



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104596207 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201510036962. 7

(22) 申请日 2015. 01. 26

(71) 申请人 中国农业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路 17 号

(72) 发明人 肖红伟 王栋 高振江 刘嫣红

代建武 方小明 薛令阳

(74) 专利代理机构 北京中安信知识产权代理事

务所(普通合伙) 11248

代理人 徐林

(51) Int. Cl.

F26B 7/00(2006. 01)

F26B 9/06(2006. 01)

F26B 23/06(2006. 01)

F26B 25/00(2006. 01)

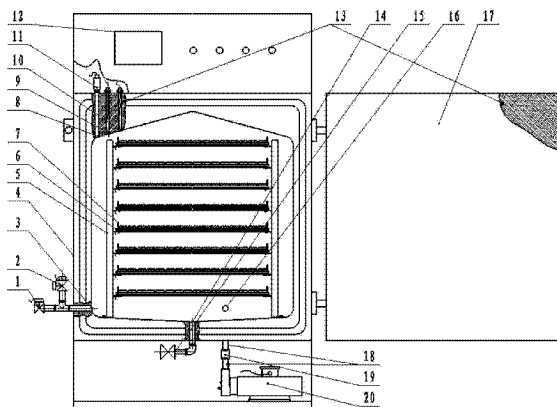
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

平板式真空脉动干燥机

(57) 摘要

本发明属于农产品加工技术领域,具体涉及一种平板式真空脉动干燥机。一种平板式真空脉动干燥机,包括机体、控制单元、具有多层料架的物料干燥单元和脉动真空单元。本发明加热部分采用特制电加热板,加工简便、成本低、加热温度均匀,极大降低了干燥机的制造、使用和维护成本;分层控制方式可根据实际处理量,开启相应加热板,从而减少能量消耗;同时,采用软质料盘显著改善了料盘与加热板间的接触状况,有效保证干燥产品质量,并使用专用的料盘铲装卸料盘,克服了软质料盘不便移动的问题;此外,本发明属于静态干燥,不会造成物料的破损;多层结构有效的提高了设备的加工装载量。



1. 一种平板式真空脉动干燥机,其特征在于:

所述平板式真空脉动干燥机包括机体、控制单元、物料干燥单元和脉动真空单元,其中,

所述机体包括机箱(4)和箱门(17),所述机箱(4)上方设有真空传感器孔(8)、加热板供电孔(9)和温度传感器导线孔(10),所述机箱(4)下方设有抽气孔(16)和泄压孔(3);

所述控制单元包括人机界面(12)、真空压力检测与脉动控制部分和多路电加热板温度检测及控制部分;

所述物料干燥单元包括具有多层结构的料层支架(5)、电加热板(6)和料盘(7),多个电加热板(6)分层布置在料层支架(5)上,料盘(7)放置在电加热板(6)上;所述电加热板(6)为平板式,包括上层的铝板(21)和下层的电发热部分;所述铝板(21)的侧壁开有温度传感器孔(27),温度传感器孔(27)内安装加热板温度传感器(28);所述电加热板(6)的导线穿过机箱(4)上的加热板供电孔(9),所述加热板温度传感器(28)的导线穿过机箱(4)上的温度传感器导线孔(10),并均与控制单元的多路电加热板温度检测及控制部分相连;

所述脉动真空单元包括真空泵(20)、单向止回阀(19)、真空传感器(11)、泄压电磁阀(1)和微孔调压电磁阀(2),所述真空泵(20)的抽气口与单向止回阀(19)之间通过真空管路(18)连接,并且单向止回阀(19)的另一端由真空管路(18)延伸连接至机箱(4)的抽气口(16);所述真空传感器(11)安装于箱体(4)的真空传感器孔(8)内;所述泄压电磁阀(1)、微孔调压电磁阀(2)均通过三通连接到箱体(4)的泄压孔(3),所述真空泵(20)、真空传感器(11)、泄压电磁阀(1)和微孔调压电磁阀(2)均与控制单元中的真空压力检测与脉动控制部分连接。

2. 根据权利要求1所述的平板式真空脉动干燥机,其特征在于:所述铝板(21)厚度为5~10mm。

3. 根据权利要求1或2所述的平板式真空脉动干燥机,其特征在于:所述电发热部分包括电热丝(22)和云母层(23),其中,所述电热丝(22)的上下表面分别敷设绝缘导热的云母层(23);所述电发热部分的上表面紧密贴合铝板(21);所述电发热部分的下表面及侧面,均由蒙皮(25)包裹。

