

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016年8月18日 (18.08.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/127937 A2

- (51) 国际专利分类号: 无分类
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/073724
- (22) 国际申请日: 2016年2月6日 (06.02.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201520104134.8 2015年2月12日 (12.02.2015) CN
201520104147.5 2015年2月12日 (12.02.2015) CN
201520104195.4 2015年2月12日 (12.02.2015) CN
201510076305.5 2015年2月12日 (12.02.2015) CN
- (71) 申请人: 安徽海螺川崎工程有限公司 (ANHUI CONCH KAWASAKI ENGINEERING COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 川崎重工业株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 日本兵库县神户市中央区东川崎町3丁目1番1号, Hyogo 〒650-8670 (JP)。 安徽海螺川崎节能设备制造有限公司 (ANHUI CONCH KAWASAKI ENERGY CONSERVATION EQUIPMENT MANUFACTURING COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。
- (72) 发明人: 竹中幸弘 (TAKENAKA, Yukihiko); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 赵峰娃 (ZHAO, Fengwa); 中国安徽

省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 考传利 (KAO, Chuanli); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 井野辰夫 (INO, Tatsuo); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 赵米晗 (ZHAO, Mihan); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 野副拓朗 (NO-ZOE, Takuro); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 张皓 (ZHANG, Hao); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 王晓兵 (WANG, Xiaobing); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 汪宁 (WANG, Ning); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 肖杰玉 (XIAO, Jieyu); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 方伟 (FANG, Wei); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 刘大柱 (LIU, Dazhu); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。 周健 (ZHOU, Jian); 中国安徽省芜湖市弋江区弋江南路火龙岗镇, Anhui 241000 (CN)。

- (74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司 (BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市金融街35号国际企业大厦A座16层, Beijing 100033 (CN)。

[见续页]

(54) Title: WASTE HEAT BOILER

(54) 发明名称: 余热锅炉

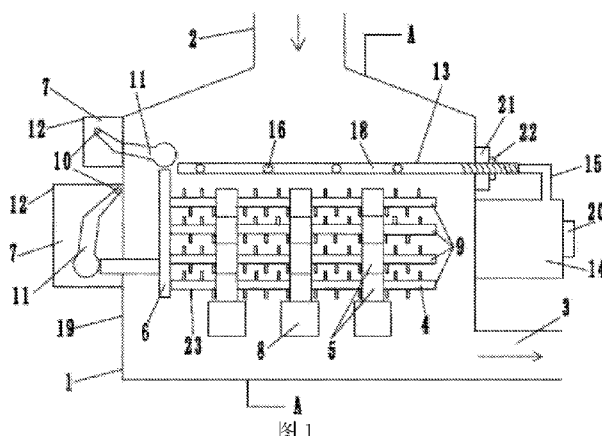


图1

(57) Abstract: A waste heat boiler, and a vibration apparatus and heat pipe installation structure thereof. The waste heat boiler of the present invention comprises a boiler (1), a heat pipe (4) disposed inside of the boiler (1), and a vibration apparatus. The boiler (1) is provided with a waste gas inlet (2) and a waste gas outlet (3). The heat pipe (4) is arranged in a planar grid. The surface of the heat pipe (4) is provided with fins (23). The heat pipe (4) is connected to but not fixed on a support assembly (5).

(57) 摘要: 一种余热锅炉及其振打装置、导热管安装结构。本发明的余热锅炉包括锅炉(1)、设于锅炉(1)内的导热管(4)和振打装置, 所述锅炉(1)设有废气入口(2)和废气出口(3), 导热管(4)采用水平格子布置, 导热管(4)的表面设有翅片(23), 且所述导热管(4)以不固定的方式与支撑组件(5)相连接。



(81) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 不包括国际检索报告, 在收到该报告后将重新公布(细则 48.2(g))。

余热锅炉

技术领域

本发明涉及锅炉设备，特别是涉及一种能够对废气中的余热进行回收的余热锅炉。

5

背景技术

目前广泛采用余热锅炉对例如碳黑生产行业、玻璃纤维生产行业、冶金钢铁行业、石油行业、制酸制碱行业以及水泥行业等行业在生产制造过程产生的废气中的余热进行回收。

10 现以水泥行业中能够回收水泥生产窑的废气中的余热的余热锅炉为例，对余热锅炉进行说明。

与水泥生产窑配套使用的余热锅炉主要包括 AQC 锅炉(Air Quenching Cooler boiler)、PH 锅炉 (Pre heater boiler)等。余热锅炉的导热性能和能耗率主要取决于导热管。

导热管包括无翅片导热管 (裸管) 和带翅片导热管 (带翅片管) 两种类型。

15 裸管的外表面光滑，导热迅速，废气流动阻力小、能耗低，被广泛应用于 PH 锅炉等。
PH 锅炉中的废气，温度为 300℃~400℃，粉尘浓度较高约为 100g/Nm³，该浓度的粉尘在 300℃~400℃的该温度区域下不融化粒径极细 (平均粒径为 10μm 以下的粉尘占 80%)，并且粉尘质地柔软，因此采用裸管。如果采用格子配置的话，则粉尘会堵塞在流动方向的导热管之间，导热性能降低。在交错布置的情况下，气流进入时会引起紊乱，因此能够避免粉尘堵塞，因此采用交错布置，但是粉尘仍然极易附着于导热管表面。因此，PH 锅炉通常
20 设置振打装置或吹灰装置来清除导热管表面附着的粉尘。一种振打装置采用锤击竖直排列的导热管下部的方式。另一种振打装置对固定于水平排列导热管的下部的配件进行振打。然而，这两种振打结构中，导热管与安装配件为固定连接，二者不能发生相对运动，振动不充分，且安装导热管的安装配件会受到来自振打装置的冲击力，余热锅炉的耐久性被削弱；此外，在这些现有的振打装置中，在对全部导热管的管束整体进行振打的情况下，不能充分发挥振打作用，安装配件易受振打冲击力影响；在针对每根导热管配置一个振打装置的情况下，成本变高。
25

另外，虽然存在吹灰装置作为除尘手段，但是水泥废气中的 PH 塔的废气，灰尘量大且附着性高，所以需要频繁的运转因而核算性差，因此吹灰装置并不被广泛采用。

30 带翅片管在 AQC 锅炉中被采用。带翅片管换热面积大幅增加，在获得同等换热性能的情况下，导热管数量少、锅炉体积大幅下降、成本降低。AQC 锅炉的带翅片管的翅片通常为螺旋形翅片。AQC 锅炉之所以采用带翅片管，原因是：进入 AQC 锅炉之前的废气先经集尘器过滤，废气温度为 300~400℃，粉尘浓度降低至数 g/Nm³ 以下，并且主要包括粒径

200 μm 以下的较大、较硬的粉尘，即粉尘具有不容易附着到导热管表面的特性。对于 AQC 锅炉，由于粉尘的附着性较低，所以通常采用交错布置通常不需设置振打装置。

