热层，其置于该保温壳体内、该桶体的外面和顶面。

11. 如权利要求 10 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该绝热层为泡沫塑料。

12. 如权利要求 1 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该热交换盘管置于该桶体的底部附近。

13. 如权利要求 1 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该桶体的底壁上形成有容置槽。

14. 如权利要求 13 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该容置槽容置该水泵。

15. 如权利要求 1 所述的石蜡蓄热式电热水器，其特征在于：该石蜡的优选工作温度为从其熔点温度至 120°C 的范围内。

石蜡蓄热式电热水器

技术领域

本发明涉及一种电热水器，尤其涉及一种石蜡蓄热式电热水器。

背景技术

目前，市场上用于提供热水的热水器通常分为三类：电热水器、燃气热水器以及太阳能热水器。

电热水器能提供稳定温度的热水，其缺点仅能维持短时间的热水供给，而且需要长时间的预热。虽然采用大容积的水容器可以解决这个问题，但是其外观显得庞大，而且会导致水的低沸点和高的蒸汽压力。由此，必须安装安全阀以释放在加热水时累积的蒸汽压力。由此，造成热损失以及加热效率降低。而且，一旦安全阀出现故障，热水器就存在着爆炸的可能。

燃气热水器的优点在于可以持续长时间的热水供给，而且无需预热，但是其缺点在于水温由于受排水量、流速以及开关频率的影响而变得十分不稳定。

太阳能热水器可以充分地利用太阳辐射的热量，可节约能源。但是其缺点在于体积庞大，而且在没有光照以及恶劣的天气变化下，无法供给令人满意的热水。

人们亟待开发一种能综合上述热水器优点的新型热水器，即预热时间短、供热水时间长、温度稳定、安全、体积小的热水器。最近，张勇在2003年12月22日的中国专利公开号CN1554900申请中公开一种蓄热电热水器，在该蓄热电热水器中，采用了硅铝合金相变材料作为蓄热材料。

将相变材料应用在热水器中的想法由来已久。主要问题在于如何确定合适的相变材料作为蓄热材料。目前，许多研究者寻求合适的相变材料用于热水器，例如将硬脂酸(stearic acid)、水分盐(salt hydrate)、由铵矾(ammonium alum)和硝酸铵(ammonium nitrate)构成的共晶物、棕榈酸(palmitic acid)、羧酸(carboxylic acid)或烷基烃(alkly hydrocarbon)等。

由此，选用合适的相变材料作为蓄热材料以用于热水器依然是具有很广阔的空间。

发明内容

为了解决上述问题，本发明提供一种电热水器，尤其是一种石蜡蓄热式电热水器。

依据本发明，提供一种石蜡蓄热式电热水器，其包括：保温壳体；桶体，其容置在该保温壳体内，该桶体内容置有水；热交换盘管，其盘绕地容置在该桶体内，且具有进水口和出水口；以及至少一个电加热器，其容置在该桶体内，以加热石蜡使其熔化；其特征在于，该电热水器还包括：石蜡，其设置在该桶体内，作为蓄热介质；水泵，其用于将桶体内的水进行循环，且其入口与该桶体的下部连通；以及水管，其入口端连接于该水泵的出口，而出口端置于该石蜡的上方；在该桶体内，从该水管出口端排出的水相继穿过熔化的石蜡和该热交换盘管，并在先后与熔化的石蜡和该热交换盘管中的水进行热交换后进入该水泵的入口。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，所述至少一个电加热器中的一个电加热器埋入该石蜡中。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，埋入该石蜡中的该电加热器埋入在该石蜡的底部附近。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，所述至少一个电加热器中的一个电加热器置于该热交换盘管的下方。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，所述电热器的加热棒上设有散热片。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，所述散热片为螺旋片形、平行环片形或针形。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该水管包括主输水管和至少一个与该主输水管连接的喷淋管。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该喷淋管上设有多个喷孔，以将经由该水泵循环的水注入在该石蜡上。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该喷淋管与外界大气相通。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，还包括绝热层，其置于该保温壳体内、

