

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F24D 3/08 (2006.01)

F24D 19/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02816450.4

[45] 授权公告日 2006 年 2 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1242214C

[22] 申请日 2002.8.9 [21] 申请号 02816450.4

[30] 优先权

[32] 2001.8.10 [33] US [31] 60/311,095

[86] 国际申请 PCT/CA2002/001241 2002.8.9

[87] 国际公布 WO2003/014627 英 2003.2.20

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.23

[71] 专利权人 金斯顿女王大学

地址 加拿大金斯顿

[72] 发明人 斯蒂芬·J·哈里森

审查员 杨祥钧

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 过晓东

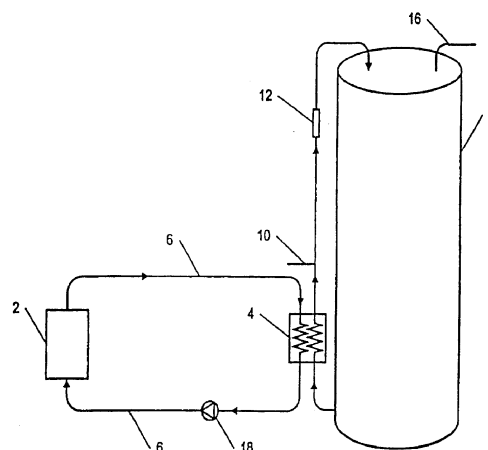
权利要求书 5 页 说明书 28 页 附图 6 页

[54] 发明名称

被动反冲洗热能系统及被动地反冲洗热交换器的方法

[57] 摘要

这项发明提供一种包括用来在热源和负荷之间转移热量的热交换器的热能系统，热交换器具有与热源相关联的初级一侧和与用来引导与负荷的相关联的流体的次级一侧，热交换器的次级一侧是在消耗一部分流体之时进行被动反冲洗的。被动反冲洗防止由于可能存在于循环流体之中的沉淀物、鳞状物和矿物的沉积造成的热交换器积垢。



1. 一种热能系统，其中包括：

用来在热源和负荷之间转移热量的热交换器，热交换器具有与所述的热源相关联的初级一侧和用来引导与所述的负荷相关联的流体相关联的次级一侧；

消耗一部分所述流体被动反冲洗热交换器的次级一侧的装置。

2. 根据权利要求1的热能系统，进一步包括与所述负荷相关联的储罐。
3. 根据权利要求1的热能系统，其中流体是水。
4. 根据权利要求1的热能系统，负荷是热的供水系统，而且流体是水。
5. 根据权利要求1的热能系统，负荷是被冷却的供水系统，而且流体是水。
6. 根据权利要求4的热能系统，热交换器的次级一侧是用未被加热的水进行被动反冲洗的。
7. 根据权利要求5的热能系统，热交换器的次级一侧是用未被冷却的水进行被动反冲洗的。
8. 根据权利要求1的热能系统，其中被动反冲洗装置包括反冲洗阀门，其中反冲洗阀门被动地控制热交换器次级一侧的反冲洗。

9. 根据权利要求8的热能系统,其中反冲洗阀门是被流体的流速、温度和压力之中的至少一个因素激活的。
10. 根据权利要求8的热能系统,其中反冲洗阀门是被流体的流速激活的。
11. 根据权利要求8的热能系统,其中反冲洗阀门在所述阀门关闭的时候提供旁路流动。
12. 根据权利要求11的热能系统,其中旁路流是流体消耗期间流速的1%到20%。
13. 根据权利要求1的热能系统,其中热源是选自、废热、地热、生产过程产生的热量、热泵、锅炉和熔炉的热源。
14. 根据权利要求1的热能系统,其中热源是太阳能。
15. 一种热能系统,其中包括:

用来在热源和负荷之间转移热量的热交换器,所述的热交换器有与热源相关联的初级一侧和用来接受要加热或冷却的流体和输出经过加热或冷却的所述流体的次级一侧,流体按第一方向流过热交换器的次级一侧;

用来接受干线流体的输入端; 以及

用来控制经过加热或冷却的流体和干线流体的流动的反冲洗阀门;

其中,在消耗一部分经过加热或冷却的流体之时,反冲洗阀门被动地引导干线流体按照与经过加热或冷却的流体流动的方向相反的第二方向通过热交换器的次级一侧。

16. 根据权利要求 15 的系统，其中流体是水。
17. 根据权利要求 15 的系统，其中按第一方向流经热交换器的次级一侧的流体流动是凭借对流。
18. 根据权利要求 15 的系统，其中反冲洗阀门是被流体的流速、温度和压力当中的至少一个因素激活的。
19. 根据权利要求 15 的系统，其中反冲洗阀门是被流体的流速激活的。
20. 根据权利要求 15 的系统，其中反冲洗阀门是被流体的温度激活的。
21. 根据权利要求 15 的系统，其中热源选自、废热、地热、生产过程产生的热量、热泵、锅炉和熔炉。
22. 根据权利要求 15 的系统，其中热源是太阳能。
23. 根据权利要求 15 的系统，其中反冲洗阀门在所述阀门关闭的时候提供旁路流动。
24. 根据权利要求 23 的热能系统，其中旁路流是流体消耗期间的流速的 1%到 20%。
25. 一种用于包括与负荷相关联的储罐的热能系统的组件，所述的组件包括：

用来把热量从热源转移到负荷的热交换器，热交换器有用来接受来自热源的热量的初级一侧和用来接受要加热的水并且把经过加热的所述的水输出给负荷的次级一侧，经过加热的水按第一方向流过热交换器的次级一侧；

用来接受干线水的输入端；以及

用来控制要加热的水和干线水的流动的反冲洗阀门；

其中，在消耗一部分要加热的水之时，反冲洗阀门被动地引导干线水按照与要加热的水的流动方向相反的第二方向通过热交换器的次级一侧。

26. 根据权利要求 25 的组件，其中反冲洗阀门在所述的阀门关闭的时候提供旁路流动。

27. 根据权利要求 26 的组件，其中旁路流是在消耗水期间的流速的 1%到 20%。

28. 一种在热能系统中用来被动地反冲洗热交换器的方法，该方法包括：

提供用来在热源和负荷之间转移热量的热交换器，热交换器具有与所述热源相关联的初级一侧和用来引导与所述负荷相关联的流体的次级一侧；

提供过量流体的来源；

使流体按第一方向通过热交换器的次级一侧流动；以及

在消耗至少一部分流体之时，被动地使所述的过量流体按照与第一方向相反的第二方向流过热交换器的次级一侧以反冲洗所述热交换器。

29. 根据权利要求 28 的方法，其中流体是水。

30. 根据权利要求 28 的方法，其中热能系统是热水系统。

31. 根据权利要求 28 的方法，其中热能系统是冷却水系统。

-
32. 根据权利要求 28 的方法，其中反冲洗步骤是被流体的流速、温度和压力当中的至少一个因素激活的。
33. 根据权利要求 28 的方法，其中反冲洗步骤是被流体的流速激活的。
34. 根据权利要求 30 的方法，其中热源是选自、废热、地热、生产过程产生的热量、热泵、锅炉和熔炉的热源。
35. 根据权利要求 30 的方法，其中热源是太阳能。

被动反冲洗热能系统 及被动地反冲洗热交换器的方法

本发明的技术领域

本发明涉及使用热交换器的热能系统。具体地说，本发明涉及被动反冲洗热交换器的热能系统和用来被动反冲洗各个系统的方法。

本发明的现有技术

与热换热器合并的热能系统通常包括供应或取走热量的初级回路和接受或提供热量的次级回路。热换热器在初级回路和次级回路之间转移热量。传热流体通过初级回路循环，把热量供应给热换热器的初级一侧或从热换热器的初级一侧移去热量。热量得到热量供应的或从中取走热量的次级流体通过热换热器的次级一侧流动。热换热器的初级一侧和次级一侧通常有很多紧密结合的有流体从中流过促进其间的热量转移的小通道。

现代的热换热器是紧凑的并且提供高性能，即高换热率。高性能通常是通过使通道变得非常小并且提供许多小通道实现的。然而，当通道尺寸被减小的时候，它们变得更倾向于由可能出现在循环流体中的沉淀物、鳞状物和矿物沉积的积聚造成的积垢或完全堵塞。热换热器积垢导致系统性能的大幅度下降。为了将积垢减到最少所采取的专用措施包括监控流体的化学组成、频繁地拆卸以便清洗流动通道和选择传热表面和流动通道参数的裕度，以保证它们即使在由于积垢降低的效率下操作也将有足够的能

力。在用来加热饮用水或生产用水的热系统的情况下，矿物盐和其它杂质出现在水中的可能性非常高。在这种情况下，如果换热器不经常清理或冲洗累积的物质，那么存在热换热器积垢的可能性。在许多应用中，例如住宅和小型商用装置，监视水的化学组成、定期拆卸和清洗热换热器或选择参数的裕度因相关的费用是不实际的。

本发明的概述

依照本发明的一个方面，提供一种热能系统，该系统包括：在热源和负荷之间转移热量的热交换器，热交换器有与所述热源相关联的初级一侧和用来引导与所述负荷相关联的流体的次级一侧；其中热交换器的次级一侧在消耗一部分所述流体之时被被动地反冲洗。在某些实施方案中，热能系统进一步包括与负荷有关的储罐。

在一个实施方案中，负荷是热水供应系统，而且流体是水。在另一个实施方案中，负荷是冷却水供应系统，而且流体是水。

在另一个实施方案中，本发明的热能系统进一步包括反冲洗阀门，其中反冲洗阀门被动地控制热交换器的次级一侧的反冲洗。在某些实施方案中，反冲洗阀门是被流体的流速，温度和压力当中至少一个因素激活的。在优选的实施方案中，反冲洗阀门是被流体的流速激活的。在进一步的实施方案中，反冲洗阀门在该阀门关闭的时候提供旁路流动。在一些实施方案中，旁路流是消耗流体期间的流速的大约 1% 到大约 20%。

在某些实施方案中，热源是选自太阳能、废热、地热、生产过程产生的热量、热泵、锅炉和熔炉的热源。在优选的实施方案中，热源是太阳能。

在本发明的进一步的实施方案中，提供一种热能系统，该系统包括：用来在热源和负荷之间转移热量的热交换器，热交换器有与所述热源相关联的初级一侧和用来接受要加热或冷却的流体并且输出经过加热或冷却的所述流体的次级一侧，流体按照第一方向流过热交换器的次级一侧；用来接受干线流体的输入端；以及用来控制被加热或冷却的流体和干线流体的流动的反冲洗阀门；其中，在消耗一部分被加热或冷却的流体之时，反冲洗阀门被动地引导干线流体按照与被加热或冷却的流体的流动方向相反的第二方向流过热交换器的次级一侧。在一个实施方案中，反冲洗阀门在该阀门关闭的时候提供旁路流动。在一些实施方案中，旁路流是消耗流体期间的流速的大约 1% 到大约 20%。

