



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104040254 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201280063672. 6

代理人 蔡石蒙 车文

(22) 申请日 2012. 12. 19

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F22B 37/10(2006. 01)

11194868. 3 2011. 12. 21 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/076083 2012. 12. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/092660 EN 2013. 06. 27

(71) 申请人 山特维克知识产权股份有限公司

地址 瑞典桑德维肯

(72) 发明人 保·荣松

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

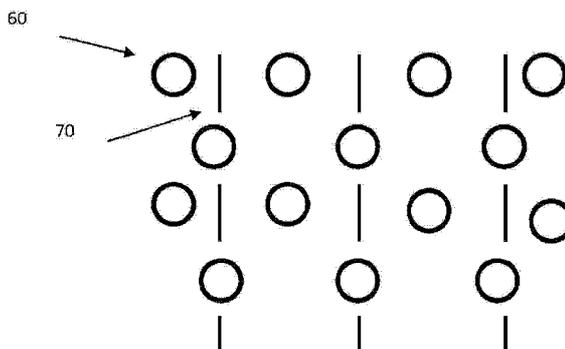
权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

包括辐射元件的蒸汽锅炉

(57) 摘要

一种蒸汽锅炉 (1), 包括由所述锅炉中的热烟气加热的至少一个水和 / 或蒸汽输送元件 (30、60), 其特征在于, 所述蒸汽锅炉 (1) 包括至少一个辐射元件 (70), 其中, 所述辐射元件 (70) 是非冷却元件; 所述辐射元件 (70) 被布置在热烟气 (12) 流中, 以便其被所述烟气对流加热; 所述辐射元件 (70) 位于离所述至少一个水和 / 或输送元件 (30、60) 预定距离处, 其中对所述预定距离进行改变, 以便不妨碍所述热烟气在所述辐射元件和所述水和 / 或输送元件之间流动, 并且以便所述水和 / 或输送元件被来自所述辐射元件的热辐射加热。



1. 一种蒸汽锅炉 (1), 包括由所述锅炉中的热烟气加热的至少一个水和 / 或蒸汽输送元件 (30、60), 其特征在于, 所述蒸汽锅炉 (1) 包括至少一个辐射元件 (70), 其中;

所述辐射元件 (70) 是非冷却元件; 所述辐射元件 (70) 被布置在热烟气 (12) 流中, 以便所述辐射元件 (70) 被所述烟气对流地加热; 所述辐射元件 (70) 位于离所述至少一个水和 / 或输送元件 (30、60) 预定距离处, 其中, 对所述预定距离进行改变, 以便不妨碍所述热烟气在所述辐射元件和所述水和 / 或输送元件之间流动, 并且以便所述水和 / 或输送元件被来自所述辐射元件的热辐射加热。

2. 根据权利要求 1 所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件 (70) 被布置成使得所述热烟气 (12) 流能够通过所述辐射元件 (70), 而基本不改变流动方向。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件被布置在所述烟气流中, 以便整个辐射元件都暴露于所述烟气流。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述水和 / 或输送元件 (30、60) 是至少一个蒸汽输送过热器管 (60)。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件 (70) 的表面面积是所述至少一个水和 / 或输送元件 (30、60) 的直接暴露于所述烟气的面积的至少 3%, 优选至少 10%。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件基本平行于所述烟气的流动方向延伸。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件 (70) 是片, 所述片包括两个侧表面 (71、72) 和周向边缘 (73), 其中所述辐射元件被布置成使得其侧表面 (71、72) 中的一个侧表面的法线垂直于所述热烟气 (12) 的流动方向, 并且所述片 (70) 的边缘部分面对所述热烟气流。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件 (70) 是波状片。

9. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件是细长杆元件, 其中所述辐射元件被布置成, 其径向轴线 R 垂直于所述烟气的流动方向。

10. 根据权利要求 9 所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件具有圆形横截面或矩形横截面。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件 (70) 由合金形成, 所述合金基于 Fe 或 Ni, 并且含有 Al, 并且当在含氧气氛中受到加热时, 所述合金在其外部表面上形成保护性氧化铝层。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件被柔性地附接至所述锅炉 (1) 的非冷却表面。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件 (70) 被柔性地附接至所述锅炉, 以便所述辐射元件的至少一端自由地膨胀或收缩。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件 (70) 被布置成使得其柔性地从所述水和 / 或蒸汽输送元件悬垂。

15. 根据权利要求 12 至 14 中任一项所述的蒸汽锅炉, 其中, 所述辐射元件包括钩或环, 用以将所述辐射元件悬挂在所述水和 / 或蒸汽输送元件上。

包括辐射元件的蒸汽锅炉

技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据权利要求 1 的前序部分所述的蒸汽锅炉。

背景技术

[0002] 蒸汽锅炉发电厂具有水和 / 或蒸汽输送元件, 诸如锅炉壁中的蒸汽管, 并且通常也具有过热器, 用以将锅炉内产生的饱和蒸汽输送至干的过热蒸汽, 该干的过热蒸汽有效用于发电。

[0003] 产生热水或蒸汽的锅炉的总体运行原理是通过燃烧化石燃料或可再生燃料产生热烟气, 以产生热水或蒸汽, 在发电厂的情况下, 该热水或蒸汽被转化为电。热气体将热能通过热交换器传递至热水或加压蒸汽, 该热水或加压蒸汽可在工业过程中用于家庭和工业采暖, 或者在发电锅炉中用于发电。在后一种情况下, 最终阶段的热传递通常在过热器中完成, 该过热器通常由被布置在发电锅炉内的管束组成。在运行中, 通过过热器管, 将在锅炉壁管中产生的热水或蒸汽再引导回到锅炉中。来自锅炉的热烟气主要以对流方式加热过热器管, 并且通过过热器管壁将热引导至在热器管壁中流动的蒸汽。由此, 蒸汽的温度升高, 以便产生过热干蒸汽。

[0004] 因此, 在传统锅炉中, 从烟气至锅炉壁或过热器的热传递被限制为主要是来自锅炉内的热烟气的对流加热。因此, 锅炉壁和过热器必须具有大的表面积, 以便实现从热烟气至水或蒸汽的有效热传递。因此, 作为结果, 传统锅炉和过热器伴随高材料成本的问题。另一问题在于, 大体积的锅炉壁和过热器提高了发电厂的总体大小, 导致发电厂的建造成本高。

[0005] 在 US4325328 中示出这种锅炉的一个实例, 其中示出由限定四个封闭壁的互连管和隔墙构造的蒸汽锅炉, 该隔墙也由互连管制成, 且该隔墙被设置在封闭壁中, 以便限定两个燃烧室。水在封闭壁和隔墙中被蒸发为蒸汽。之后, 引导蒸汽穿过压盘加热表面, 以便第一次过热, 然后穿过下一过热器。