比较裸管和带翅片管，裸管虽然导热迅速、能耗低，但如需增加传热面积，则只能增加导热管体积或数量，这必然会导致导热管乃至整个锅炉的成本增加；带翅片管虽然能大幅提升换热性能，却因导热管表面光滑性受损而使粉尘极易附着，附着的灰尘容易堵在翅片之间而导致锅炉不能进行稳定的运转，同时废气流动阻力大、能耗高。目前普遍的设计思维是，将裸管配合振打装置、吹灰装置等除尘装置，应用于针对温度适中、粉尘浓度大、粉尘粒径较细且附着性高的废气的余热锅炉中；带翅片管应用于针对温度高、粉尘浓度小、粒径大、附着性低的废气的、且不必配置振打装置、吹灰装置等除尘装置的余热锅炉中。

然而，在这一设计思维之下，目前存在的以上各式余热锅炉，将无法对高温、粉尘粒径极细附着性高的废气例如硅铁制造电气炉的废气进行高经济效益地回收，原因是：硅铁制造电气炉的废气，废气温度为 $400^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ ，粉尘浓度低为 $10\text{g}/\text{Nm}^3$ ，粉尘粒径极其微小（60% 为 $1\mu\text{m}$ 以下），附着性高。该硅铁制造电气炉的废气的温度较高，如采用设置裸管的余热锅炉进行回收，则不能经济性地充分确保裸管的导热面积，废气从余热锅炉排出后仍然维持较高温度，不能充分地回收热量；同时，该硅铁制造电气炉的废气中的粉尘附着性高，如采用设置带翅片管的 AQC 余热锅炉结构进行回收，则粉尘在导热管之间的堆积加剧，此外，这是因为通常未配置振打装置，所以，随着粉尘的不断附着，将会导致余热锅炉的换热性能不断恶化。

也就是说，市面上包括 PH 锅炉、AQC 锅炉在内的各种余热锅炉，均不能对温度在 $300^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 、粉尘浓度在 $10\sim 100\text{g}/\text{Nm}^3$ 、粉尘附着性高的废气余热进行有效回收。现有技术当中不存在将导热管的翅片结构和除尘装置结合从而能够对温度为 $300^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 、粉尘浓度为 $10\sim 100\text{g}/\text{Nm}^3$ 、粉尘附着性高的各类品位废气进行有效回收的、兼具高导热性能、低成本的余热锅炉。

发明内容

本发明要解决的一个技术问题是提供一种余热锅炉及其振打装置、导热管安装结构，其能发挥充分的振打作用，提升除尘效果，且振打力对周边配件的冲击小，设备耐久性好。

本发明要解决的另一个技术问题是提供一种余热锅炉及其振打装置、导热管安装结构，其具有高导热性能而不增加成本，除尘效果好，能够用于回收各类品位的废气。

本发明的第一发明是提供一种余热锅炉，其特征在于：导热管以不固定的方式与支撑组件相连接。因此，在导热管被振打装置锤击时，导热管能够相对于支撑组件进行相对运动，振打充分，且由于导热管与支撑组件没有固定在一起，振打力的冲击力对支撑组件的

影响被削弱，设备耐久性好。

1) 所述导热管穿过所述支撑组件的支撑孔部。

2) 在所述导热管的轴线方向上间隔布置两个以上的支撑组件，一根所述导热管穿过所述两个以上的支撑组件的对应的两个以上的支撑孔部。

5 3) 所述支撑组件包括与各导热管对应的多个支撑环和固定支撑环的支撑梁，所述支撑环的孔构成所述支撑孔部；或者所述支撑组件包括支撑板，所述支撑板具有与各导热管对应的穿孔，所述穿孔构成所述支撑孔部；或者，所述支撑组件包括具有网孔的杆组件，所述网孔与各导热管对应，所述网孔构成所述支撑孔部。本发明的支撑组件，结构简单，导热管安装操作简便。

10 4) 所述导热管的表面设有翅片。

5) 所述导热管水平布置，所述翅片被布置成垂直于所述导热管的外周面且沿所述外周面的整个周面径向向外凸出设置，沿所述导热管的轴线方向设置多个所述翅片。

6) 所述导热管竖直布置，所述翅片被布置成垂直于所述导热管的外周面且沿所述导热管的轴线方向凸出设置，所述翅片在轴线方向不连续。

15 翅片的主要换热表面与粉尘的重力方向一致，粉尘不容易附着，且翅片的主要换热表面与废气流动方向一致，能耗低。

7) 所述导热管为格子布置；在同一个水平面内相邻的多根导热管构成一个导热组件，所述余热锅炉包括多个在上下方向上平行布置的多个导热组件，或者在同一个竖直平面内相邻的多根导热管构成一个导热组件，所述余热锅炉包括在竖直方向上平行布置的多个导热组件；所述余热锅炉包括多个振打装置，一个振打装置对应一个导热组件。本发明的分束振打的结构，能够发挥充分的振打作用，且对导热管和安装配件不造成负担，进一步提升设备的耐久性。

25 8) 所述振打装置包括与每个导热组件连接的振打杆和对所述振打杆进行敲打的振打组件，所述振打组件包括振打轴体、固定于所述振打轴体的振打锤、与所述振打轴体相连接而控制所述振打轴体往复转动的驱动电机。

9) 所述振打锤对应所述振打杆的端部或者侧面。

10) 所述余热锅炉还包括吹灰装置。在用于对包含浓度较低小粒径粉尘的废气回收时，可以起动吹灰装置。

30 11) 所述吹灰装置包括气源、连接管和多个吹灰管件，所述吹灰管件水平布置且位于所述导热管的上方，所述吹灰管件的轴线成为与所述导热管的轴线垂直，所述吹灰管件与一推拉杆连接，所述推拉杆的一端与能够推动推拉杆伸出或缩回的控制装置连接，每个所述吹灰管件的下部设置与各导热管对应的喷气口。本发明的吹灰装置，结构简单，能够实

现对带翅片的导热管上的附着性粉尘进行有效处理使其不堵塞，确保导热管具有较高的导热性能，提高锅炉热量回收效率。

12) 所述控制装置包括：电机和与电机连接的啮合齿轮，所述推拉杆的一端穿过锅炉的壁而延伸到外侧，所述推拉杆的所述一端设为螺杆结构，所述啮合齿轮与所述螺杆结构相啮合，所述啮合齿轮的旋转方向根据所述电机的旋转方向所不同，由此，控制所述推动杆的伸缩动作。

本发明的第二发明是提供一种余热锅炉，包括锅炉、设于所述锅炉的导热管和振打装置，所述锅炉设有废气入口和废气出口，其特征在于：所述导热管的表面设有翅片，且所述导热管以不固定的方式与支撑组件相连接。如果交错布置带翅片管，则会产生由于粉尘堆积所导致的导热效率低下和堵塞。在格子布置的情况下，能够确保气体的流动，因此不会发生由粉尘引起的堵塞。虽然在流动方向的导热管之间会发生粉尘的堆积，但是由于能够在翅片表面进行热交换，因此确保了余热锅炉整体的导热性能。通过选用带翅片管与本发明的导热管的安装结构相结合，能够大幅提升换热性能，但并不导致成本增加，且振打作用更加充分，从而能够对温度为 $300^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 、粉尘浓度为 $10\sim 100\text{g}/\text{Nm}^3$ 、粉尘附着性高的各类品位废气进行有效回收。