4. 根据权利要求3所述的平板式真空脉动干燥机,其特征在于:所述铝板(21)、电发热部分及蒙皮(25)由沉头铆钉(24)固接成一体,并在蒙皮(25)与铝板(21)的结合处,使用耐温密封胶(26)密封。

5. 根据权利要求3所述的平板式真空脉动干燥机,其特征在于:所述蒙皮(25)为不锈钢材质。

6. 根据权利要求1所述的平板式真空脉动干燥机,其特征在于:所述料盘(7)由食品级、软质、导热材料制成。

7. 根据权利要求1或6所述的平板式真空脉动干燥机,其特征在于:用于装卸所述料盘(7)的料盘铲(29)包括双手柄(30)、条栅状底板(31)、料铲侧壁(32)、顶部拉条(33),所述条栅状底板(31)与料铲侧壁(32)固接为一体,所述顶部拉条(33)与料铲侧壁(32)固接为一体,双手柄(30)螺栓连接在料盘铲(29)的一侧。

8. 根据权利要求1所述的平板式真空脉动干燥机,其特征在于:所述机箱(4)和箱门(17)均为内外双层结构,所述机箱(4)和箱门(17)的内外层之间均填充保温材料(13),所

述机箱 (4) 底部设有排水孔 (14), 排水孔 (14) 的底部连接有排水阀 (15)。

9. 根据权利要求 1 所述的平板式真空脉动干燥机, 其特征在于: 所述真空传感器 (11) 的压力检测范围为 $0 \sim 100\text{Kpa}$, 所述多路电加热板温度检测及控制部分, 采用数字 PID 控温技术分层控制电加热板 (6) 的温度, 电加热板 (6) 的控温范围为 $20 \sim 80^{\circ}\text{C}$, 控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

平板式真空脉动干燥机

技术领域

[0001] 本发明属于农产品加工技术领域,具体涉及一种平板式真空脉动干燥机。

背景技术

[0002] 干燥是农产品加工的重要环节。不同于真空干燥技术,真空脉动干燥是一种干燥室内压力按照一定的规律周期性脉动变化的干燥技术。对比试验表明,真空脉动干燥较真空干燥有更高的干燥效率、更短的干燥时间和更好的复水性,这是因为:第一,物料之所以干燥,是因为蒸发表面的水蒸汽分压大于干燥环境的水蒸汽分压,即两者存在压力梯度,并且干燥的速率和这种压力梯度的大小成正比。但目前的真空干燥技术,在干燥过程中往往采用 1 个真空度或采用保压干燥的方式,此时,物料蒸发表面的水蒸汽分压与干燥环境的水蒸汽分压易达到平衡,极大地降低了干燥脱水效率。而真空脉动干燥技术,在干燥过程中周期性地切换压力,不断打破水分蒸发的平衡状态,从而加快干燥;第二,干燥过程中的压力脉动过程,可扩充物料的孔道,增大干燥时物料水分迁移的孔道,从而加快干燥,并有助于提高物料的复水性。

[0003] 中国专利 200810104061.7 公开了一种滚筒式真空脉动干燥机,其采用热水(油)循环的方式提供干燥热源,主要应用于流动性较好的物料。但对于在干燥过程中翻滚易导致破损(碎)的物料,真空脉动干燥技术的应用受到了限制,如香蕉片、枣片等片状物料,如枸杞等薄壁的浆果类物料,以及质地松散的材料如茯苓块。

[0004] 同时,现有技术中的真空脉动干燥采用加热介质(水或油)循环供热的方式,也存在如下的显著缺陷:

[0005] 第一,需焊接复杂的管路,设备制造成本高。为提高传热效率,加热部分往往采用迷宫式走水(油),焊缝多,易漏水,更由于其应用于真空环境中,焊接处易漏真空,显著增加了设备的加工难度和加工成本;同时,设备还需配套热水箱,热水泵等附件,增加了干燥设备的附加成本。

[0006] 第二,能耗高。要完成加热介质循环,加热介质往往需要达到一定量,仅将其加热就需耗费大量的能量;加热介质在复杂管路中循环,存在大量的水头损失;并为加热均匀,供热充分,热水循环泵需连续运行,增加了设备的运行能耗;同时,当一批物料干燥结束,未连续进行下批物料的干燥操作时,加热介质中蕴含的大量热量又会流失和浪费。