[0006] 也已知布置烟气偏转器和折流板, 以控制锅炉中的气体流动。

[0007] US4226279 示出鳍片, 其被焊接至蒸汽锅炉中的管, 以便防止煤烟颗粒在蒸汽管上横向移动。US4226279 涉及解决锅炉中的折流板翘曲和鼓起的问题。在 US4226279 中通过下列方式解决了该问题, 即: 将鳍片直接焊接至管部分, 以便鳍片被流动通过管的流体冷却。

[0008] GB10233 针对解决如下问题, 即: 在锅炉管上实现均匀的气体流动。根据 GB10233, 通过下列方式实现该目的, 即: 引入折流板, 折流板在锅炉内的一些位置上对气流产生阻力, 因此迫使气体在锅炉管上更均匀地流动。在 GB10233 中, 折流板接触水管, 或者作为替换方式, 折流板被布置成垂直于气流。这限制了气体在折流板上的流动, 并且作为其结果, 折流板不会呈现比水管高很多的温度。

[0009] JP49104001 示出被布置成与气流形成陡的角度的折流板, 以便在锅炉的一部分中收集煤烟颗粒。

[0010] 也已经做出进一步尝试, 以提高对过热器管的热传递, 并且提高燃烧效率。一种这

样的商业化设计是循环流化床锅炉,其中,通过在锅炉容积内,并且也绕着过热器管循环热固体颗粒(沙子和灰),实现 250-300kW/m²°C 的热传递。然而,这种方法涉及更大的复杂性和成本的锅炉,并且增加了过热器管以及锅炉内部中的其它部分的磨损。

[0011] 在 FR1154090 中描述了一种类似方法,其描述了这样一种锅炉,其中,蒸汽流动通过板状过热器,并且被来自烟气中的热煤烟颗粒的热辐射加热。

[0012] 因此,本发明的目的在于实现一种能量高效的锅炉。本发明的进一步目的在于实现一种成本有效的蒸汽锅炉。又一目的在于实现这样一种锅炉,其中,NO_x 气体和未燃烧碳氢化合物形式的排放物减少。

发明内容

[0013] 根据本发明,通过下列蒸汽锅炉实现这些目的中的至少一个,该蒸汽锅炉包括由锅炉中的热烟气加热的至少一个水和 / 或蒸汽输送元件,其特征在于,该蒸汽锅炉包括至少一个辐射元件,其中,所述辐射元件是非冷却元件;所述辐射元件被布置在热烟气流中,以便其被烟气对流加热;所述辐射元件位于离所述至少一个水和 / 或输送元件预定距离处,以便不妨碍热烟气在辐射元件和水和 / 或输送元件之间流动,并且以便水和 / 或输送元件被来自所述辐射元件的热辐射加热。

[0014] 能够按下文解释本发明的基本原理:在蒸汽锅炉运行中,水和 / 或输送管和辐射元件两者都被热烟气对流加热,并且因此当应用几何形状假定时,水和 / 或输送元件和辐射元件两者都将根据斯特潘 - 玻尔兹曼定律辐射热能:

[0015]

$$P = \varphi \sigma \varepsilon (T_e^4 - T_s^4)$$

[0016] 其中:

[0017] P 为辐射元件的每表面面积的辐射能,以 W/m² 表达,

[0018] φ 为取决于辐射元件的自掩蔽量的几何形状系数,在 0 和 1 之间,

[0019] σ 为 5.67×10^{-8} W/m²,

[0020] ε 是表面发射率(对于氧化表面,通常约为 0.7 至 0.9),

[0021] 并且,Te 和 Ts 是辐射元件及周围环境的温度,以° K 表达。

[0022] 然而,辐射元件和管道之间的差别在于,水和 / 或蒸汽输送管由流动通过的流体冷却,而辐射元件是非冷却元件。因此,没有蒸汽或水在辐射元件中流动或循环。

[0023] 由于辐射元件位于热烟气中,并且不被蒸汽冷却,所以辐射元件将被加热至远高于蒸汽输送管的温度。

[0024] 在蒸汽锅炉运行中,即使是接触蒸汽或水的最热的组件的温度,即蒸汽输送管的外表面的温度通常也不高于流动通过管的蒸汽的最高温度 50°C,流动通过管的最高蒸汽温度通常不超过 400-650°C。另一方面,辐射元件呈现更接近烟气温度的温度,烟气温度通常为 800-1250°C。因此,当温度已经到达稳定状态时,辐射元件辐射的热将超过蒸汽输送管,通常每表面面积的热超过约 3 至 10 倍。这种热大多被蒸汽输送管吸收。

[0025] 由于辐射元件,与主要通过对流加热的传统过热器相比,对过热器管和 / 或锅炉壁的总的热传递增大。由于每单位面积的热传递增大,所以锅炉壁和过热器的尺寸能够降低,同时维持锅炉的效率。

[0026] 本发明也提供进一步优点。

[0027] 在烟气中， NO_x 气体和未燃烧的碳氢化合物形式的排放物减少，这是因为锅炉中的辐射元件和水和 / 或输送元件的表面被加热至如下温度，在该温度下，在反应动力学上促进了气体 / 表面反应。因此，由于辐射元件的温度高，所以提供了更多化学活性表面，其中烟气能够与更多稳定的化合物进行反应。

[0028] 在传统锅炉中，烟气在锅炉中的管道的较冷的表面上冷凝，并且形成大量沉积物。在本发明的锅炉中，这些问题被最小化，这是因为来自辐射元件的辐射提供下列可能性，即，将沉积物冷凝的位置控制到锅炉中的产生后果更少的区域。还相信，在冷凝沉积物的表面上引入热辐射可改变或甚至融化所冷凝的涂层。一部分例如锅炉壁中的蒸汽管上的增大的辐射可将表面温度提高至下列水平，在该水平下，不期望的化合物将不会冷凝。

[0029] 在本发明中，重要的是，辐射元件被布置成使得烟气在辐射元件上，在蒸汽输送管上不受妨碍地流动，并且也在辐射元件和蒸汽输送管之间的空间中不受妨碍地流动。气体的不受妨碍流动是重要的，用以确保尽可能多的热通过对流，从热烟气传递至蒸汽输送管。辐射元件上的不受妨碍流动也是重要的，以便确保辐射元件的对流加热被最大化，这是因为辐射元件呈现的温度越高，那么通过热辐射，从辐射元件传递至蒸汽输送管的热就会越多。

[0030] “不受妨碍地”流动的意思是，烟气在辐射元件的表面和蒸汽输送管的表面上自由地流动，并且气体在辐射元件和蒸汽输送管之间的流动不受任何形式的约束。因此，辐射元件应被布置成离蒸汽输送管预定距离，即，以便在辐射元件和蒸汽输送管之间存在一个敞开空间。

