[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F28D 15/02 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810009875.2

[43] 公开日 2008 年 11 月 26 日

[11] 公开号 CN 101311661A

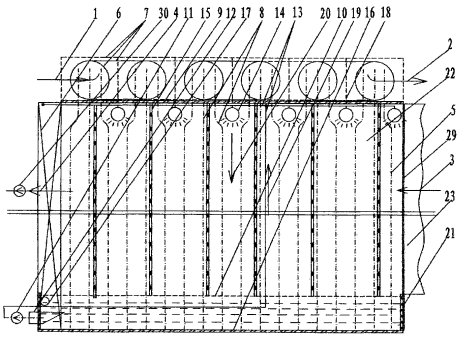
[22] 申请日 2008.2.19
[21] 申请号 200810009875.2
[71] 申请人 管 理
地址 463500 河南省新蔡十里铺乡黎庙村
[72] 发明人 管 理
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种水膜沫吸热热管中介热交换的烟汽余热热凝回收技术

[57] 摘要

一种水膜沫吸热热管中介热交换的烟汽余热热凝回收技术，尤其是设有一至若干个分体烟箱单元有机串并联组合的烟气与工质水流相对流动且由匀布竖斜侧置细纱屏拉膜于循环喷水管的烟道“降雨”过程中，降雨热凝系所汇的潜热蒸汽热凝显热化兼有同步吸热而与烟道中所吸收显热一并经超导热管由下聚水池向上导热入水箱热出力的各种大小锅窑炉、冷却塔、干燥设备等凡显热和潜热损失的超效回收余热的通用节能技术。



1、一种水膜沫吸热热管中介热交换的烟汽余热热凝回收技术，其特征是：大、小方、圆管道或扁方形体的水箱 7 腹下竖向排组穿若干根热管 8 并过烟箱顶壁管板 9 齐入烟箱通腔 22 内，或者箱 7 腹穿热管 8 排组后竖向置入腔 22 内一侧乃至下底一角，各热管 8 的下部主体垂置在烟箱通腔 22 之内并探入腔 22 底部的聚水池 10 中；管 8 的上部或对应三至若干排随形置布于直、曲蛇形的方圆管道或内设若干导流板 18 的扁方形的水箱 7 之内；管板 9 之下的烟箱通腔 22 内上顶的管 8 隙间又匀布喷水管 14，管 8 组列阵中对应喷水管 14 之下则顺、逆、斜向于烟流纵式排列的管组每每对应趁布套设纱网屏 15，屏 15 下的腔 22 底部是水平或水平阶梯的聚水池 10，池 10 或单元延接的池 10 一侧于入烟通口 23 包括对应的另一侧出烟通口下部门槛式均设有聚水板 21，聚水板 21 对应于烟箱通腔 22 底部外向通管设循环泵 11 的循环水口 12，口 12 内设斜面口或面口之上设蓬流板 12 而于池 10 之外支通排污管，管设排污阀；循环水口 12 由循环泵 11 经输水管 13 引水唯一推向上部喷水管 14；聚水池 10 上对应工作水位面上设开有一至若干溢流管口 17，管口 17 通外唯设反向池 10 内逆止的逆止阀 25 置于烟箱通腔 22 的烟腔外延总成 6 末端的余热回收器结构和“降雨”式水膜吸热热管中介热交换的创新工作原理。

2、根据权利要求 1 所述的烟汽余热热凝回收技术，其具体特征是：外设周体保温层 24 的方形的烟道 9 内顶设喷水管 14 而下整布道 9 竖向斜设纱网屏 15；管 14 竖向外穿道 9 和保温层 24 接输水管 13；烟道 9 内的一侧上顶设有小方形水箱 7，箱 7 底部竖穿入若干排热管

8 的上部，而管 8 的下部则竖向探入本侧底部引水导流板 27 隔制的聚水池 10 内而池 10 与另一侧池 10 单向通连，唯于本侧池 10 底处横向外引内斜水口 12 并设管置循环泵 11，泵 11 向外通输水管 13。