[0007] 第三,加热介质循环管路系统,易结垢后堵塞,难以清洗,一旦出现故障,就需要将复杂管路中的加热介质倒出后更换维修,维护十分不便。

[0008] 第四,不利于加热温度的动态调控。实施变温度干燥,有利于提高干燥效率和保证产品质量,但加热介质热容大、质量多、升温速率有限,且降温更为缓慢,不符合对干燥过程进行快速动态调整的新型工艺要求。同时,加热介质升温缓慢,还导致了干燥前期预热时间较长,影响了干燥过程的整体效率。

[0009] 另外,现有技术中的电加热板,其是以管状电热元件为发热体,并弯曲成型,进入模具后,使用金属合金材料,通过金属浇铸、压铸加工而成的电加热板。由于浇铸所用金属

具有良好的导热性,所以铸造加热板的显著特点是加热板表面温度均匀,但制造该加热板依赖专用设备,加工工艺复杂、价格高,对于多层加热的干燥设备而言,成本更高,不利于显著降低设备的成本。

[0010] 热量是物料水分脱除的基本驱动力。目前,真空脉动干燥技术的干燥热量传递以热传导为主,而传热效果的好坏,会极大地影响真空脉动干燥的效率和产品的质量。目前,干燥料盘多采用金属材料制作,厚度介于 1 ~ 1.5mm,而往往由于其面积较大且为薄壁结构,料盘难以制造得完全平整,导致料盘与加热面间贴合不紧,导热热阻大;同时,干燥过程中较大的温度变化范围(温升幅度达 20 ~ 60℃),使用过程中难以避免的碰撞,也会使硬质的金属料盘产生翘曲、凹凸等情况,产生区域接触不良、点状导热等现象,导致干燥供热不足、供热不均,影响干燥效率,并产生物料干燥不均匀的问题。

[0011] 可见,为拓展真空干燥技术的应用范围,有效降低设备的制造、维护和使用成本,解决上述技术问题势在必行。

发明内容

[0012] 针对不适于在干燥过程中进行翻滚的物料,本发明的目的在于提供一种平板式真空脉动干燥机,可有效降低设备制造、维护成本及干燥能耗,同时可改善干燥时料盘与加热板间的导热情况,使供热充分、干燥均匀。

[0013] 为了达到上述目的,本发明提供了如下技术方案:

[0014] 一种平板式真空脉动干燥机,所述平板式真空脉动干燥机包括机体、控制单元、物料干燥单元和脉动真空单元,其中,

[0015] 所述机体包括机箱 4 和箱门 17,所述机箱 4 上方设有真空传感器孔 8、加热板供电孔 9 和温度传感器导线孔 10,所述机箱 4 下方设有抽气孔 16 和泄压孔 3;

[0016] 所述控制单元包括人机界面 12、真空压力检测与脉动控制部分和多路电加热板温度检测及控制部分;

[0017] 所述物料干燥单元包括具有多层结构的料层支架 5、电加热板 6 和料盘 7,多个电加热板 6 分层布置在料层支架 5 上,料盘 7 放置在电加热板 6 上;所述电加热板 6 为平板式,包括上层的铝板 21 和下层的电发热部分;所述铝板 21 的侧壁开有温度传感器孔 27,温度传感器孔 27 内安装加热板温度传感器 28;所述电加热板 6 的导线穿过机箱 4 上的加热板供电孔 9,所述加热板温度传感器 28 的导线穿过机箱 4 上的温度传感器导线孔 10,并均与控制单元的多路电加热板温度检测及控制部分相连;

[0018] 所述脉动真空单元包括真空泵 20、单向止回阀 19、真空传感器 11、泄压电磁阀 1 和微孔调压电磁阀 2,所述真空泵 20 的抽气口与单向止回阀 19 之间通过真空管路 18 连接,并且单向止回阀 19 的另一端由真空管路 18 延伸连接至机箱 4 的抽气口 16;所述真空传感器 11 安装于箱体 4 的真空传感器孔 8 内;所述泄压电磁阀 1、微孔调压电磁阀 2 均通过三通连接到箱体 4 的泄压孔 3,所述真空泵 20、真空传感器 11、泄压电磁阀 1 和微孔调压电磁阀 2 均与控制单元中的真空压力检测与脉动控制部分连接。

