



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103954159 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201410185335. 5

(22) 申请日 2014. 05. 05

(73) 专利权人 山东省能源与环境研究院
地址 250013 山东省济南市齐鲁软件园 101 室

(72) 发明人 程林 杜文静

(51) Int. Cl.
F28D 20/00(2006. 01)

(56) 对比文件
CN 2769822 Y, 2006. 04. 05, 说明书具体实施方式, 图 1.

CN 201057506 Y, 2008. 05. 07, 说明书具体实施方式 2, 图 2.

CN 202013127 U, 2011. 10. 19, 说明书具体实施方式, 图 1 - 3.

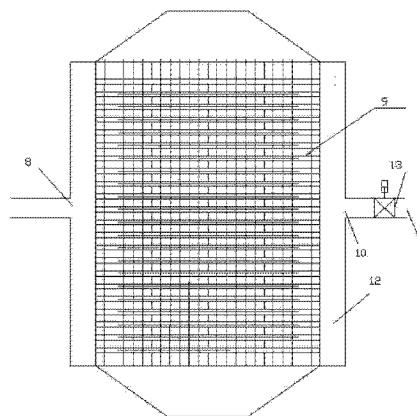
CN 102589328 A, 2012. 07. 18, 全文.

审查员 刘丽艳

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称
一种无管束余热利用的固体蓄热式换热器

(57) 摘要
本发明提供了一种无管束水泥生产过程余热利用的蓄热式换热器, 所述换热器包括蓄热材料、高温烟气进口、高温烟气出口、低温工质入口、低温工质出口和壳体, 所述蓄热材料设置在壳体内, 所述蓄热材料为固体蓄热材料, 所述蓄热材料中设置多个贯通蓄热材料的第一孔和多个第二孔, 第一孔和第二孔交叉设置切互相不连通。本发明充分利用水泥生产中的余热, 使其达到换热效率最大化, 以节约能源, 达到环保节能的目的。



1. 一种无管束水泥生产过程余热利用的蓄热式换热器,所述换热器包括蓄热材料、高温烟气进口、高温烟气出口、低温工质入口、低温工质出口和壳体,所述蓄热材料设置在壳体内,所述蓄热材料为固体蓄热材料,所述蓄热材料中设置多个贯通蓄热材料的第一孔和多个第二孔,第一孔和第二孔交叉设置且互相不连通,所述第一孔用于流通水泥生产过程所产生的烟气,第二孔用于流通低温介质;所述烟气从高温烟气入口进入,经过第一孔,然后从高温烟气出口排出,低温介质从低温介质入口进入,经过第二孔,然后从低温介质出口排出;

所述第一孔和第二孔为多排结构,两排第一孔之间设置一排第二孔,两排第二孔之间设置一排第一孔,第一孔和第二孔之间构成 90° 设置,其中第一孔的直径为 D_1 ,第二孔的直径为 D_2 ,第一孔的中心线和第二孔的中心线之间的距离为 L ,则 D_1 、 D_2 和 L 满足如下公式:

$L=a*(D_1^2+D_2^2)^b$,其中 a, b 为参数,其中 $0.98 \leq a \leq 1.09$, $0.54 \leq b \leq 0.57$;

$30\text{mm} \leq D_1 \leq 70\text{mm}$, $30\text{mm} \leq D_2 \leq 70\text{mm}$,

L 的单位为 mm , D_1, D_2 的数值为单位为 mm 时的数值。

2. 根据权利要求 1 所述的换热器,其特征在于 $a=1.02$, $b=0.56$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的换热器,其特征在于:所述换热器为立式结构,第一孔为竖直方向,第二孔为水平方向,在竖直方向上设置多个隔板,将第一孔分为多个独立的通道。

一种无管束余热利用的固体蓄热式换热器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高效水泥生产过程余热利用的蓄热式换热器,属于 F28d 的换热器领域。