依照本发明的另一方面，提供一种用于包括与负荷相关联的储罐的热能系统的组件，所述组件包括：用来把热量从热源转移到负荷的热交换器，热交换器有用来接受来自热源的热量的初级一侧和用来接受要加热的水并且把热水输出给负荷的次级一侧，热水按照第一方向流过热交换器的次级一侧；用来接受干线水的输入端；和用来控制要加热的水和干线水的流动的反冲洗阀门；其中，在消耗一部分要加热的水之时，反冲洗阀门被动地引导干线水按照与要加热的水的流动方向相反的第二方向通过热交换器的次级一侧。在一个实施方案中，反冲洗阀门在所述阀门关闭的时候提供旁路流动。在一些实施方案中，旁路流是消耗流体期间的流速的大约 1% 到大约 20%。

借助本发明的另一方面，提供一种在热能系统中用来被动地反冲洗热交换器的方法，该方法包括：提供用来在热源和负荷之间转移热量的热交换器，热交换器有与所述的热源相关联的初级一侧和用来引导与所述负荷有关的流体的次级一侧；提供过量流体的来源；使流体按照第一方向流过热交换器的次级一侧；和在

负荷至少消耗掉一部分流体之时，被动地使所述的过量流体按照与第一方向相反的第二方向流过热交换器的次级一侧。

在所述方法的一个实施方案中，热能系统是热水系统。在某些实施方案中，热源选自太阳能、废热，地热、生产过程产生的热量、热泵、锅炉和熔炉。在优选的实施方案中，热源是太阳能。在所述方法的又一个实施方案中，热能系统是冷水系统。

在一个实施方案中，反冲洗步骤是被流体的流速，温度和压力当中的至少一个因素激活的。在优选的实施方案中，反冲洗步骤是被流体的流速激活的。

附图简要说明

本发明的一些实施方案作为例子参照附图在下面予以描述，其中：

图 1 是依照本发明按照加液模式展示的广义的热能加热系统的方框图；

图 2 是依照本发明按照反冲洗模式展示的广义的热能加热系统的方框图；

图 3 是依照本发明按照加液模式展示的广义的热能冷却系统的方框图；

图 4 是依照本发明按照反冲洗模式展示的广义的热能冷却系统的方框图；

图 5 是依照本发明反冲洗阀门的示意图；

图 6 是依照本发明反冲洗阀门的示意图。

图 7 是依照本发明反冲洗阀门的另一个实施方案的示意图。

图 8 是依照本发明的热能系统的示意图，其中温度传感器测量操作期间的流体温度。箭头指示反冲洗期间的流动方向。

图 9 是展示用图 8 的系统在汲取之前、期间和之后 3 分钟获得的水温图。

本发明的详细描述

依照本发明，热交换器有将热量供应给它或从中除去热量的初级一侧和获得热量或失去热量的次级一侧。热源或冷源可以要么与热交换器的初级一侧直接接触，要么位置远离热交换器。热源的例子是太阳能、废热（例如，排气）、地热、生产过程产生的热量、热泵、锅炉和熔炉。冷源的例子是冷却器（例如，制冷装置）和地热源。在热源位于远离热交换器的地方的情况下，热源可以借助传热流体与热交换器耦合。传热流体流过在热交换器的初级一侧的许多通道，那些通道与在热交换器的次级一侧的许多通道紧密结合。例如，传热流体可以是水（它可能是洁净的水，例如蒸馏水，或废水，例如来自生产过程的水）、防冻剂溶液（例如，丙二醇）、蒸汽、制冷剂、废气、油等。在一些实施方案中，热交换器的初级一侧包括开环回路，其中传热流体（例如，废气）在通过热交换器的初级一侧之后被直接释放。在其它的实施方案中，热交换器的初级一侧包括闭合回路，其中传热流体被保留在系统中而且在热源/冷源和热交换器的初级一侧之间流动。在初级回路为开环的系统中，由于传热流体中的杂质在热交换器的初级一侧造成的积垢能被减轻，例如，通过选择热交换器参数裕度。在初级回路为闭环的系统中，热交换器初级一侧的积垢能通过控制传热流体的化学组成除去任何杂质得以减轻。

热交换器的次级一侧也有积垢倾向，而且可能是系统性能下降的最重要的因素。热交换器的次级一侧积垢在次级的回路中的流体消耗而且必须补充的应用中是最常见的。这种系统的例子是适于饮用的热水或冷水供应系统和工业的程序需要加热流体或冷却流体（例如，水）的生产工艺，在这些场合水在应用过程中被消耗。在这两个例子中，水从水源进入系统并且带有导致热交换器积垢的杂质（例如，沉淀物、矿物、盐和其它可溶物）。虽然进入系统的水能经过预处理（例如，过滤）除去杂质，但是在住宅应用和小型商业应用中这样的预处理是不实际的。因此，在家用装置和商用装置方面，用来作为热水储存热量的和/或用来供应适于饮用的热水的热能系统（例如，太阳能热水系统、热泵系统和局部加热系统）易受热交换器积垢的影响。

依照本发明的一个方面，提供一种包括热交换器的热能系统，其中热交换器的次级一侧被被动地反冲洗。在优选的实施方案中，热交换器的次级一侧作为对热交换器的次级一侧中的流体的一个或多个变量（例如，温度、压力、流速）的变化响应被被动地反冲洗。本发明特别适合于消耗得到热量供应的或从中取走热量的流体的应用，例如，水暖或水冷系统。在这样的系统中，热交换器的次级一侧每逢系统补充流体时都被被动地反冲洗。依照本发明，热交换器的被动反冲洗是系统的正常操作，而且不需要使用者干预或外部控制就能操作。反冲洗能在短期（例如，一天）内被例行公事地完成许多次。在反冲洗期间，鳞状物、矿物沉积和沉淀物被从热交换器里面冲洗掉，从而防止热交换器积垢。

如同在本文中使用的的那样，术语“热能”是技术术语而且被理解为包括热的和冷的。

人们将领会到：本发明不局限于给水加热或冷却。因此，尽管本发明在本文中主要是就与水一起使用进行描述的，但是它能与其它的流体一起使用。

人们也将领会到：虽然本发明在本文中主要是就热能系统进行描述的，但是本发明不局限于此。本发明适合于供其它应用使用，例如系统使用一种被消耗并且被不时地补充的流体介质，在这种情况下对系统中的至少一个部分（例如，过滤器）用补充流体实施被动反冲洗是有益的。

在一个实施方案中，依照本发明的热能系统是水加热系统，例如，用来供应家庭饮用热水的系统。如图1的实施方案所示，初级回路是包括热源2和适合使传热流体在热源2和热交换器4的初级一侧之间循环的管道系统或导管6的闭合回路。泵18可以非必选地被插入初级回路以促进传热流体循环。在一些实施方案中，例如使用基于水的传热流体（例如，水-丙二醇溶液）的那些，初级回路另外包括用来补偿传热流体随着温度变化膨胀/收缩的膨胀箱（未示出）。系统的次级回路包括热交换器4的次级一侧、水储罐8、“三通”管接头10和反冲洗控制阀门12。热水被从水储罐8的顶部经由导管或管道系统16抽出。干线水经由“三通”管接头10进入次级回路，补充经由导管16从次级回路抽出的水。

如同在本文中使用的的那样，术语“干线水”指的是从水源（例如城市供水网或井）进入系统的水。干线水进入系统的次级回路被加热或冷却。

图1的实施方案是按加液模式展示的；换言之，水不是从系统经由导管16抽出的，而且水不是经由“三通”管接头10进入次级回路的。在加液模式中，流体（在这个例子中是水）的流动

方向是用图 1 中的箭头表示的。这个实施方案的操作如下。当不从储罐 8 抽出水的时候，反冲洗控制阀门 12 是打开的。水通过热交换器 4 的次级一侧和储罐 8 这样循环，以致热水通过阀门 12 向上流动进入储罐的顶部，然后从储罐的底部流出进入热交换器。这个流动可能是用泵建立的或者是通过对流建立的，而且使储罐 8 分层，以致最热的水在储罐的顶部。优选流动是通过对流建立的，这将简化系统设计并且有助于热交换器次级一侧的反冲洗（下面予以描述）。另外，为了避免水在储罐 8 中混合，优选这个流速是缓慢的（例如，达到大约 2.5 升/分钟）。

当从储罐 8 抽出水的时候，反冲洗控制阀门 12 被被动地关闭。如图 2 所示，关闭阀门 12 使干线水的路由变成通过热交换器 4 的次级一侧并且在底部进入储罐 8。此外，干线水通过热交换器 4 的次级一侧的流动是在与水在加热期间（当干线水不被抽入系统的时候）的流动相反的方向上。这个反方向的流动提供热交换器 4 的次级一侧的被动反冲洗。因此，每逢从储罐 8 抽出水的时候，热交换器 4 的次级一侧都被被动地反冲洗。

水中的许多积垢成份是在高温下沉淀的溶解物，例如，诸如 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaSiO_3 和 CaSO_4 之类逆溶的盐（Purdy 等人，Conference Proceedings, Solar Energy Society of Canada Inc., Montreal, 1998[会议录，加拿大公司的太阳能协会，蒙特利尔，1998]）。通过用未经过加热的干线水反冲洗热交换器 4 使沉淀在热交换器 4 的次级一侧的溶解物被送回溶液。溶解物沉积在储罐 8 中，在那里它们沉淀下来，对系统有微不足道的影响，和/或随着热水被从那里抽出最后从储罐排出。

在另一个实施方案中，依照本发明的热能系统是水冷系统，例如，用来供应家庭饮用冷水的系统。如图 3 所示，可能是开环回路或闭环回路的初级回路包括冷源或制冷装置 17 和适合使传

热流体在热交换器 4 的初级一侧和制冷装置 17 之间循环的管道系统或导管 6。泵 18 可以非必选地插入初级回路，以促成传热流体的循环。在一些实施方案中，例如使用基于传热流体（例如，水-丙二醇溶液）的那些，初级回路另外包括用来补偿传热流体随着温度变化膨胀/收缩的膨胀箱（未示出）。该系统的次级回路包括热交换器 4 的次级一侧、水储罐 8、“三通”管接头 10 和反冲洗控制阀门 12。冷水从储罐 8 的底部经由导管或管子抽出。干线水经由“三通”管接头 10 进入次级回路，补充从次级回路抽出的水。

