



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110553518 A

(43)申请公布日 2019.12.10

(21)申请号 201910797145.1

(22)申请日 2019.08.27

(71)申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路135号

(72)发明人 陈清林 汤涯 吴志勇 张冰剑
何畅 彭敏仪

(74)专利代理机构 广州市深研专利事务所
44229

代理人 姜若天

(51)Int.Cl.

F28C 1/16(2006.01)

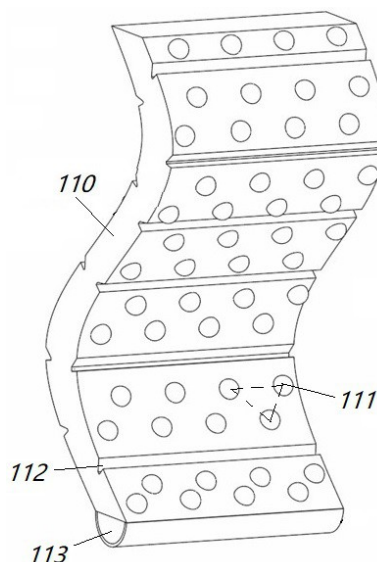
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于冷却塔的仿生凝水装置

(57)摘要

本发明公开了一种用于冷却塔的仿生凝水装置,每组波纹板的外表面设置有超疏水涂层作为疏水基底,其上间隔排列有多个半球状凸起,所有半球状凸起的表面均设置有超亲水涂层;且在每两排半球状凸起之间的疏水基底表面均设置有排水凹槽,以及在每组波纹板的底部还设置有集水凹槽,排水凹槽和集水凹槽的内表面也均设置有超疏水涂层;由于采用了仿生纳米布沙漠甲虫背部凸凹交替结构的波纹板,结合亲疏水涂层的应用,明显增加了湿热空气中水蒸气的回收率,有效降低了出口气体的湿度,大大减少了蒸发损失,达到了凝水消雾的目的;投资成本低,结构简单,无额外功耗,既能回收蒸发水又能回收飘滴,凝水消雾效果更好,明显减少了白烟排放,节能环保。



1. 一种用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于,安装在冷却塔内部,并位于顶部出口风机与喷淋装置之间;该仿生凝水装置包括固定支架和多组波纹板,每组波纹板由两块波纹板组成,多组波纹板平行等间隔排列在由固定支架组成的框架内部;每组波纹板的两个外表面均设置有超疏水涂层作为疏水基底,在所述疏水基底上间隔排列有多个半球状凸起,所有半球状凸起的表面均设置有超亲水涂层;且在每两排半球状凸起之间的疏水基底表面均设置有一排水凹槽,以及在每组波纹板的底部还设置有一集水凹槽,所述排水凹槽和集水凹槽的内表面也均设置有超疏水涂层。

2. 根据权利要求1所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:相邻三个半球状凸起在疏水基底上呈三角形均布。

3. 根据权利要求2所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:相邻三个半球状凸起在疏水基底上呈正三角形均布。

4. 根据权利要求1所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:所述半球状凸起的直径为0.5~1.0mm,相邻两半球状凸起之间的间距为0.5~1.5mm。

5. 根据权利要求1所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:每组波纹板中的两块波纹板之间的间距为5~12mm,相邻两组波纹板之间的间距为20~40mm。

6. 根据权利要求1所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:每组波纹板呈折线板状、S型曲面板状或梯形板状。

7. 根据权利要求1所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:每组波纹板采用铜、铝、聚氯乙烯或聚丙烯材料制作成板状。

8. 根据权利要求1所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:所述超亲水涂层为由聚丙烯酸、短直氟链表面活性剂与极性亲水基团组成的微纳复合涂层,或者为透明的超亲水二氧化钛纳米涂层。

9. 根据权利要求1所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其特征在于:所述超疏水涂层为由聚四氟乙烯和聚苯硫醚组成的复合聚合物材料涂层,或者为二氧化硅纳米材料涂层。

