(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 204369820 U
(45)授权公告日 2015.06.03

(21)申请号 201420760441.7

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2014.12.04

(73)专利权人 广州环渝能源科技有限公司
地址 510700 广东省广州市黄埔区护林路133号骊丰大厦401室

(72)发明人 刘效洲 马培碧

(74)专利代理机构 北京献智知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11434
代理人 杨献智 张春合

(51)Int.Cl.
*C10J 3/20*(2006.01)
*C10J 3/84*(2006.01)
*C10J 3/80*(2006.01)
*C10J 3/76*(2006.01)

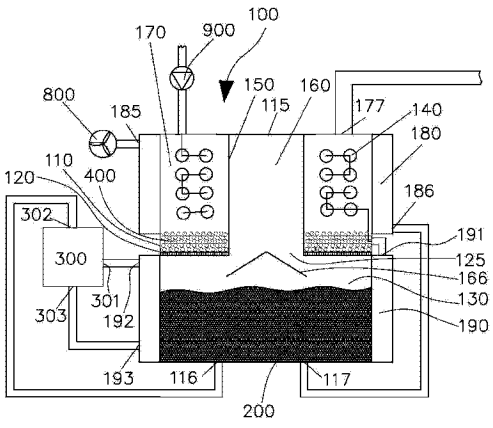
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)实用新型名称

生物质气化炉余热综合利用系统

(57)摘要

本实用新型公开一种生物质气化炉余热综合利用系统，其炉体的内部空间通过第一筛板分隔为气化反应区和进料排气综合区。炉体的顶壁设有生物质进料口，炉体的底壁设有水蒸汽入口和热空气入口，第一筛板设有生物质出料口。进料排气综合区通过料筒分隔为生物质进料通道和燃气收集排出通道，并且在炉体的顶壁上于燃气收集排出通道的顶部设有燃气出口。燃气收集排出通道位于第一筛板的上表面、料筒的外表面以及炉体的内表面围成的空间内。在进料排气综合区的外侧沿炉体的外壁围绕设置有风壳，其中，风壳的上部设有冷风入口，风壳的下部设有热空气出口，冷风入口通过管线连接至风机，热空气出口通过管线与炉体的底壁上的热空气入口连通。




CN 204369820 U

1. 一种生物质气化炉余热综合利用系统，包括：

上吸式固定床气化炉，所述上吸式固定床气化炉包括炉体，所述炉体的内部空间通过第一筛板分隔为位于中下部的用于堆积生物质料层的气化反应区以及位于所述气化反应区上方的进料排气综合区，其中，所述炉体的顶壁设有生物质进料口，所述炉体的底壁设有水蒸汽入口和热空气入口，所述第一筛板设有生物质出料口；

其特征在于：

所述进料排气综合区通过料筒分隔为位于中央的生物质进料通道以及围绕所述生物质进料通道设置的燃气收集排出通道，并且在所述炉体的顶壁上于所述燃气收集排出通道的顶部设有燃气出口；

所述生物质进料通道的一端与所述炉体顶壁上的所述生物质进料口连通，所述生物质进料通道的另一端与所述第一筛板上的所述生物质出料口连通，所述燃气收集排出通道位于所述第一筛板的上表面、所述料筒的外表面以及所述炉体的内表面围成的空间内；并且

在所述进料排气综合区的外侧沿所述炉体的外壁围绕设置有风壳，其中，所述风壳的上部设有冷风入口，所述风壳的下部设有热空气出口，所述冷风入口通过管线连接至风机，所述热空气出口通过管线与所述炉体的底壁上的所述热空气入口连通。

2. 如权利要求 1 所述的生物质气化炉余热综合利用系统，其特征在于，在所述燃气收集排出通道内设有换热盘管。

3. 如权利要求 2 所述的生物质气化炉余热综合利用系统，其特征在于，在所述气化反应区的外侧沿所述炉体的外壁围绕设置有水套。

4. 如权利要求 3 所述的生物质气化炉余热综合利用系统，其特征在于，所述生物质气化炉余热综合利用系统进一步设有汽水分离器。

5. 如权利要求 4 所述的生物质气化炉余热综合利用系统，其特征在于，所述水套的上部设有进水口和汽水出口，所述水套的下部设有回水入口；所述换热盘管的一端与水泵连接而另一端与所述水套的所述进水口连通。