[0031] 因此，优选地如下采用所述至少一个辐射元件和所述至少一个蒸汽和 / 或水输送元件之间的预定距离，即：以便允许烟气在所述辐射元件和所述水和 / 或蒸汽输送元件之间不受妨碍地流动。优选地，辐射元件和水和 / 或蒸汽输送元件之间的预定距离足够得大，以确保烟气在水和 / 或蒸汽输送元件之间的流量足够大，以在水和 / 或蒸汽输送元件上产生烟气的正面加热效果。取决于锅炉中的压力状况、烟气温度等，应对每种具体情况最优化该预定距离。优选地，辐射元件离水和 / 或蒸汽输送元件的距离不太远，以便提供所述辐射元件的正面加热效果。对于大多数应用，认为最大距离约为 500cm，优选 250cm，更优选 100cm，甚至更优选 60cm，并且最优选 30cm。

[0032] 根据本发明，辐射元件与水和 / 或蒸汽输送元件之间的最小距离为 20cm，优选 10cm，优选 5cm，更优选 2cm，更优选 1cm，甚至更优选 5mm，最优选 3mm。由此，对于大多数可想到的锅炉应用，实现足够的烟气流量。空间是敞开的，且将允许烟气在所述元件之间流动。

[0033] 为了确保辐射元件的最大对流加热，也重要的是，辐射元件被布置在烟气流中，以便辐射元件的所有侧面都暴露于烟气流，即，应在辐射元件的所有侧面上都存在烟气流。因此，辐射元件应被布置在离锅炉其它部分，例如周壁预定距离处，以便在辐射元件的所有侧壁表面和锅炉的其它部分之间存在敞开空间。优选地，辐射元件被布置在离不形成辐射元件的组成部分的锅炉部分一定距离处，该距离至少 5mm，优选至少 1cm，更优选至少 5cm，甚至更优选至少 10cm。

[0034] 为了最大化对蒸汽输送管的对流热传递，也重要的是，辐射元件不使烟气流偏转

离开蒸汽输送管。因此,辐射元件应被布置成,烟气能够在朝着蒸汽输送元件的方向上流动通过辐射元件,而基本不改变主流动方向。因而,辐射元件应被布置成,烟气能够在辐射元件上以恒定的流动方向流动。

[0035] “主流动方向”是从燃烧器部分朝着锅炉内的气体出口,或者从气体入口朝着气体出口的流动方向。

[0036] 为了避免气流的偏转,优选地,辐射元件被布置成,使得其在基本与烟气的主流动方向平行的方向上延伸。

[0037] 根据第一实施例,辐射元件是片,诸如扁平钢片。扁平片的优点在于,扁平片具有相对于其重量的大表面积。这有利于辐射效率。扁平片应被布置成,使得其大侧表面的法线垂直于气流的方向,即,钢片的侧表面平行于流动方向。钢片还应被布置成,使得其相对较窄且因此呈现出对气流的阻力小的边缘部分面对气流。

[0038] 也可能是,辐射元件是波状钢片,即曲流形。波状片的优点在于,其非常硬。

[0039] 辐射元件也可以是扁平的或波状的条带(通常为1-20cm宽)。辐射元件应尽可能得薄,以便使重量最小化。然而,为了确保热稳定性以及避免由于腐蚀导致的快速故障,辐射元件的厚度应至少为0.5mm。通常,辐射元件的厚度为0.5-20mm,优选1.5-10mm。取决于所讨论的应用选择辐射元件的长度和高度。

[0040] 根据第二实施例,辐射元件是伸长杆元件。该杆元件能够具有圆形横截面,诸如圆形棒或绳或厚壁管。该杆元件也能够具有矩形横截面。杆状辐射元件应被布置成,使得杆元件的纵向轴线平行于气流,并且以便杆元件的纵向轴线的法线垂直于气流。

[0041] 应明白,辐射元件是单独的个别元件,其被有意布置在锅炉中,以便通过向蒸汽和/或水输送元件辐射热来提高锅炉的效率。

[0042] 为了最大化辐射元件的对流加热,优选地,辐射元件从蒸汽输送管的上游侧朝着其下游侧在烟气流中延伸。在过热器布置中,优选地,辐射元件被布置在过热器布置的上游部分中。这样布置的原因在于,随着烟气在蒸汽输送管上流动,烟气被冷却。为了将辐射元件暴露于最热的气体,辐射元件应被优选地布置得关于蒸汽输送管处于尽可能远的上游。如果辐射元件被布置在过热器布置的下游部分中,那么辐射元件就将暴露于较低温度的烟气,并且辐射元件的对流加热将不会有效。

[0043] 辐射元件应优选地被布置成衔接至锅炉内的下列表面,该表面具有尽可能接近辐射元件的温度,优选地为具有相同温度。由此,在辐射元件中避免了能够导致辐射元件的机械应力和鼓起和破裂的温度梯度。因此,适合的是将辐射元件衔接至未被蒸汽管覆盖的那一部分锅炉顶部或锅炉壁。

[0044] 优选地,辐射元件被柔性地,即,可移动地衔接至锅炉,以便辐射元件能够移动,这是因为在加热期间,辐射元件经历热膨胀。其优点在于,在辐射元件中避免了机械应力的积聚。

[0045] 优选地,辐射元件包括钩或环形式的紧固元件,以便辐射元件可被悬挂在例如锅炉中的杆上。钩或环允许辐射元件在热膨胀期间移动。

[0046] 当辐射元件包括钩或环时,辐射元件也可被直接悬挂在蒸汽和/或水输送元件,诸如过热器管上。钩或环允许辐射元件移动,并且由此,避免了由于辐射元件和蒸汽和/或水输送元件之间的温度差导致的机械应力。优选地,紧固元件由细绳(例如,1-5mm粗)制

造,以便最小化辐射元件和蒸汽和 / 或水输送元件之间的热传递。

[0047] 紧固元件钩的功能为纯机械性的,并且无助于辐射功能。

[0048] 优选地,辐射元件附接至锅炉,以便辐射元件的至少一端自由。由此,允许辐射元件的膨胀,通常为热膨胀和蠕变伸长。

[0049] 根据替代方案,水和 / 或蒸汽输送元件为至少一个蒸汽输送过热器管。

[0050] 根据替代方案,所述水和 / 或蒸汽输送元件为在至少一部分锅炉壁中的水和 / 或蒸汽输送管。

[0051] 根据替代方案,所述水和 / 或蒸汽输送元件为双壁炉衬。

[0052] 优选地,辐射元件的面对所述至少一个水和 / 或蒸汽输送元件的那一部分的表面积,为所述至少一个水和 / 或蒸汽输送元件的总的外表面积的至少 3%。

[0053] 根据替代方案,所述辐射元件包括凹表面,所述凹表面弯向相邻的水和 / 或蒸汽输送元件。由此,来自辐射元件的辐射被集中在水和 / 或蒸汽输送元件上,如果水和 / 或蒸汽输送元件为管状,并且由此部分地被辐射元件封闭时尤其如此。优选地,凹表面是形成所述辐射元件的弯曲片的表面。优选地,在水和 / 或蒸汽输送元件为管状的情况下,所述凹表面的半径是水和 / 或蒸汽输送元件半径的 0.8-2 倍,优选 1.0-1.5 倍。