本发明的第三发明提供一种余热锅炉的振打装置，包括振打组件，所述振打组件包括振打轴体、固定于所述振打轴体的振打锤、与所述振打轴体相连接而控制所述振打轴体往复转动的驱动电机，其特征在于：所述振打装置还包括振打杆，所述振打杆与多个相邻的导热管固定连接，且所述导热管以不固定的方式与支撑组件相连接。本发明的分束振打的结构，能够发挥充分的振打作用，且对导热管和安装配件不造成负担，提升设备的耐久性。

本发明的第四发明提供一种余热锅炉的导热管安装结构，其特征在于：导热管以不固定的方式与支撑组件相连接。因此，能够发挥充分的振打作用，且对导热管和安装配件不造成负担，提升设备的耐久性。

综上所述，本发明的余热锅炉及其振打装置、导热管安装结构，能发挥充分的振打作用，提升除尘效果，振打力对周边配件的冲击小，设备耐久性好，且具有高导热性能而不增加成本，能够用于回收各类品位的废气，余热锅炉可以对各行业的废气进行回收，通用性高。

附图说明

图 1 为本发明实施方式 1 的结构示意图。

图 2~4 为本发明实施方式 1 的导热管的翅片结构的示意图。

图 5 为图 1 的 A-A 向示意图。

图 6 为本发明实施方式 1 的导热管安装结构的一个实施例的示意图（未绘示翅片）。

图 7 为本发明实施方式 1 的导热管安装结构的又一个实施例的示意图（未绘示翅片）。

图 8 为本发明实施方式 1 的振打装置的示意图。

图 9 为本发明实施方式 2 的结构示意图（未绘示振打装置、吹灰装置等）。

5 图 10 为本发明实施方式 2 的导热管的翅片结构的示意图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本发明提供的余热锅炉、振打装置及导热管安装结构进行说明。其中，振打装置、导热管安装结构是余热锅炉的组成部分，有关振打装置、导热管安装结构的各实施
10 例将包含于余热锅炉的各实施例中，因此不再单独描述。本发明的余热锅炉可以作为水泥制造行业、碳黑生产行业、玻璃纤维生产行业、冶金钢铁行业、石油行业、制酸制碱行业以及等各个行业对废气进行回收的余热锅炉。

实施方式 1

15 本发明提供一种余热锅炉、其振打装置及导热管安装结构。本发明的主要发明原理是将带翅片导热管的翅片结构和振打装置结合起来，来共同应对工业废气中的高温余热、高附着性粉尘，从而能够对例如温度为 $300^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 、粉尘浓度为 $10\text{-}100\text{g}/\text{Nm}^3$ 、在干燥状态下粉尘附着性高的各类品味的废气进行有效回收，并且余热锅炉兼具高导热性能、低成本、有效清除附着粉尘的特性。

20 如图 1 所示，本实施方式的余热锅炉为立式结构，该余热锅炉包括锅炉 1，在锅炉 1 的上部和下部分别设置废气入口 2 和废气出口 3。

作为本发明的一个重要的技术特征，在锅炉 1 内设置多根带翅片 23 的导热管 4，导热管 4 采用水平并且格子布置结构，这样当废气按箭头所示从上到下均匀流过的过程中，会吹走可能堆积在翅片 23 之间的粉尘，从而明显增加废气中的热量传递到导热管 4 的传递量，
25 提高整个锅炉对废气进行热量回收的效率。采用带翅片 23 的导热管 4，能有效增加换热面积，提升换热性能，但却不增加成本。如图 2~4 所示，翅片 23 垂直于导热管 4 的外周面且沿外周面径向向外凸出设置，在一根导热管 4 的外周，沿长度方向即轴向方向间隔地设置多个翅片 23。在一个优选的实施例中，如图 2 所示，翅片 23 设于导热管 4 外周的整个周面，即翅片 23 为封闭环形片，由于翅片 23 垂直卷绕于导热管 4 的外周面，翅片 23 的主要
30 换热表面与粉尘的重力方向一致，因此粉尘很难在翅片 23 间堆积，并且废气流动方向也与翅片 23 的设置方向一致，能耗小。封闭环形的翅片 23 能使换热面积最大化，通过变更导热管 4 的长度方向上配置的翅片 23 的数量以及间隔、翅片 23 的高度和厚度，能够调整

换热面积。在一个可选实施例中，如图 3、4 所示，可将封闭环形的翅片 23 替换为不连续的两个以上的扇形片，这种翅片 23 虽然减小了换热面积，但是扇形片之间的间隙 24 可供废气穿行流动，能在一定程度增加废气中的热量传递到导热管 4 的传递量。

作为本发明的另一个重要的技术特征是与振打装置相关的导热管安装结构。如图 1、5 所示，在本发明的一个实施例中，在导热管 4 的轴线方向上间隔布置两个以上的支撑组件，一根导热管 4 穿过两个以上的支撑组件的对应的两个以上的支撑孔部。当然，也可在导热管 4 的轴线方向的中央部设置一个支撑组件，然后在导热管 4 的两端用另外的支撑物活动支撑。在优选的实施例中，用于支撑导热管 4 的支撑组件包括分别与各导热管 4 对应的多个支撑环 5 以及固定这些支撑环 5 的支撑梁 8。支撑环 5 的孔构成支撑孔部。在导热管 4 为格子布置的情况下，支撑环 5 也为格子布置。在导热管 4 的长度方向上间隔设置两个以上的支撑组件，一根导热管 4 穿过各组支撑组件的相对应的支撑环 5。这样导热管 4 以不固定的方式与支撑组件的支撑环 5 连接，导热管 4 的外周面与支撑环 5 的内周面之间的间隙构成能使二者发生相对移动的间隙。通过本实施方式中的导热管的安装结构，导热管 4 被活动自由的安装，在振打装置的振打作用下，导热管 4 与支撑环 5 能够发生相对运动，可进行充分的振动作用，并且，振打冲击力也不会对支撑组件造成负担，设备耐久性提升。

在另一个优选实施例中，如图 6 所示，支撑组件包括在导热管 4 的长度方向上间隔设置的两个以上的支撑板 51，各支撑板 51 上设置与各导热管 4 对应的穿孔 52，一根导热管 4 穿过多个支撑板 51 的相对应的穿孔 52，该穿孔 52 构成支撑孔部，支撑板 51 与废气流动方向一致，能耗小。

以上两个实施例中提供了导热管 4 与支撑环 5、穿孔 52 活动安装的结构。可以想到的，在可选的实施例中，如图 7 所示，可以通过具有网孔 53 的金属的杆组件 54 来活动支撑导热管 4，该网孔 53 构成了支撑孔部，只要使网孔 53 的尺寸大于导热管 4 的外周面的尺寸即可。当然，能够活动支撑导热管 4 的支撑组件并不局限于以上列举的结构，任何能够实现导热管 4 活动安装的结构均可采用。在极端情况下，也可以采用金属链条将导热管悬挂于锅炉内。在此，不再详细例举。