该桶体的外面和顶面。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该绝热层为泡沫塑料。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该热交换盘管置于该桶体的底部附近。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该桶体的底壁上形成有容置槽。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该容置槽容置该水泵。

在上述的石蜡蓄热式电热水器中，该石蜡的优选工作温度为从其熔点温度附近至 120°C 的范围内。

依据本发明的石蜡蓄热式电热水器，其具备了传统电热水器和燃气热水器的优点。即输出能力可满足使用需求；供热快而且可长时间稳定地供给热水；不积累蒸汽压力，使用安全性好；热水器使用完毕后处于待机状态下能量保存性能良好；节省空间并可使热水器的结构紧凑；而且石蜡材料的获取容易而且造价便宜，从而使得制造成本低。由此无论在技术上还是在经济上，本发明的石蜡蓄热式电热水器具有相当好的可行性。

附图说明

附图与说明书一起用于解释本发明的原理，附图中示出了本发明的优选实施例，在附图中：

图 1 给出了依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器的结构示意图；

图 2a 和图 2b 分别为电加热器全部开启时自来水在不同流速下的出口温度变化情况；

图 3 为电加热器全部关闭时自来水出口温度变化曲线；以及

图 4 为本发明第二实施例的石蜡蓄热式电热水器的结构示意图。

其中，附图标记说明如下：

- | | | |
|-------|------------|--------|
| 1 桶体 | 2 热交换盘管 | 3 进水口 |
| 4 出水口 | 5、6、7 电加热器 | 8 石蜡 |
| 9 水泵 | 10 入口 | 11 出口 |
| 12 水管 | 13 主输水管 | 14 喷淋管 |

15 容置槽

具体实施方式

下面结合附图详细说明本发明的实施例，在附图中，相同的附图标记表示相同或相似的部件。

在本发明的电热水器中，采用石油的副产品—石蜡作为蓄热介质，这种材料非常容易获得。石蜡是一种相变材料，其具有非常高的潜热以及化学稳定性。但是其导热性却十分差，由此热能难以吸收至固态石蜡或从固态石蜡中释放出，以致限制了石蜡在蓄热(Thermal energy storage)技术中的应用。

单纯从材料的比热容（单位质量材料温度升高 1°C 时所需的热量）看，水的比热容要比石蜡大得多（水为 $4.186\text{ KJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ （千焦每公斤开尔文），石蜡为 $2.1\text{-}2.9\text{ KJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $4.186\text{ 焦耳}=1\text{ 卡}$ ），由此在升高相同的温度时，石蜡所储存的热量要比水少得多，由此看石蜡似乎没有什么优越性。但是在一般盥洗用的热水器中，水的温度一般会低于水的沸点。而石蜡的熔点一般在 60°C 左右，该熔点恰恰低于水的沸点，而且此时石蜡产生相变时的潜热要远远大于相同质量的水温度变化 1°C 时的热量。也就是说，如果加热相同质量的石蜡和水，在没有达到石蜡的熔点之前，水吸收的热量要多于石蜡所吸收的热量（即存储更多的热量）。当温度增加到石蜡的熔点后，石蜡将由固态变为液态，从而产生相变，吸收相变潜热，此时石蜡吸收的热量将呈阶越式急剧增加，直至石蜡全部融化成液态。在大气压力下，在 60°C 左右的温度下变化 1°C 时，水仅吸收或释放每千克1千卡的热量，而石蜡（27-ane,28-ane和29-ane的混合物）则为每千克60千卡的热量，相当于每千克的水从 0°C 加热到 60°C 所储存的热量。此外，由于石蜡的比热容比水的比热容小得多，在供给同样的热量的情况下，石蜡的温度升高要比水的温度升高得快，由此石蜡可以快速地达到熔点，并进行相变。

由于相同质量的石蜡通过相变而储存的热量非常大，由此导致温度继续升高时，石蜡储存的热依然大于水所存储的热量的现象将存在于一个相对较大的温度范围内。由此，对于在提供一般盥洗用的相同温度的热水而言，利用相变前升温快相变时可存储相当可观的潜热的特性，显然石蜡具有相当的优