3、根据权利要求 1 所述的烟汽余热热凝回收技术，其具体特征是：设有内斜水口 12 或内口上方设有蓬流板 12 的循环水口 12。

4、根据权利要求 1 所述的烟汽余热热凝回收技术，其具体特征是：循环泵 11 经输水管 13 推水过各喷水管 14 向烟箱通腔 22 内顶部匀布喷淋循环水，水由烟气夹带的惯力在各纱网屏 15 上借水的张力拉膜，膜随即被烟气吹破而破膜成飞沫，膜沫既行热凝烟气中蒸汽使之凝成雨滴并释放显热又将显热吸收而在继续拉膜破沫过程中一次次容热升温的落体式滴入聚水池 10 之内，池 10 汇成秩序流动的授热给热管 8 组下部各管 8 内超导液体并使之气化吸热；池 10 之水从烟箱通腔 22 的首端至尾单向流动性逐一由管 8 分段吸热而中介式授热传向水箱 7 内的反向流动设计为一步步升温的工质水中而一步步冷却，冷却之水至尾端又被循环泵 11 推出周而复始的潜热烟汽热凝回收余热和无阻隔气与水水膜传热性超导热管中介热交换的创新工作原理。

5、根据权利要求 1 所述的烟汽余热热凝回收技术，其具体特征是：高低温烟气入出烟道的烟腔外延总成 6 各烟箱单元组合体或左右水平组合或首高末低式联接或首上末下叠装连通串并联的由各烟箱通腔 22 弯头和水箱 7 弯头分别联通烟箱 9 与烟箱 9、水箱 7 与水箱 7 单元延接，包括所有喷淋膜沫降雨式热凝总成和无降雨式布网除湿总成有机组合的共出气侧、端烟道口，乃至首端加装无降雨非除湿高温入气递延各单元总成不同组合而 采用大方、小方、方扁、椭圆、大

圆、小圆管道直流或设有导流板 18 导引直流式方圆水箱 7 工质水出力特征的烟气余热热凝回收器若干常、低、中、高压工质水、汽出力造型的锅炉、窑炉、热风炉、干燥设备、导热油炉、冷却塔、化工废汽、内燃机、天然气能源设备等烟气显热与潜热超效回收的节能技术。

6、根据权利要求 1 所述的烟汽余热热凝回收技术，其具体特征是：在烟箱通腔 22 之内整腔匀布纱网屏 15 而仅于一侧或下部一角设圆、方箱式水箱 7，箱 7 下底板穿若干排热管 8，管 8 亦探入腔 22 底部的聚水池 10 内所设引水导流板 27 外的单向流动授热池 31 的简易烟气余热热凝回收器。

7、根据权利要求 1 所述的烟汽余热热凝回收技术，其具体特征是：烟箱单元 6 或水平串联，若干串联组并联或向上复叠若干层等单元数而有机串并联的大小不等匹配锅窑炉造型的由烟箱单元 6 弯头和水箱 7 弯头分别随机通联的统一烟水对流的烟气余热热凝回收器。

一种水膜沫吸热热管中介热交换的烟汽余热热凝回收技术

本发明涉及一种水膜沫吸热热管中介热交换的烟汽余热热凝回收技术，尤其是设有一至若干个分体烟箱单元串并联由匀布细纱屏拉膜于循环喷水管的烟道的“降雨”过程中，降雨热凝系统所汇的潜热蒸汽被热凝显热化且一并经超导热管自下聚水池向上导热入水箱热出力的各种大小锅炉、窑炉、热风炉、导热油炉、化工设备、冷却塔、干燥设备等余热显热排放和潜热损失的超效回收余热的通用节能设备。

目前，公知的各种锅窑炉的烟气、化工气汽和冷却塔等干湿热风、潜热汽流的余热及净水回收的节能技术，多数是金属受热面内外侧的气水热交换，均受到热交换金属壁传热常规参数的严重局限和成本造价及体积空间经济性的多方影响。另外，根据常规，烟气余热利用过程中的锅窑炉等烟气或气汽流温度下降曲线与余热回收工质水受热升温的曲线是不能相交的（例如烟气温度为 150℃的情况下，若使节能设备工质水升温到 80℃的话，那么无论如何扩大受热面积和提高金属耗用量等设计参数最终烟气排放温度值也无法降低到 70℃）；再就是，凡锅炉等烟气排放温度大都设计在露点以上，否则，便会造成设备腐蚀或若干倍地提高制造成本（如采用不绣钢等防腐设计）；还有，凡夹有水蒸汽潜热烟气的节能措施则一般采用冷凝热回收（即逆卡诺循环的压缩机系统的辅助措施等），即使是采用冷凝热回收的方法，其回收余热的效率也相当有限。因而，给诸如各种锅炉窑炉等能源设备的烟气余热回收、燃油燃气的汽化潜热回收以及各种冷却塔蒸发冷却的汽化潜热和净水回收以及烘干设备等各种工业排气显潜两余热利用造成了长期无法高效展开和充分节能的技术瓶颈和障碍，致使各