6. 如权利要求 5 所述的生物质气化炉余热综合利用系统，其特征在于，所述汽水分离器设有汽水入口、回水出口以及蒸汽出口；所述汽水入口通过管线与所述水套的所述汽水出口连通；所述回水出口通过管线与所述水套的所述回水入口连通；所述蒸汽出口通过管线与所述炉体底壁上的所述水蒸汽入口连通。

7. 如权利要求 2-6 中任一项所述的生物质气化炉余热综合利用系统，其特征在于，所述第一筛板的上方设有陶瓷球过滤层。

8. 如权利要求 7 所述的生物质气化炉余热综合利用系统，其特征在于，所述换热盘管在所述燃气收集排出通道内设置于所述陶瓷球过滤层的上方。

# 生物质气化炉余热综合利用系统

## 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种燃料生产系统，特别涉及一种生物质燃料生产系统。

## 背景技术

[0002] 众所周知，煤、石油、天然气等化石能源都是不可再生资源，在人类大规模的开采下已逐渐枯竭。另外，这些燃料在燃烧时会向空气中排放大量的有毒有害气体，造成大气严重污染。为此，能源领域专家正努力寻找可再生的清洁燃料来代替化石能源。

[0003] 生物质燃料（简称BMF，比如农林废弃物，如秸秆、锯末、甘蔗渣、稻糠等）具有以下几个特点：1、BMF的能量来自于其生长时对自然界$CO_2$的吸收，因此BMF具有$CO_2$生态“零”排放的特点；2、BMF的燃烧以挥发份为主，其固定碳的含量为15％左右，是典型的低碳燃料；3、BMF的含硫量比柴油还低，仅为0.05％，不需设置脱硫装置就可实现$SO_2$的排放；4、BMF的灰份仅为1.8％，是煤基燃料的1/10左右，设置简单的除尘装置就能实现粉尘排放达标；5、BMF含氮量低，氧含量高，燃烧时生成较少的$NO_X$；6、BMF来源于农林废弃物，原料分布广泛多样，成本低，循环生长，取之不尽用之不竭，是典型的循环经济项目。

[0004] 生物质燃料技术的研究与开发已成为世界重大热门课题之一，受到世界各国政府与科学家的关注。生物质能的利用主要有直接燃烧、热化学转换和生物化学转换等3种途径。生物质的直接燃烧在相当长的历史时期是我国生物质能利用的主要方式。生物质的热化学转换是指在一定的温度和条件下，使生物质气化、炭化、热解和液化，以生产气态燃料、液态燃料和化学物质的技术。生物质的生物化学转换包括有生物质—沼气转换和生物质—乙醇转换等。

[0005] 生物质气化是以生物质为原料，在气化剂作用下，通常以氧气（空气、富氧或纯氧）、水蒸气或氢气等作为气化剂（也称为气化质），在高温条件下通过热化学反应，将生物质中可燃的部分转化为可燃气的过程。生物质气化时产生的气体成分主要包括$H_2$、$CH_4$和CO等，通常将这种可燃气体称为生物质燃气。

[0006] 在生物质的气化过程中，气化效果与燃烧过程有着密不可分的关系，这是因为燃烧过程是生物质气化的基础，而气化则是部分燃烧或缺氧燃烧，生物质中碳的氧化燃烧过程为气化过程提供了热量。在气化反应中，其他过程的进行情况取决于碳燃烧阶段的放热情况。因此，从根本上说，生物质气化过程是为了增加可燃气的产量而在高温条件下发生的热裂解过程。

[0007] 相对于其它的生物质利用技术而言，生物质气化技术是一种广泛使用的生物质能量转化方式。其特点主要包括能量转化效率高，设备简单，投资少，运行操作容易，不受地区、燃料种类和气候的限制。经过生物质气化炉产生的生物燃气可用于炊事、采暖和烘干谷物、木材等，还可作内燃机、热气机等动力装置的燃料，将其转化为电力或动力，提高生物质能源品位及其使用效率。

[0008] 生物质的气化过程主要在气化炉中进行，由于气化炉的类型、气化反应条件、工艺流程、气化剂的种类、原料的性质和粉碎粒度等条件的不同，其气化反应过程也不尽相同。