越性。

由此，尽管如前所述，石蜡的导热性十分差，以致热量难以吸收至固态石蜡或从固态石蜡中释放出。但是，如果充分利用其熔化或凝固产生的相变潜热，则使得热量的吸收或释放变得相当容易，从而使其可以十分容易地用在热能储存技术中。

基于此，在本发明的石蜡蓄热式电热水器中，充分利用了石蜡的熔化或凝固产生的相变潜热，使石蜡的熔化和凝固不断交替地进行，从而实现快速而稳定地供给热水。

图 1 给出了依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器的结构示意图。

如图 1 所示，依据本发明的石蜡蓄热式电热水器包括：保温壳体（图未示）；桶体 1，其容置在该保温壳体内，该桶体 1 内容置有水；热交换盘管 2，其盘绕地容置在该桶体 1 内并靠近桶体 1 的底部，其具有进水口 3 和出水口 4，所述进水口 3 和出水口 4 用于将外界的自来水引入并将所需温度的热水输出；三个电加热器 5、6 和 7，其容置在该桶体内 1 内；石蜡 8，其设置在该桶体内 1 内，作为蓄热介质；水泵 9，其用于将桶体 1 内的水进行循环，其具有入口 10 和出口 11，该入口与该桶体 1 的内腔连通；以及水管 12，其一端连接于泵 9 的出口 11，而另一端置于石蜡 8 的上方，用于将经由泵 9 循环的水注在石蜡 8 上。

其中，在依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器中，电加热器 5 置于石蜡 8 的底部，所述三个电加热器一端与桶体 1 相连，而另一端埋入石蜡 8 中。

其中，在依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器中，水管 12 包括主输水管 13 和至少一个与主输水管连接的喷淋管 14。在喷淋管 14 上设有多个孔，以将经由水泵 9 循环的水注入到石蜡 8 上。

其中，在依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器中，在桶体 1 的底壁上形成有容置槽 15，其用于容置水泵 9，从而可以进一步地使本发明的石蜡蓄热式电热水器紧凑。

其中，在依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器中，所述电加热器上的加热棒上设有螺旋形散热片（图未示），由此增大了加热棒的换热面

积，从而使加热棒与其它相关部分（如石蜡或水）快速地进行热交换。

下面说明依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器的运行过程。

给电热水器通电，将自来水从进水口 3 供入。三个电加热器 5、6、7 产生热量，并经由其加热棒上的螺旋形散热片将热传递给与螺旋形散热片接触的部分石蜡，这部分石蜡温度快速升高，当这部分石蜡的温度达到其熔点时，开始熔化，此时石蜡产生相变，吸收相变潜热，此时来自加热棒的大量热被石蜡所储存。此时由于各电加热器一端连接于桶体 1 的内壁，由此首先在石蜡与桶体 1 的内壁之间、电加热器和石蜡接触部分之间形成间隙，然后在石蜡不断熔化的过程中，在石蜡内部将逐渐形成空隙，这些间隙和空隙形成了桶体 1 内的水进行循环的部分通路。

此时安装在桶体 1 的容置槽 15 内的水泵 9 工作，其通过安装在桶体 1 底部的入口 10 将桶体 1 内的水（此时桶体 1 底部的水的温度低于其它部位的水的温度）从桶体 1 的底部抽吸并通过出口 11 排出，排出的水由于水泵 9 的压力作用沿着主输水管 13 流动并到达喷淋管 14，最后经由喷淋管 14 上的孔注在石蜡 8 的上方。在淋在熔化石蜡上的水穿过石蜡的过程中，水与熔化的石蜡进行热交换，从而使熔化的石蜡温度快速降低，在熔化的石蜡温度降低到其熔点时，产生相变，从而石蜡从液态变为固态，此时将释放出大量的潜热，由于水的比热容要比石蜡大得多，所以水快速地将此潜热吸收，由此喷淋在石蜡上的水被迅速加热。

因为水的密度大于石蜡的密度，所以，淋在石蜡上的水将穿过石蜡内部形成的水的流动通路，从熔化的石蜡上下沉至石蜡的底部。此时由于水泵 9 的抽吸作用，下沉到石蜡底部侧的热水被快速强制地穿过热交换盘管 2，下沉的热水在穿过热交换盘管 2 的同时与热交换盘管 2 中的自来水进行热交换，从而将热交换盘管 2 中的自来水快速而稳定地加热。

