



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101384875 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 200680053256. 2

代理人 赵培训

(22) 申请日 2006. 02. 22

(51) Int. Cl.

(85) PCT申请进入国家阶段日

F28D 15/04 (2006. 01)

2008. 08. 21

(56) 对比文件

(86) PCT申请的申请数据

US 5771845 A, 1998. 06. 30, 全文.

PCT/US2006/006955 2006. 02. 22

US 6450132 B1, 2002. 09. 17, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

US 4116266 A, 1978. 09. 26, 全文.

W02007/097762 EN 2007. 08. 30

US 4057963 A, 1977. 11. 15, 说明书第2栏第16行-第3栏第20行、图1-2.

(73) 专利权人 德士古发展公司

US 5771967 A, 1998. 06. 30, 全文.

地址 美国加利福尼亚

US 6397936 B1, 2002. 06. 04, 全文.

(72) 发明人 B·克里希纳穆尔蒂 P·D·史密斯

CN 1135723 A, 1996. 11. 13, 全文.

B·S·拉泽布尼克 J·D·巴尔迪克

审查员 万闪闪

D·P·布卢姆菲尔德

(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 11038

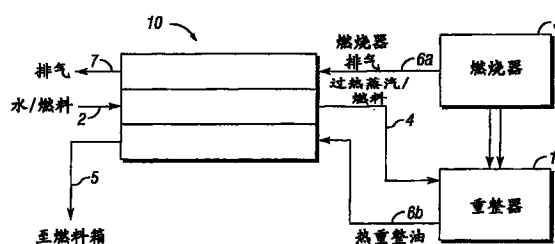
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

蒸发器及相关方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于蒸发液体和将被蒸发液体加热到高温的设备。该设备具有热传递壁，该热传递壁具有用于接收热和将热传递到内表面的外表面。设置有虹吸材料，使得该虹吸材料的一部分与内表面接触，而另外一部分远离热传递壁。与对着热传递壁内表面的虹吸材料接触的虹吸支撑为虹吸材料提供结构支撑，并进一步为流自虹吸材料的蒸发液体提供路径。可蒸发液体被传送到虹吸材料远离热传递壁的部分，并允许移往与内表面接触的部分。来自内表面的热将液体转化为已蒸发液体。可选地，气体燃料可被引导到虹吸支撑中用于预热且与已蒸发液体混合。已蒸发液体通过虹吸支撑流出虹吸材料并进入下游的过热器，该过热器优选容纳有热交换装置。该热交换装置与热传递壁的内表面热连通，用于接收和传递热到已蒸发液体。该设备可以包括多个连接到共同和/或不同热源的蒸发单元。还公开了制造用于蒸发液体的设备的方法及用于蒸发液体的方法。



1. 用于蒸发液体的设备,该设备包括:

具有内表面和外表面的至少一个热传递壁,该外表面能够接收热并将热传递到内表面;

虹吸材料,该虹吸材料用于接收液体并将液体导入内表面,至少部分虹吸材料与内表面接触;

虹吸支撑,该虹吸支撑与对着内表面的虹吸材料接触,且为流自虹吸材料的已蒸发液体提供路径;

过热器,该过热器布置在虹吸支撑下游,且与虹吸支撑流体连通,用以接收已蒸发液体并将已蒸发液体加热到高温。

2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述虹吸材料与内表面接触的部分是与内表面的上游部接触。

3. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述过热器包括热传导器,用于将热从内表面传导到已蒸发液体。

4. 根据权利要求3所述的设备,其特征在于:所述热传导器包括波纹金属肋片。

5. 根据权利要求1所述的设备,还包括用于将热提供到所述至少一个热传递壁的外表面的热源。

6. 根据权利要求5所述的设备,其特征在于:所述热源是辐射热源。

7. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:还包括与外表面上与虹吸材料相对的至少一部分接触的热传导器,用于将热从热流体传导到外表面。

8. 根据权利要求7所述的设备,其特征在于:所述热传导器包括波纹金属肋片。

9. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:还包括与外表面间隔开的至少一个外壁,并在所述外表面和外壁之间为热流体流提供路径,以使热能够传送到外表面。

10. 根据权利要求9所述的设备,其特征在于:所述至少一个热传递壁和所述至少一个外壁每个均包括圆柱形壁。

11. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述至少一个热传递壁包括两个互相间隔开的平坦壁,并且其中所述虹吸支撑和过热器置于所述两个互相间隔开的平坦壁之间。

12. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述虹吸材料包括能够引导液体到内表面的编织或非编织结构的纤维。

13. 根据权利要求12所述的设备,其特征在于:所述纤维包括氧化铝。

14. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于:所述虹吸支撑包括延伸的表面区域。

15. 根据权利要求14所述的设备,其特征在于:所述延伸的表面区域包括波纹金属肋片。

16. 根据权利要求1所述的设备,还包括用于传送液体到虹吸材料的液体传送装置,该传送装置包括液体源和泵。

17. 根据权利要求1所述的设备,还包括与过热器流体连通的蒸汽出口。

18. 根据权利要求5所述的设备,其特征在于:所述热源包括一个或多个燃烧器或重整反应器,用于提供热流体流到所述至少一个热传递壁的外表面。

19. 用于蒸发液体的设备,该设备包括:

多个蒸发单元,每个蒸发单元包括:

液体入口；

虹吸材料，该虹吸材料用于从液体入口接收液体并将液体引导到热传递壁；

具有内表面和外表面的至少一个所述热传递壁，该外表面能够接收热并将热传递到内表面，并且至少一部分内表面与虹吸材料接触；

与对着内表面的虹吸材料接触的虹吸支撑，该虹吸支撑为流自虹吸材料的已蒸发液体提供路径；

布置在虹吸支撑下游的过热器，该过热器与虹吸支撑流体连通，用于接收已蒸发液体并将已蒸发液体加热到高温；和

与过热器流体连通的蒸汽出口；

热源入口支管，其能够提供到一个或多个蒸发单元的所述热传递壁的外表面的热流体流；和

能够将热流体流引导出所述一个或多个蒸发单元的出口支管。

20. 根据权利要求 19 所述的设备，还包括能够将第二热流体流提供到一个或多个蒸发单元的第二热源入口支管，和能够将第二热流体流引导出所述一个或多个蒸发单元的第二出口支管。

21. 根据权利要求 19 所述的设备，其特征在于：还包括能够传送液体到液体入口的液体传送装置，该液体传送装置包括液体源、泵和用于传送均匀液体流到液体入口的计量装置。

22. 用于蒸发液体的设备的制造方法，该方法包括步骤：

将虹吸材料覆盖在具有延伸表面区域的虹吸支撑的至少上游部；

邻接虹吸支撑下游部放置热传导器；和

用具有内表面和外表面的至少一个热传递壁包围虹吸支撑、虹吸材料和热传导器，一部分虹吸材料与内表面的上游部接触，而热传导器邻接内表面的下游部。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，还包括一个或多个如下步骤：

选择虹吸材料接收可蒸发液体的预期的流量；

提供虹吸材料，该虹吸材料能够在远离至少一个热传递壁处接收预期的可蒸发液体流，并将该可蒸发液体引导到虹吸材料的与所述至少一个热传递壁接触的部分；

为所述至少一个热传递壁、虹吸材料和 / 或虹吸支撑选择材料，该材料将提供这样的热传递系数，使其能够从外表面传递充足的热到内表面，用于蒸发预期的可蒸发流体流，从而防止未蒸发液体与热传导器接触；和

在虹吸材料和内表面之间提供充足的接触面积，用于蒸发预期的可蒸发液体流，从而防止未蒸发液体与热传导器接触。

24. 根据权利要求 22 所述的方法，还包括邻接所述至少一个热传递壁的外表面布置第二热传导器的步骤。

25. 根据权利要求 22 所述的方法，还包括在虹吸材料上提供开口而用于引导气体进入虹吸支撑的步骤。

26. 用于蒸发液体的方法，该方法包括步骤：

提供热到热传递壁的外表面，该热传递壁能够将热从外表面传递到内表面，用于蒸发可蒸发液体并将可蒸发液体加热到高温；

将可蒸发液体传送到虹吸材料远离热传递壁的部分,该虹吸材料将可蒸发液体引导到虹吸材料与热传递壁内表面接触的部分,在那里可蒸发液体被加热而产生已蒸发液体;和使已蒸发液体和与热传递壁内表面热连通的热传导器接触,以将已蒸发液体加热到高温。