10. 一种冷却塔,包括塔身、顶部出口风机喷淋装置和收水器,所述顶部出口风机安装在塔身的顶部,所述喷淋装置和收水器均安装在塔身的内部,且所述收水器位于顶部出口风机与喷淋装置之间,其特征在于:所述收水器设置为权利要求1至9中任一项所述的用于冷却塔的仿生凝水装置。

一种用于冷却塔的仿生凝水装置

技术领域

[0001] 本发明涉及工业用、民用冷却设备领域,尤其涉及的是一种用于冷却塔的仿生凝水装置。

背景技术

[0002] 冷却塔是循环水冷却系统中的重要装置,一般分为开式冷却塔和闭式冷却塔;相比于开式冷却塔,闭式冷却塔的高温工作介质在盘管内流动,以避免工作介质被喷淋冷却水和空气污染,从而能够保证工作介质的清洁,加之由于闭式冷却塔的间壁式换热,冷却能力会小于开式冷却塔,所带来的工作介质蒸发损失也会小于开式冷却塔,故开式冷却塔水回收潜能要大于闭式冷却塔。

[0003] 循环水冷却系统中的冷却水量损失主要来自冷却塔自身,主要包括蒸发损失、风吹损失和排污损失;其中,蒸发损失是循环冷却水与空气直接接触进行热交换时,水分蒸发进入空气中的水量,这部分的水损失约为循环水总量的1.2%~1.6%;而风吹损失是由于风筒的抽力作用被空气吹出塔外的小水滴,飘失的水量约占循环水量的0.2%~0.5%;对火电厂来说,蒸发损失和风吹损失占火电厂耗水总量的35%~70%,水损严重;另外,由于蒸发水分进入空气中,使空气温度和湿度升高,在冬季时,湿热空气排出塔外与外界冷空气混合,会形成含许多微小液滴群的雾团,造成道路结冰,空气能见度降低,带来环境与安全问题,因此,回收冷却塔的蒸发和风吹水量不仅能够节约用水,还能消除环境与安全隐患。

[0004] 例如,现有专利文献CN107449315A公开了一种双曲线冷却塔收水器,其包含若干收水模块组,每个收水模块组均包含若干片水平间隔排布的收水叶片,该收水叶片为铝合金材质一次性压模成型的连续多波形片体,并在相邻收水模块组的钢丝绳上加上电压,使得收水叶片之间产生静电,形成静电磁场以达到水蒸气快速凝结的效果;但是,此收水器需要增加额外电源,由于湿空气经冷却塔后出口湿度、温度均较高,其安全性难以保证。

[0005] 又如,现有专利文献CN103743289A公开了一种冷却塔消雾收水装置,该消雾收水装置由冷气供给系统、冷凝系统、混合风箱、进气调节装置组成,其冷气供给系统由制冷机、制冷交换机、轴流风机、变径风筒、集风箱组成,经冷却塔换热后增温增湿的气流在冷凝系统降温降湿,达到消雾收水的目的;但是,该装置投资大、能耗高,且需多个系统协调工作,距离节能环保的目标仍有一定距离。

[0006] 再如,现有专利文献CN204987933U公开了一种冷却塔内深度凝水回收除雾装置,包括冷凝模块、百叶窗和隔风板;塔内湿热空气与塔外干冷空气同时穿过冷凝模块进行热交换,将水蒸气冷凝成水滴再回收利用,并且塔内湿热空气与塔外干冷空气在冷凝上部混合以降低含湿量,从而达到节水消雾的效果;但是,因其需要额外增加风机,且冷凝模块风阻大,当压头不高时极易导致进风量不够,在冷却塔设计富裕余量不大的情况下,影响了冷却塔的冷却效率。

[0007] 因此,现有技术尚有待改进和发展。

发明内容

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供一种用于冷却塔的仿生凝水装置,结构简单,无需额外功耗,且凝水消雾效果更好。