与热交换盘管 2 中的自来水进行热交换后的这部分水的温度降低并下沉到桶体 1 的底部，然后再由水泵 9 抽吸，重新进行循环。

在上述过程中，石蜡的熔化、凝固交叉反复地进行，使得石蜡不断地吸收或释放相变潜热，从而快速稳定地将热交换盘管 2 中的自来水加热。

在上述正常工作中，即使在石蜡 8 下方的水在高温下产生高压的水蒸气，通过将喷淋管与周围大气接通、水泵 9 加强桶体 1 内的水快速循环以及熔化

的石蜡由于其密度低于水而附在水的上方，从而也可避免水蒸气的进一步产生以及向上流动，使得桶体 1 的水的蒸汽压力很小甚至不存在，从而保证了使用安全。此外，在正常的工作条件下，石蜡本身具有依然相当低的石蜡蒸汽压力，从而进一步保证了使用安全。

在该石蜡蓄热式电热水器使用完毕后，将电热水器断电，同时将自来水的进水口关闭并停止泵。此时电热水器将处于下次工作前的待机状态。在桶体 1 内熔化的石蜡与桶体 1 的水依然进行热交换，从而逐渐凝固并释放相变潜热，而桶体 1 内被加热的水还会进一步加热石蜡，直至二者达到平衡。此时熔化的石蜡将避免水蒸气的进一步的产生以及向上流动，从而确保在热水器停机后的安全性。由于保温壳体 1 的保温作用以及固态石蜡非常低的导热率特性，温度达到平衡后的石蜡和桶体 1 内的水将被保温相当长的一段时间。由此，在两次开机之间的间隔时间短的情况下，可以更充分地利用前一开机时所蓄留的热，进一步地提高该石蜡蓄热式热水器提供热水的速度，从而进一步减少了预热时间。

在该石蜡蓄热式电热水器使用完毕后，将该电热水器断电，同时将自来水的进水口关闭，而使水泵 9 依然保持工作，则水依然可以通过部分依然处于液态的石蜡中形成的通路流落在桶体 1 的下部，直到凝固的石蜡完全阻塞了桶体 1 内的水循环路径为止。采用这种方式处理的好处在于，可以避免在热水器断电后，桶体 1 内的水蒸汽压力蓄积，同时还可以加热器断电后继续供给一段时间热水。这种现象意味着本发明的蓄热式电热水器可以获得相对高的能量效率，从而可以节约电能。

下面给出依据本发明第一实施例的石蜡蓄热式电热水器在某些具体运行条件下的测量结果。

桶体 1 的尺寸为 30×15×35 立方厘米，其由不锈钢制成。在桶体 1 中容置有 10 升（在 70°C 测得）石蜡（熔点约 59°C），在桶体 1 内容置有 1 升水。三个 1KW 电加热器。水桶 1 的容置槽 15 的直径为 8 厘米、深为 3 厘米。

开启三个 1KW 加热器和水泵。自来水以恒定速度在热交换盘管 2 中流动。用玻璃温度计测量自来水在进水口 3 的温度，测得的温度为 27°C。由与计算机的数据捕捉系统相连接的 K 一式热电偶检测自来水在出水口 4 的温度。

图 2a 和图 2b 分别为电加热器全部开启时自来水在不同流速下的出口温度变化情况。两条曲线均示出温度在第一各 5 分钟至 10 分钟内快速下降，随后曲线逐渐变得平缓。这是桶体 1 内的循环的水与热交换盘管 2 内的自来水之间的换热从初期的不平衡逐渐达到平衡的结果。热交换盘管 2 内的自来水在出水口 4 处的温度依赖于自来水的初始温度、盘管的几何形状、桶体 1 内的水循环的热承载能力、桶体 1 内的水的温度等。同时从图 2a 和图 2b 可以看到，自来水在自来水盘管 2 的出水口 4 处的温度在 5 分钟（流速为 5.71 升/分钟）或 10 分钟（流速为 4 升/分钟）后变得相对稳定，仅在 1°C 范围内变化。即使在这些曲线的较早的阶段，温度变化率也不大，这在实际使用中可以容易的手动调整。