但生物质气化过程在不同条件下的基本包括：$C+O_2=CO_2$；$CO_2+C=2CO$；$H_2O+C=CO+H_2$等。

[0009] 一般而言，生物质的实际反应过程主要包括四个部分：(1)、干燥层，其中生物质从气化炉顶部进入气化器，被加热至大约 200 ～ 300℃左右后，生物质原料中的水分首先受热蒸发，最终产物为干物料；(2)、热解层，其中生物质干物料从干燥层向下移动进入热解层，在高温作用下，生物质中挥发分将会大量地析出，其作用温度在 500 ～ 600℃左右，挥发分析出后，生物质只剩下残余的木炭，其中热分解反应析出的挥发分主要包括氢气、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、焦油和其它碳氢化合物等；(3)、氧化层（也叫燃烧层），其中生物质经热解层后仅剩下木炭，此时在氧化层中与被引入的空气发生剧烈反应，同时释放出大量的热量，为其它区域的反应提供热量，在氧化层中，其特点是反应速率快，层高较低，温度可以高达 1000 ～ 1200℃左右，同时挥发分参与燃烧后进一步降解；(4)、还原层，还原层中没有氧气存在，氧化层中的燃烧产物及水蒸气与还原层中木炭发生还原反应，生物氢气和一氧化碳，这些气体与挥发分等形成了可燃气体，完成固体生物质向气体燃料的转化过程，由于还原反应是吸热反应，此时的温度降低到 700 ～ 900℃左右，而其所需热量主要来源于氧化层。

[0010] 生物质气化反应主要在气化炉中进行，因此气化炉是生物质气化的主要的设备，根据气化炉的运行方式不同可以分为流化床气化炉和固定床气化炉。其中，在流化床气化炉中，粉碎的生物质原料被投入气化炉中，气化剂由鼓风机从炉栅底部向上吹入气化炉内，燃料的气化反应是在“沸腾”状态完成的。其中，固定床气化炉是将切碎的生物质原料由炉子顶部加料口投入到固定床气化炉中，物料在炉内基本上按层次地进行气化反应，反应产生的气体在炉内的流动要靠动力装备风机来实现。

[0011] 在上吸式固定床气化炉中，生物质原料从气化炉顶部送入，气化剂由炉体底部的进气口进入炉内参与反应，反应产生的气体自下向上流动，最后由气化炉上部的燃气出口排出。其中，生物质的反应过程从上到下依次包括干燥层、热解层、还原层、氧化层。其优点主要是：燃气在经过热分解区和干燥区时，将其本身所携带的热量传给生物质原料，用于原料的干燥和热分解，同时降低燃气的温度，提高气化炉的热效率；由于生物质原料从炉子上部加入，因此生物燃气由上部出来时经过物料层，对燃气有一定的过滤作用，减少生物燃气中的灰分含量。

[0012] 如中国专利申请公开第 101737795A 号所揭示的一种以空气水蒸汽为气化剂的生物质气化锅炉，包括炉体、炉排、燃料均分器和预热管，炉体由内炉壁和套在内炉壁上的外炉壁构成，炉体的上部空腔的外形呈圆柱形，炉体的上部空腔为气化燃烧室，炉体的下部空腔的外形呈倒锥形，炉体的下部空腔为落灰室，炉排位于落灰室的上方且设置在气化燃烧室的下端内，预热管设置气化燃烧室内的上端且与安装在炉体的上端壁的燃料均分器连通；生物质气化锅炉还包括进水管、雾化喷嘴、空气进入管、隔板、热空气水蒸汽混合管路、喉管、二次风管组和连接管；热空气水蒸汽混合管路设置在炉排的下方，炉排由多个水平设置的炉排管纵横交织在一起构成，每个炉排管的下半部管壁开有多个一次风通孔；位于炉排上方的圆柱形炉体的外侧壁上设有密闭环形雾化腔，密闭环形雾化腔直接通过内炉壁与气化燃烧室进行热交换，隔板设置在密闭的环形雾化腔内，空气进入管与隔板一侧的密闭环形雾化腔连通，进水管通过雾化喷嘴与隔板另一侧的密闭环形雾化腔连通，热空气水蒸汽混合管路的出口和隔板与雾化喷嘴之间的密闭环形雾化腔连通，各个炉排管通过热空气