27. 根据权利要求 26 所述的方法,其特征在于:热是以充足的量提供到热传递壁外表面的,用于蒸发可蒸发液体并防止未蒸发液体与热传导器接触。

28. 根据权利要求 26 所述的方法,其特征在于:热传递壁的外表面是通过一个或多个部位与热流体流的接触而加热的。

29. 根据权利要求 26 所述的方法,其特征在于:热传递壁的外表面是通过从辐射热源接收热而加热的。

30. 根据权利要求 28 所述的方法,其特征在于:所述热流体流包括一种或多种燃烧器排气和 / 或热重整油。

31. 根据权利要求 28 所述的方法,其特征在于:沿着热传递壁的热流体流是与已蒸发液体流相反方向的。

32. 根据权利要求 26 所述的方法,其特征在于:所述可蒸发液体包括水。

33. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括将燃料与已蒸发液体混合以提供热燃料和已蒸发液体的混合物的步骤。

34. 根据权利要求 33 所述的方法,其特征在于:通过将所述燃料直接引导进入虹吸支撑而使燃料与已蒸发液体混合。

蒸发器及相关方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在高温下将液体转化为气体的蒸发器、蒸煮器和热交换设备领域。特别地，本发明的设备和方法可以用于产生高质量的高温蒸汽，以用于不同的应用中，包括但不限于燃料加工应用。

背景技术

[0002] 蒸发液体尤其是水的蒸发是非常普通的技术。蒸发水的传统方法涉及将一滩水加热到其沸点温度并获得从液体散发出来的蒸汽。普通的蒸发技术使用壳和管式蒸发器设计。在更小的壳和管式蒸发器的例子中，将要蒸发的水存在围绕热交换管的空间中。在更大的壳和管式蒸发器的例子中，水在内部流过热交换管，该管被其外部的热加热。

[0003] 不能响应于需求快速产生蒸汽，这对于大多数传统的蒸发技术来说是共同的特点。为了快速启动应用，传统的蒸发器必须维持在热准备模式。传统的蒸发器的其他缺点可以包括导致瞬间慢响应的液态水大的热质量、蒸发器与多热流或热源热集成的有限能力和使用蒸发器加热不同于需要汽化的液体的材料的有限能力。

[0004] 此外，关于传统蒸发器的另外一个熟知的缺点是液体遗留或重击的发生，其中非汽化的液体夹带在已蒸发液体中。在要求的汽化产品是高质量的蒸汽时，必须采取措施以从蒸汽中分离和移除未蒸发液体。普遍用于从蒸汽中移除这种夹带的方法包括分离或蒸汽鼓。然而，对于使用分离鼓的系统，开始产生蒸汽产品所需的启动时间极大地依赖于分离鼓的大小，并且这样的时间可能延及几个小时。而且，用于从已蒸发液体中分离和移除液体组分的方法将增加蒸发设备的大小、成本和复杂性。

发明内容

[0005] 本发明的一个方面，提供一种用于蒸发液体和将已蒸发液体加热到高温的设备。该设备包括至少一个具有内表面和外表面的热传递壁，该外表面能够接收热并将热传递到内表面。包括虹吸材料，该虹吸材料用于接收可蒸发液体并将液体导入热传递壁的内表面。至少部分虹吸材料与热传递壁的内表面接触，优选与内表面的上游部接触。该虹吸材料可以包括编织或非编织结构的纤维，例如氧化铝纤维，使得能够引导液体到内表面。包括虹吸支撑，其与对着内表面的虹吸材料接触，并为来自虹吸材料的已蒸发液体提供路径。该虹吸支撑可以包括延伸的表面区域，例如波纹金属肋片。过热器布置在虹吸支撑下游，其与虹吸支撑流体连通，以接收已蒸发液体并将已蒸发液体加热到高温。该过热器可以包括热传导器，例如波纹金属肋片，用于将来自热传递壁内表面的热传导到已蒸发液体。在一些实施例中，至少一个热传递壁可以包括两块互相间隔开的平坦的热传递壁，在这两个平坦壁之间放置有虹吸支撑、虹吸材料和过热器。

[0006] 设备可以选择性地包括热源，用于提供到至少一个热传递壁的外表面的热。可选的热源可以包括辐射热源和 / 或一个或多个燃烧器或重整反应器，以提供到热传递壁的外表面的热流体流。可以提供热传导器，其与对着虹吸材料的热传递壁的至少部分外表面接

触,用于将热传导到外表面。这样的热传导器可以包括波纹金属肋片。可以包括与热传递壁外表面间隔开的外壁,用于在它们之间提供路径,使热流体的流动能够将热传递到所述外表面。每个热传递壁和外表面可以包括圆柱形壁或平坦壁。可选地,可以包括液体传送装置,用于将液体传送到虹吸材料。该液体传送装置可以包括液体源和泵。可以提供与过热器流体连接的蒸汽出口,用于从设备中移除高温下的已蒸发液体。

[0007] 本发明的另外一个方面提供用于蒸发液体的设备。该设备包括多个蒸发单元。每个蒸发单元包括液体入口和虹吸材料,用于从液体入口接收可蒸发液体并将液体引导到热传递壁。该热传递壁具有内表面和外表面,该外表面能够接收热并将热传递到内表面。热传递壁的至少部分内表面与虹吸材料接触。每个蒸发单元包括对着热传递壁内表面与虹吸材料接触的虹吸支撑,为流自虹吸材料的已蒸发液体提供通道。布置在虹吸支撑下游的过热器,其与虹吸支撑流体连通,用于接收已蒸发液体并将已蒸发液体加热到高温。每个蒸发单元包括与过热器流体连通的蒸汽出口。该设备包括能够提供到一个或多个蒸发单元的热传递壁的外表面的热流体流的热源入口支管,和能够将热流体流引导出一个或多个蒸发单元的出口支管。可选地,该设备可以包括能够提供到一个或多个蒸发单元的第二热流体流的第二热源入口支管,和能够将第二热流体流引导出所述一个或多个蒸发单元的第二出口支管。该设备可以包括用于传送液体到液体入口的液体传送装置,该液体传送装置包括液体源、泵和用于传送均匀液体流到液体入口的计量装置。

[0008] 在本发明的生产过程方面,提供了制造用于蒸发液体的设备的方法。该方法包括这样的步骤:使虹吸材料覆盖具有延伸表面区域的虹吸支撑的至少上游部;邻接虹吸支撑下游部放置热传导器;并用至少一个热传递壁包围虹吸支撑、虹吸材料和热传导器。热传递壁具有内表面和外表面,当虹吸支撑、虹吸材料和热传导器被包围时,部分虹吸材料与内表面的上游部接触,热传导器邻接内表面的下游部。可选地,该方法可以进一步包括在虹吸材料上提供用于引导气体进入虹吸支撑的开口。第二热传导器可选地邻接热传递壁外表面布置。该方法可以进一步包括一个或多个如下可选步骤:选择虹吸材料接收可蒸发液体的预期的流量;提供虹吸材料,该虹吸材料能够在远离至少一个热传递壁处接收预期的可蒸发液体流,并将该可蒸发液体引导到虹吸材料的与至少一个热传递壁接触的部分;和/或为所述至少一个热传递壁、虹吸材料和/或虹吸支撑选择材料,该材料将提供这样的热传递系数,使其能够从外表面传递充足的热到内表面以用于蒸发预期的可蒸发流体流,从而防止未蒸发液体与热传导器接触;和在虹吸材料和热传递壁的内表面之间提供充足的接触面积,用于蒸发预期的可蒸发液体流,从而防止未蒸发液体与热传导器接触。

[0009] 本发明的另外一个生产过程方面提供汽化液体的方法。该方法包括有步骤:提供到热传递壁的外表面的热,该热传递壁能够将热从外表面传递到内表面,用于蒸发可蒸发液体并将已蒸发液体加热到高温;将可蒸发液体传送到虹吸材料远离热传递壁的部分,该虹吸材料将可蒸发液体引导到虹吸材料与热传递壁内表面接触的部分,在那里将可蒸发液体加热而产生已蒸发液体;在已蒸发液体和与热传递壁内表面热连通的热传导器之间提供接触,以将已蒸发液体加热到高温。可以提供充足量的热到热传递壁外表面,用于蒸发可蒸发液体并防止未蒸发液体与热传导器接触。可以通过一个或多个部位与热流体流的接触和/或从辐射热源接收热为热传递壁的外表面提供热。该热流体流可以包括一种或多种燃烧器排气和/或热重整油,并且沿着热传递壁的热流体流是能够与已蒸发液体流相反方向