图 3 给出了电加热器全部关闭时自来水出口温度变化曲线，此时石蜡处于全部熔化状态且水泵保持运行，从图 3 可以看出，在电加热器全部关闭后自来水的出口热水将保持一定时间。

在依据本发明的电热水器中，本发明的石蜡的优选工作温度为在熔点温度附近至 120°C 的范围内，石蜡在 120°C 时具有相当低的蒸汽压力而且桶体 1 内的水温将低于水的沸点。此外，通过将喷淋管与周围大气接通、水泵 9 加强桶体 1 内的水快速循环以及熔化的石蜡附在水的上方等方式，将水和石蜡的蒸汽压力被控制在很小范围内甚至不存在。

为了进一步提高本发明的石蜡蓄热式电热水器的能量输出，即提高自来水的出口水温，本发明给出了对第一实施例的结构进行改进的第二实施例。

图 4 为本发明第二实施例的石蜡蓄热式电热水器的结构示意图。该系统保留了第一实施例的基本结构。在此省略了其结构的详细描述。

在本发明的第二实施例中，热交换盘管 2 的盘绕数目增加，同时可增加更多的散热片；水泵 9 排量更大，以增强水循环；喷淋管 14 可采用更扩展的设计，以使覆盖更大的喷淋区域，同时其上的喷孔减小，使得水滴的尺寸变得更小，从而使热吸收的有效面积增加；石蜡 8 制得更长，以使热吸收路径和吸收时间变长；在石蜡 8 底部和仅低于热交换盘管 2 的下方分别安装两个电加热器 6 和 5，这可使通过喷淋管喷淋到石蜡 8 上而向下循环的热水和通过加热器 5 和水泵 9 而从在热交换盘管 2 的下面循环的热水一起迅速加热热交换盘管 2 中的自来水，从而提高了加热效率。

在上述本发明的所有实施例中，电加热器的位置不局限于水平位置，只要其能达到使石蜡有效熔化即可。另外，散热片可以具有多种形状，如平行环片形、针状等，而且每个电加热器都可以安装上述散热片。

依据本发明的石蜡蓄热式电热水器，其具备了传统电热水器和燃气热水器的优点。即输出能力可满足使用需求；供热快而且可长时间稳定地供给热水；不积累蒸汽压力，使用安全性好；热水器使用完毕后处于待机状态下能量保存性能良好；节省空间并可使热水器的结构紧凑；而且石蜡材料的获取容易而且造价便宜，从而使得制造成本低。由此无论在技术上还是在经济上，本发明的石蜡蓄热式电热水器具有相当好的可行性。

尽管在本发明中，以示例的形式给出了本发明的优选实施例，但是本发明不局限于上述具体结构。只要在不脱离本发明的精神和随附的权利要求的范围内，可对本发明进行各种修改和变化，而且这些修改和变化都将涵盖在本发明的范围内。