背景技术

[0002] 随着我国经济快速发展,能源消耗日益增加,城市大气质量日益恶化的问题也越发突出,节约能源和减少环境有害物排放的问题迫在眉睫。在常见的热动力领域中,能耗高、污染严重的主要原因之一是烟气的排烟温度过高,即浪费了大量能源,又造成了环境污染。水泥行业是一个高耗能、高污染的行业。水泥行业余热发电系统可对尾气余热进行回收再利用,实现节能减排的目的。但是相关余热具有间歇性,品质差等特点,使得发电系统的效率低,这些问题亟待解决。

[0003] 应用蓄热材料可以使各个行业生产过程中不连续蒸汽变为连续蒸汽,有利于提高余热发电系统的效率。例如,在国内现有铜冶炼工艺中,熔炼转炉产生大量富裕蒸汽,但因负荷波动大,大部直接对空排放,造成大量能源浪费,通过增设蓄热器,可使其变为汽轮机稳定补汽源,充分利用了铜冶炼工艺余热,实现了能源的梯级利用。现有余热利用行业中的蓄热器,主要包括各种类型的管壳式换热器,例如,喷淋式、光管、针翅管、肋片管、热管等,也可以利用板式换热器实现蓄热和放热过程。但是存在的问题是,蓄热和放热系统结构复杂,蓄热和放热用换热器体积大,成本高等,因此针对蓄热过程用换热设备的改进是有必要的。

发明内容

[0004] 本发明针对现有水泥行业余热利用的蓄热设备中存在的问题,提出了一种新型的蓄热式换热器。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:一种水泥生产过程余热利用的蓄热式换热器,所述换热器包括蓄热材料、第二孔、高温烟气进口、高温烟气出口、低温工质入口、低温工质出口和壳体,所述蓄热材料设置在壳体内,所述蓄热材料为固体蓄热材料,所述蓄热材料中设置多个贯通蓄热材料的第一孔和多个第二孔,第一孔和第二孔交叉设置切互相不连通,所述第一孔用于流通水泥生产过程所产生的烟气,第二孔用于流通低温介质;所述烟气从高温烟气入口进入,经过第一孔,然后从高温烟气出口排出,低温介质从低温介质入口进入,经过第二孔,然后从低温介质出口排出。

[0006] 所述第一孔和第二孔为多排结构,两排第一孔之间设置一排第二孔,两排第二孔之间设置一排第一孔,第一孔和第二孔之间构成 90° 设置,其中第一孔的直径为 D_1 ,第二孔的直径为 D_2 ,第一孔的中心线和第二孔的中心线之间的距离为 L ,则 D_1 、 D_2 和 L 满足如下公式:

[0007] $L=a*(D_1^2+D_2^2)^b$,其中 a, b 为参数,其中 $0.98 \leq a \leq 1.09$, $0.54 \leq b \leq 0.57$;

[0008] $30\text{mm} \leq D_1 \leq 70\text{mm}$, $30\text{mm} \leq D_2 \leq 70\text{mm}$,

[0009] L 的单位为 mm, D1, D2 的数值为单位为 mm 时的数值。

[0010] 所述换热器为立式结构, 第一孔为竖直方向, 第二孔为水平方向, 在竖直方向上设置多个隔板, 将第一孔分为多个独立的通道。

[0011] 沿着烟气流动的方向, 所述的蓄热材料的蓄热能力逐渐降低。

[0012] 沿着烟气流动的方向, 所述的第一孔的中心线和第二孔的中心线之间的距离为 L 逐渐减小。

[0013] 在低温工质的入口上设置调节阀, 用于调节进入第二孔的介质的流量, 在高温烟气出口位置上设置温度传感器, 用于测量换热器出口的烟气的温度; 调节阀、温度传感器与中央控制器进行数据连接, 中央控制根据温度传感器测量的温度的大小, 自动调节进入第二孔的介质的流量。

[0014] 如果测量的温度低于第一温度, 则中央控制器自动减少调节阀的开度, 如果测量的温度高于第二温度, 则中央控制器自动增加调节阀的开度, 其中第二温度大于第一温度。