[0009] 同时,本发明还提供一种冷却塔,可明显减少白烟排放,节能环保。

[0010] 本发明的技术方案如下:一种用于冷却塔的仿生凝水装置,其安装在冷却塔内部,并位于顶部出口风机与喷淋装置之间;该仿生凝水装置包括固定支架和多组波纹板,每组波纹板由两块波纹板组成,多组波纹板平行等间隔排列在由固定支架组成的框架内部;每组波纹板的两个外表面均设置有超疏水涂层作为疏水基底,在所述疏水基底上间隔排列有多个半球状凸起,所有半球状凸起的表面均设置有超亲水涂层;且在每两排半球状凸起之间的疏水基底表面均设置有一排水凹槽,以及在每组波纹板的底部还设置有一集水凹槽,所述排水凹槽和集水凹槽的内表面也均设置有超疏水涂层。

[0011] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:相邻三个半球状凸起在疏水基底上呈三角形均布。

[0012] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:相邻三个半球状凸起在疏水基底上呈正三角形均布。

[0013] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:所述半球状凸起的直径为0.5~1.0mm,相邻两半球状凸起之间的间距为0.5~1.5mm。

[0014] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:每组波纹板中的两块波纹板之间的间距为5~12mm,相邻两组波纹板之间的间距为20~40mm。

[0015] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:每组波纹板呈折线板状、S型曲面板状或梯形板状。

[0016] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:每组波纹板采用铜、铝、聚氯乙烯或聚丙烯材料制作成板状。

[0017] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:所述超亲水涂层为由聚丙烯酸、短直氟链表面活性剂与极性亲水基团组成的微纳复合涂层,或者为透明的超亲水二氧化钛纳米涂层。

[0018] 所述的用于冷却塔的仿生凝水装置,其中:所述超疏水涂层为由聚四氟乙烯和聚苯硫醚组成的复合聚合物材料涂层,或者为二氧化硅纳米材料涂层。

[0019] 一种冷却塔,包括塔身、顶部出口风机喷淋装置和收水器,所述顶部出口风机安装在塔身的顶部,所述喷淋装置和收水器均安装在塔身的内部,且所述收水器位于顶部出口风机与喷淋装置之间,其中:所述收水器设置为上述中任一项所述的用于冷却塔的仿生凝水装置。

[0020] 本发明所提供的一种冷却塔及其仿生凝水装置,由于采用了仿生纳米布沙漠甲虫背部凸凹交替结构的波纹板,结合亲疏水涂层的应用,明显增加了湿热空气中水蒸气的回收率,有效降低了出口气体的湿度,大大减少了蒸发损失,从而达到了凝水消雾的目的;投资成本低,结构简单,无额外功耗,既能回收蒸发水又能回收飘滴,凝水消雾效果更好,明显减少了白烟排放,节能环保。

附图说明

[0021] 图1是本发明仿生凝水装置所仿生的纳米布沙漠甲虫示意图；

图2是本发明仿生凝水装置所用单组波纹板的结构示意图；

图3是本发明仿生凝水装置的整体结构示意图；

图4是本发明冷却塔实施例的内部结构示意图。

具体实施方式

[0022] 以下将结合附图,对本发明的具体实施方式和实施例加以详细说明,所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并非用于限定本发明的具体实施方式。

[0023] 如图1所示,图1是本发明仿生凝水装置所仿生的纳米布沙漠甲虫示意图,在非洲西南部有一种纳米布沙漠甲虫,其背部特殊的凹凸结构能加速湿热空气中的水汽凝结速度,且不会被风再次吹走,加之由于甲虫背部的特殊性能,使得其吸水量可提高一个量级,本发明由此将其用于冷却塔的设计之中,并对传统的收水器进行仿生改造和优化设计,尤其适合发电厂、化工厂冷却塔的水汽回收利用。