水蒸汽混合管路与密闭环形雾化腔连通。然而，该以空气水蒸汽为气化剂的生物质气化锅炉存在以下缺点或不足：(1)、直接制得的生物质燃气中焦油含量较大，如果不进行过滤处理将严重影响燃气的后续使用性能，而该生物质气化锅炉专利申请中未揭示或建议如何有效降低生物质燃气中焦油含量；(2)、该生物质气化锅炉的中上部的炉壁未采取余热回收构造，浪费了一部分热能，如果能将这部分热能用于预热空气或水将会更加节能环保；(3)、该生物质气化锅炉的生物质进料通道与生物质燃气排出通道未进行物理上的分隔，这不利于分别控制加料和排气；(4)、该生物质气化锅炉的水蒸汽制备方式是通过雾化喷嘴直接将水管中的冷水喷向高温炉壁而加热成水蒸汽直接供应给气化炉内，这样制成的水蒸汽中必然含有一定量的雾化水滴，这不利于后续在气化炉中进行的还原反应；(5)、该生物质气化锅炉的一次风制备方式是将冷空气直接送入密闭环形雾化腔中与水蒸汽混合制成热空气水蒸汽混合气后供应给气化炉内，这样会使得水蒸汽中雾化水滴的含量进一步增加。

[0013] 又如中国专利申请公开第 102643676A 号所揭示的一种燃气回流燃烧自供热生物质热解气化方法，生物质在热解气化炉内，以空气和水蒸气为气化剂进行热解气化反应，利用产出燃气的余热将由蒸发器产出的水蒸汽制备成过热水蒸汽给炉内补热，并回流部分产出的燃气入炉燃烧为气化反应提供热量，采用高温裂解去除焦油，确保气化炉整体处于高温氛围，使生物热解碳的气化过程和焦油的裂解过程趋于完全。然而，该燃气回流燃烧自供热生物质热解气化方法存在以下缺点或不足：(1)、其未揭示或建议如何有效降低生物质燃气中焦油含量；(2)、其使用的空气未利用锅炉余热进行预热；(3)、其需要采用专门的蒸发器制得水蒸汽；(4)、其炉壁未采取余热回收构造，浪费了一部分热能。

[0014] 因此，提供一种能够充分提高能源利用率的生物质气化炉余热综合利用系统成为业内急需解决的问题。

## 发明内容

[0015] 本实用新型的目的是提供一种生物质气化炉余热综合利用系统，其能够充分提高能源利用率并提高生物质燃气的品质。

[0016] 根据本实用新型的一个方面，提供一种生物质气化炉余热综合利用系统，包括：上吸式固定床气化炉，上吸式固定床气化炉包括炉体，炉体的内部空间通过第一筛板分隔为位于中下部的用于堆积生物质料层的气化反应区以及位于气化反应区上方的进料排气综合区，其中，炉体的顶壁设有生物质进料口，炉体的底壁设有水蒸汽入口和热空气入口，第一筛板设有生物质出料口。其中，进料排气综合区通过料筒分隔为位于中央的生物质进料通道以及围绕生物质进料通道设置的燃气收集排出通道，并且在炉体的顶壁上于燃气收集排出通道的顶部设有燃气出口；生物质进料通道的一端与炉体顶壁上的生物质进料口连通，生物质进料通道的另一端与第一筛板上的生物质出料口连通，燃气收集排出通道位于第一筛板的上表面、料筒的外表面以及炉体的内表面围成的空间内；并且在进料排气综合区的外侧沿炉体的外壁围绕设置有风壳用于回收利用进料排气综合区的炉壁热量以制备热空气，其中，风壳的上部设有冷风入口，风壳的下部设有热空气出口，冷风入口通过管线连接至风机，热空气出口通过管线与炉体的底壁上的热空气入口连通，从而冷空气在风壳内预热成热空气（100 ～ 200 摄氏度，比如大约 150 摄氏度）后经由热空气入口输送至炉体内与通过水蒸汽入口输送的水蒸汽一起使气化反应区内堆积的生物质料气化。

[0017] 优选地，可以在燃气收集排出通道内设有换热盘管用于回收利用生物质燃气中的热量以一次制备水蒸汽。其中，冷水在换热盘管内被加热成 100 摄氏度左右的汽水混合物，蒸汽干度约为 60％。

[0018] 优选地，可以在气化反应区的外侧沿炉体的外壁围绕设置有水套用于回收利用气化反应区的炉壁热量以二次制备水蒸汽。其中，来自换热盘管的汽水混合物在水套内进一步被加热以提高蒸汽温度和干度，同时来自汽水分离器的回水在水套内被循环加热为水蒸汽以节省水资源，此外，控制水套内回水的量小于水套容积的 20％以避免影响系统的正常运行。