[0054] 优选地,辐射元件由合金形成,该合金基于 Fe 和 Ni,并且含 Al,并且当在含氧大气中受热时,合金在辐射元件的外表面上形成保护性氧化铝层。这种钢具有下列优点,即:具有超高耐热性,并且在锅炉中产生的严苛环境中,作为辐射元件呈现出长的寿命。

[0055] 根据特别优选实施例,辐射元件由下列钢形成,这种钢含 10-30 质量%,优选 15-25 质量%的 Cr,2-7 质量%的 Al、平衡量的 Fe 和不可避免的杂质。这种钢具有极好的耐热性、耐腐蚀性以及当在含氧环境中受热时产生保护性氧化铝层的能力。优选地,这种钢应经受 700°C,优选 1050°C 或更高温度,以便获得这种保护性氧化铝层。

[0056] 根据又另一实施例,辐射元件由下列钢形成,这种钢含 10-30 质量%,优选 15-25 质量%的 Cr,2-7 质量%的 Al、1-4 质量%的 Mo、平衡量的 Fe 和不可避免的杂质。Mo 在这种钢中的存在有助于进一步提高热强度。

[0057] 根据又另一实施例,辐射元件由下列钢形成,这种钢含 10-30 质量%、优选 15-25 质量%的 Cr、2-7 质量%的 Al、1-4 质量%的 Mo、0.01-1.0 质量%的稀土金属 (REM)、平衡量的 Fe 和不可避免的杂质。REM 有助于改善耐腐蚀性和抗氧化性。

[0058] 根据又另一实施例,辐射元件由下列钢形成,这种钢含 10-30 质量%、优选 15-25 质量%的 Cr、2-7 质量%的 Al、1-4 质量%的 Mo、0.01-1.0 质量%的稀土金属 (REM)、0.05-2.0 质量%的 Ti、Zr、Y 和 Hf、平衡量的 Fe 和不可避免的杂质。REM 有助于改善耐腐蚀性和抗氧化性。

[0059] 蒸汽锅炉可包括多个辐射元件。在水和 / 或蒸汽输送元件被布置成一行或多行的锅炉设计中,辐射元件可位于这些行之间,或位于每一行的每一侧上。由此,每一行都可被布置在所述行的相对侧上的两个相邻的辐射元件,从其两个相对侧进行加热。

[0060] 辐射元件可以预定方式分布,以便它们覆盖水和 / 或蒸汽输送元件的预定部分。由此,辐射元件将具有下列技术效果,即:使得能够控制沉积物的冷凝。

附图说明

[0061] 图 1 是根据本发明第一优选实施例的蒸汽锅炉设备的示意图。

[0062] 图 2 是本发明的蒸汽锅炉中的过热器管的布置结构的截面的示意图。

[0063] 图 3 是根据本发明第一优选实施例的蒸汽锅炉中的辐射元件和过热器的布置结构的示意图。

[0064] 图 4 是根据本发明第二优选实施例的蒸汽锅炉中的辐射元件和过热器的布置结构的侧视示意图。

[0065] 图 5 是根据本发明第二优选实施例的蒸汽锅炉中的辐射元件和过热器的布置结构的顶视示意图。

[0066] 图 6 是形成热传递计算基础的传统过热器布置结构的顶视示意图。

[0067] 图 7 是形成热传递计算基础的本发明的过热器布置结构的顶视示意图。

具体实施方式

[0068] 图 1 示意性示出根据本发明第一实施例的蒸汽锅炉。为了清晰起见,仅示出与本发明相关的组件。

[0069] 锅炉 1 是燃煤蒸汽锅炉。这种锅炉包括燃烧区域 11,其中燃烧器 11 产生温度高达 1250°C 的热烟气。在锅炉中产生的蒸汽温度范围为 400-700°C。锅炉也能够为鼓泡流化床蒸汽锅炉,其中在锅炉底部上的一米深的沙层的燃烧区域中发生燃烧。

[0070] 锅炉 1 包括由周向壁 9 限定的第一部分 10 和第二部分 20。锅炉可能仅包括一个部分,即第一部分 10。锅炉也可能包括超过两个部分。燃烧器 11 被布置在位于锅炉的第一部分 10 的底部部分 8 中的燃烧区域中,在该情况下,燃烧器是燃煤的,然而,燃烧器的燃料能够为其它类型的可燃材料,诸如天然气。燃烧器 11 产生热烟气 12,在高湍流下,该热烟气 12 向上流动通过锅炉的第一部分 10,到达第二部分 20 上且流出气体出口 40。在锅炉仅包括一个部分的情况下,气体出口 40 位于该部分中。之后,所排出的烟气 12 经过催化剂净化,且被释放或者用于其它目的。在图 1 中未示出这些步骤。锅炉 1 还包括顶部 13。

[0071] 第一和第二部分 10、20 的周向壁的内表面,即面对燃烧气体的表面被衬以蒸汽管 30 形式的水和 / 或蒸汽输送元件。在图 1 中,仅示出锅炉部分底部中的管 30 部分,以便不模糊锅炉的其它相关部分。然而,管 30 从每个锅炉部分 10、20 的底部延伸至每个部分 10、20 的顶部,以便锅炉的基本全部内部都被管覆盖。水在第一锅炉部分 10 中的水入口 21 处进入蒸汽管,并且被未示出的循环泵泵送流动通过锅炉。随着水被从第一锅炉部分 10 经过蒸汽管 30 泵送至第二锅炉部分 20,水被锅炉中的热流体气体加热为蒸汽。

[0072] 锅炉也包括两个过热器管布置形式的另外的水和 / 或蒸汽输送元件,以提高来自蒸汽管 30 的蒸汽温度。在图 1 中,主过热器布置 50 被布置在锅炉的第二部分 20 中,辅助过热器布置 60 被布置在锅炉的第一部分 10 中。然而,明显地,在锅炉中能够布置任何数目的过热器布置。

[0073] 饱和蒸汽被从第二锅炉部分中的蒸汽管 30 引入主过热器 50 中。蒸汽穿过第一过热器布置 50 循环,并且被引导到锅炉的第一部分 10 中的辅助过热器布置 60 上,辅助过热器布置 60 包括蒸汽出口 52,在其中过热干蒸汽被引出锅炉。