种能源设备的烟气余热回收方面仅能实现 2-3%（尤其回收余热因能量密度无法提高，可利用率更低），大量的工业物料除湿或工艺除湿的排汽潜热及其净水无法循环利用性地高效回收。

本发明的目的是，针对锅窑炉等排烟温度 150-350℃的显热热值和类如天然气等燃烧过程中生成蒸汽的潜热热值超效回收，在成功应用无阻隔气与水水膜沫传热超导热管中介热交换的余热超效回收技术的同时，不仅使烟汽温度降低到 50-60℃，实现显热回收使现行能源设备节能 3-25%,又要把蒸汽潜热回收 50-70%，实现在同一个能源设备因潜热热凝回收再度提高节能 1-10%左右，使我国现行锅窑炉、热风炉、热载体导热油炉、干燥设备、冷却塔等综合节能达到 4-35%而又大大提高余热回收工质能量密度的水平并大幅降低单位节能的设备制造成本。从理论上讲，不仅可以实现锅窑炉烟气余热回收过程中的烟气温度下降曲线与余热利用工质水温度上升曲线大幅面相交，而且可以在任何能源设备上实现仅与原始烟气温度相差 10℃左右的余热回收工质水的超高能量密度的出力温度参量值设计。

本发明的目的是这样实现的：以方、圆形截面的烟箱体顶壁的水平管板为结构中心，中心均匀整铺（或集中一侧上部为小方箱底板，或缩小到烟箱通腔下部一角的小方箱的底板）穿几十根或成百上千根竖（斜）向超导体传热的热管，管的下部置布在左右或前后的烟箱单元组合体的两端通体敞口的引所匹配锅窑炉等排烟排汽过道式入出烟气汽流的烟箱通腔之内，管的上部对应置布于左（右）右（左）或前（后）后（前）两端设有出（入）入（出）水工质热出力（补水）口而直流水的大小径蛇形圆管道或单元连通的直通大小方管道或分段导流的扁方形工质水出力通道的水箱之内；管板之上的水箱内均顺次设有若干彼此左右上下前后导流（兼竖向拉撑板）板（大小径蛇形方圆管道则自然是顺道蛇行推流）；烟箱通腔内上顶匀布喷水排

管，管下烟箱内的超导热管管组或布网骨架组体对应在喷水排管之下（但在无降雨的除湿烟道内和高温烟道内均不设喷水管组）则顺逆斜向于烟流方向 15-60 度排列的每排或在隔排热管组之上以横、纵式排列有选择地彼此对应层递或者绕包热管组（乃至于闸式布置）设平行的不锈钢纱网竖筒、屏、幕、板网，网下的箱底是与各烟箱底部共联通的聚水池，池在组体两端单元通体的道口下底设门槛式聚水板聚水而成并在末端道口的门槛内聚水板设有回水循环泵推出的循环水口，正对循环水口上方水内设有蓬流水平板或内斜面循环水口（循环水口支通排污管，管设排污阀），循环水口由循环泵引水唯一推向各单元烟箱内的各喷水管（喷水管腹下密布细孔水眼）；聚水池上对应的工作水位面上设开有一至若干溢水口管，管通外只设反向内逆止的逆止阀（以随时保证预注之水量不减又要使所热凝之水增量后将过量水体溢出并在无溢水时逆止）；烟箱通腔的各单元组合形式根据行业节能和匹配的锅窑炉、冷却塔、干燥设备、潜热汽排放量、化工余热气汽腐蚀度、安装现场条件等确定串并联单元组合的型号大小和串并联组合单元数量与规模的特点等来决定。这样，当一组本发明单元组合设备的烟箱通腔内引入所匹配能源设备中的烟气汽流且运行正常，其持续排烟以及本发明水箱内导引的逆向于烟箱内烟汽气流方向的直流工质水推出并补入正常，则大量 150-350℃烟气显热，作为设计回收到 40-120℃的低密度节段上的显热烟气流和一如天然气燃烧生成并夹带在烟气中的大量蒸汽潜热汽流，必然在经过预给聚水池工作水位并由循环泵推水的喷水排管之腹下，穿行在这烟箱通腔内因连续循环喷水条件以及所喷之水滴均由烟气流的横向惯力结合水滴重力和水体张力而合力在各不锈钢纱网屏、筒、幕、板之网上飞溅附游网际且拉生“水膜”或“ 连片水膜” 等即膜即破，其先行膜状主功吸显热尔后破膜飞沫状又主功凝结水汽 并使潜热释放为显热且又及时被