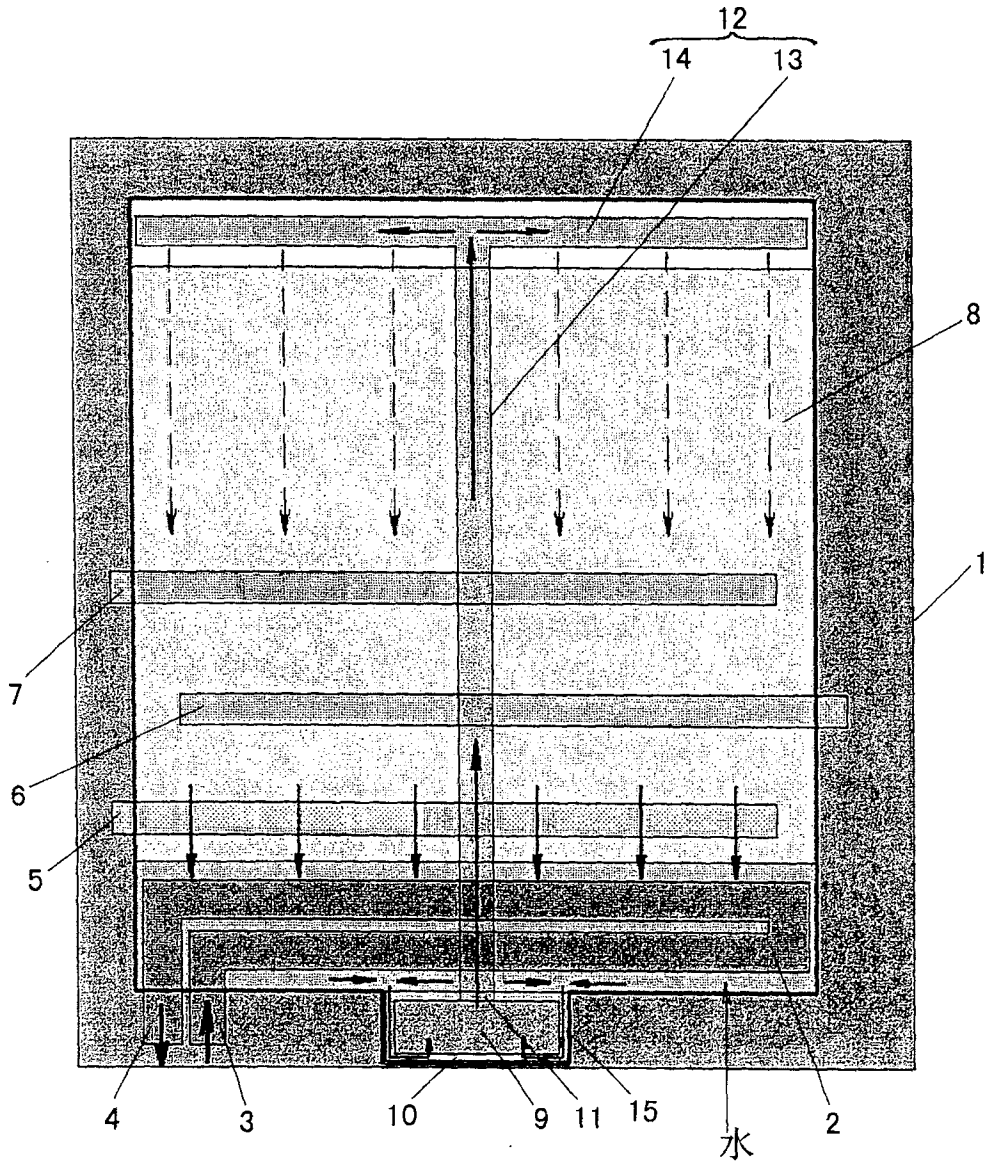


图 1

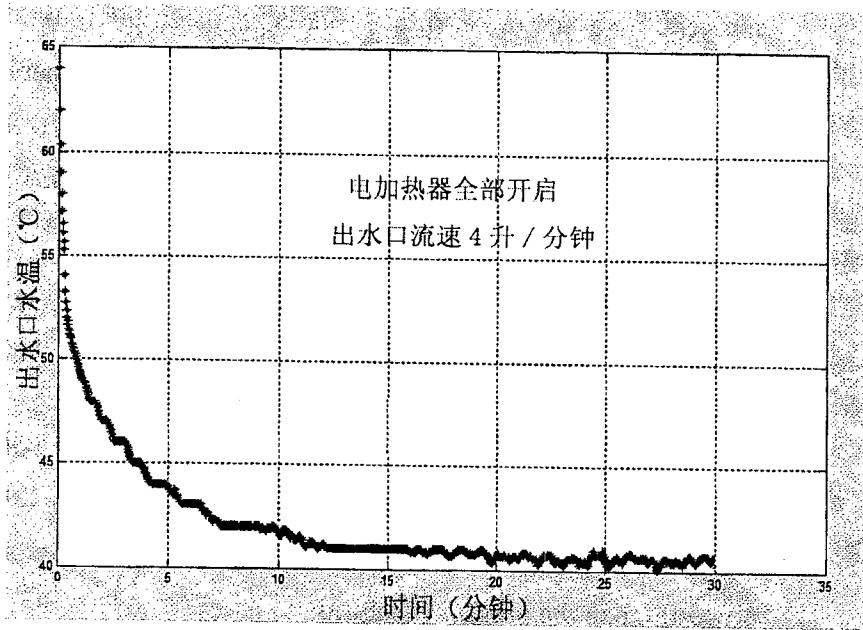