[0024] 如图2所示,图2是本发明仿生凝水装置所用单组波纹板的结构示意图,以S型曲面板状的单组波纹板110为例,该组波纹板110由两块波纹板组成,在该组波纹板110正面和背面的外表面均涂敷有一层超疏水涂层作为疏水基底,在疏水基底上间隔设置有多个半球状凸起111,所有半球状凸起111的表面均涂敷有一层超亲水涂层;且在每两排半球状凸起111之间的疏水基底表面均设置有一排水凹槽112,例如其底部可设置有通孔或通槽,与两块波纹板之间的间隙空间相连通,每组波纹板110中的两块波纹板上的半球状凸起111结构的凸出方向相反,且每组波纹板110中的两块波纹板上的亲疏水表面和设置排水凹槽112结构的朝向相反;以及在每组波纹板110的底部还设置有一集水凹槽113,与该组波纹板110内部的间隙空间相连通,所述排水凹槽112和集水凹槽113的内表面也均设置有超疏水涂层;每组波纹板110中,对于朝向其内部间隙空间的两块波纹板的表面,也可涂敷一层超疏水涂层,以利于排水。

[0025] 当湿热气流经过半球状凸起111时,其表面的超亲水涂层能加速湿热气流中的水汽凝结,增强对微小液滴的捕捉率,在半球状凸起111表面凝聚并积水成珠,然后沿着半球状凸起111的表面流下,不仅能加大水蒸气的凝结速度,由于其特殊的几何结构,能够加剧上升气流的扰动,提高湍流程度,并进一步回收水汽中的液滴;而且由于液滴表面积的增长速率远小于体积增长速率,可大幅降低二次风吹损失的概率,因此在半球形凸起111上形成的小液滴也不会被风再次吹起;在经过半球状凸起111之间的疏水基底时,由于其超疏水涂层的表面摩擦力很小,可对水珠起到导流作用,使得凝聚的水珠能够快速流入排水凹槽112形成液滴,同时,微小液滴撞到疏水表面,会被弹起或者被风吹到亲水区域,从而加速了半球形凸起111处水滴直径的增加,明显提升了湿空气中微小液滴的捕捉效果;所述排水凹槽112呈开放的斜面槽状,排水凹槽112表面的超疏水涂层能加速液滴的排出,并从两块波纹板110之间的间隙空间快速汇入集水凹槽113形成水流;所述集水凹槽113呈封闭的曲面管状,既能将凝结水及时排出,又能防止湿空气从每组波纹板110内部的间隙空间进入以阻碍液滴从排水凹槽112流出,集水凹槽113表面的超疏水涂层能加速水流的排出,并将冷凝水汇集至冷却塔另一侧的收集管,以便后续利用。

[0026] 在本发明仿生凝水装置所用波纹板的优选实施方式中,具体的,所述半球状凸起111的直径为0.5~1.0mm,相邻两半球状凸起111之间的间距为0.5~1.5mm;较好的是,相邻三个半球状凸起111在疏水基底上呈三角形均布,三角形排布的半球状凸起111可进一步提高湿热气流经过时水汽凝结的效率,并进一步加剧湿热气流形成扰流的湍流程度;优选地,相邻三个半球状凸起111在疏水基底上呈正三角形均布,以最大限度提高湿热气流经过时水汽凝结的效率,并最大限度加剧湿热气流形成扰流的湍流程度。

[0027] 较好的是,每组波纹板110的形状除了可以采用S型曲面板状之外,还可以采用折线板状或梯形板状。

[0028] 具体的,每组波纹板110可采用铜、铝、聚氯乙烯或聚丙烯材料制作成板状。

[0029] 具体的,所述超亲水涂层可以采用由聚丙烯酸、短直氟链表面活性剂与极性亲水基团组成的微纳复合涂层,也可以采用透明的超亲水二氧化钛纳米涂层。

[0030] 具体的,所述超疏水涂层可以采用由聚四氟乙烯和聚苯硫醚组成的复合聚合物材料涂层,也可以采用二氧化硅纳米材料涂层。

[0031] 结合图3所示,图3是本发明仿生凝水装置的整体结构示意图,基于上述仿生凝水装置所用的单组波纹板,本发明用于冷却塔的仿生凝水装置100安装在冷却塔内部,并位于顶部出口风机与喷淋装置之间,该仿生凝水装置100包括固定支架120和多组波纹板110,多组波纹板110平行间隔排列并安插在由固定支架120组成的框架内部。