的。该方法还可以包括将燃料与已蒸发液体混合以提供热燃料和已蒸发液体的混合物。燃料可以通过将其引导进入虹吸支撑而与已蒸发液体混合。在优选实施例中,该可蒸发液体包括水。

附图说明

[0010] 本发明可以通过参考下面结合相应附图的说明得以理解。

[0011] 图 1 示意性地说明燃料处理系统,其中使用了本发明的能够产生高温流 / 燃料混合物以提供给重整反应器的设备。

[0012] 图 2 是本发明的设备的截面图。

[0013] 图 3a 是本发明的设备的虹吸材料和过热器的详细图。

[0014] 图 3b 是本发明的设备的热传导器的详细图。

[0015] 图 3c 是本发明的虹吸材料覆盖虹吸支撑的透视图。

[0016] 图 3d 是本发明的虹吸支撑的端部视图。

[0017] 图 3e 是本发明的虹吸支撑的正视图。

[0018] 图 4 是本发明的能够产生高温流 / 燃料混合物供料的设备的透视图。

[0019] 图 5 是图 4 的设备的顶视图。

[0020] 图 6 是图 4 所示设备的分解视图。

[0021] 尽管本发明可以允许不同变形和可选形式,这里通过附图的例子表示了具体实施例并在此具体说明。然而需要知道的是,这里具体实施例的说明不旨在将本发明限定到公开的特殊形式中,而是相反,本发明覆盖所有落入如后面权利要求书所限定的本发明的精神和范围的所有变形、等价物和可选物。

具体实施方式

[0022] 本发明示例性的实施例说明如下。为了说明清楚,实际的实施例的所有特征不都在本说明书中描述。当然应认识到在任何这样的实际实施例的开发中,必须作出多个具体实施决定以实现开发者的具体目标,例如遵守系统相关和商业相关的限制,这种限制在各种实施中是不同的。而且应认识到这样的开发努力将是复杂和耗时的,但是不管怎样,对于受益于本公开的本领域技术人员来说都只会是常规的工作。

[0023] 本发明的设备是用于蒸发液体并将已蒸发液体加热到高温的。如同在本公开中所使用的,“高温”用于指那些高于可蒸发液体的汽化温度或沸点的温度。此外,下面的说明中通常用水作为可以在本发明的设备中蒸发的可蒸发液体的例子。而蒸汽产生是本发明的技术的应用,本领域技术人员将会认识到该要求的发明范围不限于此。

[0024] 本发明的蒸发设备是紧凑的和热有效的。该设备可以容易地集成到系统中,从而提供所需的已蒸发液体,但是也可以使用来自多个热源的热,以提高系统整体的热效率。此外,本发明的蒸发设备能够预热气体并将它们与已蒸发液体混合,以用于那些需要热气体混合物的应用。而且,本发明的蒸发设备具有短的启动时间,使得该设备能够根据需要快速产生高质量的已蒸发液体。

[0025] 本发明的设备包括至少一个具有内表面和外表面的热传递壁。该热传递壁的外表面从诸如辐射热源的热源或与外表面接触的热流体流接收热。在外表面接收的热传送到内

表面,在那里热用于蒸发可蒸发液体或使已蒸发液体过热。该热传递壁优选延长为具有上游部和下游部。这里,相关术语“上游”和“下游”是参照已蒸发液体流通过虹吸支撑和过热器的通常的方向。在一些实施例中,至少一个热传递壁是圆柱形状的,而在其他实施例中,该壁是平坦形式的。而且,本发明的设备将包括至少一个热传递壁,但是在一些实施例中,其将包括两个或多个热传递壁。例如,在热传递壁本质上是平坦时,该虹吸支撑和过热器优选置于两个平坦的热传递壁之间。

[0026] 该热传递壁可以由任何能够经受这里描述的运行条件和化学环境的材料或材料组合制成。例如,该热传递壁的外表面可以选择用于传递温度达到或高于约 1000℃ 的来自燃烧器排气流的热。而且,该热传递壁需要由能使预定的可蒸发液体流蒸发并使蒸发流体过热到所需高温的材料或材料组合制成。能够传递适当量的热的热传导材料是已知的并在热交换应用中普遍使用。更特别地,适用于制造热传递壁的材料可以包括例如铝、不锈钢、铜、镍、铬、铁、这些材料的合金等。此外,该热传递壁优选由气密性材料制成,从而防止已蒸发液体和 / 或气体穿过该壁逸出。

[0027] 热传递壁的尺寸将依赖于热传递壁内表面的表面面积,该面积为蒸发虹吸材料中所需数量的可蒸发液体和使已蒸发液体在过热器中过热到想要的温度所需。除了其他因素,这些表面面积可以由可蒸发液体的蒸发温度、虹吸和过热部的热传递系数及供应到热传递壁的外表面的热的温度和量决定。

[0028] 本发明的设备包括能够接收和传导可蒸发液体到热传递壁内表面的虹吸材料。可蒸发液体通过虹吸材料从一个区域或部位移动到另外一个可以通过虹吸作用和 / 或虹吸效应驱动。至少部分虹吸材料与热传递壁的内表面接触,从而引导到虹吸材料那个部位的可蒸发液体加热到其蒸发温度,以在那个热传递表面产生已蒸发液体。优选地,虹吸材料与热传递壁内表面接触的那部分与内表面的上游部接触。

[0029] 虹吸材料还可以具有远离热传递壁的用于从液体入口、支管或其他液体传送装置接收可蒸发液体的部分。当该设备用于预热和 / 或将气体与已蒸发液体混合时,可以在虹吸材料中提供一个或多个开口,以使气体直接导入虹吸支撑中。虹吸材料与热传递壁接触的部分这里通常指为“侧”部。虹吸材料远离热传递壁的部分通常指为“顶”部。在设备包括一对间隔开的平坦的热传递壁的实施例中,平坦的虹吸材料可以置于平坦的虹吸支撑之上,从而在组装时,虹吸材料的侧部置于虹吸支撑和热传递壁的内表面之间,且虹吸材料的顶部置于虹吸支撑端部之上,居中并桥接侧部。

[0030] 虹吸材料在增湿器和蒸发器领域是已知的和普遍使用的。在这些应用中所知的虹吸材料适合用作本发明的设备的虹吸材料,如果这样的材料不容易通过本设备的高温环境退化或无效的话。合适的虹吸材料的例子包括多孔和开放式单元泡沫材料及能够虹吸或引导液体的编织和非编织结构的纤维材料。合适的编织虹吸材料可以具有均匀的编织样式和尺度,但是也可以包括具有多个层、编织样式和尺度的编织品。合适的纤维虹吸材料的具体的例子可以包括一种或多种无机纤维,例如玻璃、氧化硅、氧化铝、陶瓷和金属,及能够经受设备内部温度的有机纤维。在优选实施例中,该虹吸材料包括氧化铝纤维结构,该氧化铝纤维结构足够柔软,以致于该材料可以折叠、变皱或卷成想要的构造,例如覆盖在虹吸支撑上或围着虹吸支撑卷成圆柱形。这样的氧化铝材料是已知并在商业上可得到的。

[0031] 本发明的设备还包括与对着热传递壁内表面的虹吸材料接触的虹吸支撑。该虹吸

支撑为虹吸材料提供结构支撑,确保虹吸材料的一部分和内表面接触,并为已蒸发液体从虹吸材料流向位于下游的过热器提供路径。这样,该虹吸支撑需要足够刚硬以提供所需的结构支撑,但是优选地还需要足够柔软以允许该支撑弯曲或卷成所需的形状。对于一些构造,例如当虹吸支撑被卷成圆柱形结构时,该虹吸支撑还需要具有一定程度的弹性,从而其可用于迫压虹吸材料与热传递壁内表面接触。此外,该虹吸支撑还可以用于将热传送到已蒸发液体中以及可能引入虹吸支撑中进行预热并与已蒸发液体混合的任何气体中。这样,该虹吸支撑优选具有用于接触已蒸发液体和气体的延伸的表面区域,并可以由这里所述的热交换器材料制成。在优选实施例中,该虹吸支撑包括波纹金属肋片。合适的金属肋片典型地包括铝和/或一些其他高热传导性金属。这样的材料从活动在热交换器领域的供应商那里可购得,例如俄亥俄州 Kenon 的 Robinson Fin Machines, Inc。