[0074] 过热器布置 50 和 60 通常包括被以并排方式布置的几个 U 形管 61 部分,以便实现大的管体积。图 2 示出包括几个 U 形管 61a、61b、61c 的过热器布置的部分 61 的详图。

[0075] 根据本发明的第一实施例,过热器布置 50、60 包括辐射元件 70,与锅炉中的过热器管或蒸汽管相反,辐射元件 70 不被蒸汽或水冷却。

[0076] 辐射元件被布置在过热器中的 U 形管 61 的多个部分之间,以使尽可能多的辐射元件表面面对过热器管。在图 1 中,辐射元件被布置成平行于烟气的主流动方向。辐射元件部分地被过热器布置 60 和 50 遮挡。

[0077] 图 3 示意性示出辐射元件和三部分过热器布置 60 的细节。

[0078] 为了例示,图 3 示出三个过热器部分 61 和一个辐射元件 70。然而,明显地,过热器布置能够包括任何数目的管部分 61 和任何数目的辐射元件 70。例如,两个另外的辐射元件能够被布置在管部分 61 之间的空的空中。图 3 中的过热器部分 61 与图 2 的过热器部分 61 相同,然而,为了不遮挡辐射元件,仅示出每一部分中的最外侧 U 形管。

[0079] 辐射元件 70 为耐热钢片的扁平片。扁平钢片作为辐射元件有利,这是因为可以较低的成本获得扁平钢片,并且扁平钢片覆盖大的表面。扁平钢片具有两个大的平坦侧表面 71、72 以及周向边缘部分 73。通常,钢片具有 3-50mm 厚度。如图 3 中所示,辐射元件 70 被布置成,使得其平坦侧表面的法线 N 垂直于烟气 12 的主流动方向,并且其边缘部分 73 面对气流。

[0080] 优选地,这种钢是氧化铝形成 FeCrAl 钢,这种钢具有对来自烟气的高的耐氧化性和耐腐蚀性。优选地,这种钢以 wt % 计包括 15-25% 的 Cr、2-7% 的 Al、1-4% 的 Mo、0.01-1.0% 的稀土金属、以及平衡量的 Fe 和不可避免的杂质。一种这样的合金的是 Sandvik AB 公司市售的合金 Kanthal APMT。通过粉末冶金弥散强化的这种合金在高温下展现良好的耐腐蚀性、良好的机械强度和高耐蠕变变形性。

[0081] 另一组适当的氧化铝形成合金是 NiFeCrAl 合金,其包含 15-30% 的 Cr 和 2-7% 的 Al 以及微量添加剂。Ni 是平衡量,但是也可由 Fe 部分地替代。

[0082] 辐射元件被布置成,使得其两个大的侧表面中的至少一个侧表面面对过热器的管部分 61。辐射元件的尺寸还被设计成,面对过热器管的辐射元件部分的总表面面积等于过热器管的总的外表面面积的至少 3%。

[0083] 已经示出,如果辐射元件的总表面面积为过热器管的总的外部表面面积的至少 3%,则通过辐射向过热器管中的蒸汽产生明显的热影响。然而,如果存在下列情况,则是有利的,即:与过热器管的总的外部表面面积相比,辐射元件的表面面积大,这是因为通过辐射对过热器管的热传递由此增大。优选地,辐射元件的面对过热器管部分的表面面积具有下列表面面积,其为过热器管的总的外部表面面积的至少 5%,优选 7%,更优选为其至少 10%,更优选为其至少 15%,更优选为其至少 25%。

[0084] 辐射元件的最大尺寸受锅炉中的流动条件以及锅炉的运行条件和设计的限制,并且在每种单独情况下进行确定。

[0085] 在所述实施例中,辐射元件中的每一个都具有矩形形式,其中高度为 6 米,并且宽度为 2 米。辐射元件也可由几个较小的部分组装而成。

[0086] 为了不阻碍烟气围绕过热器的流动,能够在辐射元件中设置开口。图 3 以虚线示意性示出矩形开口 71 在辐射元件 70 中的位置。其余钢片,即,围绕开口的边界 72 覆盖过热器管。此外,辐射元件能够具有湍流促进元件(未示出),以促进围绕过热器和辐射元件的湍流流动。

[0087] 来自点或线状热源的每热辐射表面单元的密度随着距离减小。因此,为了最大化辐射元件和过热器之间的辐射交换,对于给定几何尺寸的辐射元件,重要的是,辐射元件和过热器管之间的距离尽可能得小。

[0088] 然而,也重要的是,辐射元件和过热器管之间的距离足够得大,以允许烟气在过热器管上不受妨碍地流动。优选地,该距离应足够得大,以允许烟气在过热器管和辐射元件之间湍流流动。

[0089] 辐射元件和过热器管可具有各种形状和尺寸,因此,必须针对所讨论的每种应用,确定过热器管和辐射元件之间的精确距离。在图 3 中示意性示出的优选实施例中,辐射元件和过热器管之间的距离为 20-60cm。

[0090] 优选地,辐射元件 70 附接至锅炉的顶部。根据一种替代方案,一个或几个钢棒 90 附接在锅炉的顶部中,处在过热器管上。辐射元件 70 包括紧固元件 80,例如销或钩或环,紧固元件 80 例如通过焊接或铆接而附接至钢片的上边缘。辐射元件能够包括任何数目的紧固元件,例如两个、三个或五个。紧固元件附接至钢棒 90,以便辐射元件向下悬挂在过热器管之间。这能够以许多不同的方式实现,例如,紧固元件可被焊接至钢棒,以便辐射元件以固定方式悬挂。也可将辐射元件的上缘直接附接至锅炉的顶部。也可将辐射元件附接至锅炉的其它部分,例如炉壁。然而,为了避免鼓起和弯曲,优选地,辐射元件附接至非冷却表面,即:不被蒸汽或水冷却的表面,例如顶部的一部分,或附接至钢棒 90。

[0091] 在锅炉运行期间,热膨胀与温度梯度的组合可在辐射元件中引入机械应力,并且导致变形,诸如弯曲或鼓起。因此,为了防止或减小辐射元件中的机械应力,优选地这样布置辐射元件,即:其至少一端能够自由膨胀,例如如上所述,通过从锅炉的顶部悬挂辐射元件。

[0092] 为了实现该目的,辐射元件包括环或钩形式的紧固元件,并且被悬挂到钢棒 90 上。这允许辐射元件在所有方向上膨胀,并且机械应力的量甚至更小。

[0093] 当辐射元件包括环或钩形式的紧固元件时,也可将辐射元件直接悬挂在锅炉中的水和/或蒸汽输送元件上,例如悬挂到过热器管上。

[0094] 也可这样布置辐射元件,即,辐射元件能够从锅炉外部朝着或远离过热器管移动,或者可从锅炉外侧改变辐射元件和过热器管之间的角度。对应地,可设置辐射元件位移元件,其接合辐射元件,并且延伸至锅炉外侧,以便为了使辐射元件 70 移位,能够从锅炉外侧操作辐射元件位移元件。这能够通过下列方式实现,即:将附接有辐射元件 70 的钢棒 90 附接至锅炉顶部中的枢转拉环,或者通过将钢棒布置成能够在顶部中的狭槽中滑动。可通过连杆,从外侧操纵钢棒 90。