充分吸纳的“降雨膜沫”密布的过程之中。如此，雨生即降，降落在烟箱底部的聚水池内，池内有秩序流动的热水则又借助超导热管的非常规的等热性能随热管主体所吸收的烟气显热一并向上部水箱内工质水超效率授热，顺之以此各热管组段节节推移而出实现渐次降温至40-50℃的最终排烟温度和工业水源循环回收的排烟水平；与此相应，各单元水箱内的准静态层递升温式吸收各组热管所传之热的直流水由上下单元接力在逆向于烟气之大势之下，把常温工质水中介传热于热管并一步一步升温式吸收烟气余热的同时又把降雨循环水吸收并中介传来的大量显热一并传导入工质水直流水体之内，使之一步步升温到略低于原始烟气温度仅差 10-20℃而本质性地突破了现行对流传热技术极限的余热利用的出力水平。因此，本发明便形成了循环泵经输水管推水过各喷水管向烟箱通腔内匀布喷淋循环水，水由烟气夹带惯力在各纱网屏上借水的重力和张力拉膜，膜随即被烟气吹破而破膜成飞沫，膜沫既行热凝烟气中蒸汽使之凝成雨并释放显热，又将显热吸收而在继续拉膜破沫过程中容热升温落体式滴入聚水池；池之水从烟箱通腔的首端至尾端单向流动性地逐一由热管中介授热传向水箱内的反向流动设计为一步步升温的工质水中而一步步冷却，冷却之水至尾端又被循环泵推出而周而复始的潜热烟汽热凝回收余热和“降雨”式水膜吸热热管中介热交换（称为无阻隔气与水水膜传热性超导热管中介热交换）的创新工作原理。从复合性扩大造型的方面，本发明还设计有高低温烟气入出烟道的烟腔外延总成各烟箱单元组合体或左右水平组合或首高末低式联接或首上末下叠装连通串并联的由各烟箱通腔弯头和水箱弯头分别联通烟箱与烟箱、水箱与水箱单元延接，包括所有喷淋膜沫降雨式热凝总成和无降雨式布网除湿总成有机组合的统一共出气侧、端的烟道口，乃至首端加装若干无降雨非除湿高温入气递延单元总成的不同组 合造型而采用大方、小方、方扁、

椭圆、大圆、小圆管道直流或设有导流板导引直流式方圆水箱工质水出力特征的烟气余热热凝回收器适合常、低、中、高压工质水、汽各出力造型的锅炉、窑炉、热风炉、干燥设备、导热油炉、冷却塔、化工废汽、内燃机、天然气能源设备等烟气显热与潜热超效回收的节能技术。如此以来，例如一台排烟温度为 150℃的 7MW 功率天然气锅炉，配套本发明后不仅可以把烟气最终排放工作温度降至 40℃，而且可使余热利用的工质水温度高达 100℃左右，其余热利用的热水出力功率约在 1.1MW 左右。

由于实施了上述方案，本发明实现了诸如常规天然气为燃料的锅窑炉烟气余热回收，节能于显热回收方面达 7-20%（就常规而言，烟气排放的显热温度每降低 8-15℃可提高一个节能百分点），节能于潜热热凝回收方面达 8-10%（一般情况下，一个质量单位的天然气燃烧生成的潜热蒸汽质量约为二点一至二点二倍，其潜热损失约占天然气发热总值的 14%），其综合节能率为 15-30%。本发明实现了膜沫降雨式热凝回收汽化潜热的同时也实现了无热交换壁条件下的气与水无阻隔传热中介于超导热管向工质水的极致超效换热。