[0019] 优选地，生物质气化炉余热综合利用系统可以进一步设有汽水分离器用于去除水蒸汽中的液态水以三次制备水蒸汽。本实用新型中的汽水分离器为常规汽水分离器，其工作原理为 ：含水的蒸汽进入汽水分离器，并在其中以离心向下倾斜式运动，夹带的水份由于速度降低而被分离出来 ；被分离的液体流经疏水阀排出，干燥清洁的蒸汽从分离器出口排出。

[0020] 可选择地，水套的上部设有进水口和汽水出口，水套的下部设有回水入口 ；换热盘管的一端与水泵连接而另一端与水套的进水口连通，以将一次制备的水蒸汽输送至水套内进行二次制备。

[0021] 可选择地，汽水分离器设有汽水入口、回水出口以及蒸汽出口 ；汽水入口通过管线与水套的汽水出口连通以将水套内的汽水混合物引入汽水分离器内分离出高纯度水蒸汽 ；回水出口通过管线与水套的回水入口连通用于将汽水分离器内分离出的液态水送入水套内加热以循环制备水蒸汽 ；蒸汽出口通过管线与炉体底壁上的水蒸汽入口连通。

[0022] 可选择地，第一筛板的上方可以设有陶瓷球过滤层用于一级过滤生物质燃气中的焦油，换热盘管在燃气收集排出通道内设置于陶瓷球过滤层的上方。

[0023] 可选择地，生物质气化炉余热综合利用系统可以进一步包括旋风除尘装置，燃气出口通过管线连接至旋风除尘装置以除去生物质燃气中的灰分，旋风除尘装置包括一级燃气入口、一级燃气出口以及下料器，一级燃气入口沿着旋风除尘装置的本体的切向方向设置以使得燃气在旋风除尘装置内部盘旋流动，一级燃气出口设置于旋风除尘装置的本体的顶部，下料器设置于旋风除尘装置的本体的底部用于收集灰分。

[0024] 可选择地，生物质气化炉余热综合利用系统可以进一步包括二级过滤装置，二级过滤装置设有二级燃气入口和二级燃气出口，二级燃气入口通过管线连接至旋风除尘装置的一级燃气出口，二级燃气出口输出洁净生物质燃气。

[0025] 可选择地，二级过滤装置的内部可以包括由第二筛板分隔成的位于下部的过渡除灰腔以及位于过渡除灰腔上方的过滤区，过滤区包括由间隔板分隔成的第一过滤腔和第二过滤腔，第一过滤腔和第二过滤腔的中下部均设有锯末过滤层，二级燃气入口设置于第一过滤腔的顶部，二级燃气出口设置于第二过滤腔的顶部。

[0026] 可选择地，生物质出料口的下方设有分料锥用于将生物质料均匀地分散至气化反应区。

[0027] 优选地，进一步设有旋转驱动装置用于驱动分料锥旋转，使得生物质料更加均匀地分散。

[0028] 可选择地，上吸式固定床气化炉的炉体为圆筒状，第一筛板为圆环状并且第一筛

板上开设若干通孔。

[0029] 可选择地，在第二过滤腔内于锯末过滤层的顶部进一步设置第三筛板以防止制得的洁净生物质燃气中混入锯末。

[0030] 可选择地，生物质进料口设置于炉体的顶壁的中央，生物质出料口设置于第一筛板的中央。

[0031] 可替代地，上吸式固定床气化炉的下部设有集灰室，集灰室与气化反应区之间通过炉排相隔，炉排下方布置有至少一个水蒸汽管和至少一个热空气管，水蒸汽管包括若干个水蒸汽出口，热空气管包括若干个热空气出口，水蒸汽管和热空气管呈十字交叉状布置或套环状布置。

[0032] 本实用新型的有益效果是：(1)、设置风壳用以预热空气、设置换热盘管和水套用以加热水蒸汽，充分提高了生物质能的利用率；(2)、采用三级工艺制备高纯度水蒸汽，充分提高了生物质气化炉的反应效率；(3)、采用二级过滤焦油工艺以及旋风除尘工艺，充分提高了清洁生物质燃料的品质。