[0095] 通过上文应明白过热器管的布置。因而,在运行中,来自燃烧器 11 的烟气 12 加热辐射元件 70,在平衡下,辐射元件 70 呈现通过烟气温度和辐射热损耗给出的温度。净效应是如下情况,即:辐射热被比辐射元件冷的过热器管吸收,且辐射热被进一步引导至在管内流动的蒸汽。

[0096] 也可将辐射元件布置成与蒸汽锅炉中的其它水和/或蒸汽输送元件相邻。

[0097] 根据第二实施例(未示出),辐射元件被布置成与形成锅炉壁的蒸汽或水引导管 30 相邻。同样地,在该情况下,辐射元件的面对蒸汽管部分的表面面积应为锅炉壁中的蒸汽管的总面积的至少 3%,以便实现明显的对管中的蒸汽或水的热传递。然而,取决于锅炉

的设计和尺寸,当辐射元件的表面面积为一部分锅炉壁中的管 30 的总表面面积的至少 3% 时,也能够实现明显的热传递。例如,一个锅炉部分 10、20 中的管的总表面面积的至少 3%。

[0098] 优选地,辐射元件的总表面面积应为蒸汽管的总的外表面面积的至少 5%,更优选 7%,更优选为其至少 10%,更优选为其至少 15%,更优选为其至少 25%。

[0099] 也可能是,至少一部分锅炉壁包括双壁衬里(图中未示出)形式的水和/或蒸汽输送元件。该元件通常为伸长矩形封闭空间,由被焊接在一起的钢片制造。水被引入双壁衬里的一端中,并且在另一端,水在歧管上分配,进入排列在锅炉壁中的蒸汽管中。

[0100] 根据第三实施例(图中未示出),辐射元件被布置成与这种双壁衬里相邻。同样地,在双壁衬里的情况下,辐射元件的面对双壁衬里的部分的表面面积应为双壁衬里的总面积的至少 3%,以实现明显的热传递。优选地,辐射元件的总表面面积应为双壁衬里的总的外表面面积的至少 5%,更优选为其至少 10%,更优选为其至少 15%,更优选为其至少 25%。

[0101] 当然,可能在锅炉的炉壁中的蒸汽管的附近,以及在过热器和双壁衬里的附近都布置辐射元件。也可能仅在这些水和/或蒸汽输送元件中的一些的附近布置辐射元件。辐射元件的选择性应用提供了在锅炉的不同部分中控制热流量的可能性。由此,能够补偿可由变化组分或灰含量的燃料导致的变化热分布。

[0102] 辐射元件能够以任何方式在水和/或蒸汽输送元件上间隔开来。例如,几个辐射元件能够被布置成在锅炉壁中的一部分蒸汽管中彼此靠近,而其它元件能够被布置成在其它部分的锅炉壁中进一步间隔隔开。如上所述,由此可能控制在锅炉中冷凝的沉积物的量和位置。

[0103] 根据第四实施例,参见图 4,辐射元件是圆形横截面的伸长棒形式的杆状元件,诸如圆形棒。然而,辐射元件也能够具有矩形横截面。辐射元件也能够为中空的,例如厚壁管。辐射元件能够具有任何适当的直径,例如 2-20mm,并且取决于蒸汽输送元件的尺寸,能够具有任何长度,例如 6 米。

[0104] 圆形横截面的辐射元件的优点在于,围绕辐射元件 360° 辐射等量的热。由此,能够以较少的辐射元件加热几个蒸汽输送元件。紧凑圆形辐射元件占用的空间小,因此对气流影响小。

[0105] 杆状辐射元件被布置在烟气流中,以便烟气与辐射元件的端表面相遇。辐射元件被布置成,使得其纵向轴线 L 平行于气流,并且其法线 N 垂直于气流。

[0106] 实例

[0107] 下文将通过计算实例,示出本发明的辐射元件在蒸汽锅炉中的加热效果。在实例中,已经基于来自传统锅炉设计的经验数据,做出温度和热传递的计算。假设烟气吸收和排放系数相等,并且假设所有表面都具有 0.8 的排放和吸收系数,并且还具有相同的对流传热性。为了计算,已经考虑气体体积中的主要辐射、第一和第二反射和吸收。

[0108] 计算显示在燃油紧凑式锅炉中的过热器布置中吸收的热。对具有辐射元件的本发明的过热器布置进行计算,并且对不具有辐射元件的传统过热器布置进行计算。

[0109] 图 6 示出传统过热器管布置的侧视图。气流在竖直方向上横跨管。过热器布置由几个过热器管 60 组成。在该实例中,管之间的距离为约 80mm。图 7 示出本发明的过热器布置,其中扁平辐射元件 70 被布置在过热器管 60 之间。应注意,辐射元件被布置在离过热器

管一定距离处。

[0110] 以下在表 1 中示出输入数据和计算结果。

[0111] 结果显示,与传统过热器布置相比,本发明的过热器布置吸收的总热提高 19%,即,从 57kW/m^2 提高至 68kW/m^2 。

[0112]

		传统过热器布置	具有辐射元件的本发明的过热器布置	
辐射表面		否	是	
气体速度	w_g	13.4	13.4	m/s
气体温度	t_g	1000	1000	°C
气体排放系数	ε_g	0.07	0.07	-
冷却表面温度	t_k	480	480	°C
冷却表面排放系数	ε_k	0.8	0.8	-
辐射表面排放系数	ε_s		0.8	-
辐射表面温度	t_s		760	°c
每投影表面的冷却表面吸收的热				
对流	q_k	49	49	kW/m^2
辐射	q_s	8	19	kW/m^2
合计	q	57	68	kW/m^2

[0113] 表 1:计算显示出辐射元件结合过热器管的效果

[0114] 表 2 示出本发明的进一步模拟结果。在表 2 中,已经对于各种烟气温度和各种锅炉组件,计算水和 / 或蒸汽输送元件的温度以及扁平片辐射元件的温度。

[0115]

	冷却表面温度°C	辐射元件温度°C	烟气温度°C
锅炉第三过热器	555	670	790
空轴	450	675	800
面板过热器	490	710	900
面板过热器	490	745	1000
锅炉表面	400	710	1000