[0019] 所述铝板 21 厚度为 5 ~ 10mm。

[0020] 所述电发热部分包括电热丝 22 和云母层 23,其中,所述电热丝 22 的上下表面分别敷设绝缘导热的云母层 23;所述电发热部分的上表面紧密贴合铝板 21;所述电发热部分的

下表面及侧面,均由蒙皮 25 包裹。

[0021] 所述铝板 21、电发热部分及蒙皮 25 由沉头铆钉 24 固接成一体,并在蒙皮 25 与铝板 21 的结合处,使用耐温密封胶 26 密封。

[0022] 所述蒙皮 25 为不锈钢材质。

[0023] 所述料盘 7 由食品级、软质、导热材料制成。

[0024] 用于装卸所述料盘 7 的料盘铲 29 包括双手柄 30、条栅状底板 31、料铲侧壁 32、顶部拉条 33,所述条栅状底板 31 与料铲侧壁 32 固接为一体,所述顶部拉条 33 与料铲侧壁 32 固接为一体,双手柄 30 螺栓连接在料盘铲 29 的一侧。

[0025] 所述机箱 4 和箱门 17 均为内外双层结构,所述机箱 4 和箱门 17 的内外层之间均填充保温材料 13,所述机箱 4 底部设有排水孔 14,排水孔 14 的底部连接有排水阀 15。

[0026] 所述真空传感器 11 的压力检测范围为 0 ~ 100Kpa,所述多路电加热板温度检测及控制部分,采用数字 PID 控温技术分层控制电加热板 6 的温度,电加热板 6 的控温范围为 20 ~ 80℃,控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

[0027] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0028] 1. 物料静止干燥,不会造成物料的破损;多层结构有效地提高了设备的加工装载量;分层控制方式可根据实际处理量,开启相应加热板,从而减少能量消耗。

[0029] 2. 加热热源采用特制电加热板,制造工艺简单,不依赖专用设备,价格低,安装及维护更换方便;铺设导热性能良好的上层铝板,可使加热板供热温度十分均匀,提高了物料干燥的均匀性,同时铝的密度较小,相比于其他金属,不会显著增加加热板的重量;干燥时仅需将小体积的加热板加热,无复杂的能量传递路径,极大地降低了附加能量损耗。同时,加热板热容小,温度惯性小,升温迅速,提高了连续干燥作业时的效率,同时降温快速,有利于根据物料干燥情况对干燥温度进行快速升降温调节。

[0030] 3. 加热料盘采用导热、软质、薄壁的食品级材料制成,放置在电加热板上时,料盘底部会自由下塌,以紧密地与加热板接触,有效改善以往采用硬质金属制造料盘时,由于料盘难以避免的不平整或凸凹,所造成的接触热阻大、接触不良、供热不足及不均匀,并由此导致的干燥效率低、干燥不均匀等问题。

[0031] 4. 采用特制料盘铲装卸料盘,克服了较大的软质料盘不便装卸的问题。

附图说明

[0032] 图 1 为本发明的平板式真空脉动干燥机的主视图;

[0033] 图 2 为本发明的电加热板的侧视示意图;

[0034] 图 3 为本发明的电加热板的俯视示意图;

[0035] 图 4 为本发明的料盘的立体结构示意图;

[0036] 图 5 为本发明的料盘铲的立体结构示意图。

[0037] **【主要组件符号说明】**

[0038] 1 泄压电磁阀

[0039] 2 微孔调压电磁阀

[0040] 3 泄压孔

[0041] 4 机体

- [0042] 5 料层支架
- [0043] 6 电加热板
- [0044] 7 料盘
- [0045] 8 真空传感器孔
- [0046] 9 加热板供电孔
- [0047] 10 温度传感器导线孔
- [0048] 11 真空传感器
- [0049] 12 人机界面
- [0050] 13 保温材料
- [0051] 14 排水孔
- [0052] 15 排水阀
- [0053] 16 抽气孔
- [0054] 17 箱门
- [0055] 18 真空管路
- [0056] 19 单向止回阀
- [0057] 20 真空泵
- [0058] 21 铝板
- [0059] 22 电热丝
- [0060] 23 云母层
- [0061] 24 沉头铆钉
- [0062] 25 蒙皮
- [0063] 26 密封胶
- [0064] 27 温度传感器孔
- [0065] 28 加热板温度传感器
- [0066] 29 料盘铲
- [0067] 30 双手柄
- [0068] 31 条栅状底板
- [0069] 32 料铲侧壁
- [0070] 33 顶部拉条