[0032] 较好的是,每组波纹板110中的两块波纹板之间的间距为5~12mm,相邻两组波纹板110之间的间距在20~40mm之间,此间距范围内的凝水效率最大,经实验表明,湿热空气经仿生凝水装置100后,湿度由原来的饱和相对湿度降低至75%~85%,变为不饱和气体,水滴从该装置流入集水凹槽113,并排出冷却塔外供进一步使用,对于饱和湿热飘滴的回收率能达到95%以上,若采用现有技术中的收水器,则仅能回收不到90%的饱和湿热飘滴;而对于损失远大于飘滴的蒸发水,经实验还表明,本发明仿生凝水装置100的回收率可达到15~25%,因此本发明仿生凝水装置100的节水作用更加明显;安装本发明的仿生凝水装置100不需额外的风机,减少了设备投资和操作成本,且该仿生凝水装置100的投资成本低,维修和安装更方便。

[0033] 结合图4所示,图4是本发明冷却塔实施例的内部结构示意图,基于上述仿生凝水装置100,本发明的冷却塔200包括塔身210、顶部出口风机220、喷淋装置230、收水器240和水泵250;所述塔身210底部的空间用于盛装循环水,并通过所述水泵250将冷却后的循环水供入到下级利用,所述塔身210下部的侧壁上设置有进风口211,所述顶部出口风机220安装在塔身210的顶部,所述喷淋装置230和收水器240均安装在塔身210的内部,且所述喷淋装置230位于塔身210的中上部,所述收水器240位于顶部出口风机220与喷淋装置230之间,以及所述收水器240为上述任一项实施例中的仿生凝水装置100。

[0034] 也就是说,本发明的仿生凝水装置100是一种表面覆有超亲水涂层的半球状凸起111,而在半球状凸起111之间的疏水基底以及排水凹槽112和集水凹槽113均覆有超疏水涂层的波纹板式收水器240,其置于冷却塔的顶部出口风机220和喷淋装置230之间,当进口冷空气在与循环水进行热质交换后,增温增湿的湿热空气经过收水器240表面超亲水的半球状凸起111时,会在其顶端凝聚形成水滴,水滴迅速长大并滑至疏水表面,并通过排水凹槽112和集水凹槽113快速排出,可同时增加热湿空气中水汽凝结和液滴排除速度,从而明显

降低冷却塔出口空气的含湿量,将湿空气排出塔外后变为不饱和湿空气。

[0035] 本发明的仿生凝水装置100,既可以提高湿热空气中夹带的微小液滴与收水器240表面的碰撞概率,进而增加微小液滴的回收效率以降低风吹损失,同时由于其表面亲疏水材料的存在,又可提高空气中水汽的凝结速率,降低空气湿度,减少蒸发损失,能大大减少形成羽雾的概率,达到消雾节水的目的。

[0036] 本发明的冷却塔200无需增加额外的能耗和配套辅机,结构简单,安装维修方便,成本低,且不影响填料上部的湿热空气的出流,能够保证冷却塔的冷却效果,并能减少白烟排放,节水节能,环保又经济,是现有冷却塔节水消雾的理想方案。

[0037] 应当理解的是,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不足以限制本发明的技术方案,对本领域普通技术人员来说,在本发明的精神和原则之内,可以根据上述说明加以增减、替换、变换或改进,而所有这些增减、替换、变换或改进的技术方案,都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