[0116] 表 2:水和 / 或蒸汽输送表面的温度、辐射元件的温度和气体温度之间的关系。

[0117] 虽然已经详细公开了特定实施例,但是这仅为了例示,而非旨在限制。特别地,考虑在所附权利要求书的范围内,可作出各种替代、变化和修改。例如,辐射元件可具有任何类型的几何形状,诸如飞机机翼或线轴状。锅炉也能够为下列类型,即,在锅炉的炉壁中仅包括蒸汽 / 水管形式的蒸汽和 / 或水输送元件。

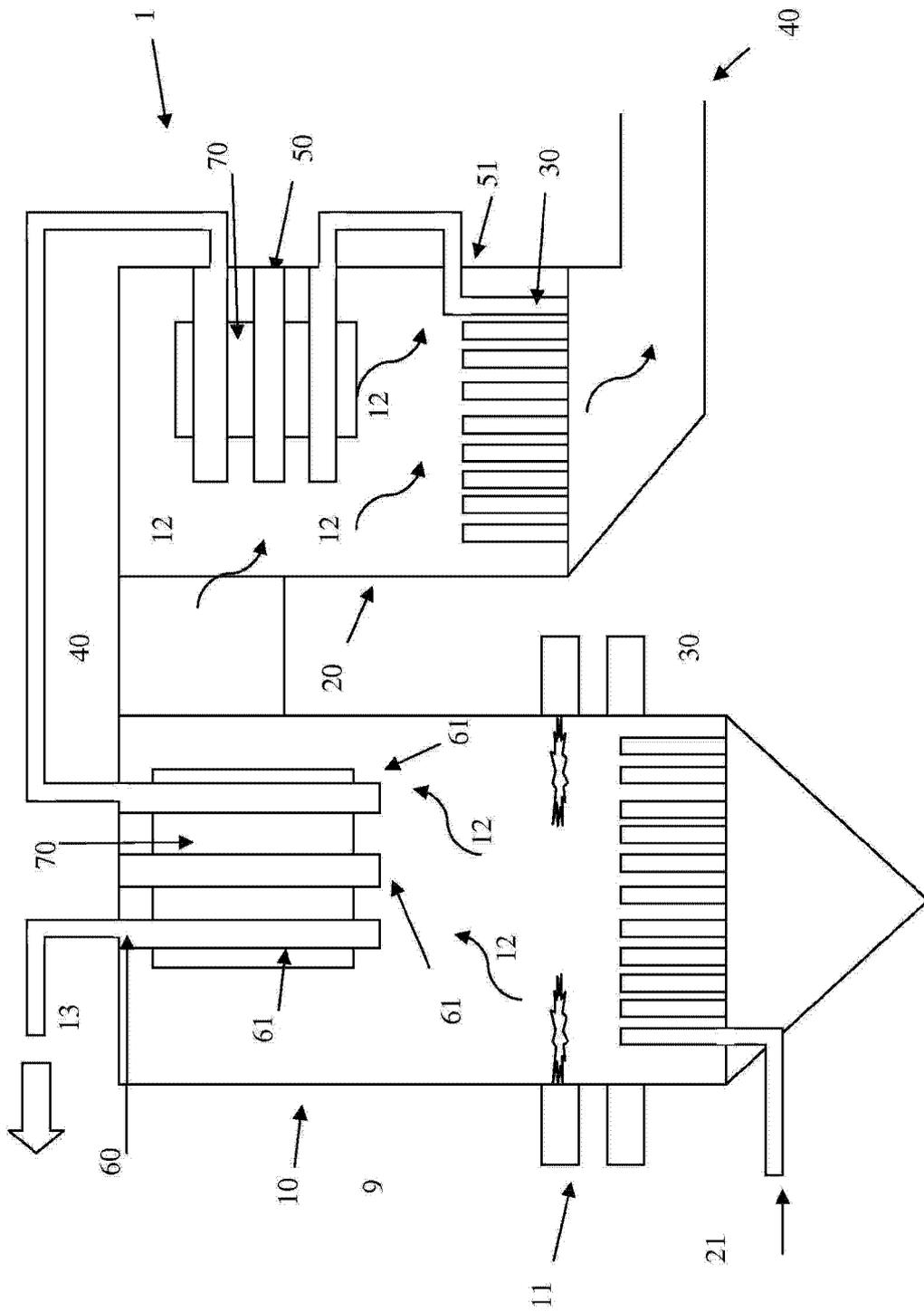


图 1