图 3 的实施方案是按加液模式展示的；换言之，水不是从系统经由导管 18 被抽出的，而且水不是经由“三通”管接头 10 进入次级回路的。在加液模式中，流体（在这个例子中是水）的流动方向在图 3 中是用箭头指出的。这个实施方案的操作如下。当水不被从储罐 8 抽出的时候，反冲洗控制阀门 12 是打开的。水通过热交换器 4 的次级一侧和储罐 8 循环，以致被冷却的水通过阀门 12 向下流动进入储罐的底部，然后从储罐的顶部流出进入热交换器。这种流动可能是用泵建立的，或者是通过对流建立的，而且使储罐 8 这样分层，以致最冷的水在储罐的底部。优选流动是通过对流建立的，这将简化系统设计而且有助于热交换器的次级一侧的反冲洗（下面予以描述）。另外，为了避免水在储罐 8 中混合，优选这个流速是缓慢的（例如，达到大约 2.5 升/分钟）。

当水从储罐 8 抽出的时候，反冲洗控制阀门 12 被被动地关闭。如图 4 所示，关闭阀门 12 引起干线水的路由变成通过热交换器 4 的次级然后在顶部进入储罐 8。而且，干线水通过热交换器 4 的次级一侧的流动是在与水在急剧冷却期间（当干线水不被抽进系统的时候）的流动相反的方向上。这个反向流动为热交换

器 4 的次级一侧提供被动的反冲洗。因此，每逢水从储罐 8 中抽出的时候，热交换器 4 的次级一侧就被被动地反冲洗。

在优选的实施方案中，依照本发明的热能系统是太阳能热水系统。这种热水系统非常像在图 1 中展示的广义的系统，而且进一步包括一个或多个太阳能收集器作为热源 2。传热流体在太阳的收集器中被加热，而且热量在热交换器 4 中被转移给水。

在更优选的实施方案中，储罐 8 是任何标准的市场上买得到的家用热水储罐（例如，180 到 450 升），而系统的各个组成部分（例如，热交换器、反冲洗控制阀门）适合附着到这样的热水储罐上。在用附录 1 中的实例展示的进一步的实施方案中，本发明提供很容易安装在现有的热水储罐上的组件，该组件包括热交换器、反冲洗控制阀门和非必选的零部件，例如一个或多个循环泵、一个或多个用于传热流体的膨胀箱和电子接口。例如，非必选的电子接口能提供关于系统性能的信息。在与标准的热水储罐一起使用的时候，依照本发明的系统增补热水储罐，并因此减少给水加热的能耗费用。

为了使热交换器的效力达到最大值和提高系统的总效率，在热交换器的初级一侧和次级一侧中的流速应该具有相似的大小。热源或冷源是确定初级回路和次级回路中的流速方面的影响因素。然而，为了使把储罐用于家用热水器的系统（例如，在前面的实施方案中描述的那种）的总效率达到最大值，储罐的分层作用（例如，最热的水在顶部）和缓慢的流速是必要的。

例如（也见附录 1），在本发明的优选的实施方案中，提供一种为典型的住宅应用优化的太阳能热水系统，例如，适合北美家庭（五个人）应用的有大约 200 到 300 升/天的热水消耗和 270 升热水储罐的太阳能热水系统。在平均每天加热 8 个小时（480

分钟)和太阳能收集器面积大约为 3 到 6m^2 的情况下,它将以大约 0.6 升/分钟的流速给热水储罐加水。在这样的装置中,总热交换面积为大约 0.25m^2 到大约 1m^2 的热交换器将是适当的。例如,购自瑞典的 SWEP 国际 (SWEP International) 的 E8-20 型铜焊不锈钢板热交换器是适当的。

因此,本发明的优选实施方案利用比在传统的高流动性设计中使用的流速缓慢的流体流速通过热交换器。依照本发明,传热流体的流速在大约 0.5 到大约 2.5 升/分钟的范围内,优选大约 0.5 升/分钟到大约 1.5 升/分钟。流体通过热交换器的次级一侧的流速是从 0 升/分钟到大约 2.5 升/分钟。通过热交换器的次级一侧的最大流速发生在储罐中的水是冷的(即,未加水的)时候,而且流速随着水在储罐中加热逐渐减慢。当储罐被加满水的时候,即在储罐中的温度近似地与初级回路的温度相同的时候,对流的流动实质上停止。例如,在某些实施方案中,当储罐中的水达到大约 60 摄氏度的时候,对流流动停止。在这一点上,系统是自动限制储罐中的水到达的最高温度的。

人们将领会到:依照本发明的热能系统能针对较大的或较小的装置和针对不同于太阳能热水器的应用适当地缩放。

在图 1 展示的广义实施方案中和在上述的太阳能热水系统中,反冲洗控制阀门在储罐中的流体加热期间通常是打开的,而在从储罐中抽出流体的时候被关闭,以便热交换器的次级一侧被反冲洗。反冲洗控制阀门可以是被一个或多个系统变量(例如,温度、压力、流速)的变化激活(例如,打开、关闭)的任何阀门。优选的是反冲洗控制阀门是被动的,这意味着阀门的激活不需要使用者干预而且是自动的。另外,阀门的激活不是预定的也是优选的。在一个实施方案中,反冲洗控制阀门是热激活的(即,由流体温度的变化激活的)。例如,在系统用于加热饮用水的场

合, 阀门在水是温的(例如, 大约 15°C 或更热一点, 优选大约 25°C 或更热一点)之时是打开的, 而对于较低的水温是关闭的。当然, 这些阀门的打开和关闭温度取决于干线水的温度。在这个例子中, 从储罐中抽出热水引起未加热的干线水流入系统, 而且当干线水到达热激活的阀门的时候, 阀门关闭, 迫使干线水流过和反冲洗热交换器的次级一侧。

依照本发明的另一方面, 提供一种用于热能系统的反冲洗控制阀门。在优选的实施方案中, 反冲洗控制阀门是被通过它的流体的流速激活的专用的球阀。一般地说, 反冲洗控制阀门包括有输入口、输出口和阀座的阀体、穿过阀座的孔口和用来与阀座接合的球。在一个实施方案中, 如图 5 所示, 阀门被设计成垂直取向, 输出口 24 和阀座 26 面朝上, 孔口 32 穿过阀座 26。球 28 被安排在输入口 22 和阀座 26 之间的空腔 30 中。优选的是, 空腔有大小与连接它的导管大体相同的内径, 以避免流动中的湍流。虽然在图 5 中未展示, 但是人们将领会到: 球 28 可以通过在空腔 30 内提供适当的突出部或类似的东西或限位螺钉(例如, 见图 7)被捕获(保留)在空腔 30 中。人们应该注意: 虽然球 28 在图 5 中被描绘成通常的球形, 但是其它形状(例如, 椭圆形或蛋形)也得到本发明的关注。阀体可以用任何适当的材料(例如, 塑料、黄铜、铜、青铜等)制成。输入口 22 和输出口 24 适合借助螺纹连接、焊接或类似的方法接到标准的导管或连接器上。

在为与上述的太阳能热水系统一起使用而优化的阀门中, 球 28 能在空腔 30 里面自由移动, 而且通常在流速低于大约 2.5 升/分钟时下落, 以致当通过阀门的流速在大约 2.5 升/分钟以下的时候, 球将不与阀座 26 接合。然而, 在高于大约 2.5 升/分钟的流速下, 例如, 当干线水在从储罐抽水之时进入系统的时候实现的那些, 球升高并且与阀座 26 接合。因此, 在本发明的热能系统

中，阀门允许通过热交换器的对流流动在加热期间达到大约 2.5 升/分钟。在从储罐抽出热水的时候，干线水以较高的流速进入系统，而且这种较高的流速关闭阀门。当阀门被关闭的时候，干线水改变路径，通过热交换器的次级一侧，借此反冲洗热交换器。当然，人们将领会到前面讨论的流速是可仿效的，而且以对流流速在家用热水系统中达到大约 2.5 升/分钟为基础。这种系统/阀门能适应下面考虑的其它流速。

影响关闭阀门的流速的因素包括阀门空腔的直径、阀座中孔口的直径、球的直径/尺寸、球的密度和有/无气泡附着在球上。优选的是无论有无气泡，球都提供同样的关闭流速。例如，当球的密度被这样选定以致阀门（在有气泡的情况下）在大约 1.5 升/分钟的流速下关闭的时候，该阀门在没有气泡附着在球上的情况下在表 1 指出的流速下关闭。

表 1.球径和气泡对阀门关闭流速的影响

球径（mm） （空腔直径 > 5mm）	关闭流速（升/分钟）		关闭流速的差异（升/分钟）
	有气泡	无气泡	
8	1.5	3.1	1.6
9	1.5	3.4	1.9
10	1.5	3.8	2.3
11	1.5	4.2	2.7

随着球径（以及对应的空腔直径）增加，关闭阀门所需要的流速的差异不论有无气泡附着在球上都会增加。所以，为了获得在大小方面适度地相似的阀门关闭流速（无论有无气泡），小的空腔直径和球径是必要的。

由于空腔直径和阀座直径之间的差异造成的阀门中的压降作为流速的函数也影响系统性能。通常，随着球径增加，或空腔直径或穿过阀座的孔口直径减少，阀门两端的压降增加。另外，增大球径将增加可用于空泡附着的表面积，于是有更多的人气泡降低球的有效密度。所以，阀门设计代表在可接受的压降和令人满意的阀门性能（即，阀门的启动流速）之间的折衷。

因此，为了实现最佳的阀门特性，应该在压降和关闭流速之间达成妥协。在图 5 和图 6 中展示的实施方案是这些变量已为使用标准的 3/4 英寸水管的典型的住宅装置优化的阀门的例子。在这些实施方案中，空腔直径大约是 16 毫米（大约 0.63 英寸），阀座直径大约是 9 毫米（大约 0.35 英寸），而且阀座相对于阀门纵轴的角度是大约 45° ，球的材料是 Delrin™，其密度大约为 1400 公斤/立方米，直径大约为 11 毫米（即，比空腔直径小大约 5 毫米）。当然，这些尺寸能为了适应任何应用和需要的关闭流速而被调整。密度为大约 1200kg/m^3 到大约 1600kg/m^3 的其它的球的材料都是适当的，例如，密度为大约 1550kg/m^3 的 Teflon™。请注意：图 6 展示的实施方案被配置成“三通”导管接头，第三个口 38 用于对干线流体源的连接。图 5 和 6 的实施方案两者都展示用来在空腔之内捕获（保留）球的准备。然而，如同前面讨论的那样，这样的实施方案也是由本发明提供的。

在另一个实施方案中，为了降低在关闭状态发生在阀门两端的压差，反冲洗阀门提供旁路流动，即，当球落座的时候（即，当阀门处于关闭状态的时候）通过阀门的流动。旁路流动减少关闭阀门引起的任何机械冲击和消除可能在相关的系统中导致“水击作用”的压力波。这后一种情形很可能发生在阀门位于非常靠近干线水入口位置的情况下。例如，在干线压力为大约每平方英寸 40 磅（PSI）的典型的太阳能家用热水系统中，旁路流速为名