发明人进行了使来自水泥窑的 PH 塔的废气在假想为 PH 锅炉的实验装置中流动的实验。带翅片 23 的导热管 4 的外径为 $\phi 38\text{ mm}$ 、导热管 4 为水平格子布置、与废气流动方向垂直的垂直方向间距为 90mm、在废气流动方向上的间距为 90mm、翅片 23 的高度为 21mm、厚度为 1.2mm，导热管 4 内部用温水冷却。这里，为确认粉尘的堆积动态而没有设置除尘装置。变更翅片 23 的间距使废气流动来实验导热管的牵伸损失、导热管 4 的污垢表现，来确认导热性能。实验结果表示：将翅片 23 的间距设为 15mm 以上例如 15~18mm，能够得到与现有 PH 锅炉结构（导热管是裸管外径为 $\phi 38$ 的垂直交错布置、气体垂直方向间距为

90mm、气体流动方向间距为 78mm) 相同程度的粉尘堆积表现(利用稳定状态的压力损失和初期的压力损失比来评价)。并且确认到:通过优化导热管 4 的布置结构和翅片 23 的间距,粉尘的堆积量饱和,通过与除尘装置相配合,能够实现在高粉尘废气条件下的稳定转动。

5 在一个实施例中,本发明的余热锅炉可以不自配振打装置,而采用人工振打或外配振打装置来进行除尘。在优选的实施例中,本发明的余热锅炉自配振打装置。振打装置的结构可采用现有技术中的任意振打装置。基于本发明中的导热管安装结构,相对现有的导热管安装结构,采用任何现有的振打装置,均能获得提升的振打效果。在本发明的一个优选的实施例中,采用本发明的特别设计的振打装置,对导热管 4 进行分束振打。

10 首先对导热管 4 进行分束。关于具体的分束方式,对于导热管 4 为水平格子布置的情况下,同一个垂直平面内的上下相邻的多根导热管 4 构成一个导热组件 9,该情况下,如图 1 所示,余热锅炉包括在竖直方向上平行的多个导热组件 9。此外,还可选择同一个水平面内相邻的多根导热管 4 构成一个导热组件 9。当然,对于导热管 4 交错布置的情况下,完全可以使某一斜面内相邻的多个导热管构成一个导热组件,余热锅炉包括多个在该倾斜
15 方向上平行的导热组件。

现说明本发明的针对该分束的导热管进行振打的振打装置。

本发明的余热锅炉的振打装置包括与导热组件 9 连接的振打杆 6 和能够对振打杆 6 进行敲打的振打组件 7。每个导热组件 9 设置一个振打杆 6。振打组件 7 包括水平布置的振打轴体 10、固定于振打轴体 10 的振打锤 11、与振打轴体 10 相连接而能够控制振打轴体 10
20 按设定的速度往复转动的驱动电机 12。各振打锤 11 分别布置在振打杆 6 的上部或侧面。这样的结构中,每个振打锤 11 对应一个振打杆 6,多个振打锤 6 随着振打轴体 10 的转动动作而一致动作,实现对每个导热组件 9 的有效振打除尘,从而能够确保对高浓度粉尘进行处理,避免粉尘堆积于导热管 4 以及翅片 23。

可以想到的,在一个实施例中,振打锤 11 也可不锤击振打杆 6,而是与支撑组件对应,
25 即振打支撑组件,例如振打支撑板 51,也能够得到较好的振打效果。对于设计空间受限的余热锅炉,锤击支撑板也提供了一种设计振打装置的选择。

在一个实施例中,不局限于前面提到的按照导热组件 9 对导热管 4 进行分束的方式,振打杆 6 完全可与任意多个相邻或不相邻的导热管 4 连接,只需变更振打杆 6 的具体形状即可,例如图 5 中的右上相邻的四根导热管 4 与一个矩形的振打杆 6 相连接,来实现分束
30 振打。在此,不再详述。

相对于现有的水泥成套 PH 锅炉塔的振打装置敲打管束整体的结构,本发明的分束敲打每个管束即导热组件 9 的方式,能够获得更加充分的振打效果。分束振打的振打冲击力

对导热管 4 和安装配件不造成负担，耐久性更佳。

发明人利用与实物相同大小的振打装置实施了耐久实验和振动测量。采取使来自水泥窑的 PH 塔的废气在假想为 PH 锅炉的实验装置中流动的实验中所提到的导热管 4 的布置结构、翅片 23 的间距，进行从上方敲打与导热管 4 连接的振打杆 6 的试验和从侧面横向敲打振打杆 6 的试验。利用振打力不同的 3 种振打锤（大中小）来敲打振打杆 6。通过振动测量确认到：利用大振打锤会产生导致装置破坏的冲击力，不管多大的振打锤都会得到比现有的 PH 锅炉大的导热管振动。在耐久实验中，确认了对于 100 万次以上的连续击打具有耐久性。并且，确认了通过在该结构中选定最佳振打锤，能够获得更佳除尘性，并且能够进行稳定的作业。

为了能够应对浓度低粒径小的粉尘，例如对硅铁制造电气炉的粉尘浓度为 10g/Nm³ 的废气进行热回收，在本发明的优选实施例中，还可配置吹灰装置，以在必要时机代替振打装置进行除尘。对于吹灰装置，可以采用现有技术中的吹灰装置。

本发明的优选实施例中，如图 1、5 所示，吹灰装置 13 包括气源 14、连接管 15、吹灰管件 16、推拉杆 18 和控制装置 20。吹灰管件 16 水平布置且位于导热管 4 上方，吹灰管件 16 与导热管 4 二者的轴线为直角关系，吹灰管件 16 与水平布置的推拉杆 18 连接，推拉杆 18 一端与能够推动推拉杆 18 向前伸出或向后收缩的控制装置 20 连接，每个吹灰管件 16 下方的面设置按间隔布置的喷气口 17。喷气管件 16 的角度可以调节。

控制部件 20 包括电机 21 和与电机 21 连接的啮合齿轮 22。推拉杆 18 一端穿过锅炉壁 19，并延伸出锅炉壁 19 的外侧，该一端的结构是螺杆结构，啮合齿轮 22 与螺杆结构啮合连接，啮合齿轮 22 的旋转方向根据电机 21 的旋转方向所不同，由此，控制推动杆 18 的伸缩动作。这样的结构，不仅结构简单，而且操作推拉杆 18 动作带动吹灰管件 16 时性能稳定可靠，不易发生故障。当需要吹灰装置 13 工作时，通过控制部件 20 控制推动推拉杆 18 向前伸出或向后收缩，顺便带动吹灰管件 16 前后移动，吹灰管件 16 上的喷气口 17 从上向下喷出高压气体，对导热管 4 以及翅片 23 上堆积的粉尘进行除尘。

本发明通过在导热管 4 上方设置移动式的吹灰装置 13，对每个导热管 4 的间隔实现向下吹灰。本发明的吹灰装置 13，不仅结构简单，而且能够实现对带翅片 23 的导热管 4 上的附着性粉尘进行有效处理而使其不堵塞，确保了导热管具有较高的导热性能，提高锅炉热量回收效率。

在本发明中，由于振打装置和吹灰装置的有效工作，可以在导热管 4 上设置翅片 23，翅片 23 的设置，在不增加导热管 4 体积或数量的情况下，有效增加了导热面积，提高了导热性能，而且有效降低了导热管以及整个锅炉的成本。