[0032] 在部分虹吸材料和热传递壁的内表面之间需要提供足够的接触面积,使得蒸发速率可以防止未蒸发液体通过虹吸支撑并与位于下游的过热器接触。并且,蒸发速率需要足以产生所需的已蒸发液体流。除了其他因素,虹吸材料和热传递壁之间的接触面积大小将依赖于将要蒸发的液体的蒸发温度、热传递系数及供应到热传递壁的外表面的热的温度和量。

[0033] 虹吸材料和热传递壁的内表面之间的接触面积可以通过下面的总体性公式决定:

$$[0034] \quad Q_{\text{wick}} = U_{\text{wick}} A \Delta T_{\text{LMTD}}$$

[0035] 其中 Q_{wick} 是蒸发虹吸材料中的可蒸发液体所需的热, U_{wick} 是热传递系数, A 是接触面积, ΔT_{LMTD} 是对数平均温差。其中可蒸发液体是将要转化为蒸汽的水,虹吸材料和虹吸支撑的热传递系数需要在约 $2500\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ 到约 $100000\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ 之间。然而,本公式假设只有蒸发将发生在设备包含虹吸材料的部分。在一些实施例中,在虹吸材料和虹吸支撑内需要发生蒸发和预热。在这样的实施例中,该虹吸材料和虹吸材料与热传递壁之间的接触面积将加大,及该加大的接触面积的热传递系数将包括蒸发组分和与加热气体相关的组分。因此,接触面积的选择和热传递壁、虹吸材料以及虹吸支撑的材料的选择优选还考虑适于将已蒸发液体加热到高温或过热温度的热传递系数。这样的热传递系数结合下面的过热器来说明。

[0036] 本发明的设备还将包括置于虹吸支撑下游的过热器,该过热器与虹吸支撑流体连通,用于接收已蒸发液体流。过热器的主要功能是将已蒸发液体加热到高温或过热温度。该过热器与热传递壁内表面的下游部热连通,并可以包括热传导器,用于接触和加热已蒸发液体到高温。该热传导器优选由高热传导性金属例如铝制成,并具有延伸的表面区域,用于将热传导和传递到已蒸发液体。合适的热传导器优选包括波纹金属肋片,这种热传导器例如可从盘型热交换器领域的供应商购得。

[0037] 本发明的设备可产生的过热蒸汽的最大温度极大地依赖于传递到热传递壁外表面的热的温度和热传递系数。该过热器具有与虹吸材料和虹吸支撑相关的热传递系数不同的热传递系数,这是因为没有蒸发将发生在过热器内。过热器的热传递系数可以用于决定热传递壁的表面面积,该表面面积是将一定量的已蒸发液体加热到想要的高温所需要的。更特别地,与过热器相关的该热传递壁的表面面积可以从下面总体性公式确定:

$$[0038] \quad Q_{\text{supheat}} = U_{\text{supheat}} A \Delta T_{\text{LMTD}}$$

[0039] 其中, Q_{supheat} 是将已蒸发液体的温度在过热器中加热到想要的温度所需要的热,

U_{supheat} 是热传递系数, A 是面积, ΔT_{LMTD} 是对数平均温差。其中已蒸发液体是即将转化为过热蒸汽的蒸汽, 过热器的热传递系数应在约 $25\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ 和约 $250\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ 之间。

[0040] 供应到设备的热流和从设备出去的过热蒸汽之间的温差通常称为窄点温度 (pinch temperature)。窄点温度可以用作热交换效率的指示。在本发明的设备中, 已经观察到小于约 24°C 的窄点温度。然而, 可以想象的, 在不脱离本发明范围的情况下, 该设备可以改造用于获得想要的更高或更低的窄点温度。

[0041] 与热传递壁的外表面的至少一部分热连通的热传导器可选地可以用于从多个热源接收 / 吸收热并将热传递到热传递壁。优选地, 该热传导器与热传递壁的外表面接触, 并可以对准虹吸材料和 / 或过热器布置。优选地, 该热传导器具有用于接收 / 吸收热的延伸表面区域, 例如可以通过波纹金属肋片提供。合适的热传导器可以由高热传导性金属例如铝制成, 这种热传导器在盘型热交换器领域可从供应商购得。

[0042] 本发明的设备可选地可以包括热源, 例如辐射热源, 用于提供到至少一个热传递壁的外表面的热。辐射热源可以包括与热传递壁相邻接或接触布置的电热元件。其他可选的热源可以包括产生可导到热传递壁外表面的热流体流的处理单元和 / 或与这样的壁热连通的热传导器。例如, 这样的热产生单元可以包括产生热排气气体的燃烧器和燃烧室以及反应器, 例如产生热重整油或其他热反应产品的重整反应器。其他热产生器或热源可以用于将热提供到热传递壁外表面而不脱离本发明的范围。

[0043] 在一些实施例中, 本发明的设备可以包括与热传递壁外表面间隔开的外壁。限定在这样的外壁和热传递壁外表面之间的空间可用作热流体沿着热传递壁流动的路径。优选地, 在存在外壁时, 外壁将具有与热传递壁相似的形状和大小。例如, 当热传递壁是圆柱形时, 外壁优选地为圆柱形并与热传递壁同心, 且具有更大的直径。在热传递壁本质上平坦时, 该外壁优选地也是平坦的。

[0044] 可以提供用于将可蒸发液体引导到虹吸材料的液体入口。还可选地可以包括液体传送装置, 用于将液体传送到虹吸材料, 该液体传送装置还可以包括液体源、泵和能够提供均匀液体流到液体入口的计量装置。还可以提供与过热器进行流体连通用于从设备移除高温下的蒸发液体的蒸汽出口。此外, 用于热偶和其他温度传感设备的口可以用于设备的不同位置。

[0045] 在另外一个实施例中, 本发明的设备可以包括多个蒸发单元。在这样的实施例中, 每个蒸发单元包括液体入口和用于从液体入口接收可蒸发液体并将液体引导到至少一个热传递壁的虹吸材料。至少一个热传递壁具有内表面和外表面, 外表面能够接收热并将热传递到内表面。热传递壁内表面的至少一部分与虹吸材料接触, 在那里发生蒸发。此外, 每个蒸发单元包括与对准内表面的虹吸材料相接触的虹吸支撑。该虹吸支撑为已蒸发液体提供从虹吸材料流出和流开的路径。每个蒸发单元还将包括置于虹吸支撑下游的过热器。该过热器和虹吸支撑流体连通并能够接收来自虹吸支撑的已蒸发液体流且将已蒸发液体加热到高温。每个蒸发单元还包括与过热器流体连通的蒸汽出口。每个这些特征的说明提供在本公开的其他地方, 这里不再重复。

[0046] 除了多个蒸发单元, 这样的设备还将包括能够提供热流体流到一个或多个所述蒸发单元的外表面的热源支管。该热源支管可以包括用于将热流分流为两个或多个流以引导到两个或多个蒸发单元的分流器。同样地, 这样的设备还将包括能够将热流体流从所述一

个或多个蒸发单元引导出的出口支管。

[0047] 如同结合附图所述的,相邻的蒸发单元可以互相间隔开,从而在相邻单元的热传递壁之间形成路径,用于使热流向相邻的热传递壁的外表面。进一步地,在这样的路径中可以提供热传导器,用于将热传导到那些热传递壁的外表面。在特殊的蒸发单元不具有相邻的蒸发单元的地方,这里所述的外壁可以用于为热沿着热传递壁的外表面的流动提供路径。类似地,在这样的路径中可以提供热传导器,用于将热传导到那些热传递壁的外表面。

[0048] 在一些实施例中,包括多个蒸发单元的设备可以包括能够提供第二热流体流到一个或多个蒸发单元的第二热源入口支管,及用于将第二热流体流引导出一个或多个蒸发单元的第二出口支管。使用两个或多个热流的本发明的设备的性能促进了热效率,不仅在通过设备产生过热蒸汽方面,还在使用来自多个生热组件的热时整个系统效率方面。