下面结合说明书附图对本发明作进一步说明。

图 1，是本发明第一个实施例烟道首端的单元组合体末端的主视结构（示意）剖面图。

图 2，是本发明第二个实施例的烟道尾部段横截剖面的侧视结构图。

图中 1、是工质水入水侧、端线（简入水线）；2、工质水出水侧、端线（简出水线）；3、余热烟气入烟气侧、端线（简入气线）；4、余热气出烟气侧、端线（简出气线）；5、高温烟气入气侧、端烟道口（简入烟口）；6、低温烟气出气烟道或各上续左（右）或自上而来的由各烟箱通腔弯头和水箱弯头分别联通烟、水单元延接的所有喷淋膜沫

降雨式热凝总成和无降雨式布网除湿总成的共出气侧、端烟道口（乃至本道口对应首端加装非除湿无降雨高温入气单元总成）的结构特征示意道口总成（简出气口或称烟箱单元或称烟腔外延总成）；7、带有末端入水补水口和首端出水出力口的大、小径蛇形连通承压圆（方）管或设有多段拉撑导流板的组合方箱式直流工质水常、低压水、汽出力与补水水箱（简水箱）；8、直、弯竖（或设翅片）等型内注超导体导热的铜、铝、不锈纲、碳素钢等材质热管（简热管）；9、烟道顶整壁或小方形管串热管下行的管板（简管板或称烟道）；10、组合式聚水池内人工热凝雨循环受授热积水水位线（简循环水或称聚水池）；11、人工降雨热凝循环水回路外置的循环水泵（简循环泵）；12、循环水内蓬流板或下斜水管口（简循环水口或称内斜管口或称蓬流板口）；13、循环水输水管道（简输水管）；14、细孔眼匀布的喷淋水管或喷头系统（简喷水管）；15、顺斜向于烟流方向 15-60 度平行或交错排列或横屏式递置、列管包绕不锈纲细纱网巷式网筒网板网屏、幕生膜产沫板（简纱网屏或称网）；16、烟道聚水底板（道底板）；17、反向逆止延管溢流管口（简溢流管口）；18、示意扁方水箱内的秩序化流水的导流板（简导流板）；19、循换水上行指示线（简上水线）；20、降雨指示线；21、挡水板；22、烟箱通腔；23、入（出）烟通口；24、保温层；25、反向逆止阀（简逆止阀）；26、排污阀；27、引水导流板；28、方箱下角置位的短热管探入聚水池底部造型示意；29、锅窑炉等排烟对接口；30、引风机；31、单向流动授热池。

在图 1 中，以方形体内设有的水平管板（9）为中心，竖向穿十八至若干根热管（8），热管（8）的下部主体置布在烟箱通腔（22）之内，管（8）的上部对应三至若干根自下而上穿置于水箱（7）的蛇形管道或分段导流的方形工质水水箱（7）之内；管板（9）之上或设方形水箱，箱内或设有若干彼此左 右上下前后导流；管板（9）之下

的烟箱通腔（22）内上顶匀布喷水管（14），管（14）下烟箱内的热管（8）管组对应喷水排管之下则顺逆斜向于烟流排列的每隔两排以纵式排列的管组面对应套布纱网屏（15），屏（15）下的腔（22）底部是聚水池（10）；池（10）于右侧入烟通口（23）设门槛式聚水板（21），池（10）左侧延于左端设烟腔外延总成（6），总成 6 的烟箱通腔（22）的末端出烟通口（23）设门槛式聚水板（21），聚水板（21）对应于烟箱通腔（22）底部设有回水循环泵（11）的内斜管口（12），正对口（12）内设斜面口而于池（10）之外支通排污管，管设排污阀；口（12）由循环泵（11）引水唯一推向上部喷水管（14），管（14）腹下密布细孔水眼；聚水池（10）上对应工作水位面上设开有一至若干溢流管口（17），管口（17）通外唯设逆止阀（25）。