义热水抽取流速的大约1%到大约20%，优选大约2%到大约10%，更优选大约5%到大约8%是适当的。人们将领会到：当旁路流速是热水抽取流速的一小百分比的时候，旁路流将对储罐供应的热水的温度只有较小的影响。然而，随着旁路流速增加，从储罐抽出的热水的冷却将是更重要的。因此，优选的是保持尽可能低的旁路流速。

例如，旁路流动能由在阀座之上或附近铸入或机械加工到阀门之中的适当的凸脊或凹槽提供。在一个实施方案中，如图7所示，旁路流动是由在实质上与流体流动方向平行的方向上钻穿阀座26的小孔40（例如，直径为大约1到1.5毫米）提供的。人们将领会到：这样的旁路孔允许少量的流体在球28落座的时候流过阀门。例如，在大约每平方英寸40磅（PSI）的干线压力下，旁路孔提供大约为名义热水抽取流速的5%到10%的旁路流速。这样的流量百分比将对储罐供应的热水的温度只有较小影响；例如，在40PSI的压力下就1毫米的旁路孔而言不足4℃。另外，用来将球28保留在阀门中的定位螺钉42也在图7中展示。

在另一个实施方案中，反冲洗控制阀门被颠倒过来安装在储罐的顶部。在这种结构中，阀座26和输出口24中是向下取向的。因此，球的密度是这样选定的，以致它通常在流速达到大约1.5升/分钟到大约2.5升/分钟时漂浮着，而且在更高的流速下被迫与阀座接合。

本发明借助下面的非限制性实施例被进一步描述。

工作实施例

实施例 1.被动反冲洗热交换器的实验评估

为了研究被动反冲洗阀门的操作，测试装置是用两个平行的自然对流回路构成的，有热交换器的每个回路如同前面描述的那样被接到 450 升储罐上。除了依照本发明的被动反冲洗控制阀门安装在两个回路之一上和另一个回路是在没有阀门的利益的情况下操作的之外，这两个回路是一样的。每个热交换器的初级一侧都有以这样一种在两个回路中保持相同的流速和入口温度的方式从同一来源供应的热水（60 摄氏度）。对于有反冲洗阀门的回路，水从储罐的底部抽取并且被用来按 1 小时的时间间隔反冲洗热交换器 3 到 4 分钟。通过两个热交换器的次级一侧的流动循环是由在热交换回路中的热水和储罐中的冷水之间存在的密度差引起的自然对流驱动的。为了加速积垢试验，储罐中的水最初是用 CaCO_3 、 CaSiO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 饱和的。在 5 个月的测试周期中，分三次添加了 68.5 克 CaCO_3 。这个数量保证储罐中的水是饱和的 CaCO_3 溶液。

在 5 个月连续测试之后，系统停止运行，并且检查两个热交换器。有被动反冲洗阀门的热交换器的观察结果表明热交换器的次级一侧的流动通道是清洁的没有任何残渣或堵塞。除此之外，热交换器两端的压降和相关的温度与试验开始时观测到的那些一致。当热交换器从没有被动反冲洗阀门的回路上拆卸下来的时候，在热交换器的次级一侧中发现大量的固体沉淀物，以致流动通道被有效地堵塞。与这种情形一致，在热交换器的次级一侧两端观测到的压降比在测试开始时观测到的大得多而且比被反冲洗的热交换器大。温度数据的评审表明横越没有被动反冲洗阀门的热交换器的传热速率被大大减少。

所以，结果表明在水的成份和温度相同的条件下，没有反冲洗的热交换器有沉积的 CaCO_3 组成的大量积垢，而有本发明的被动反冲洗阀门的热交换器没有重大数量的积垢并且如同最初安装时那样继续操作。

实施例 2.被动反冲洗系统的操作

为了举例说明依照本发明的被动反冲洗系统的操作，典型的应用[即，家用太阳能热水（SDHW）系统]配备了在典型的热水抽取期间记录流体温度的温度传感器。如图 8 所示，该系统由用来储存热水的储罐 8、从储罐底部通过热交换器 4 的次级一侧接到储罐顶部的自然对流流动回路、干线水入口“三通”10 和类似于图 5 展示的那种被动反冲洗阀门 12 组成。进入热交换器初级一侧的流体被太阳能收集器 2 加热到大约 70 摄氏度的名义温度。在测试期间，温度是在热交换器回路次级一侧上的特定位置（指定的 T1 到 T4）测量的。图 9 展示的数据是在由从储罐顶部经出口 16 抽取热水之前、期间和之后的时间间隔组成的某个时间周期范围内记录的。在图 8 中，方向箭头被展示用于抽取模式。

在从系统中抽取热水之前，T1 处的温度表明 16 摄氏度的凉水从储罐底部进入热交换器次级一侧并且被加热到 47 摄氏度。通过热交换器这一侧的名义流量在这个时候是 1 升/分钟并且是由起因于水升温的浮力（例如，自然对流）引起的。在开始抽取之时，热水从储罐顶部排出，引起冷的“干线”水通过在次级回路中位于热交换器上方的“三通”10 进入。在这个点水进入系统的流动使反冲洗阀门 12 关闭并且使流动方向逆转，按照与加热期间（在抽取之前）发生的流向相反方向输送冷的干线水通过热交换器。通过系统的干线水的流量是在加热模式中发生的自然对流的流量的大约 3.5 倍。在抽取时期期间，在“三通”和背面反冲洗阀门下面（T2 和 T3）的温度由于冷水的流入被降低到干线

水的温度。在从储罐到热交换器的入口（T1）的温度在抽取之前常温的，在抽取期间（即，在热交换器的反冲洗期间）略微升高。这个温升是作为干线水在与加热模式相反的方向上流过热交换器时的加热的结果发生的。干线水的温升由于干线水通过热交换器的流速比较大所以比自然对流驱动的流动的温升低。

图9展示的数据对应于大约3分钟的抽取期。在抽取期的末端，水离开系统的移动被停止，而且干线水进入系统的流动终止。在这个点，反冲洗阀门再次打开，而且来自储罐的水的自然对流流动重新开始。数据表明对流流量的大约90%在30秒内被重建。这种自然对流流量的重建导致在次级回路的顶部（T4）温度由于反冲洗阀门下面的凉水被迫上升离开对流流动回路进入储罐而小幅下降。

在此将所有的引证文件和附录1的内容通过引证全部并入本文。

本领域技术人员将意识到或能够用例行实验证实本文中描述这些实施方案和实施例的变化。这样的变化倾向于落在本发明的范围之内并且被权利要求书覆盖。

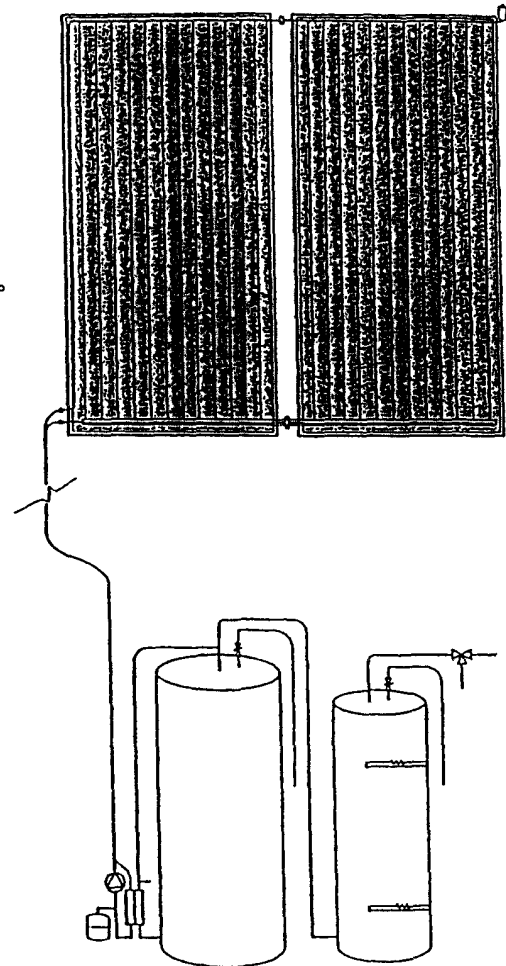
附录 1

 β 型目标产品特征 β 型A（预热的SDHW系统）

适合于3-4个人的新的或替换的住宅应用。倾向于与分开的辅助电加热器或辅助燃气加热器一起使用。

该装置以由两个薄型（4.5cm厚）的太阳能收集器组成6m²的太阳能阵列面积为特征。

非必选的节能器（Energy Saver）数字显示器可用来指示系统收集的太阳能和把温度报告给房主。



太阳能阵列：两个4'×8'的收集器（平行的竖板和原型外壳）

收集器回路的管线：供水3/8英寸外径的铜管

回水1/4英寸外径的铜管

泵：Eckrle Ind., ESP-80, 120 VAC日光泵

控制器：Heliotrope 通用控制器, DTT-84型, 120 VAC

传热流体：抑制丙二醇（50/50%的水溶液）

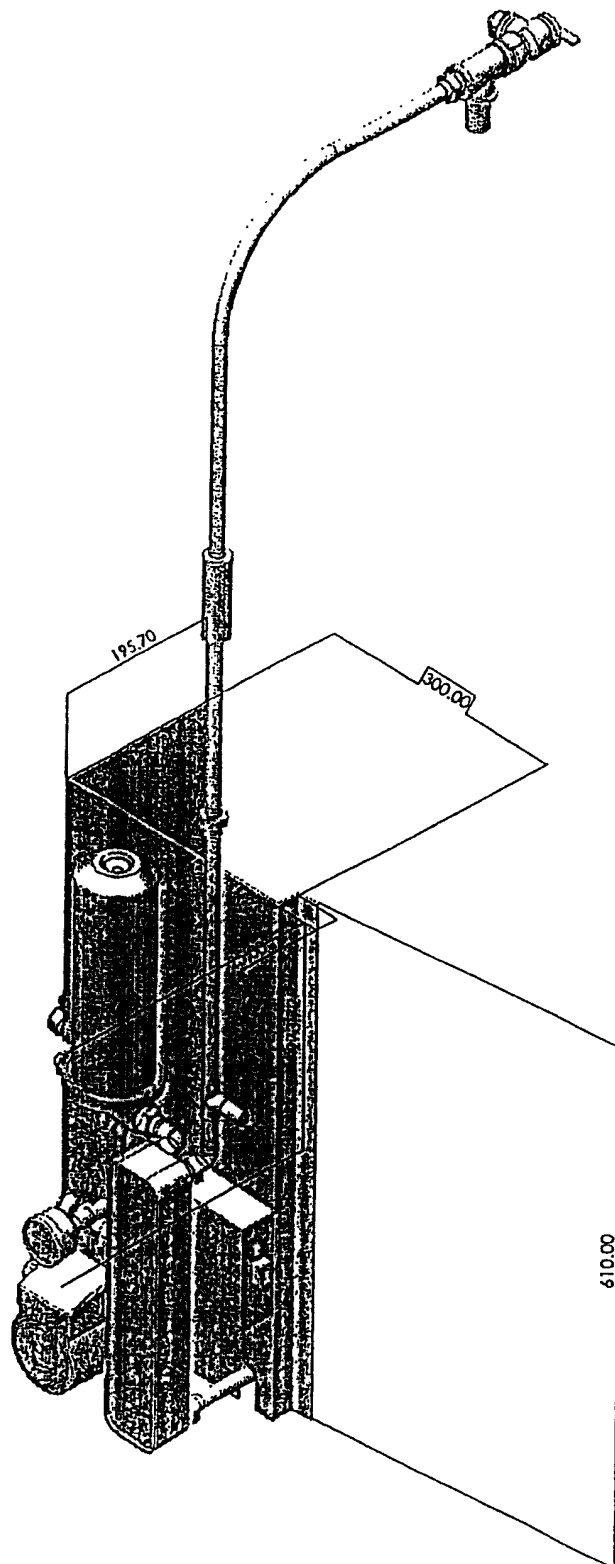
储罐：60英制加仑（270升）的预热储罐
（Rheem 612型或RR 620型）