[0049] 在另外的实施例中,包括多个蒸发单元的设备可以包括能够将可蒸发液体传送到多个蒸发单元的液体入口的液体传送装置。该液体传送装置优选地包括液体源、泵和提供均匀液体流到蒸发单元的液体入口的计量装置。

[0050] 本发明的特别的优点在于制造蒸发设备的简单性。结果,在本发明的加工方面,提供了制造用于蒸发设备的方法。该方法包括将虹吸材料覆盖或放置在具有延伸表面区域的虹吸支撑的至少上游部的步骤。如同上面指出的,该虹吸材料需要足够柔软以使该材料可以折叠或变皱并铺设在虹吸支撑上。当该设备具有大体圆柱形形状时,在虹吸材料和虹吸支撑插入到圆柱形的热传递壁之前,该虹吸材料绕着圆柱形的虹吸支撑卷成圆柱形。在这样的实施例中,该虹吸支撑需要具有与热传递壁的内径接近的大小和构造,和/或需要具有足够的弹性,使得虹吸支撑提供到虹吸材料的迫压力,以确保虹吸材料和热传递壁的接触。当该设备本质上平坦时,该虹吸材料可以覆盖虹吸支撑的一边缘,从而虹吸材料形成两个基本上延伸在虹吸支撑的表面区域上的侧部和桥接这两个侧部并覆盖虹吸支撑端部的顶部。该方法还包括邻接虹吸支撑下游端放置热传导器,从而使热传导器与虹吸支撑流体连通。这样,虹吸支撑、虹吸材料和热传导器由至少一个具有内表面的热传递壁包围,从而当包围着时,部分虹吸材料与内表面上游部接触,热传导器邻接内表面下游部。

[0051] 制造蒸发设备的方法还可以包括一个或多个步骤:(a) 选择虹吸材料接收可蒸发液体的预期的流量;(b) 提供虹吸材料,该虹吸材料能够在远离至少一个热传递壁处接收预期的可蒸发液体流,并将该可蒸发液体引导到虹吸材料的与至少一个热传递壁接触的部分;(c) 为所述至少一个热传递壁、虹吸材料和/或虹吸支撑选择材料,该材料将提供这样的热传递系数,使其能够从外表面传递充足的热到内表面,用于蒸发预期的可蒸发液体流,从而防止未蒸发液体与热传导器接触;和(d) 在虹吸材料和内表面之间提供充足的接触面积,用于蒸发预期的可蒸发液体流,从而防止未蒸发液体与热传导器接触。可选地,该制造蒸发设备的方法还可以包括邻接至少一个热传递壁的所述外表面布置第二热传导器,以将热传导到热传递壁的外表面。而且,该方法还可以包括在虹吸材料上提供用于引导气体进入虹吸支撑以将气体预热并与已蒸发液体混合的开口。

[0052] 在本发明的另外一个实施例中提供蒸发液体的方法。该方法包括步骤:提供热到热传递壁的外表面,该热传递壁能够将热从外表面传递到内表面,用于蒸发可蒸发液体并将可蒸发液体加热到高温。优选地,将充足量的热提供到热传递壁外表面,用于蒸发可蒸发液体并防止未蒸发液体与布置在下游的热传导器接触。热可通过一个或多个部位与热流

体流的接触和 / 或从辐射热源接收热而提供到热传递壁的外表面。当热通过热流体流传送到热传递壁的外表面时,该热流体可以包括一种或多种燃烧器排气和 / 或热重整油 (hot reformat)。优选地,沿着热传递壁外表面的热流体流是与沿着热传递壁内表面的已蒸发液体流相反方向的,从而热传递壁最热部分邻接布置在虹吸材料下游的热传导器。

[0053] 该方法还包括传送可蒸发液体到虹吸材料远离热传递壁的部分。在优选实施例中,该可蒸发液体包括水。该虹吸材料从其远离热传递壁的部分将可蒸发液体引导到其与热传递壁内表面接触的部分。在虹吸材料的该部分内,热容易地传递到可蒸发液体,将可蒸发液体加热到蒸发温度以产生已蒸发液体。从虹吸材料散发出来的已蒸发液体进入由虹吸支撑提供的空间例如通道中。当气体将要预热和 / 或与已蒸发液体混合时,气体可以直接引导进入虹吸支撑的空间中,在那里气体被加热并与已蒸发液体混合。

[0054] 该已蒸发液体或已蒸发液体与气体的混合物流过虹吸支撑并进入过热器部,在那里已蒸发液体或已蒸发液体与气体的混合物接触热传导器,该热传导器与热传递壁的内表面热连通。来自热传递壁内表面的热被传导通过该传导器的延伸表面区域,在那里热容易传送到已蒸发液体,以将已蒸发液体加热到高温。如同上面所述的,在优选实施例中,热流体沿着外表面的流动逆着已蒸发液体沿着内表面的流动确保了热传递壁在热传导器部分是最热的。

[0055] 附图具体说明

[0056] 如图 1 所示,蒸发设备 10 用于预热燃料并产生蒸汽,以用于重整器 (reformer) 1。蒸发设备 10 从燃烧器 3 接收以燃烧器排气 6a 方式的热。此外,设备 10 还从重整器 1 接收以热重整油 6b 方式的热。这些热流导入到设备 10 中并用于在其中产生过热蒸汽和预热燃料的混合物 4,该混合物然后从蒸发设备导出到重整器。尽管没有具体说明,水和燃料是分别提供给蒸发设备并在水转化为蒸汽后在该设备 10 中混合的。冷的燃烧器排气 7 从该设备导出到出口或下游使用,而冷的重整油导出到燃料箱以产生动力。优选是富氢重整油的其他使用,这样燃料箱 5 可以由氢存储器或一些其他耗氢设备代替。而且,如图 1 所示,燃烧器 3 产生的热可以导入重整器 1 用于燃料重整过程。

[0057] 需要注意的是,尽管图 1 中的蒸发设备表示为具有三个部分,这仅仅是出于说明目的的一般化情况。如图 2 所示,本发明的蒸发设备可以使用单一热源加热具有三个部分的设备,而图 4-6 表示的设备是使用两个热蒸汽加热具有五个部分的设备。本发明的蒸发设备的优点在于适用于针对不同应用的设备设计的灵活性。

[0058] 图 2 表示的蒸发设备 10 具有一对间隔开的平坦的热传递壁 20 和 20',热传递壁之间限定通道 3。热传递壁 20 和 20' 各自具有内表面 22、22' 和外表面 24、24'。置于通道 3 上游部内的是虹吸支撑 40 和虹吸材料 30。置于通道 3 下游部内的是热交换装置 50。

[0059] 虹吸材料 30 具有向下伸入到通道内并与内表面 22、22' 的上游部分别接触的侧部 34 和 34'。此外,虹吸材料 30 具有远离热传递壁并与侧部 34、34' 桥接的顶部 32。顶部 32 从液体入口或液体传送装置 (未示出) 接收可蒸发的液体,并通过虹吸作用和 / 或虹吸效应将液体引导到侧部 34、34'。在侧部 34、34' 内,可蒸发的液体从内表面 22、22' 接收热并被加热到其蒸发温度。

[0060] 已蒸发液体从虹吸材料的侧部 34、34' 散发到虹吸支撑中,如弯曲的箭头所示。该已蒸发液体流入到虹吸支撑的开口空间,该空间为已蒸发液体提供流出通道 3 的上游部的

路径。如同所示的,该虹吸支撑是具有延伸的表面区域,也即波纹金属肋片 40 的热传导材料。波纹金属肋片 40 提供热传递功能,并用于维持腿部 34、34' 和内表面 22、22' 之间的接触。

[0061] 已蒸发液体向下流入过热器,该过热器包括热交换装置,也即波纹金属肋片 50。波纹金属肋片 50 从内表面 22、22' 的下游部接收热并将热传递到流过肋片的已蒸发液体。

[0062] 平坦的外壁 70、70' 与热传递壁 20、20' 的外表面间隔开,以在它们之间限定通道 5、5'。每个通道 5、5' 容纳有热传导器,特别地,为波纹金属肋片 60、60', 用以将热传导到热传递壁的外表面 24、24'。如同所示的,已蒸发液体通过通道 3 的流动与热流体通过通道 5、5' 的流动方向是相反的,这使得流过波纹肋片 50 的已蒸发液体能够过热到高温。