在图 2 中，外设周体保温层（24）的方形的烟道（9）的烟箱通腔（22）内顶设喷水管（14）而下整布腔（22）竖向斜设八至若干面纱网屏，管（14）竖向外穿道（9）和保温层（24）接输水管（13）；烟箱通腔（22）内的右侧上顶设有小方形水箱（7），箱（7）底部竖穿入七至若干排热管（8）的上部，而管（8）的下部则竖向探入本侧底部引水导流板（27）隔制了秩序化流水的聚水池（10）内而池（10）与左侧池（10）单向通连，唯于右侧池（10）底处横向外引口设管置循环泵（11），泵（11）向外通输水管（13）。

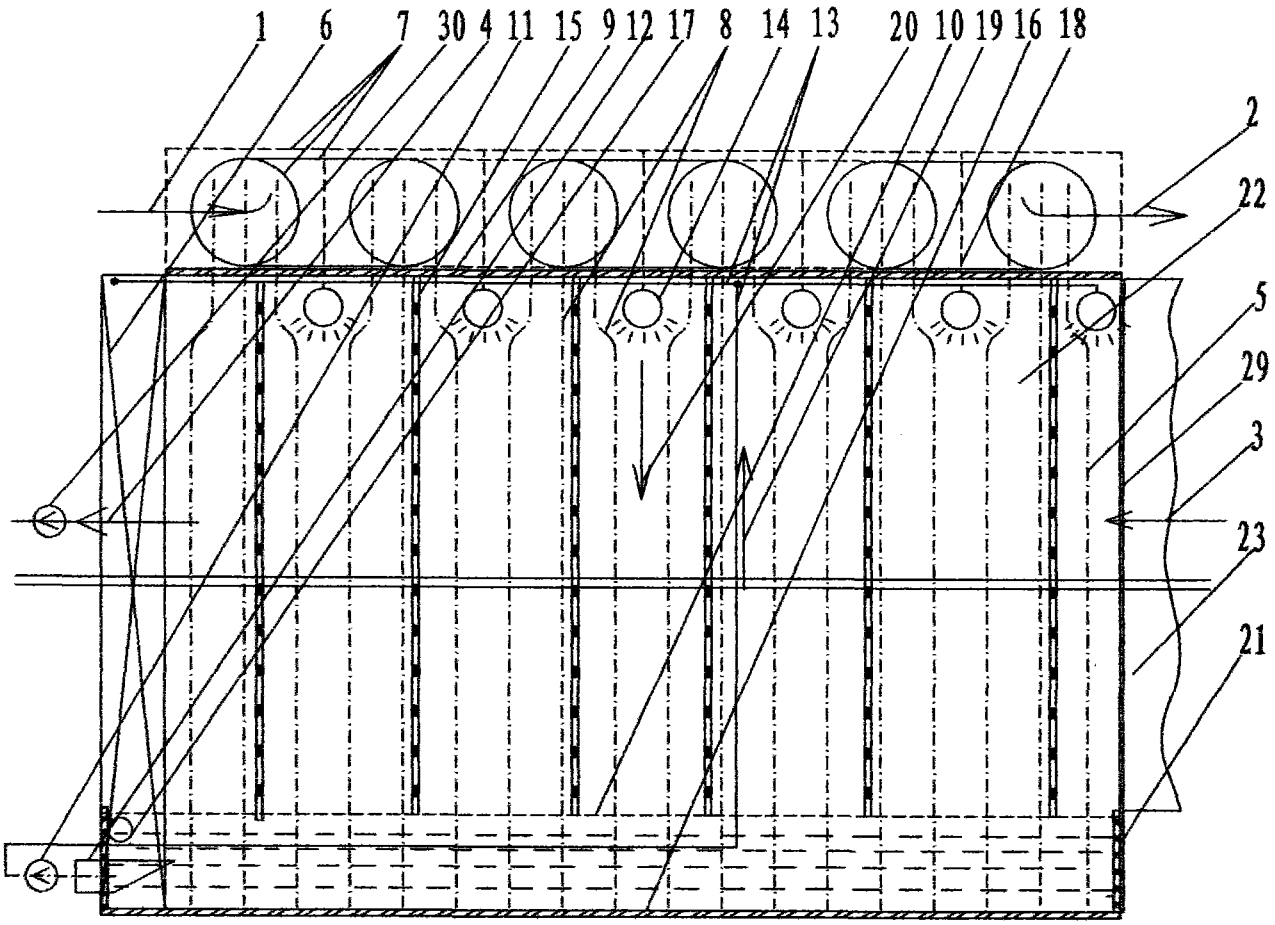


图 1

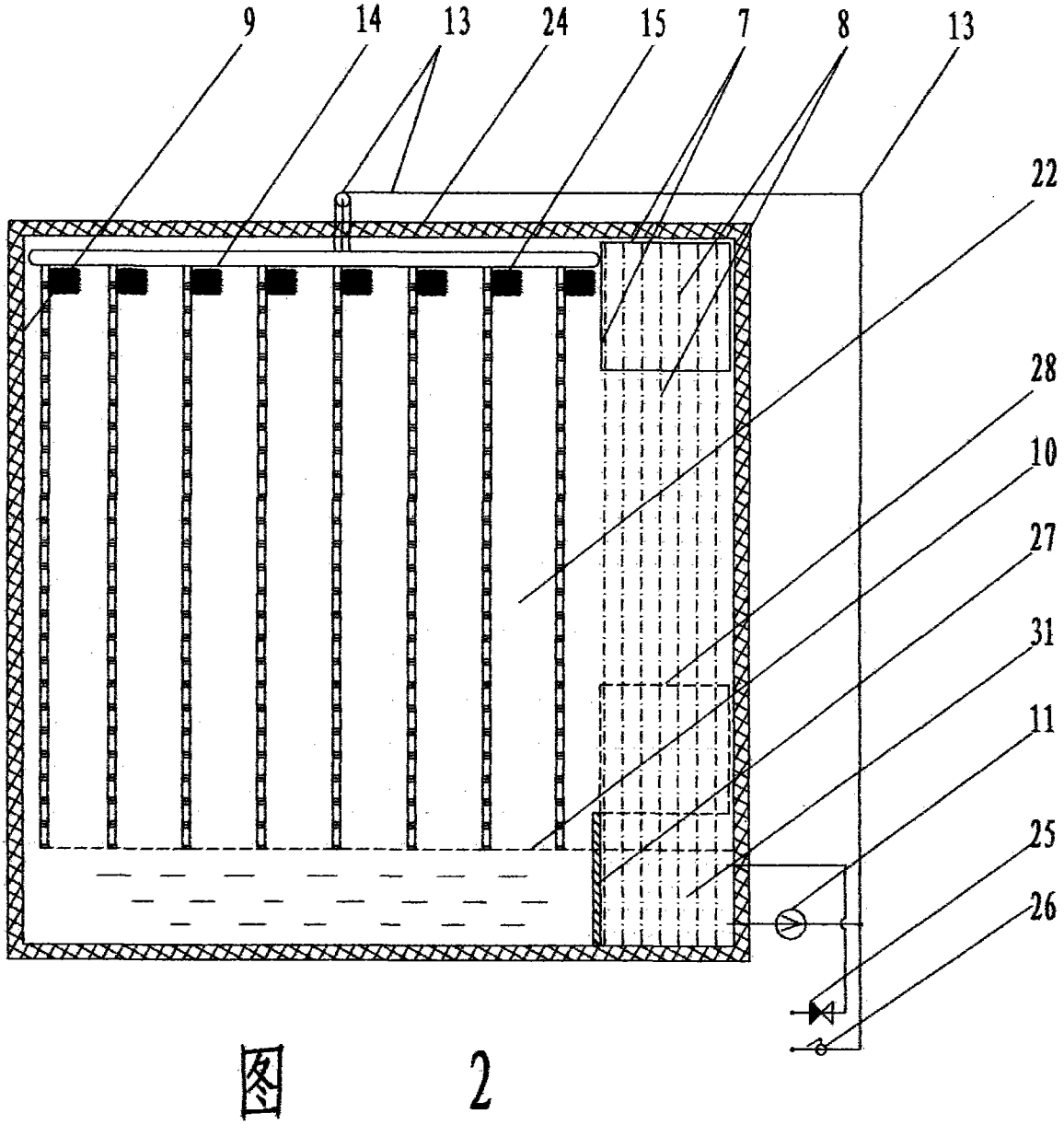


图 2