膨胀箱：定制的1.2升（无内胆）自撑膨胀箱

热交换器：SWEP E8×20 铜焊板，不锈钢

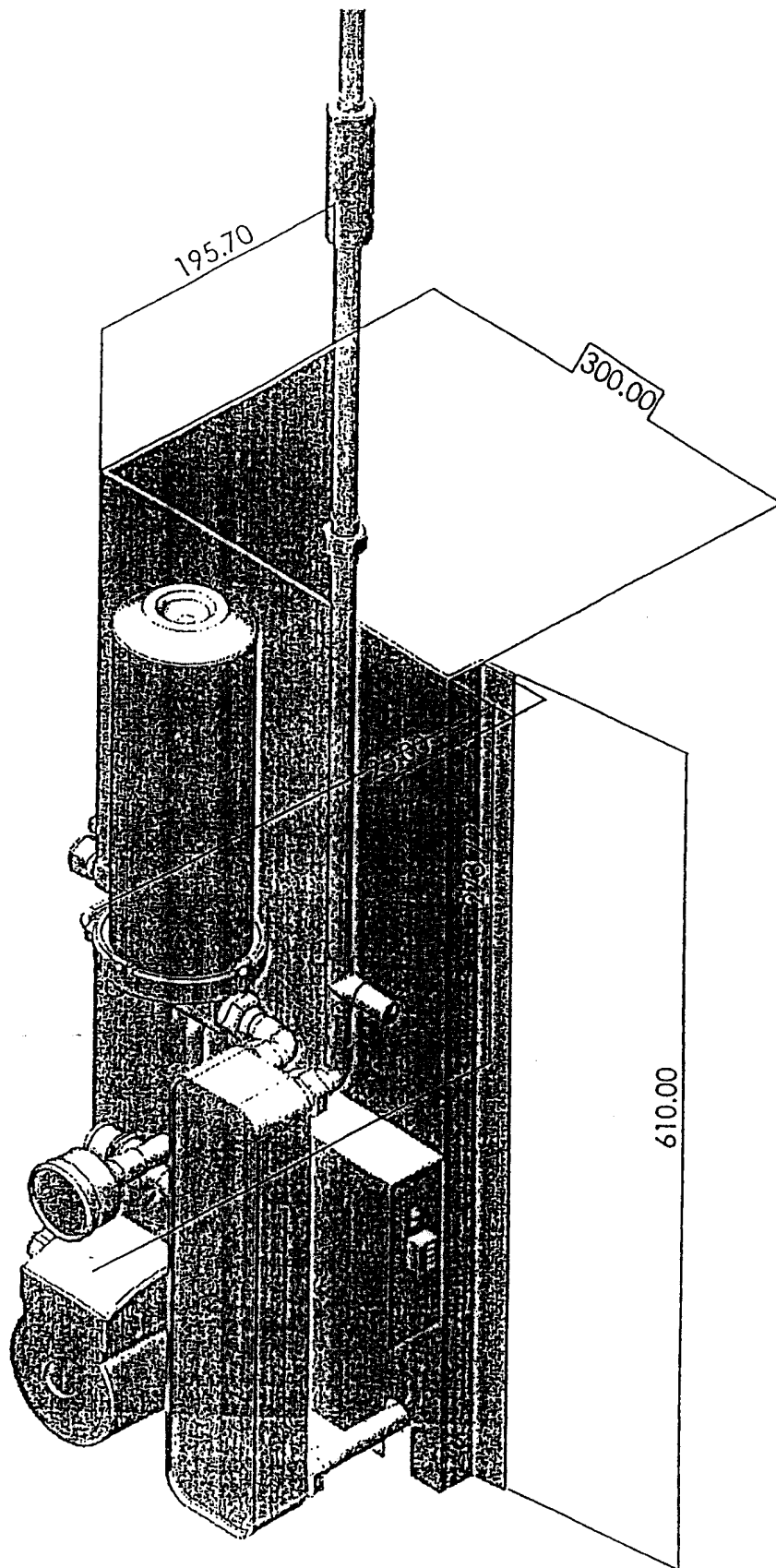
整体式回流阀

能量计/显示器

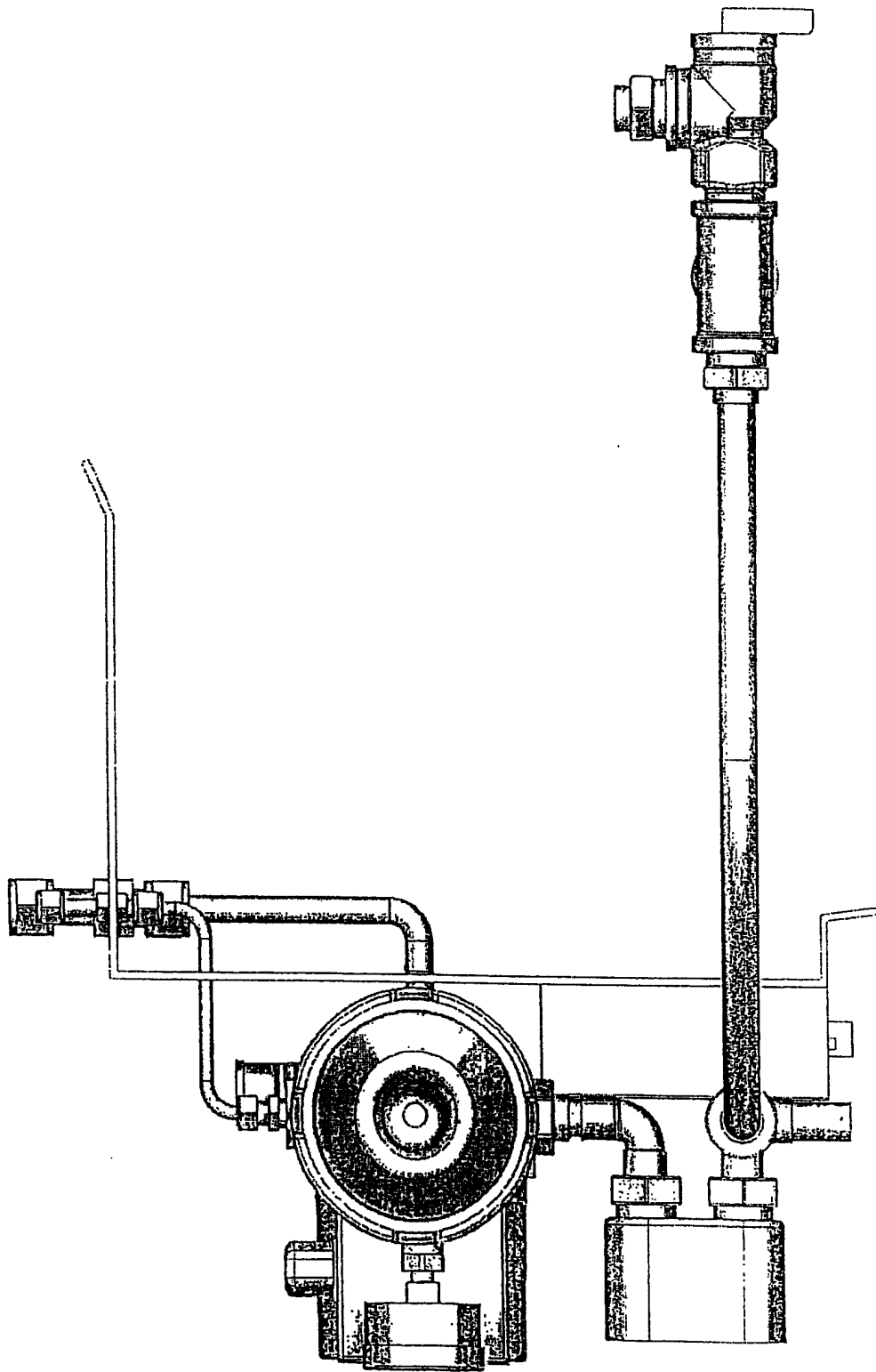


切割工作教育许可证 (SolidWorks Educational License)