[0063] 图 3a 是组装了的虹吸材料、虹吸支撑的正视图,其中在框架 301 中具有过热器。将要蒸发的可蒸发液体通过框架 301 中的开口(未示出)引入,从而液体与虹吸材料的顶部 332 接触。在组装过程中,如图 3c 所示,虹吸材料 330 覆盖波纹金属肋片 340,从而形成侧部 334、334' 和顶部 332。开口 303d 可以提供在顶部 332 的相对端,从而需要预热并与已蒸发液体混合的气体可以直接导入到波纹金属肋片 340 的通道 341 中。图 3d、3e 提供了肋片 340 的附加视图,图中更清楚地显示了通道 341 的细节。波纹肋片 340 的外部 342、342' 与侧部 334、334' 接触,确保那些侧部和热传递壁内表面之间的接触。通道 341、341' 为已蒸发液体和其他气体沿着热传递壁通过虹吸支撑的流动提供延伸表面区域和路径,从而有助于虹吸支撑的热传递功能。

[0064] 该可蒸发液体通过虹吸材料从顶部 332 传到侧部 334、334', 在那里来自热传递壁的热将液体蒸发。该已蒸发液体散发到通道 341 中并向下流过包括波纹金属肋片 350 的过热器,在那里该已蒸发液体加热到高温。该已蒸发液体从波纹金属肋片出来并流到提供在框架 301 上的出口(未示出)。如同所示的,波纹金属肋片 351 形式的额外的热交换表面区域可以用于提供额外的热传递表面,并提供用于维持装置的形状和刚度的结构支撑。图 3b 表示用于将热引导到热传递壁的外表面的热传导器的正视图。该热传导器包括具有框架 361 的波纹金属肋片 360。

[0065] 诸如框架 301 和 361 的框架可以用于以模块式部件来保持元件,并方便设备以所述的结构组装。例如,固定在如图 3a 所示的框架 301 里的元件这里通常表示为“蒸发器部”或“蒸发器通道”。基于波纹肋片 360 和热传递壁的外表面可以利用燃烧器排气流加热的事实,保持在框架 361 里的元件这里通常表示为“燃烧器部”或“燃烧器通道”。

[0066] 图 4 表示的蒸发设备 400 是这样的结构,其使用来自两个不同热源的热流,并预热气体且将预热气体与已蒸发液体混合。更特别地,设备 400 具有燃烧器排气入口支管 410, 用于接收热的燃烧器排气并将其引导到框架 461、461' 内的燃烧器通道中。燃烧器排气出口支管 415 用于从设备中引导冷却了的燃烧器排气。设备 400 使用的第二热流优选是来自燃料处理反应器的热重整油。热重整油通过重整油入口 440 进入设备 400 并通过框架 481 内的中心通道。冷的重整油通过重整油出口 445 流出中心通道。可蒸发液体入口 402 提供用于将可蒸发液体引导到由框架 401、401' 框住的蒸发器通道中。气体入口 403 提供在燃烧器部分的上游部,从而气体可被引导到虹吸支撑中以预热并与已蒸发液体混合。蒸气出口 404 提供在设备下游部,用于将已蒸发液体和预热气体的混合物从设备中引导出去。

[0067] 更特别地,外壁 470、470' 包围设备 400 的五个通道或部分的组件。从外壁 470 到

外壁 470' 依次移动,是包围在框架 461 内的燃烧器通道、热传递壁 420d、框架 401 内的蒸发器通道、热传递壁 420c、框架 481 内的中心通道、热传递壁 420b、框架 401' 内的蒸发器通道、热传递壁 420a 和包围在框架 461' 内的燃烧器通道。此外,热偶口 409 提供在多个位置。框架、热传递壁和外壁优选通过铜焊互相附着,而支管、口等优选通过焊接连接。用于组装本发明的设备的其他方法为本领域普知。

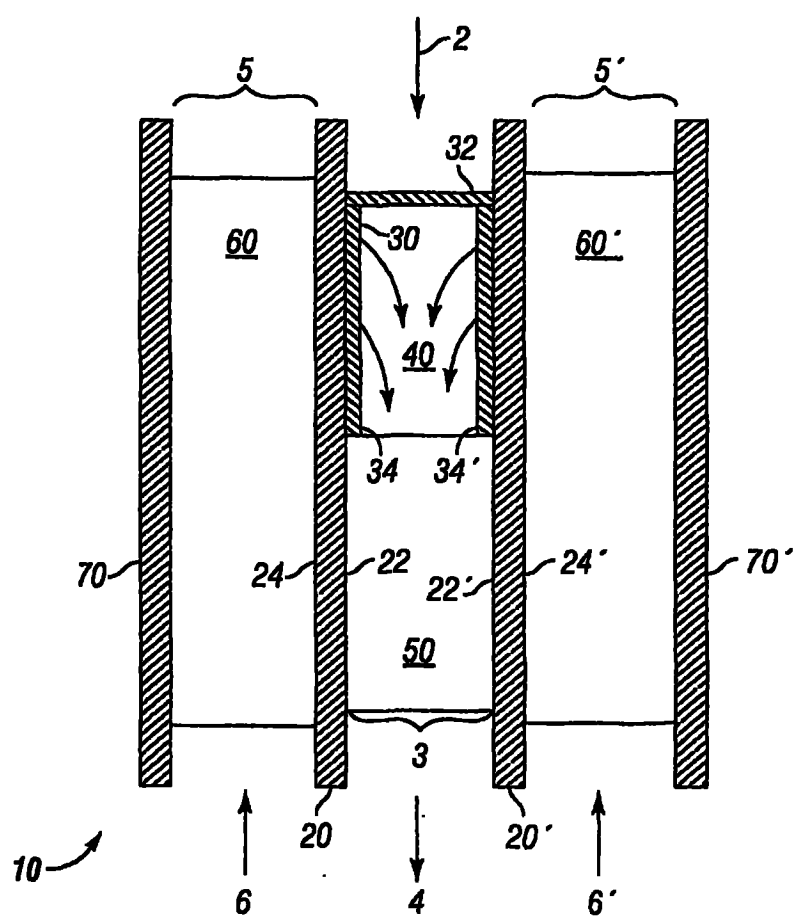
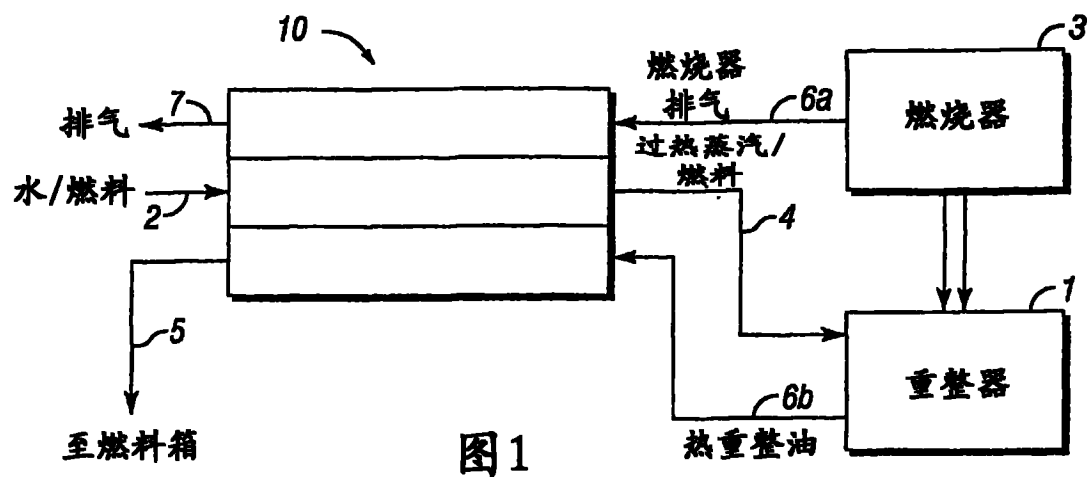
[0068] 图 5 是图 4 所示的设备从设备上方的点向下看,通过燃烧器排气出口支管 515 中的出口的正视图。通过出口开口可见的是波纹金属肋片 560、热传递壁 520d、框架 501 内的蒸发器通道、热传递壁 520c、包围在框架 581 内的中心通道、热传递壁 520b、包围在框架 501' 内的蒸发器通道、热传递壁 520a 和波纹金属肋片 560'。还标注的是热重整油入口 540 和冷重整油出口 545。可蒸发液体入口 502 和气体入口 503 也有示出。