[0015] 所述蓄热介质是陶瓷材料, 所述陶瓷材料的质量成分如下: SiO_2 41%, 3.22% Li_2O 、5.85% TiO_2 , 4.3% MgO , 7.1% La_2O_3 , 0.5% BaO , 其余的是 Al_2O_3 。

[0016] 第二孔在垂直于烟气的流动方向上为并联结构, 沿着烟气流动的方向上, 第二孔的管径不断的减少。

[0017] 与现有相比较, 本发明蓄热式换热器具有如下的优点:

[0018] 1) 因为是固体蓄热材料, 所以烟气与低温介质直接可以通过蓄热材料中进行换热, 不需要在换热器中再设置管道, 避免了管子的腐蚀, 省了管子。

[0019] 2) 提供了一种新的蓄热换热器, 当高温烟气间歇性停止时, 盐基材料与蛇形换热管束内的低温工质进行放热反应。本发明的蓄热式换热器能够实现水泥生产过程余热的存储和利用, 提高了能源的利用率和发电系统的稳定性。本发明针对常规的蓄热用管壳式换热器进行改进, 提高了蓄热系统的能力。

[0020] 3) 本发明具备了常规蓄热系统中的热罐和冷罐的功能, 能够同时实现蓄热材料的吸热和放热功能, 优化了蓄热系统的结构, 减少了初期投资和运行成本。

[0021] 4) 本发明用蓄热式换热器结构简单, 易于制造, 成本降低。

[0022] 5) 还能实现在蓄热的同时放热, 极大优化了预热的利用。

[0023] 6) 通过多次试验, 优化了换热器的最佳结构, 实现换热器同时满足蓄热能力以及成本的需要。

[0024] 7) 通过设置隔板, 使得整体蓄热均匀, 同时强化对流。

[0025] 8) 通过自动控制, 避免低温腐蚀, 同时达到最大的余热利用效果。

[0026] 9) 通过蓄热材料的厚度或蓄热能力的变化设置, 在满足蓄热需求的情况下节省了成本。

[0027] 10) 提供了一种新的蓄热材料, 满足水泥生产中的余热利用的需求。

附图说明

[0028] 图 1 是本发明的蓄热式换热器中吸热结构的示意图;

[0029] 图 2 是本发明的蓄热式换热器中放热结构的示意图;

[0030] 图 3 是本发明的蓄热材料的示意图;

[0031] 图 4 是图 3 的蓄热式换热器的左上角局部放大图。

[0032] 附图标记

[0033] 1、高温烟气出口，2、换热器壳体，3、第一孔，4、竖向隔板，5、高温烟气进口，6、竖向隔板，7、竖向隔板，8、工质出口，9、第二孔，10、工质入口，11、进口管，12、进口联箱，13、调节阀。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0035] 如图 1 所示，一种水泥生产过程余热利用的蓄热式换热器，所述换热器包括蓄热材料、第二孔 9、高温烟气进口 5、高温烟气出口 1、低温工质入口 10、低温工质出口 8 和壳体 2，所述蓄热材料设置在壳体内，所述蓄热材料为固体蓄热材料；所述蓄热材料中设置多个贯通蓄热材料的第一孔 3 和多个第二孔 9，第一孔 3 和第二孔 9 交叉设置切互相不连通，所述第一孔 3 用于流通水泥生产过程所产生的烟气，第二孔 9 用于流通低温介质，所述烟气从高温烟气入口 5 进入，经过第一孔 3，然后从高温烟气出口 1 排出，低温介质从低温介质入口 8 进入，经过第二孔 9，然后从低温介质出口 10 排出。

[0036] 烟气经过第一管束的时候，蓄热材料吸收烟气中的热量，然后蓄热介质将吸收的热量传递给第二孔的低温介质，从而完成换热过程。

[0037] 因为蓄热材料为固体蓄热材料，换热过程中不发生相变，因此烟气可以直接穿过蓄热材料中的第一孔，不需要单独在第一孔中设置管束，节省了管束。同样，因为低温工质在第二孔中流动，而烟气在第一孔中流动，烟气和低温工质无法直接混合，节省了第二管，节省了成本。