为了对高温或超高温的废气进行回收，在优选的实施例中，可以进一步增加导热组件

9 即导热管的数量，从而增加锅炉内导热管的导热面积，提高余热锅炉的整体热量回收效率。

当然，在一个可选的实施例中，完全可以采用本发明的导热管安装结构，同时采用现有的振打装置对余热锅炉的全部导热管的管束整体进行振打，也能获得提升的振打效果。

5 本发明的余热锅炉，克服了本领域技术中的导热管的翅片结构和振打装置没有结合起来应对粉尘的技术偏见，通过设计翅片结构并结合振打装置和吹灰装置，获得了对高温和超高温、包括各种浓度的高附着性粉尘的废气进行回收、兼具高导热性能、低成本、运转稳定的余热锅炉。使用水平布置的带翅片的导热管，且各个导热管 4 之间呈平行分布（格子布置）。对于浓度高粒径大的粉尘，通过振打装置的振打杆将一定数量的导热管的端部固
10 定连接，再振打振打杆的最上部或者侧面，就能通过设置一个振打组件，实现对多根导热管的振打除尘。对于浓度低粒径小的粉尘例如硅铁制造电气炉的废气中的粉尘，通过在导热管上方设置移动式的吹灰装置 13，对各导热管的间隙实现向下吹灰。本发明的余热锅炉，不仅结构简单，而且能够实现对带翅片的导热管上的附着性粉尘进行有效处理而使其不致堵塞，确保了导热管具有较高的导热性能，提高锅炉热量回收效率。

15

实施方式 2

如图 9~10 所示，该实施方式与实施方式 1 的原理相同、导热管的安装结构、振打装置和吹灰装置的结构相同，导热管分束方式相同，不再重述。区别之处是：余热锅炉改为卧式，导热管 4 为竖直格子布置，导热管 4 的下端部可以放置在某支撑物 50 上。

20 如图 9~10 所示，本实施方式中，锅炉 1 的左侧和右部分别设置废气入口 2 和废气出口 3。导热管 4 依次穿过在上下方向上布置的多个支撑板 51 的作为支撑孔部的多个穿孔 52（图未示出）。导热管 4 上的翅片 23 垂直于导热管 4 的外周面且沿导热管的轴线方向凸出设置，优选的实施例中，将翅片 23 设置成与箭头所示的废气流动方式大致相同，即在导热管 4 的废气流动的上游侧和下游侧的相对的两侧设置翅片 23，导热管的与废气流动方向垂直
25 的两侧不设计翅片 23，以避免造成能量损耗。在优选的实施例中，翅片 23 在轴线方向上不连续，即在导热管长度方向上设置多段翅片 23，这样废气可以穿经各翅片 23 之间的间隙 24 而增加废气与导热管之间的热传递量。并且，翅片 23 之间的间隙 24 可以作为与支撑组件配合的部位。当然，在轴向上连续的翅片 23 也可选用。

在本实施方式中，虽然导热管 4 采取竖直布置的方式，但导热管 4 的表面和翅片 23 的
30 表面仍然与粉尘的重力方向一致，粉尘不易附着。振打装置可对导热管 4 的上端或支撑组件进行振打。

基于本实施方式，能够获得与实施方式 1 相同的效果，在此不再重述。

实施方式 3

在实施方式 1、2 的基础之上，本实施方式的余热锅炉采用与实施方式 1、2 相同的导热管的安装结构、振打装置和吹灰装置。不同之处是：将实施方式 1、2 中的带翅片管替换为裸管，除了换热性能有所降低以外，本实施方式依然能获得优越的振打效果。因此，可对现有的 PH 余热锅炉进行改造，以用于回收 300℃～500℃ 高温、粉尘浓度为 10～100g/Nm³、粉尘附着性高的废气。

实施方式 4

在实施方式 1、2 的基础之上，本实施方式的余热锅炉采用与实施方式 1、2 相同的导热管的安装结构。不同之处是：将实施方式 1、2 中的带翅片导热管替换为现有技术中的螺旋翅片导热管，即采用本发明的导热管的安装结构来改造现有带螺旋形翅片的导热管的 AQC 余热锅炉。基于本发明的导热管的安装结构，可获得优越的振打效果，再结合振打装置和吹灰装置，同样能对 300℃～500℃ 高温、粉尘浓度为 10～100g/Nm³、粉尘附着性高的废气进行有效回收。

对于现有的 AQC 余热锅炉，由于本身通常不包括振打装置，因此，在一个实施例中，可以仅使 AQC 余热锅炉的导热管安装结构替换为本发明的安装结构，然后另外配置振打装置。

其它变形例

实施方式 1 的图 2-4 中示出的垂直地设置于导热管 4 的外周面且沿外周面凸出设置的翅片 23 也可应用于竖直布置的导热管中。实施方式 2 的图 9-10 中示出的垂直地设置于导热管 4 的外周面且沿导热管 4 的轴线方向凸出设置的翅片 23 也可应用于水平布置的导热管中。螺旋形翅片可以应用于竖直布置或水平布置的导热管中。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，不能以此限定本发明实施的范围，凡依本发明的发明内容所作的等同变化与修饰，例如任何他人利用本发明的导热管的翅片结构、本发明的导热管的活动安装结构、采用了本发明的振打装置的分束振打的结构、将带翅片的导热管和振打装置相结合，均应属于本发明的保护范围。

权利要求书

1. 一种余热锅炉，包括锅炉（1）和设于所述锅炉（1）内的导热管（4），所述锅炉（1）设有废气入口（2）和废气出口（3），其特征在于：所述导热管（4）以不固定的方式与支撑组件相连接。

2. 根据权利要求 1 所述的余热锅炉，其特征在于：所述导热管（4）穿过所述支撑组件的支撑孔部。

3. 根据权利要求 2 所述的余热锅炉，其特征在于：在所述导热管（4）的轴线方向上间隔布置两个以上的支撑组件，一根所述导热管（4）穿过所述两个以上的支撑组件的相对应的两个以上的支撑孔部。

4. 根据权利要求 3 所述的余热锅炉，其特征在于：所述支撑组件包括与各导热管（4）对应的多个支撑环（5）和固定所述支撑环的支撑梁（8），所述支撑环（5）的孔构成所述支撑孔部；或者所述支撑组件包括支撑板（51），所述支撑板（51）具有与各导热管对应的穿孔（52），所述穿孔（52）构成所述支撑孔部；或者，所述支撑组件包括具有网孔（53）的杆组件（54），所述网孔（53）与各导热管（4）对应，所述网孔（53）构成所述支撑孔部。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的余热锅炉，其特征在于：所述导热管（4）的表面设有翅片（23）。

6. 根据权利要求 5 所述的余热锅炉，其特征在于：所述导热管（4）水平布置，所述翅片（23）垂直地设置于所述导热管（4）的外周面且沿所述外周面的整个周面径向向外凸出设置，沿所述导热管（4）的轴线方向设置多个所述翅片（23）；或者所述翅片为螺旋形翅片。