图 2a

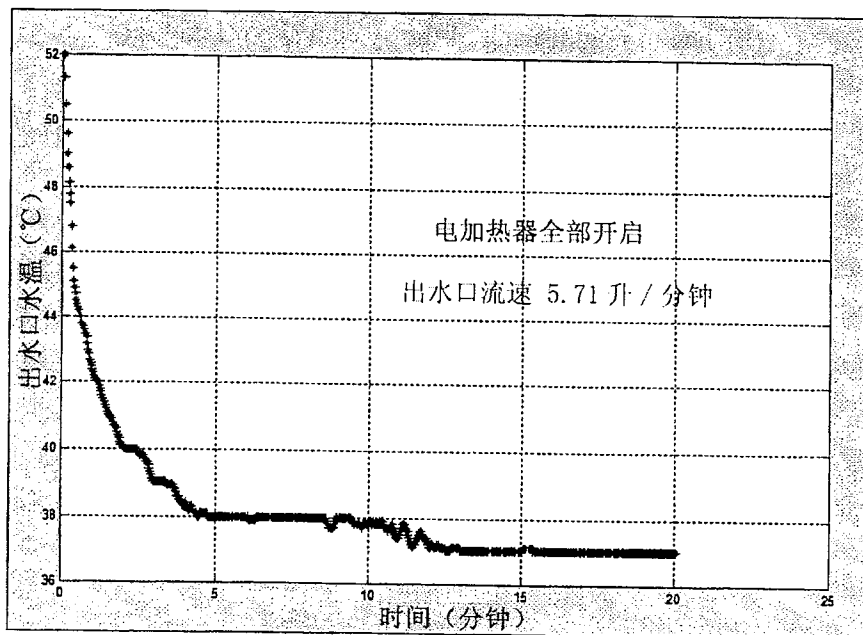


图 2b