[0038] 所述蓄热材料是一体化结构的材料。

[0039] 优选的，蓄热材料为陶瓷蓄热材料。之所以采用陶瓷蓄热材料，因为陶瓷具有耐腐蚀性，与传统的设置管束的相比，可以同时防止尾气发生腐蚀管束的作用。

[0040] 烟气和低温介质可以同时进行流动，蓄热材料在吸收烟气热量的同时，将热量传递给低温介质。

[0041] 当然作为另一个选择，烟气和低温介质可以不同时间段分别与蓄热介质进行换热。在吸热过程中，高温烟气在管内放热，蓄热材料存储热量；当需要利用储存的热量时，第二孔 9 内通过低温介质，吸收蓄热介质的热量。例如当高温烟气间歇性停止时，蓄热材料与第二孔 9 内的低温工质进行放热反应，实现水泥生产过程余热的存储和利用，提高了能源的利用率。

[0042] 作为一个优选，第一孔 3 和第二孔为多排结构，两排第一孔 3 之间设置一排第二孔，两排第二孔之间设置一排第一孔 3，第一孔 3 和第二孔之间构成 90° 角度设置，如图 3 所示。其中第一孔 3 和第二孔 9 中心线之间的距离不能过大，如果过大，则会因为烟气没有足够的热量，导致蓄热材料无法蓄满热量，造成蓄热材料的浪费，同时也会造成出口 5 烟气的温度过低，造成低温腐蚀；如果距离过小，则造成蓄热材料无法蓄满足够的热量，造成无法满足换热的需求，造成了能源的浪费，因此，本发明是通过多个不同管径的换热器的试验数据总结出的最佳的换热器的尺寸关系。

[0043] 其中第一孔的直径为 D_1 ，第二孔的直径为 D_2 ，第一孔的中心线和第二孔的中心线

之间的距离为 L, 则 D1、D2 和 L 满足如下公式:

[0044] $L=a*(D1^2+D2^2)^b$, 其中 a, b 为参数, 其中 $0.98 \leq a \leq 1.09$, $0.54 \leq b \leq 0.57$;

[0045] $30\text{mm} \leq D1 \leq 70\text{mm}$, $30\text{mm} \leq D2 \leq 70\text{mm}$,

[0046] L 的数值为单位为 mm 时的数值, 即 L 的单位为 mm, D1, D2 的数值为单位为 mm 时的数值

[0047] 作为一个优选, $a=1.02$, $b=0.56$ 。

[0048] 同一排第一孔中的相邻两个孔的圆心之间的距离为 L2, L2 的距离不能过大, 如果过大会导致热量无法蓄满, 造成蓄热材料的浪费, 如果过小, 会导致蓄热材料的蓄热能力太低, 无法满足蓄热需求, 会造成余热的损失。通过多次试验, 确定的所述 L2 与第一孔直径 D1 之间的关系满足: $1.5 < L2/D1 < 2.7$, 优选的, $1.9 < L2/D1 < 2.1$ 。

[0049] 同理, 第二孔之间的距离和第二孔直径的比例范围优选在 1.5-2.7 之间, 最优选为 1.9-2.1 之间。

[0050] 作为优选, 如图 1-3 所示, 所述换热器为立式结构, 第一管束 3 为竖直方向设置, 第二孔 9 为水平方向设置, 在竖直方向上设置多个隔板 4、6、7, 将蓄热材料分为多组, 通过多个隔板将孔分为多个独立的通道。通过隔板, 有利于进一步提高烟气的对流传热性能。