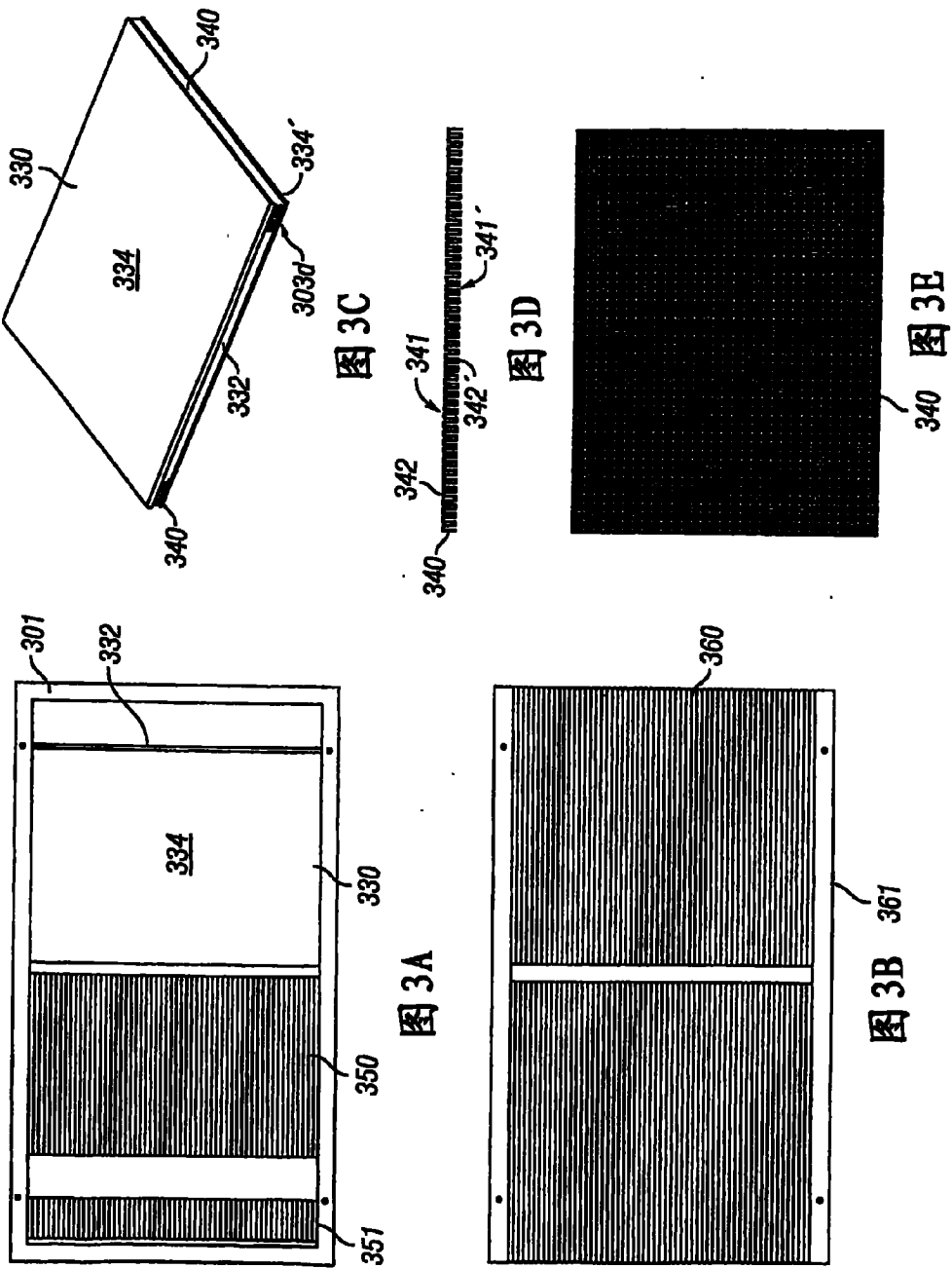
[0069] 图 6 是图 4 所示设备的分解视图。外壁 670、670' 包围设备 600 的五个通道或部件的组件。从外壁 670 到外壁 670' 依次移动,是包围在框架 661 内的燃烧器通道、热传递壁 620d、包围在框架 601 内的蒸发器通道、热传递壁 620c、包围在框架 681 内的中心通道、热传递壁 620b、包围在框架 601' 内的蒸发器通道、热传递壁 620a 和包围在框架 661' 内的燃烧器通道。

[0070] 如同这里所述的,每个热传递壁各自具有用于接收热并将热传递到蒸发器通道的外表面和内表面。如同所述的,燃烧器排气形式的热流体通过位于设备底部的燃烧器排气入口支管 610 进入设备 600。分流器 607 分离燃烧器排气流,从而使它向上通过波纹肋片 660、660',在那里热被吸收并传导到外表面 624d(未示出)和 624a。该热流过热传递壁到达内表面 622d 和 622a(未示出),在那里其用于蒸发液体并使已蒸发液体过热。此外,热重整油通过重整油入口 640 进入设备并向上流过框架 681 所包围的中心通道。该中心通道包括用于将热重整油的热传导到外表面 624c 和 624b(未示出)的波纹金属肋片 680。该热流过热传递壁到达内表面 622b 和 622d(未示出),在那里其用于蒸发液体并使已蒸发液体过热。该冷的重整油流和燃烧器排气流各自通过中心通道和燃烧器通道并通过重整油出口 645 和燃烧器排气出口支管 615 从设备排出。

[0071] 可蒸发液体通过与开口 603c 流体连通的入口 602 进入蒸发器通道。在运行过程中,可蒸发液体通过开口 603c 并到达相应的虹吸材料的顶部 632 和 632'。该可蒸发液体向下流过虹吸材料的侧部 634 和 634',在那里该液体被加热并蒸发。该已蒸发液体然后流入虹吸支撑(未示出)。被引导通过气体入口 603a 的气体通过开口 603c 进入蒸发器通道,并通过开口 603d 向下流入虹吸支撑中。这样的气体在虹吸支撑的波纹金属肋片内预热并与已蒸发液体混合。已蒸发液体和预热气体的混合物然后向下游流到过热器部,在那里它们在波纹金属肋片 650 和 650' 中过热。然后该过热混合物通过与出口支管 604 流体连通的开口 652、652' 流出燃烧器通道。

[0072] 上面公开的具体实施例只是例举性的,因为受益于这里的教导,对于本领域技术人员来说,本发明可以改变并以不同的但是类似的方式实现。而且本发明也不旨在限定于这里所示的结构或设计的细节,而是如下面权利要求所述。从而显然,上面公开的具体的实施例可以改变或变形,并且所有这样的变形被认为是不脱离本发明的范围和精神的。相应地,这里所指的保护范围如下面的权利要求书给出。