仅仅用于指导目的

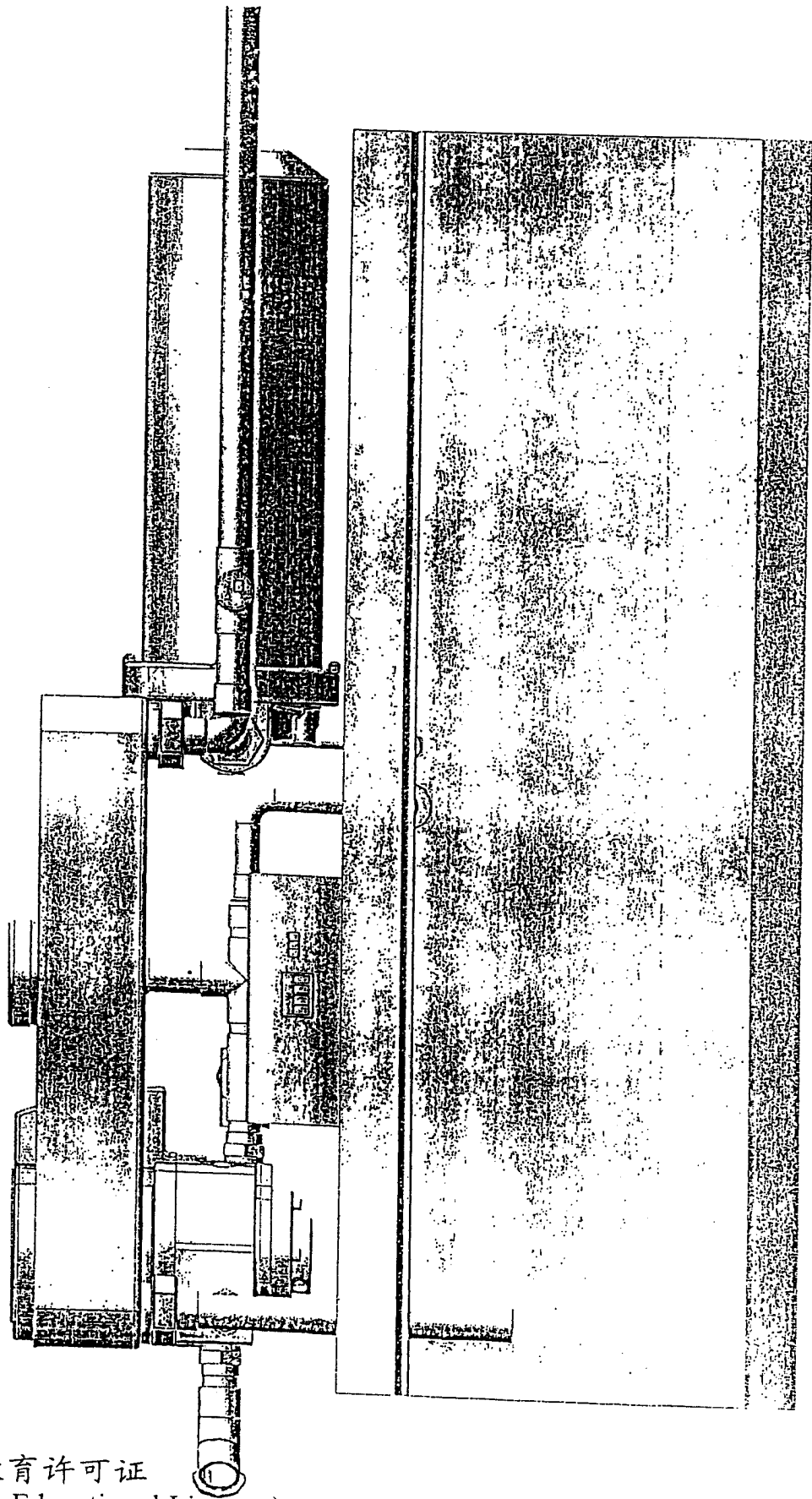


切割工作教育许可证 (SolidWorks Educational License)
仅仅用于指导目的

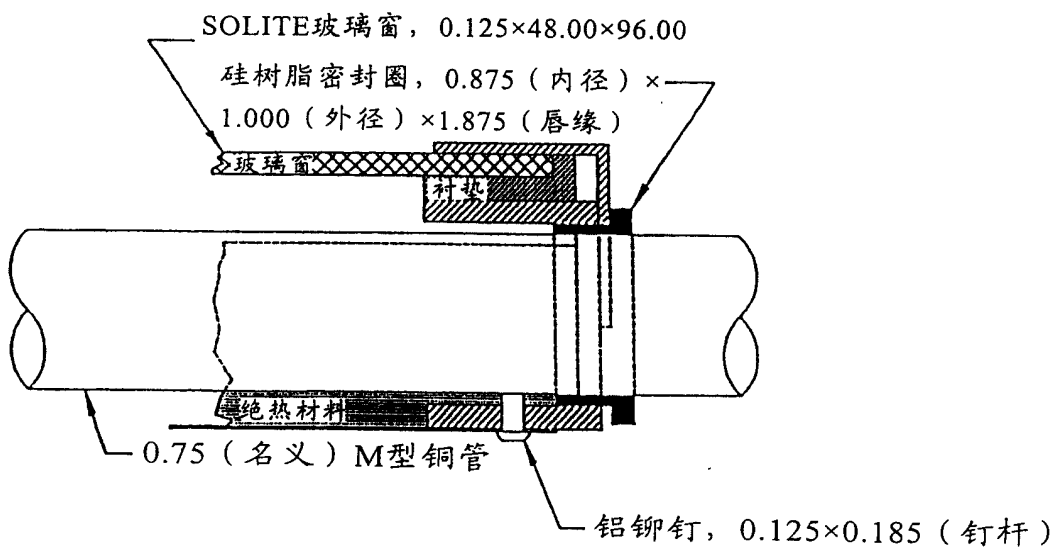
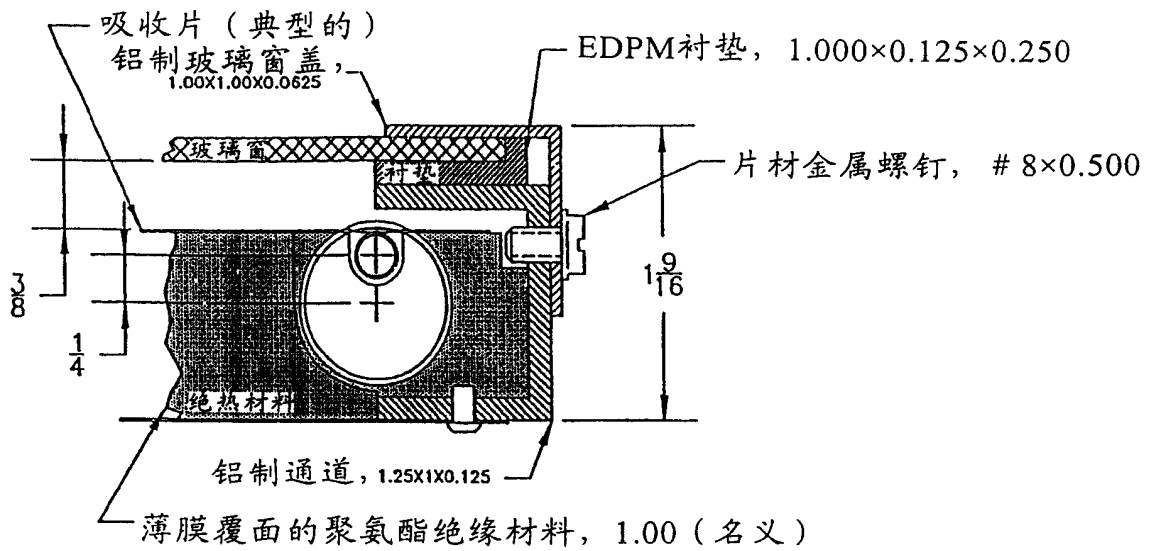


切割工作教育许可证 (SolidWorks Educational License)

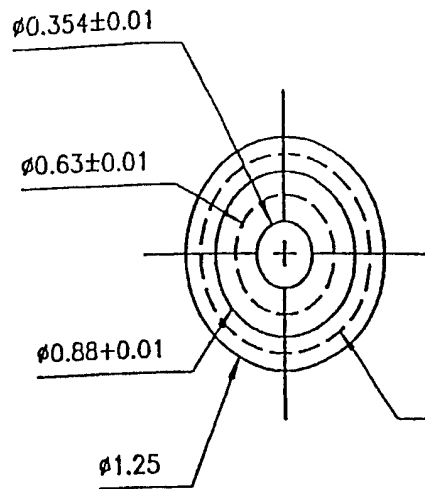
仅仅用于指导目的



切割工作教育许可证
(SolidWorks Educational License)
仅仅用于指导目的



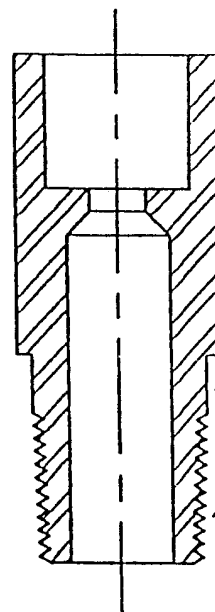
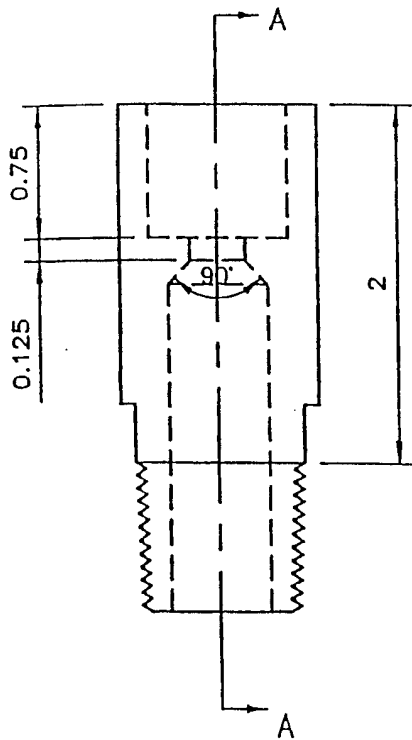
注意: 规格科目变化



注意:

- 除非另有说明所有的公差均为 ± 0.04
- 构件材料是黄铜
- 所有的尺寸都按英寸计
- 为用 $\Phi 1.25$ "棒料制成而设计的

直径与适应模具所需要的直径一样



与适应模具所需要的直径一样长

3/4英寸的锥管螺纹, 大约3/4英寸长

AA截面

零部件一览表

收集器	说明	制造商	销售商	产品名称	合同	价格	数量
	抛光片材, 4×8'低铁回火的, 1/8"厚度	AFG	AFGD Kingston	SOLITE 1/8	546-7220		30
	绝热材料, 3/4"厚度薄膜覆盖面的聚氨酯	Celotex	GW White's Lumber, Watertown, NY	Tuff-R	315-788-6200		30
	衬片, 26标准片材	klmco	klmco		544-1822		30
	吸收带, 每个大约96"						360
	上面的总管, 每个5/8" (名义) ×52.5", M型铜	Wolverine	Bardon Supply		384-5870		30
	锥形管, 3/4"外径到1/4"外径, 铜管	Canadian Brass Craft	Home Hardware				15
	自动排气系统的适配器	Canadian Brass Craft	Home Hardware				15
	自动排气系统	Mald-O-the-mist	(直接供货)				15
	下面的总管, 每个5/8" (名义) ×52.5", M型铜	Wolverine	Bardon Supply		384-5870		30
	端盖, 3/4" (名义)	Canadian Brass Craft	Home Hardware				15
	内部下面的集管, 1/4" (名义), 刚性铜	Wolverine	Bardon Supply		384-5870		15
	内部返回管线, 1/4"外径, ACR铜	Wolverine	Bardon Supply		384-5870		15
	隔板装配零件, 1/4", 黄铜	Swagelok	(直接供货)				15
	硅树脂密封胶						
	铜焊化合物						
	铜焊助熔剂						
	收集器外壳侧面, 铝制 O-槽		Metal Supermarket				900
	玻璃窗盖, 铝制 L-槽		Metal Supermarket				900