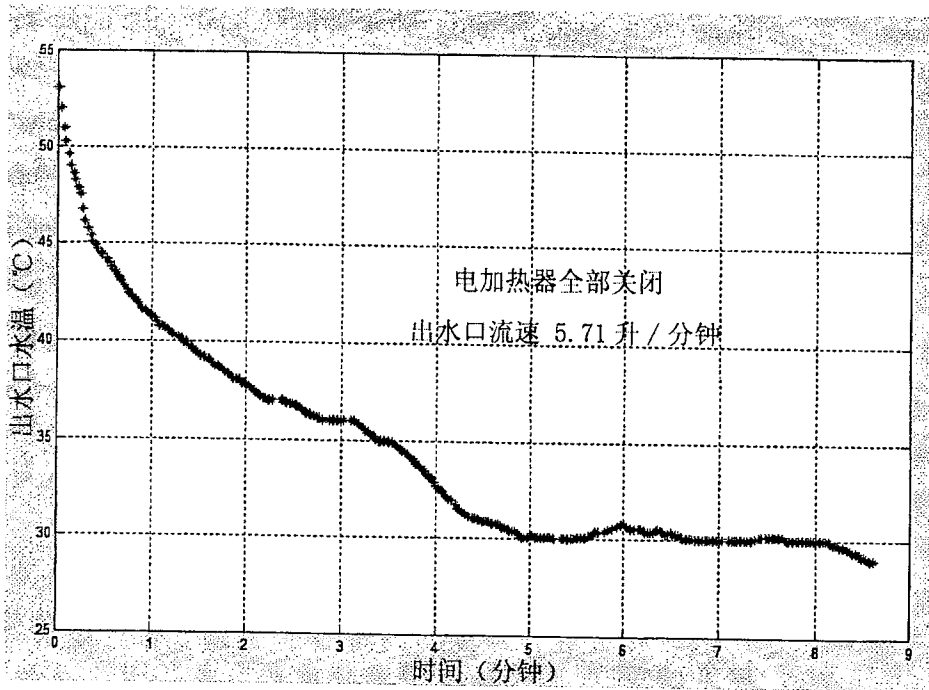


图 3

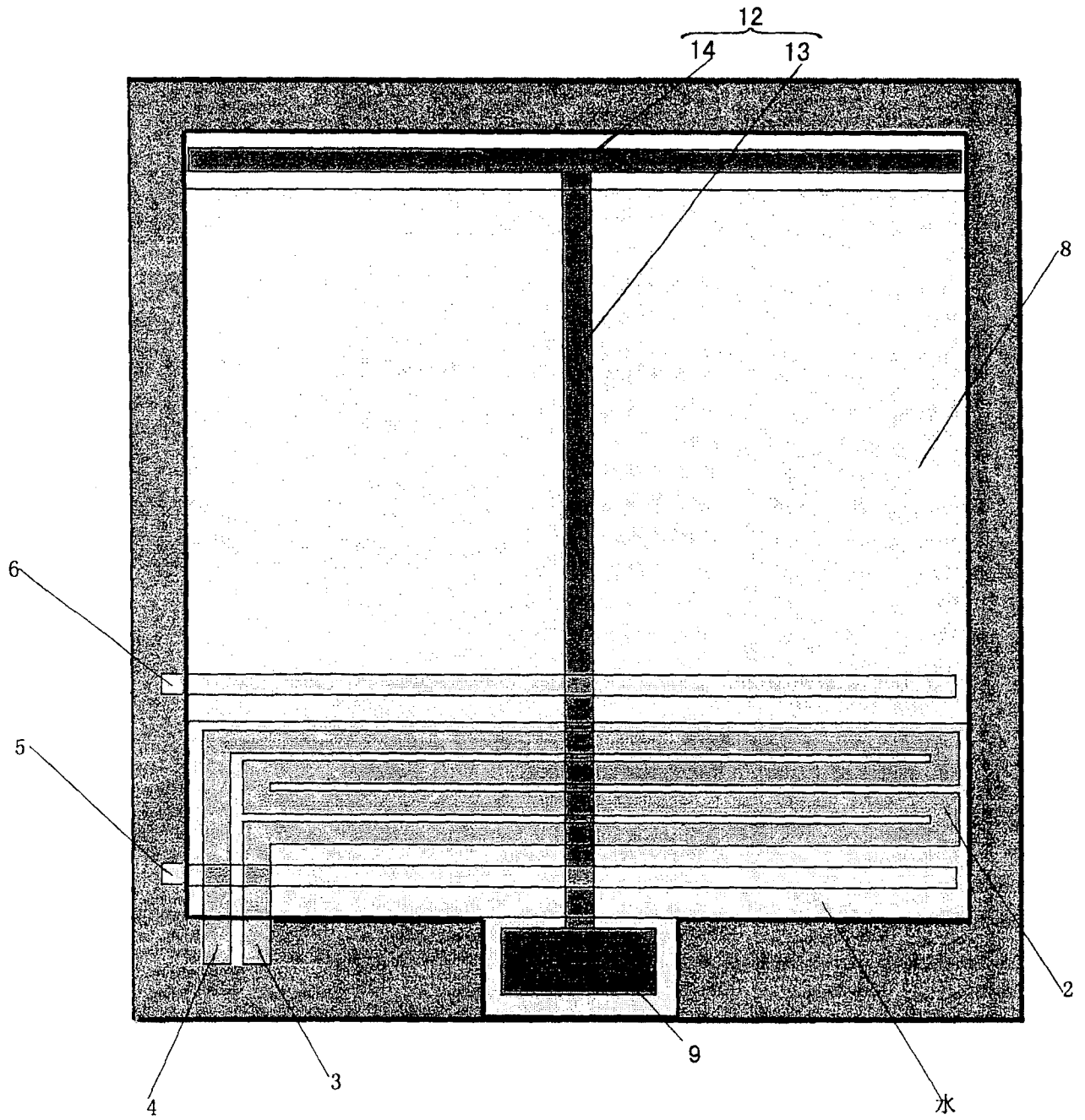


图 4