具体实施方式

[0071] 下面结合附图和实施例对本发明的具体实施方式作进一步说明。

[0072] 图 1 为本发明的平板式真空脉动干燥机的主视图；图 2 为本发明的电加热板的侧视示意图；图 3 为本发明的电加热板的俯视示意图；图 4 为本发明的料盘的立体结构示意图；图 5 为本发明的料盘铲的立体结构示意图。

[0073] 如图 1 所示，本发明的平板式真空脉动干燥机包括机体、控制单元、物料干燥单元和脉动真空单元。

[0074] 所述机体包括机箱 4 和箱门 17，机箱 4 和箱门 17 均为内外双层结构。机箱 4 和箱门 17 的内外层之间均填充保温材料 13，起到干燥腔室内壁保温、减少冷凝水形成、降低物

料吸潮概率的作用。所述机箱 4 上方设有真空传感器孔 8、加热板供电孔 9 和温度传感器导线孔 10。所述机箱 4 下方设有抽气孔 16 和泄压孔 3。所述机箱 4 底部设有排水孔 14, 排水孔 14 的底部连接有排水阀 15。

[0075] 所述控制单元包括人机界面 12、真空压力检测与脉动控制部分和多路电加热板温度检测及控制部分。

[0076] 所述物料干燥单元包括具有多层结构的料层支架 5、电加热板 6 和料盘 7, 多个电加热板 6 分层布置在料层支架 5 上, 料盘 7 放置在电加热板 6 上。

[0077] 如图 2 和图 3 所示, 所述电加热板 6 为平板式, 包括上层的铝板 21 和下层的电发热部分。所述铝板 21 厚度为 5 ~ 10mm。所述电发热部分包括电热丝 22 和云母层 23, 其中, 所述电热丝 22 的上下表面分别敷设绝缘导热的云母层 23。所述电发热部分的上表面紧密贴合铝板 21, 所述电发热部分的下表面及侧面, 均由不锈钢蒙皮 25 包裹。所述铝板 21、电发热部分及蒙皮 25 由沉头铆钉 24 固接成一体, 并在蒙皮 25 与铝板 21 的结合处, 进一步使用耐温密封胶 26 密封, 起到密封防水的作用。该电加热板 6 上层的铝板 21 重量较轻, 导热性能良好, 可使电加热板 6 的供热温度均匀; 铆接工艺简便, 可保证电加热板 6 上表面的平整, 防止料盘与加热板间接触不良; 相比于现有的铸制加热板, 该电加热板 6 性能相差无几, 但价格降低很多。

[0078] 更进一步地, 所述铝板 21 的侧壁开有温度传感器孔 27, 温度传感器孔 27 内安装加热板温度传感器 28, 用于检测电加热板 6 的温度。所述电加热板 6 的导线穿过机箱 4 上的加热板供电孔 9, 所述加热板温度传感器 28 的导线穿过机箱 4 上的温度传感器导线孔 10, 并均与控制单元的多路电加热板温度检测及控制部分相连。

[0079] 如图 4 所示, 料盘 7 由食品级、软质、导热材料制成, 在本发明中采用食品级硅胶材料。薄层软质材料会自动坍塌以紧密贴合电加热板 6, 从而有效地改善了料盘 7 与电加热板 6 间的接触, 使热量经由料盘 7 的传递更为充分、均匀, 从而提高干燥效率, 提高物料干燥的均匀性。

[0080] 如图 5 所示, 使用专用的料盘铲 29 来装卸软质料盘 7, 以使得软质料盘装卸、移动更为容易。所述料盘铲 29 包括双手柄 30、条栅状底板 31、料铲侧壁 32 和顶部拉条 33, 所述条栅状底板 31 与料铲侧壁 32 焊成一体, 顶部拉条 33 与料铲侧壁 32 焊成一体, 双手柄 30 螺栓连接在料盘铲 29 的一侧。其中, 双手柄 30 设计使得在移动较大尺寸的料盘铲 29 时更为方便, 条栅状底板 31 在满足支撑软质料盘 7 的前提下, 可减轻料盘铲 29 的重量, 同时, 料盘铲 29 的顶部拉条 33 可防止料盘铲 29 负重后变形。