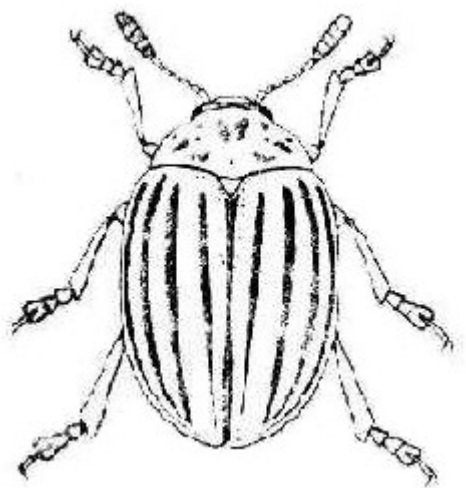


图1

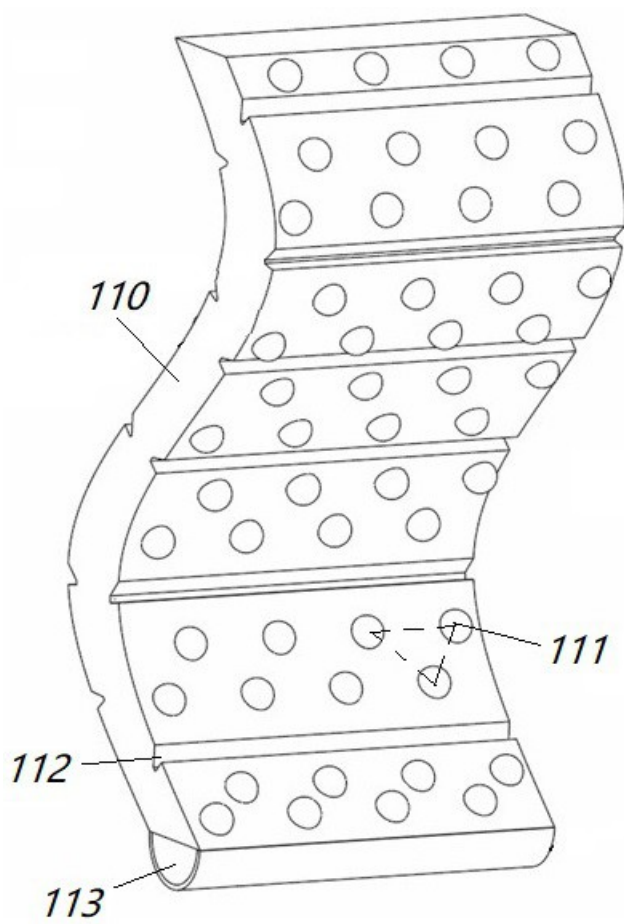


图2