[0051] 作为一个优选, 沿着壳体竖向的中线向壳体两侧, 隔板之间的距离越来越小。例如所述隔板形成的中间空间的距离要大于位于壳体两侧的距离。如图 2 所示, 其中隔板 4、6 形成的空间以及 6 与 7 形成的空间要大于隔板 4 与左侧壳体形成的空间, 同时要大于隔板 7 与右侧壳体形成的空间。主要原因是因为壳体两侧的烟气的速度要小于中间的速度, 通过隔板的设置可以是整个壳体内的空气流动速度基本保持一致, 从而使得蓄热材料整体上均匀吸热。

[0052] 作为一个优选, 沿着烟气流动的方向, 所述的蓄热材料的蓄热能力逐渐降低。主要原因是沿着烟气的流动方向, 烟气的温度越来越低, 烟气的放热能力逐渐降低, 因此不需要高蓄热能的材料, 这样可以节省蓄热材料的成本。

[0053] 如图 3 所示, 第二孔是在水平方向上的多根互相平行的并联, 作为一个优选, 沿着烟气流动的方向上, 第二孔的直径不断的减少。主要原因是因为沿着烟气流动的方向, 烟气的温度不断的下降, 蓄热材料所存储热量也越来越少, 因此通过减少管径, 来减少流经蓄热材料的低温介质的流量, 从而使得沿着延期的流动方向上, 低温介质的整体的温度升高差别不大, 使得加热后的低温介质在混合前的温度基本保持一致, 避免了加热的温度的不均匀, 同时也可以避免低温介质管束受热不均匀而导致局部温度过高, 影响其使用寿命。

[0054] 作为一个优选, 沿着烟气流动的方向, 所述的第一孔 3 的中心线和第二孔 9 的中心线之间的距离为 L 逐渐减小。主要原因是沿着烟气的流动方向, 烟气的温度越来越低, 烟气的放热能力逐渐降低, 因此所需要的蓄热材料也就越来越少, 这样可以节省蓄热材料的成本。

[0055] 针对上述情况, 但是此时的 L 数值也满足上述的公式。可以通过调整 a、b 两个参数的大小来调整 L 不断变化的数值。

[0056] 作为优选, 沿着烟气流动方向, 所述的蓄热材料被分给成多段, 每一段是互相独立的, 通过每一段的保温材料蓄热能力的不同来实现蓄热能力的逐渐降低。例如可以通过蓄热材料的不同(包括成分不同)或者蓄热厚度的不同, 或者两者皆有。

[0057] 作为一个优选,在第二孔9的入口上设置调节阀13,用于调节进入第二孔9的介质的流量,同时,在高温烟气出口1位置上设置温度传感器(没有示出),用于测量换热器出口的烟气的温度;调节阀13、温度传感器与中央控制器(没有示出)进行数据连接,中央控制根据温度传感器测量的温度的大小,自动调节进入第二孔9的介质的流量。

[0058] 如果测量的温度低于第一温度,则中央控制器自动减少调节阀的开度,如果测量的温度高于第二温度,则中央控制器自动增加调节阀的开度,其中第二温度大于第一温度。

[0059] 之所以采取上述措施,主要目的是为了防防止低温腐蚀。因为如果烟气出口温度过低,会造成烟气温度低于露点温度,会造成对排烟管道以及换热器的低温腐蚀,通过减少参与换热的低温介质的流量,来降低换热量,提高出口温度,对温度的控制可以避免低温腐蚀的发生;同理,如果测量的温度高于一定温度,则表明排烟温度过高,会造成浪费,因此,需要增加流体的流量,来吸收更多的热量。

[0060] 所述蓄热介质是陶瓷材料,所述陶瓷材料的质量成分如下:SiO₂40-43%, 3.1-3.3%Li₂O、5.5-5.8%TiO₂, 4.3%MgO, 7.0-7.3%La₂O₃, 0.45-0.55%BaO, 其余的是Al₂O₃。

[0061] 优选的, SiO₂41%, 3.22%Li₂O、5.85%TiO₂, 4.3%MgO, 7.1%La₂O₃, 0.5%BaO, 其余的是Al₂O₃。