[0081] 所述脉动真空单元包括真空泵 20、单向止回阀 19、真空传感器 11、泄压电磁阀 1 和微孔调压电磁阀 2。所述真空泵 20 的抽气口与单向止回阀 19 之间由真空管路 18 连接, 并且单向止回阀 19 的另一端由真空管路 18 延伸连接至机箱 4 的抽气口 16。所述真空传感器 11 安装于箱体 4 的真空传感器孔 8 内, 其压力检测范围为 0 ~ 100KPa。所述泄压电磁阀 1、微孔调压电磁阀 2 均通过三通连接到箱体 4 的泄压孔 3。所述真空泵 20、真空传感器 11、泄压电磁阀 1 和微孔调压电磁阀 2 均通过导线与控制单元中的真空压力检测与脉动控制部分连接。

[0082] 另外, 所述控制单元的多路电加热板温度检测及控制部分, 采用数字 PID 控温技术控制电加热板 6 的温度, 具有抗扰动能力强, 控温准确的特点, 可有效保证产品品质。电

加热板 6 的控温范围为 20 ~ 80℃,控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$;并可进行分层控制,可根据不同的物料装载量,开启相应的电加热板 6,以降低能量消耗。

[0083] 本发明的平板式真空脉动干燥机的具体工作方法是:

[0084] 首先,将物料放置在料盘 7 内,通过料盘铲 29 将料盘 7 放置在电加热板 6 上;

[0085] 然后,通过控制单元的人机界面 12,对装有物料的电加热板 6 启动加热,干燥物料;同时,由真空传感器 11 实时监测机箱 4 内的真空压力,并传输至控制单元,控制单元根据设置的高真空值与高真空保持时间、低真空值与低真空保持时间,输出控制真空泵 20、泄压电磁阀 1 和微孔调压电磁阀 2,实现真空室压力的脉动循环,直至干燥结束;

[0086] 最后,通过料盘铲 29 将料盘 7 及物料移出机体。

[0087] 本发明的平板式真空脉动干燥机适合于枸杞、茯苓块、香蕉片、葡萄等农产物料的干燥。

[0088] 最后所应当说明的是:以上实施方式仅用于说明而并非限制本发明的技术方案,尽管依照上述实施方式对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应该理解:依然可以对本发明进行修改或者等同替换,而不脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