7. 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的余热锅炉，其特征在于：所述导热管（4）竖直布置，所述翅片（23）垂直地设置于所述导热管（4）的外周面且沿所述导热管（4）的轴线方向凸出设置，所述翅片（23）在轴线方向不连续；或者所述翅片为螺旋形翅片。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的余热锅炉，其特征在于：所述导热管（4）为格子布置；在同一个竖直平面内相邻的多根导热管（4）构成一个导热组件（9），所述余热锅炉包括在竖直方向上平行布置的多个导热组件（9）；所述余热锅炉包括多个振打装置，一个振打装置对应一个导热组件（9）。

9. 根据权利要求 8 所述的余热锅炉，其特征在于：所述振打装置包括与每个导热组件（9）连接的振打杆（6）和对所述振打杆（6）进行敲打的振打组件（7），所述振打组件（7）包括振打轴体（10）、固定于所述振打轴体（10）的振打锤（11）和与所述振打轴体（10）

相连接而控制所述振打轴体（10）往复转动的驱动电机（12）。

10. 根据权利要求 8 所述的余热锅炉，其特征在于：所述振打锤（11）对应所述振打杆（6）的端部或者侧面。

11. 根据权利要求 1 所述的余热锅炉，其特征在于：所述余热锅炉还包括吹灰装置（13）。

5 12. 根据权利要求 11 所述的余热锅炉，其特征在于：所述吹灰装置（13）包括气源（14）、连接管（15）和多个吹灰管件（16），所述吹灰管件（16）水平布置且位于所述导热管（4）的上方，所述吹灰管件（16）的轴线与所述导热管（4）的轴线垂直，所述吹灰管件（16）与一推拉杆（18）连接，所述推拉杆（18）的一端与能够推动推拉杆（18）伸出或缩回的控制装置（20）连接，每个所述吹灰管件（16）的下部设置与各导热管（4）对应的喷气口
10 （17）。

13. 根据权利要求 12 所述的余热锅炉，其特征在于：所述控制装置（20）包括：电机（21）和与电机（21）连接的啮合齿轮（22），所述推拉杆（18）的一端穿过锅炉（1）的壁（19）而延伸到外侧，所述推拉杆（18）的所述一端设为螺杆结构，所述啮合齿轮（22）与
15 所述螺杆结构相啮合，所述啮合齿轮（22）的旋转方向根据所述电机（21）的旋转方向所不同，由此，控制所述推动杆（18）的伸缩动作。

14. 一种余热锅炉，包括锅炉（1）、设于所述锅炉内（1）的导热管（4）和振打装置，所述锅炉（1）设有废气入口（2）和废气出口（3），其特征在于：所述导热管（4）的表面设有翅片（23），且所述导热管（4）以不固定的方式与支撑组件相连接。

15. 根据权利要求 14 所述的余热锅炉，其特征在于：所述导热管（4）水平布置，所
20 述翅片（23）垂直地设置于所述导热管的外周面且沿所述外周面的整个周面径向向外凸出设置，且沿所述导热管（4）的轴线方向设置多个所述翅片（23）。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的余热锅炉，其特征在于：在所述导热管（4）的轴线方向上间隔布置两个以上的支撑组件，一根所述导热管（4）穿过所述两个以上的支撑组件的对应的两个以上的支撑孔部；

25 所述支撑组件包括与各导热管（4）对应的多个支撑环（5）和固定所述支撑环（5）的支撑梁（8），所述支撑环（5）的孔构成所述支撑孔部；或者所述支撑组件包括支撑板（51），所述支撑板具有与各导热管对应的穿孔（52），所述穿孔（52）构成所述支撑孔部；或者，所述支撑组件包括具有网孔（53）的杆组件（54），所述网孔（53）与各导热管（4）对应，所述网孔（53）构成所述支撑孔部。

30 17. 一种余热锅炉的振打装置，包括振打组件（7），所述振打组件（7）包括振打轴体（10）、固定于所述振打轴体（10）的振打锤（11）和与所述振打轴体（10）相连接而控制所述振打轴体（10）往复转动的驱动电机（12），其特征在于：所述振打装置还包括振打杆

(6)，所述振打杆(6)与多个相邻的导热管(4)固定连接，且所述导热管(4)以不固定的方式与支撑组件相连接。

18. 根据权利要求 17 所述的余热锅炉的振打装置，其特征在于：在所述导热管(4)的轴线方向上间隔布置两个以上的支撑组件，一根所述导热管(4)穿过所述两个以上的支撑组件的对应的两个以上的支撑孔部；

所述支撑组件包括与各导热管(4)对应的多个支撑环(5)和固定所述支撑环(5)的支撑梁(8)，所述支撑环(5)的孔构成所述支撑孔部；或者所述支撑组件包括支撑板(51)，所述支撑板具有与各导热管对应的穿孔(52)，所述穿孔(52)构成所述支撑孔部；或者，所述支撑组件包括具有网孔(53)的杆组件(54)，所述网孔(53)与各导热管(4)对应，所述网孔(53)构成所述支撑孔部。

19. 一种余热锅炉的导热管安装结构，其特征在于：导热管(4)以不固定的方式与支撑组件相连接。

20. 根据权利要求 19 所述的余热锅炉的导热管安装结构，其特征在于：在所述导热管(4)的轴线方向上间隔布置两个以上的支撑组件，一根所述导热管(4)穿过所述两个以上的支撑组件的对应的两个以上的支撑孔部；

所述支撑组件包括与各导热管(4)对应的多个支撑环(5)和固定所述支撑环(5)的支撑梁(8)，所述支撑环(5)的孔构成所述支撑孔部；或者所述支撑组件包括支撑板(51)，所述支撑板具有与各导热管对应的穿孔(52)，所述穿孔(52)构成所述支撑孔部；或者，所述支撑组件包括具有网孔(53)的杆组件(54)，所述网孔(53)与各导热管(4)对应，所述网孔(53)构成所述支撑孔部。