[0062] 上述的蓄热材料是通过多次试验得到的结果,在水泥回转窑尾气温度下具有非常高的蓄热能力,完全满足了水泥生产过程中的对余热的吸收利用。

[0063] 对于蓄热材料蓄热能力变化的情况,可以调整各种成分的含量来实现。

[0064] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,但本发明并非限定于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

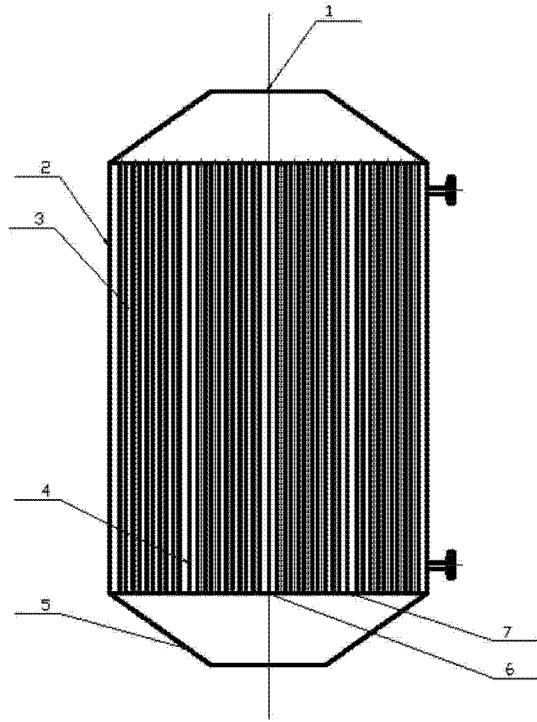


图 1

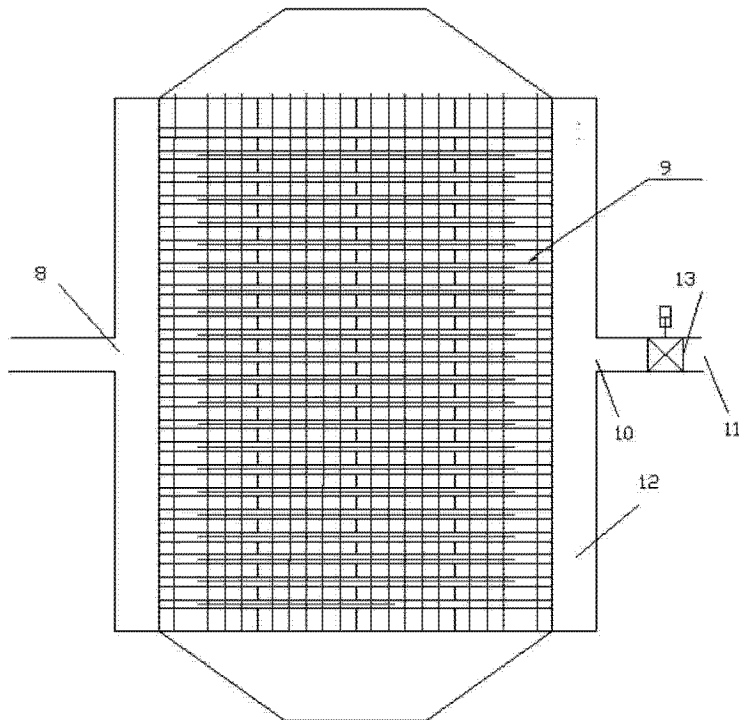


图 2

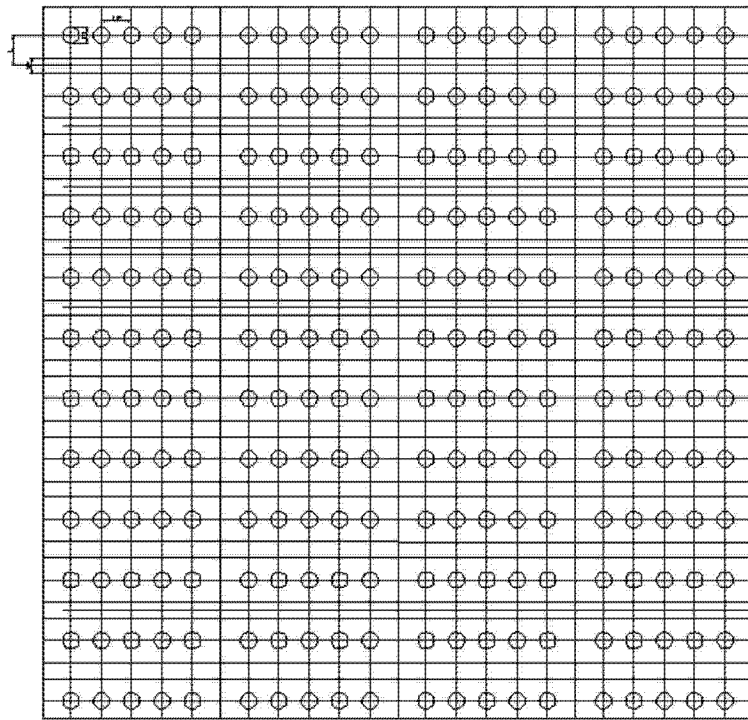


图 3

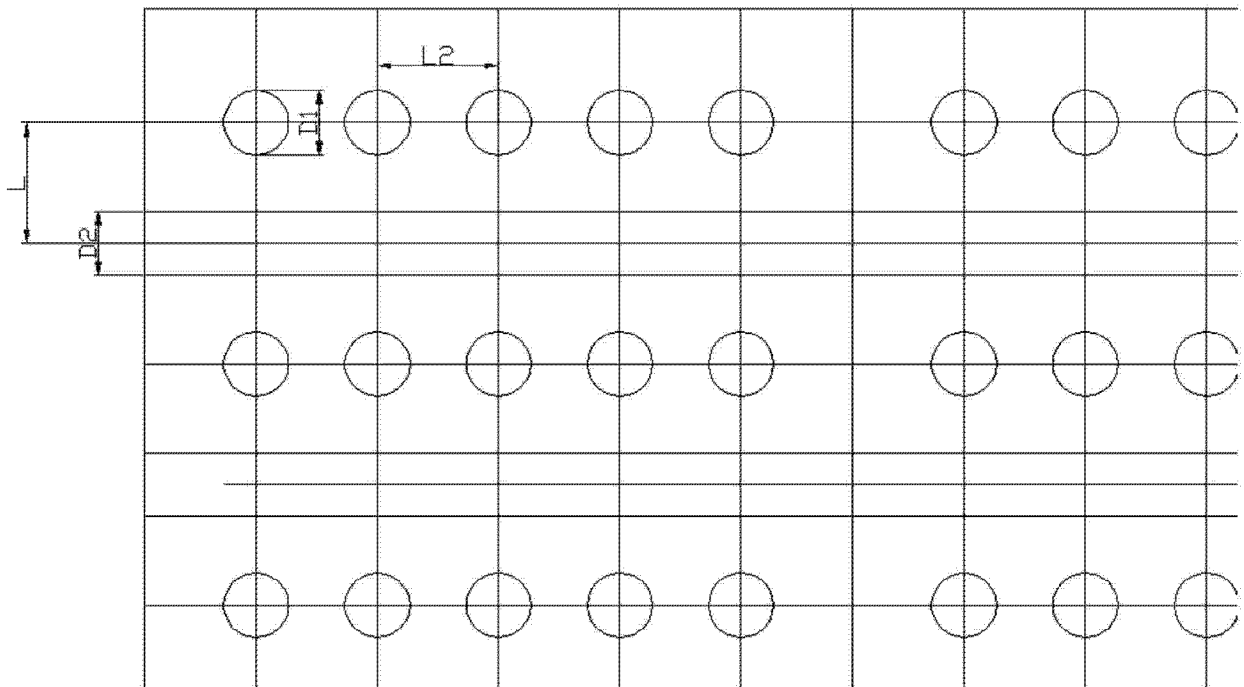


图 4