	用于玻璃窗的衬垫, EDPM	Spaenaur (定制)	(直接供货)			900
	安装支架					120
	流体管束					450
内部组件	储罐, 60USG, 电的	GSW	Canadian Tire			15
	热交换器, 紧凑的铜焊板	SWEP	(直接供货)	E8-20		15
	泵	Ecke industrial-Elektronik GmbH	(直接供货)	ESP-80		15
	马达	Grudios	Bardon Supply		384-5870	15
	膨胀箱	CUNO				15
	传热流体, 50%丙二醇混合物	Dow Chemical				90L
	管道绝热材料	Armaflex	Bardon Supply		384-5870	150
	安装板	(定制)				15
	反冲洗阀	(定制)				15
	减压阀	Conbraco	Bardon Supply		384-5870	15
	充气阀	Canadian Brass Craft	Bardon Supply	R39C	1-800-265-4322	15
	储罐淋洗阀, 1/2" (名义) 三通阀	Canadian Brass Craft	Home Hardware			16
	管接头装配零件, 连接热交换器, 1/2" (名义)	Canadian Brass Craft	Home Hardware			60
	三通装配零件, 1/2" (名义)	Canadian Brass Craft	Home Hardware			30
	适配器, 1/2" (名义) 熔焊到 1/2"NPT插入配件上	Canadian Brass Craft	Home Hardware			30
	适配器, 3/8" (名义) 熔焊到 1/2"NPT插入配件上	Canadian Brass Craft	Home Hardware			60
	适配器, 1/4" (名义) 熔焊到 1/2"NPT插入配件上	Canadian Brass Craft	Home Hardware			60
	隔板装配零件, 1/4", 黄铜, 压缩	Swagelok	(直接供货)			60
	隔板装配零件, 3/8", 黄铜, 压缩	Swagelok	(直接供货)			60

温差控制器	Heliotrope General	(直接供货)	DTT-84		15
弯管装配零件, 90°, 1/2英寸名义, 标准, 熔焊	Canadian Brass Craft	Home Hardware			
弯管装配零件, 90°, 1/2英寸名义, 带内外螺纹, 熔焊	Canadian Brass Craft	Home Hardware			45
管, M型铜, 1/2"名义	Wolverine	Bardon Supply	384-5870		60
管, 1/4"ACR	Wolverine	Bardon Supply	384-5870		60
管, 3/8"ACR	Wolverine	Bardon Supply	384-5870		60
压力表, 150 psi最大	Conbrace	Bardon Supply	384-5870		60
用于压力表的适配器	Swagelok	(直接供货)			60
用于内部组件的机壳	Colplitts				60
防烫伤混合阀	Conbraco	Bardon Supply	384-5870		60
压力和温度安全阀	Conbraco	Bardon Supply	384-5870		60
电缆, 标准, 绝缘、三芯、14号					60
适配器, 1/2" (名义) 熔焊到 3/4"NPT插入配件上	Canadian Brass Craft	Home Hardware			60
三通, 3/4"名义, 黄铜, 螺纹连接	Canadian Brass Craft	Home Hardware			60
短接管, 黄铜, 3/4"名义, 2英寸长	Canadian Brass Craft	Home Hardware			60
适配器, 3/4"名义, 插入配件对 1/4"NPT内螺纹配件	Canadian Brass Craft	Home Hardware			60
适配器, 1/4"名义, NPT插入配件对 1/4"压缩	Swagelok	(直接供货)			60
紧固件, # 8×1.00金属片材	Brafasco	Brafasco			