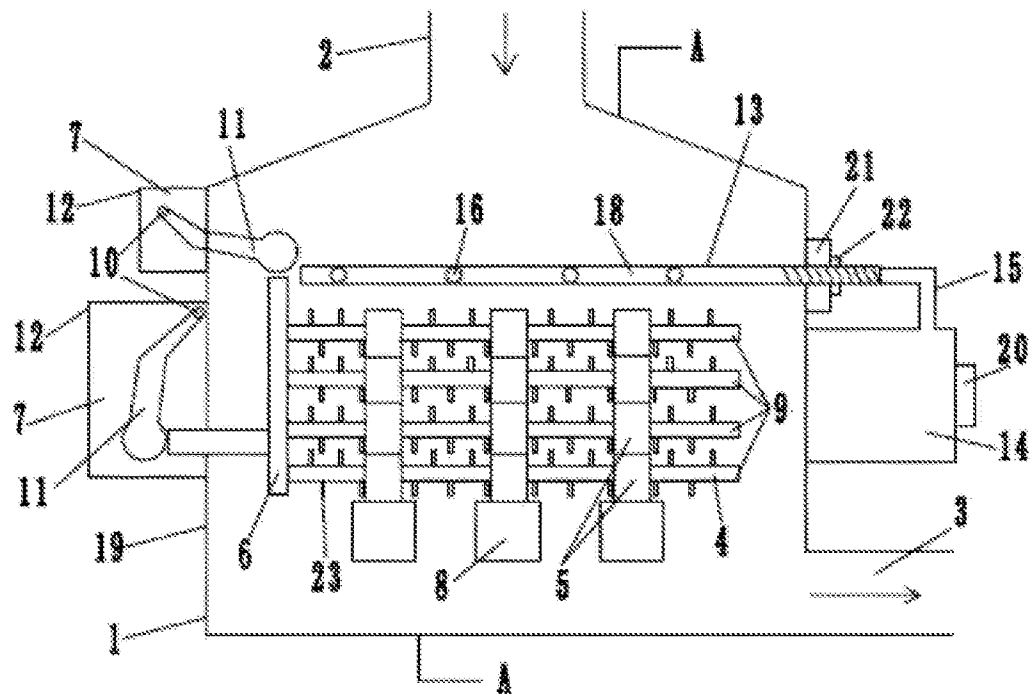


图 1

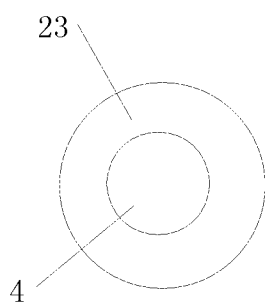


图 2

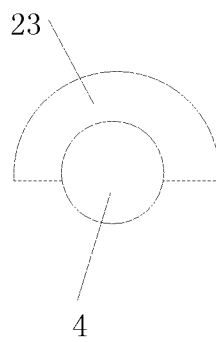


图 3

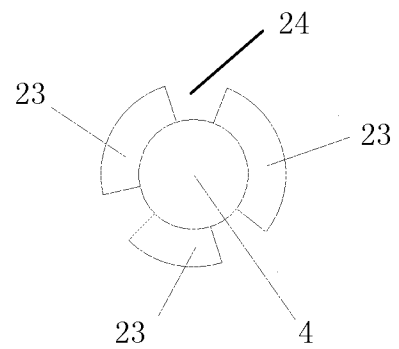


图 4

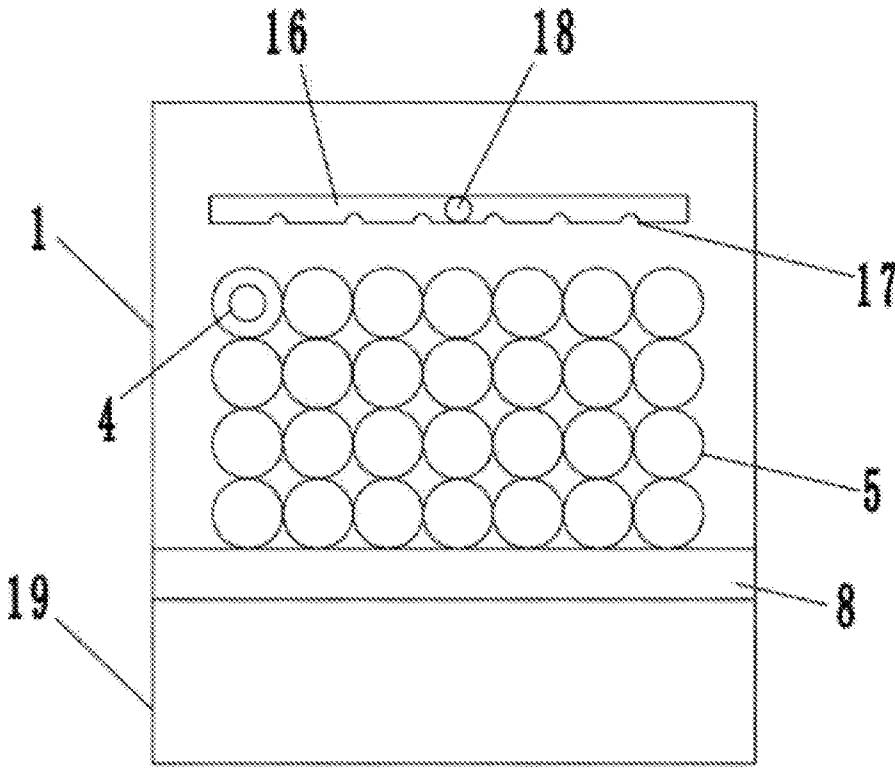


图 5