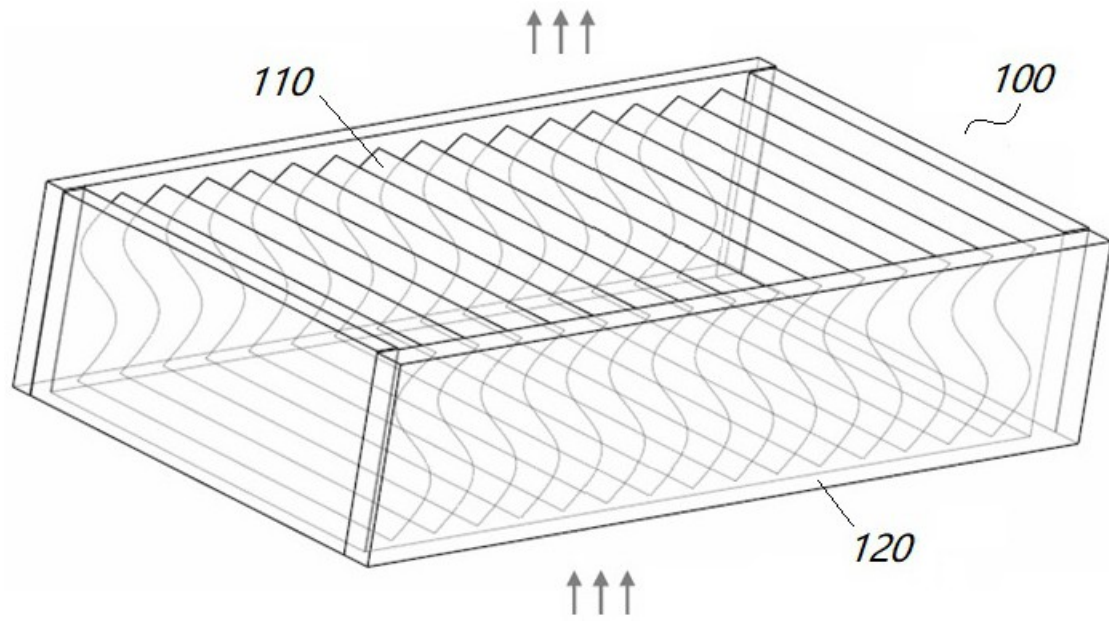


图3

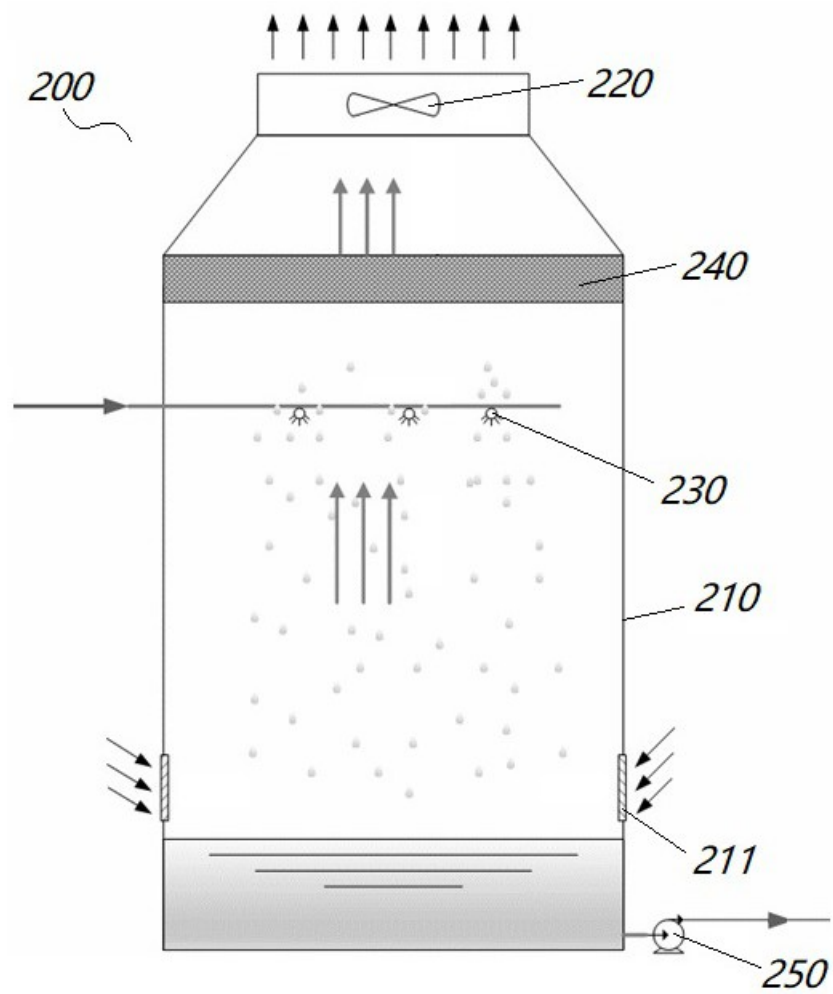


图4