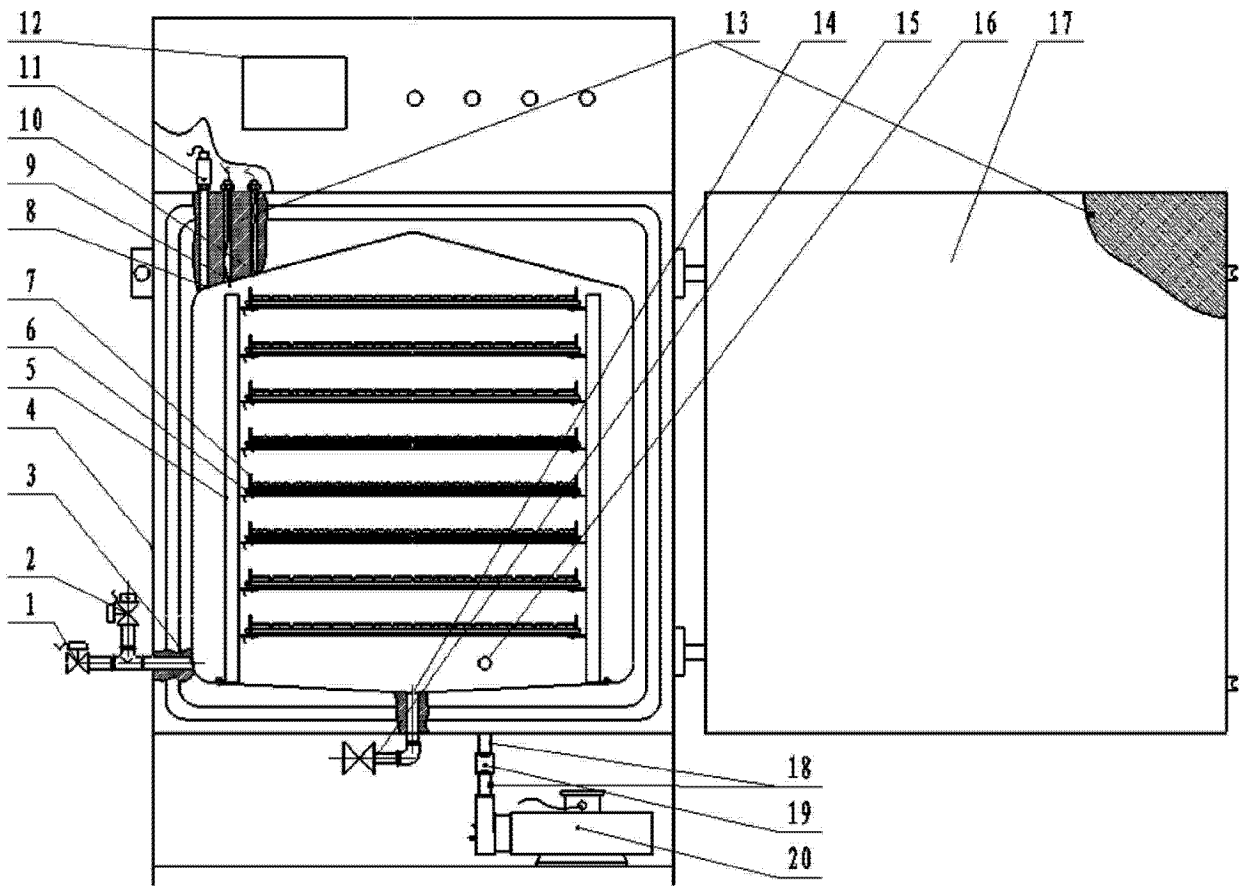


图 1

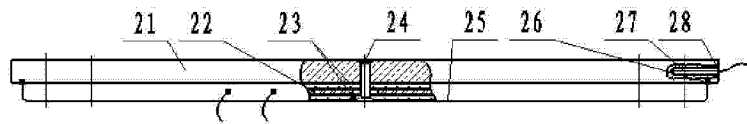


图 2

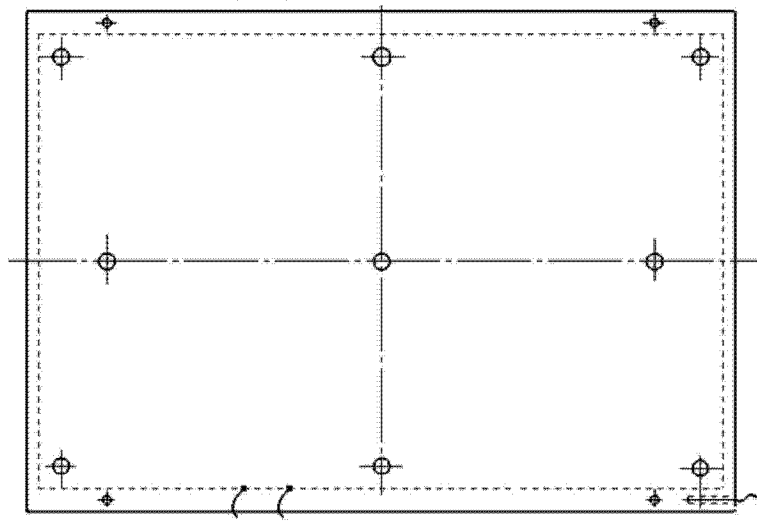


图 3

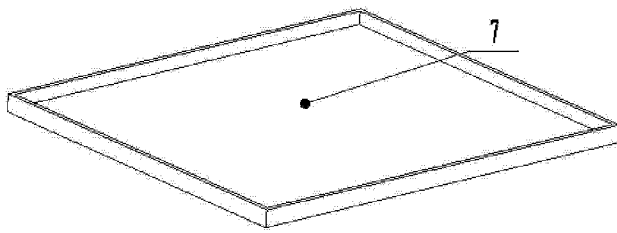


图 4

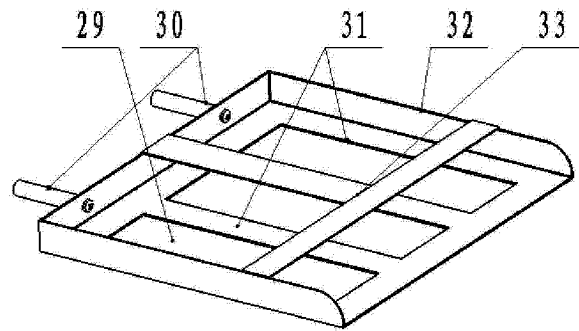


图 5