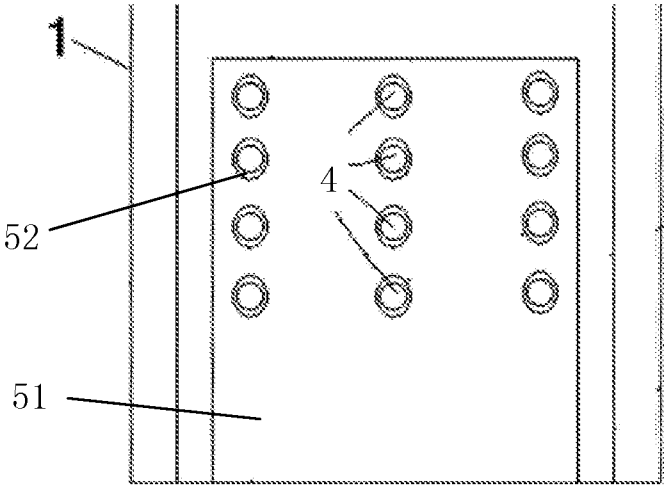


图 6

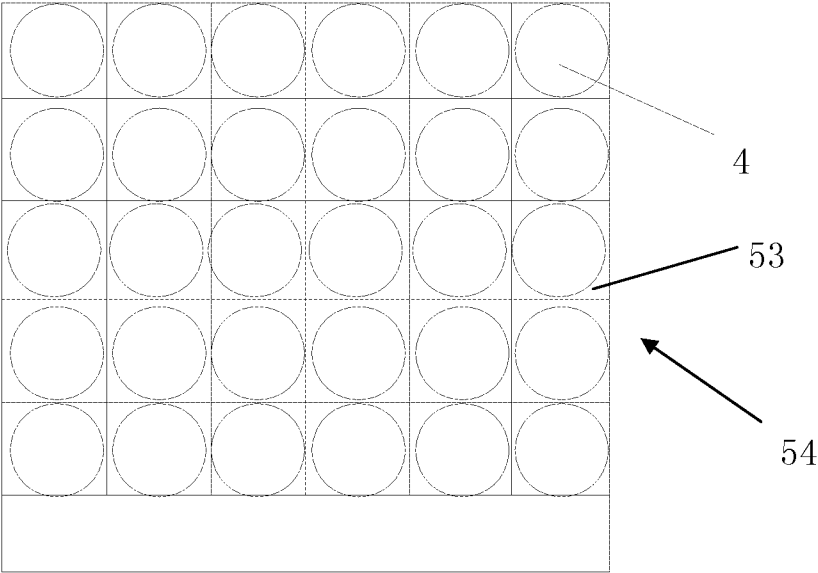


图 7

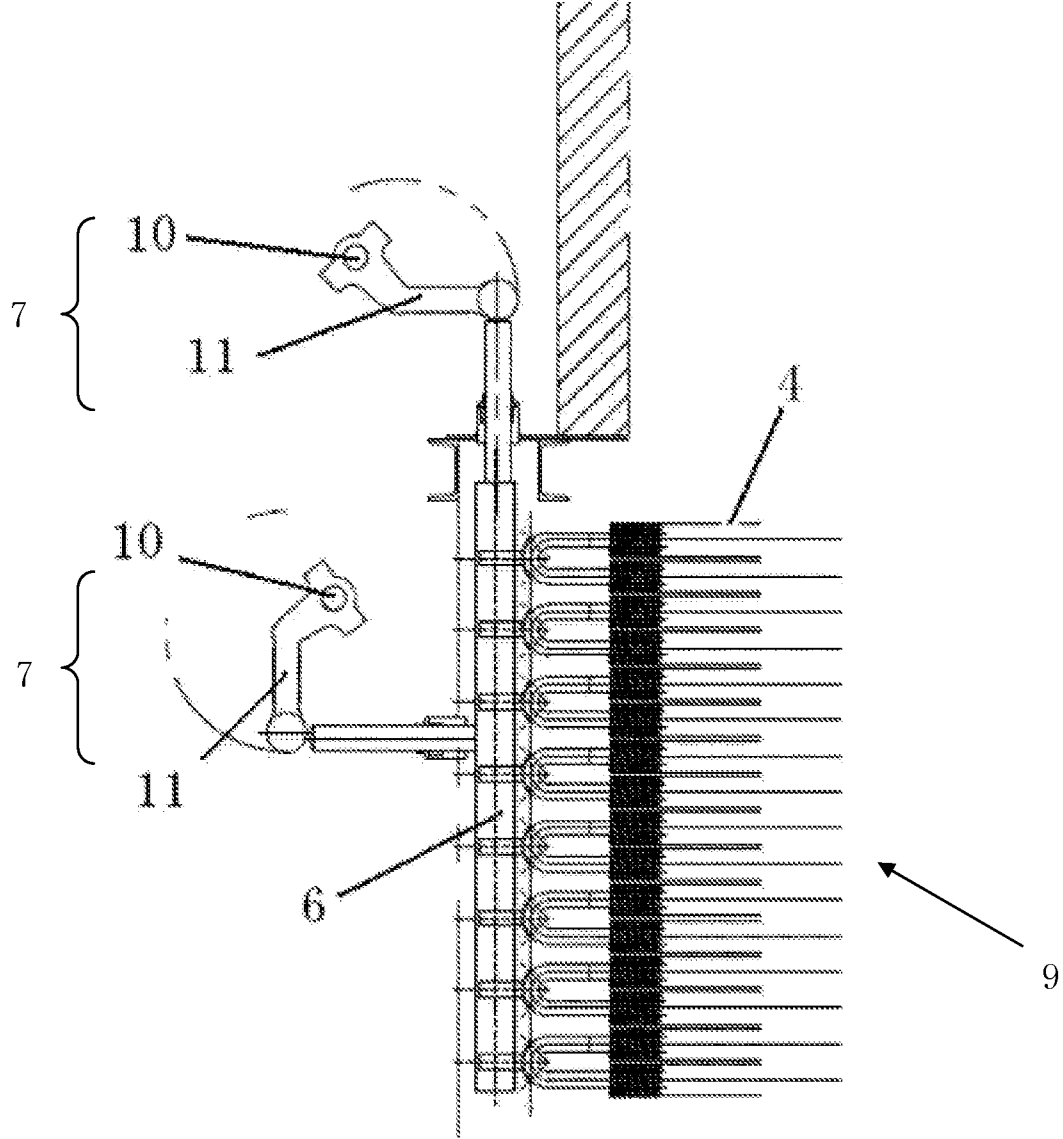


图 8

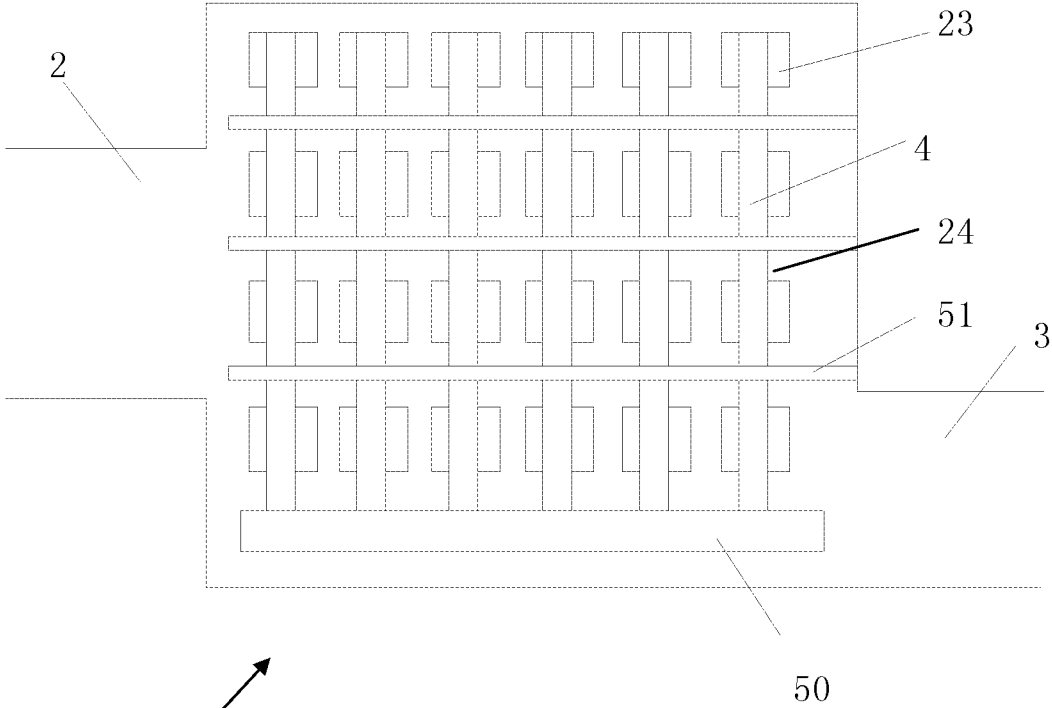


图 9

1

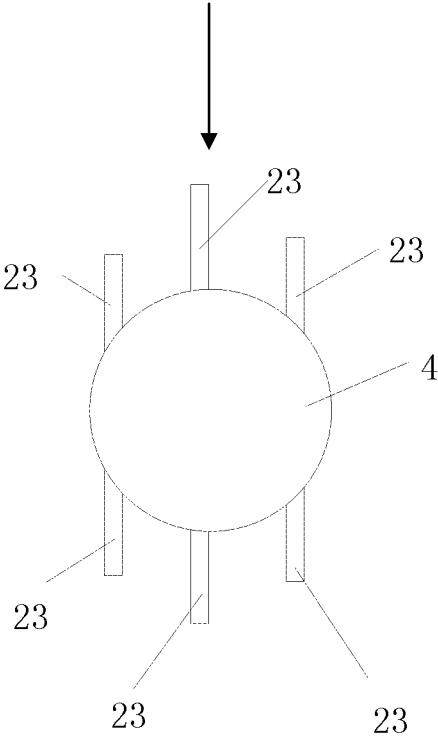


图 10