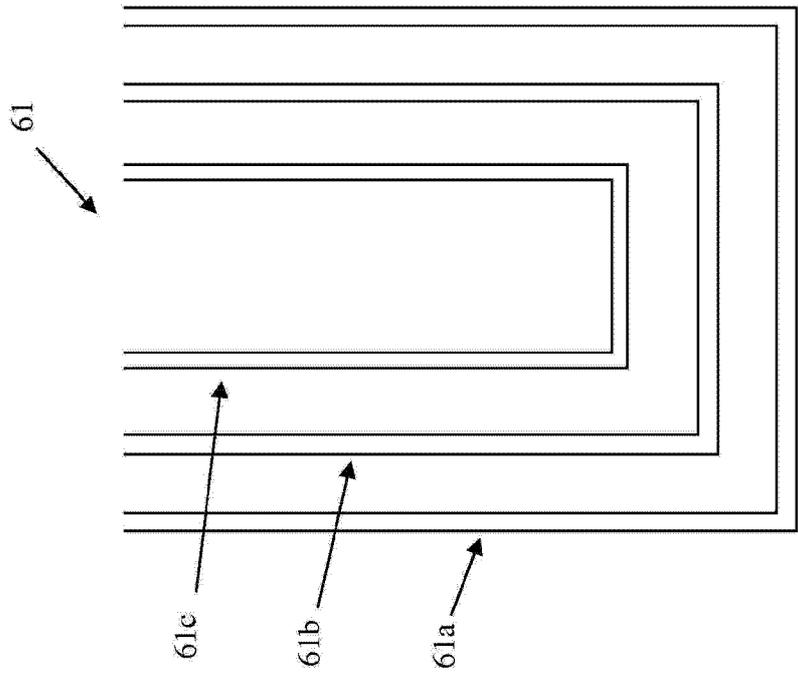


图 2

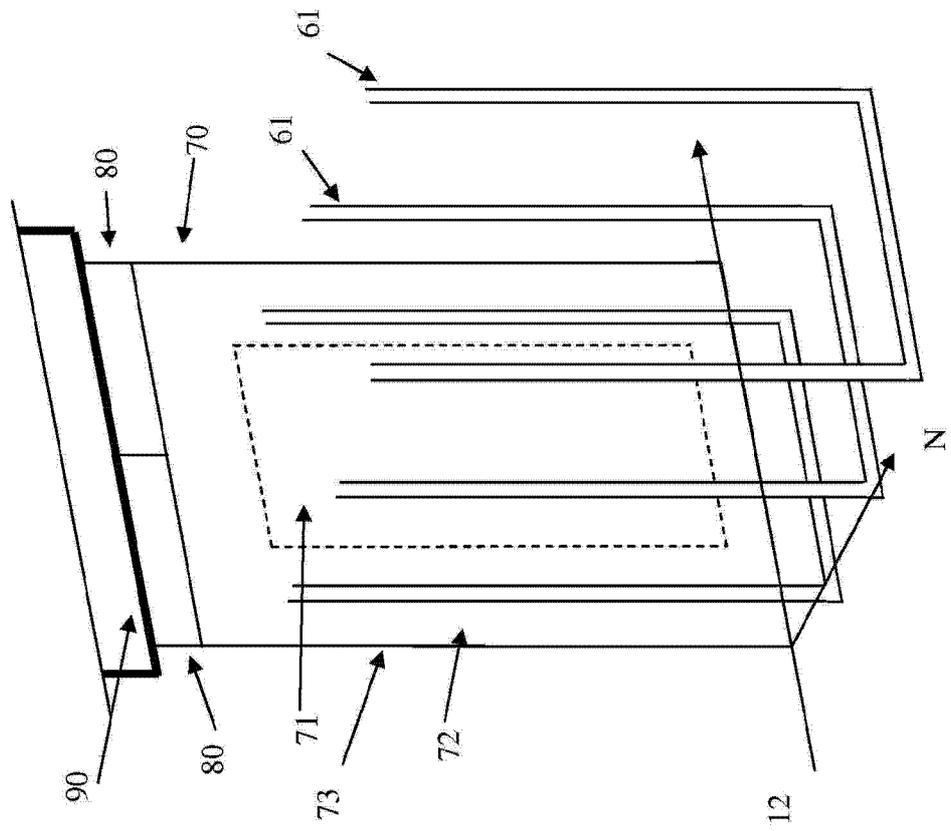


图 3

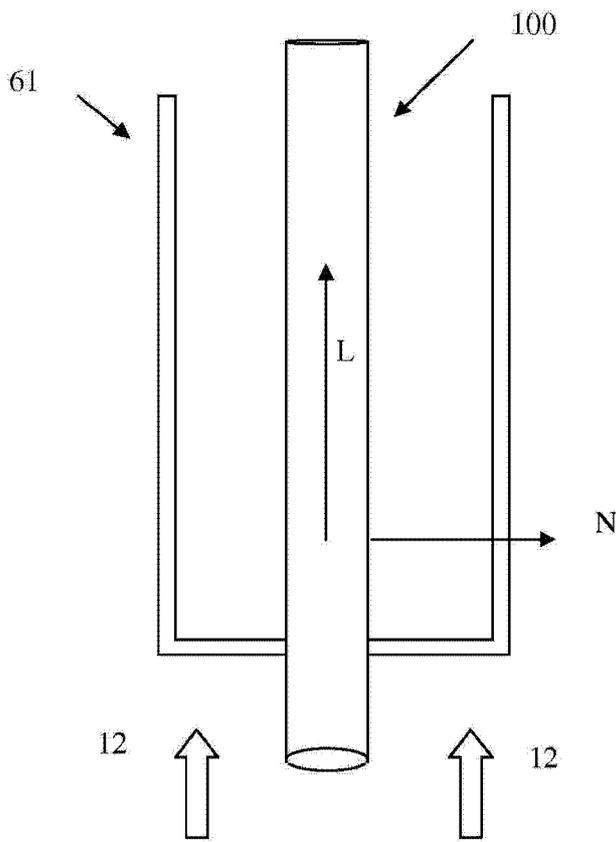


图 4

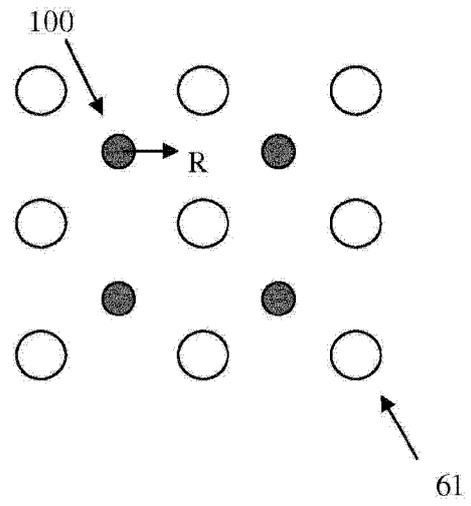


图 5

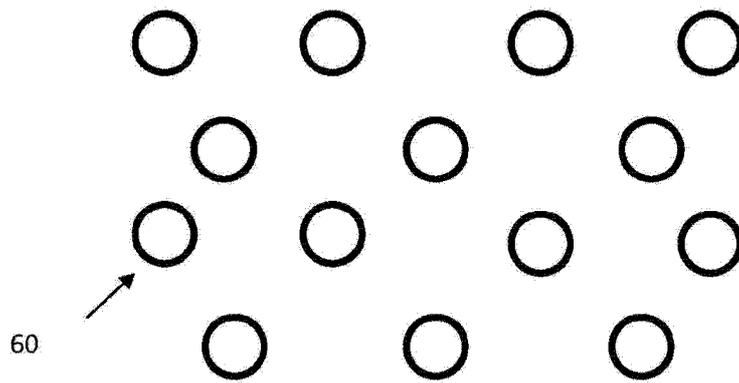


图 6

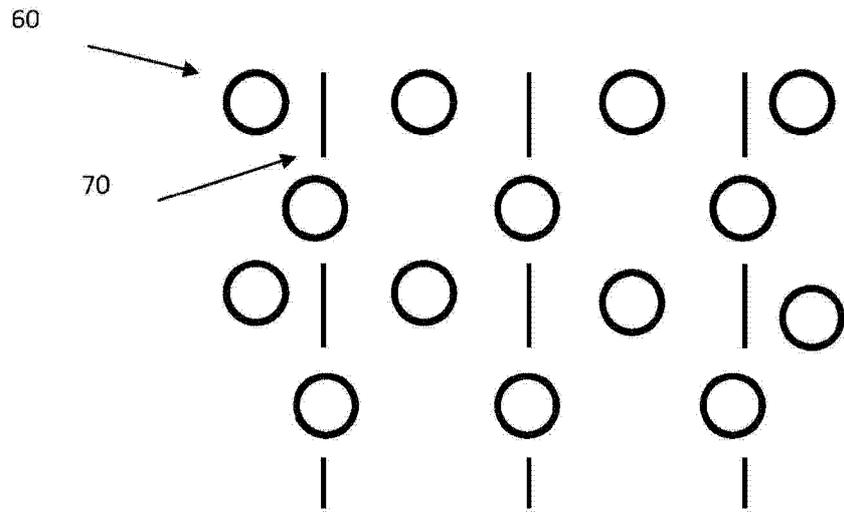


图 7