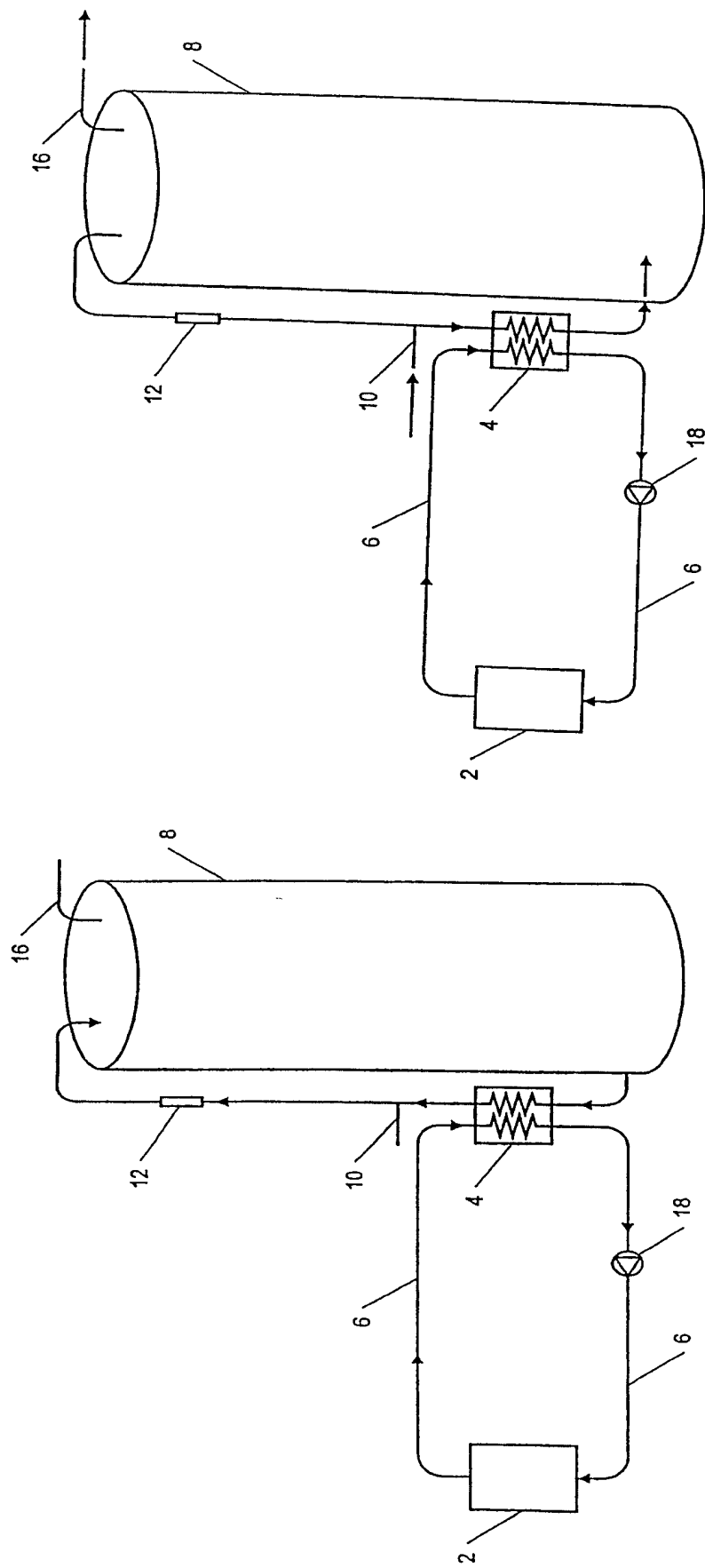


图 1

图 2

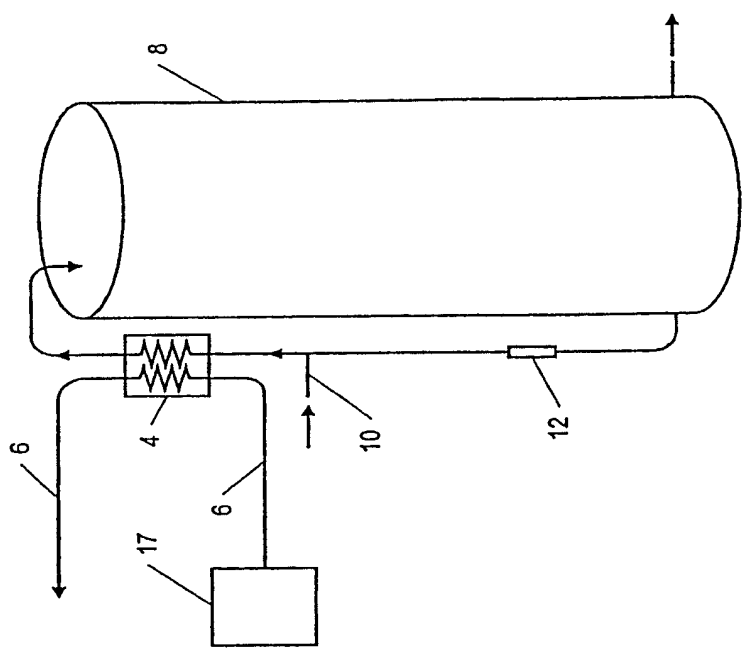


图 4

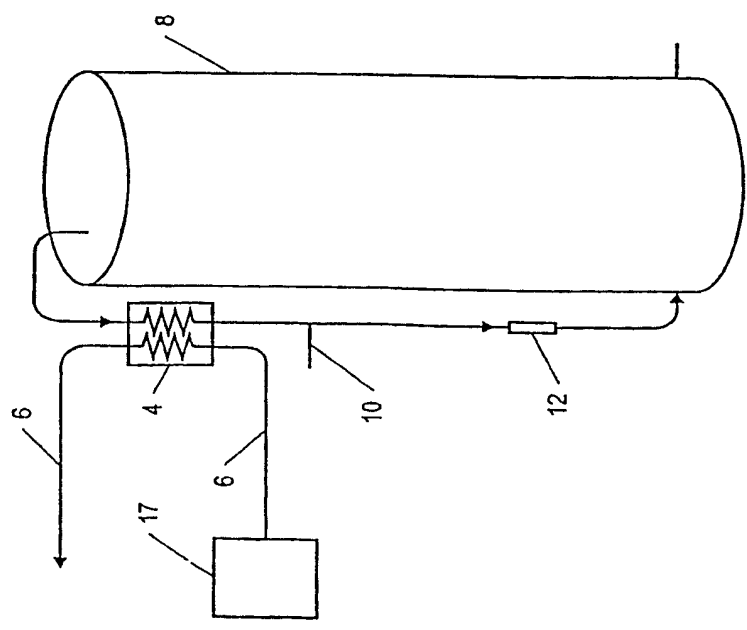


图 3

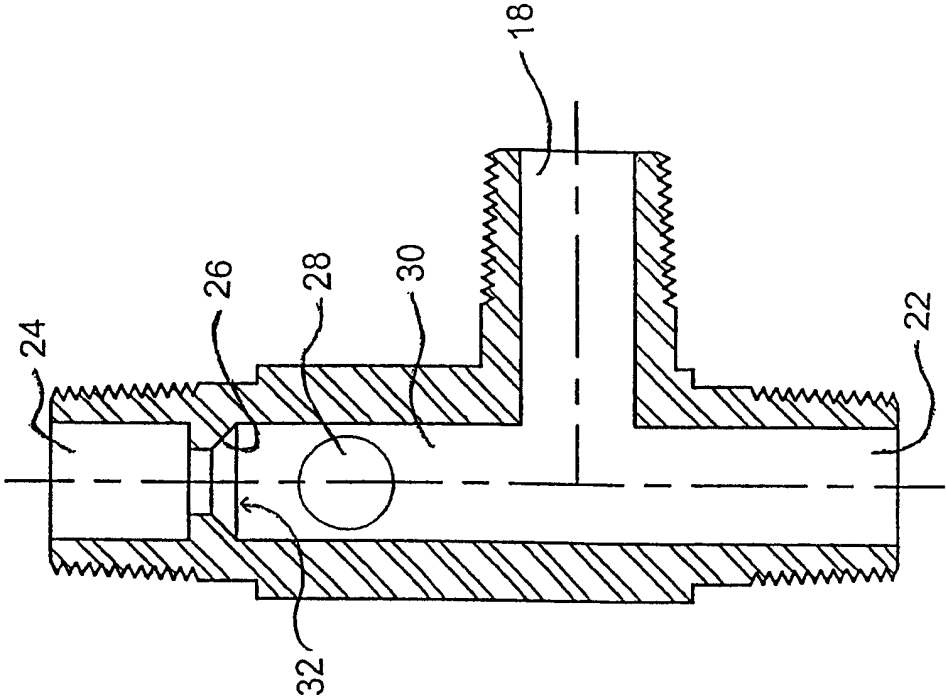


图 6

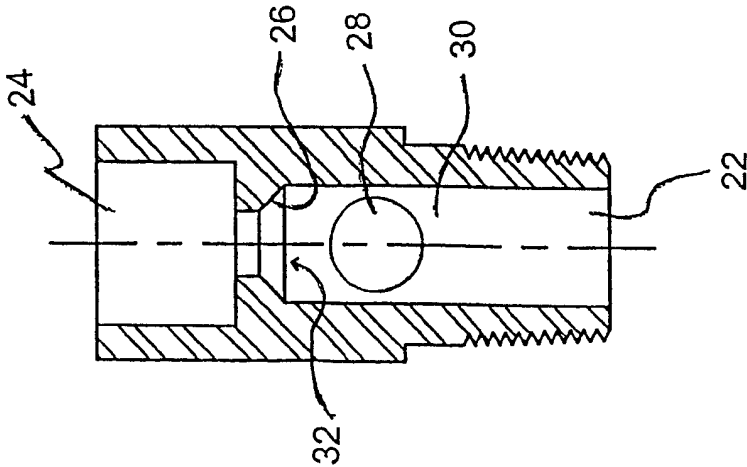


图 5

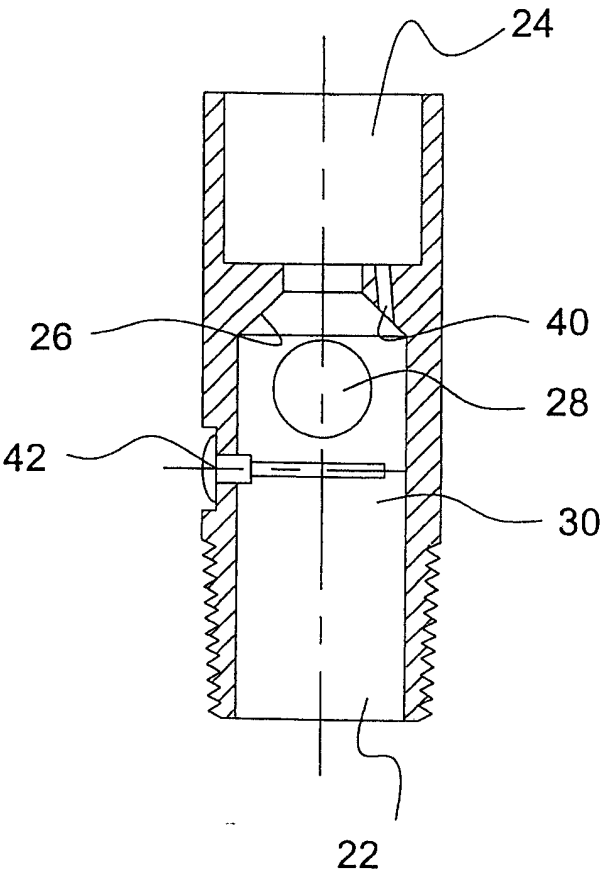


图 7

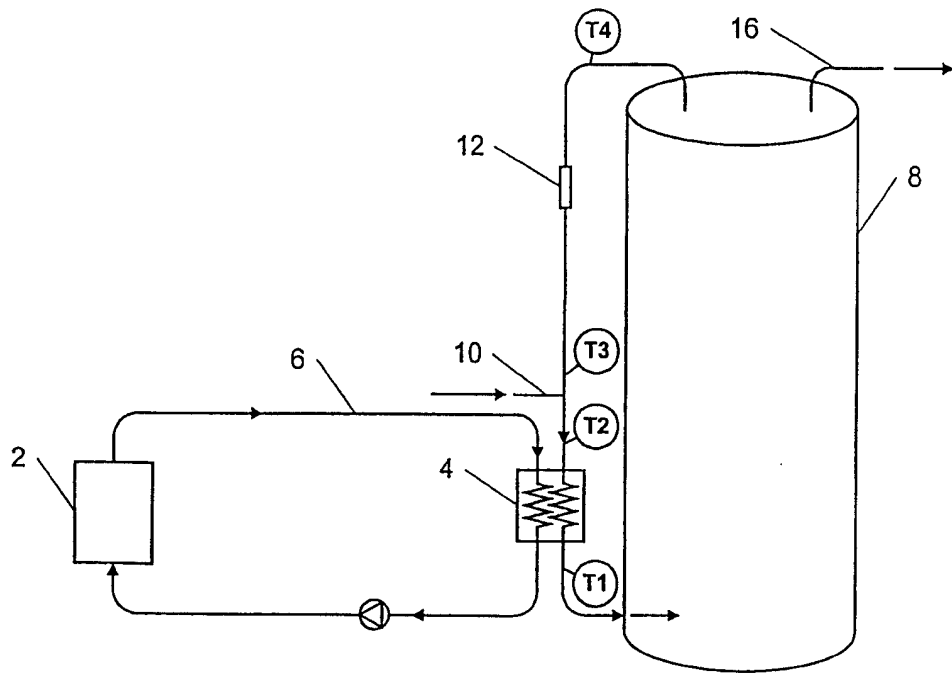


图 8

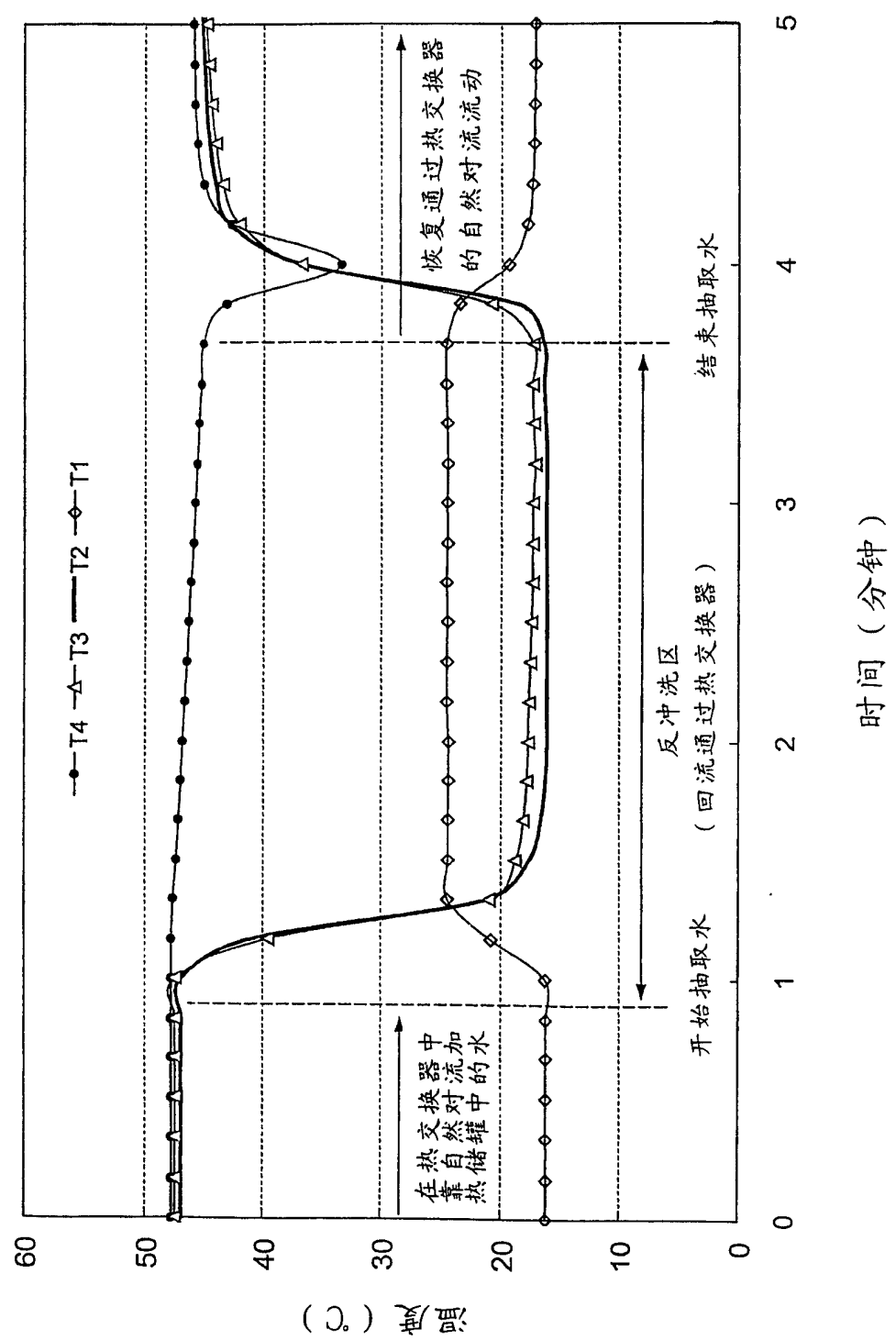


图 9