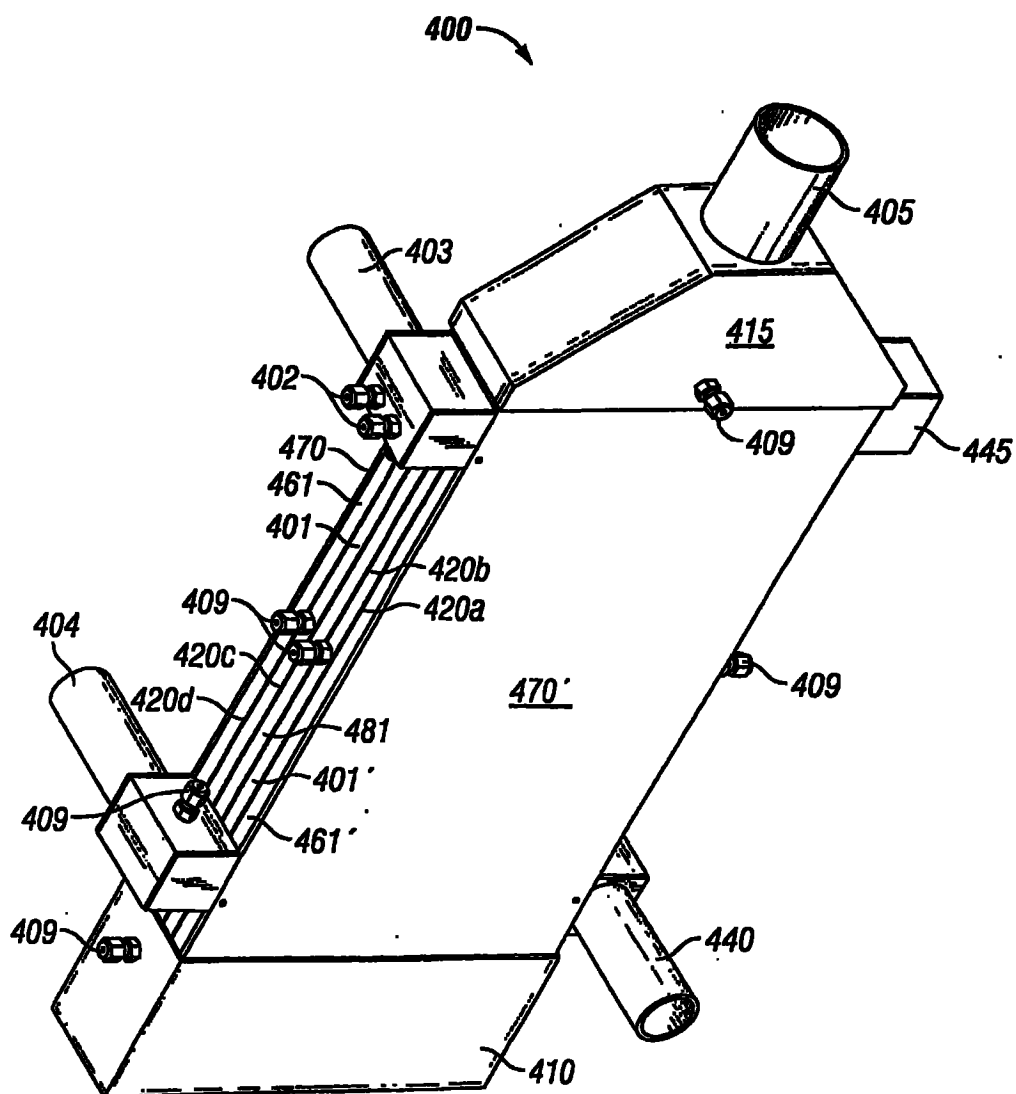


图 4

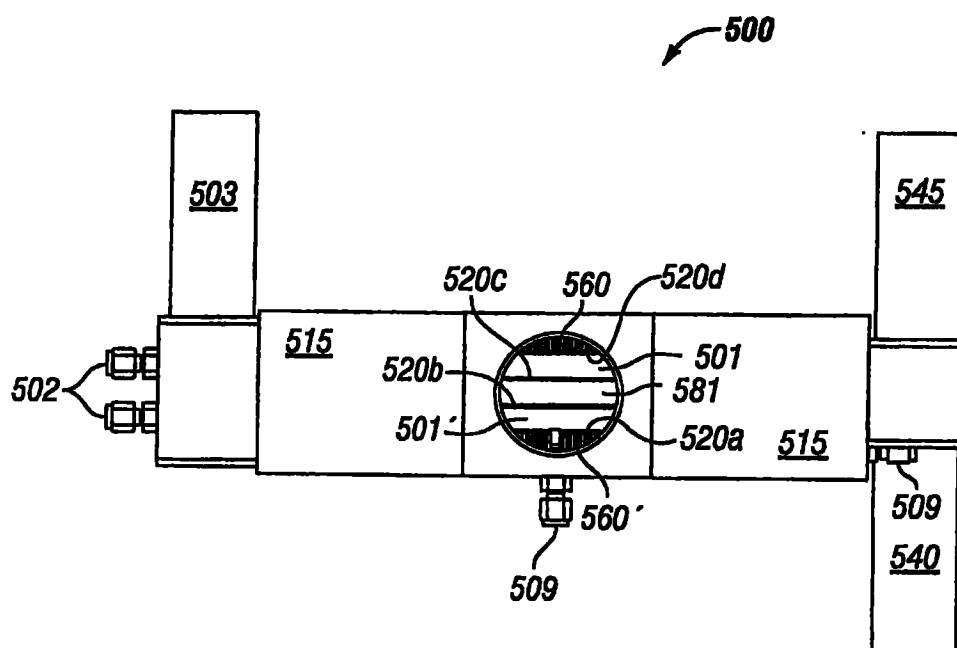


图 5

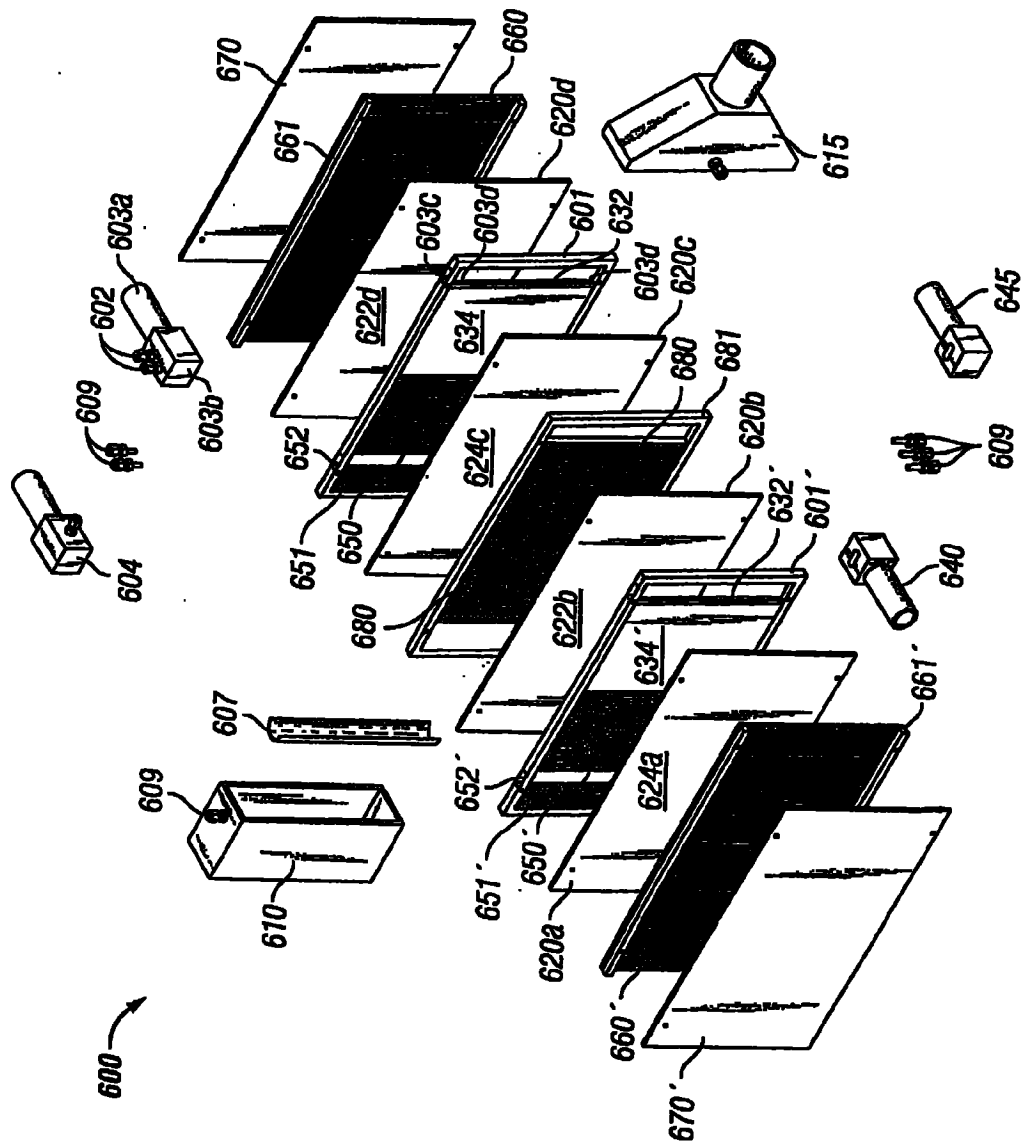


图 6