## 附图说明

[0033] 图 1 示出了本实用新型生物质气化炉余热综合利用系统的示意图。

[0034] 图 2 示出了本实用新型另一实施方式的示意图。

## 具体实施方式

[0035] 请参照图 1，根据本实用新型的一种实施方式，生物质气化炉余热综合利用系统包括：上吸式固定床气化炉 100、汽水分离器 300、旋风除尘装置 500 以及二级过滤装置 700。

[0036] 上吸式固定床气化炉 100 包括炉体 110，炉体的内部空间通过第一筛板 120 分隔为位于中下部的用于堆积生物质料层的气化反应区 150 以及位于气化反应区 130 上方的进料排气综合区（未标号）。其中，炉体 110 的顶壁设有生物质进料口 115，炉体 110 的底壁设有水蒸汽入口 116 和热空气入口 117。

[0037] 在该非限制性实施方式中，上吸式固定床气化炉 100 的炉体 110 为圆筒状，第一筛板 120 为圆环状并且其上开设若干通孔。生物质进料口 115 设置于炉体 110 的顶壁的中央，生物质出料口 125 设置于第一筛板 120 的中央。

[0038] 进料排气综合区通过料筒 150 分隔为位于中央的生物质进料通道 160 以及围绕生物质进料通道 160 设置的燃气收集排出通道 170。在炉体 110 的顶壁上于燃气收集排出通道 170 的顶部设有燃气出口 177。生物质进料通道 160 的一端与炉体顶壁上的生物质进料口 115 连通，生物质进料通道 160 的另一端与第一筛板 120 上的生物质出料口 125 连通。燃气收集排出通道 170 位于第一筛板 120 的上表面、料筒 150 的外表面以及炉体 110 的内表面围成的空间内。

[0039] 燃气收集排出通道 170 内设有换热盘管 140 用于回收利用生物质燃气中的热量以一次制备水蒸汽。来自水泵 900 的冷水在换热盘管 140 内被加热成 100 摄氏度左右的汽水混合物，其中蒸汽干度约为 60％。

[0040] 在燃气收集排出通道 170 内，于第一筛板 120 的上方且于换热盘管 140 的下方设有陶瓷球过滤层 400 用于一级过滤生物质燃气中的焦油。

[0041] 在该非限制性实施方式中，该上吸式固定床气化炉 100 进一步在进料排气综合区的外侧沿炉体 110 的外壁围绕设置有风壳 180，其用于回收利用进料排气综合区的炉壁热量以制备热空气。风壳 180 的上部设有冷风入口 185，风壳 180 的下部设有热空气出口 186，冷风入口 185 通过管线连接至风机 800，热空气出口 186 通过管线与炉体 110 的底壁上的热空气入口 117 连通。

[0042] 在该非限制性实施方式中，该上吸式固定床气化炉 100 进一步在气化反应区 130 的外侧沿炉体 110 的外壁围绕设置有水套 190 用于回收利用气化反应区的炉壁热量以二次制备水蒸汽。来自换热盘管 140 的汽水混合物在水套 190 内进一步被加热以提高蒸汽温度和干度，同时来自汽水分离器 300 的回水在水套 190 内被循环加热为水蒸汽以节省水资源。

[0043] 水套 190 的上部设有进水口 191 和汽水出口 192，水套 190 的下部设有回水入口 193。换热盘管 140 的一端与水泵 900 连接而另一端与水套 190 的进水口 191 连通，以将一次制备的水蒸汽输送至水套 190 内进行二次制备。

[0044] 在该非限制性实施方式中，生物质气化炉余热综合利用系统进一步设有汽水分离器 300 用于去除水蒸汽中的液态水以三次制备水蒸汽。汽水分离器 300 设有汽水入口 301、蒸汽出口 302 以及回水出口 303。汽水入口 301 通过管线与水套 190 的汽水出口 192 连通以将水套内的汽水混合物引入汽水分离器内分离出高纯度水蒸汽。回水出口 303 通过管线与水套 190 的回水入口 193 连通用于将汽水分离器内分离出的液态水送入水套内加热以循环制备水蒸汽。蒸汽出口 302 通过管线与炉体 110 的底壁上的水蒸汽入口 116 连通。

[0045] 从而，来自风机 800 的冷空气在风壳 180 内预热成大约 150 摄氏度的热空气后，经由热空气入口 117 输送至炉体 110 内。来自水泵 900 的冷水在换热盘管 140 内加热成约 100 摄氏度的汽水混合物，汽水混合物进一步在水套 190 内加热以提高蒸汽温度和干度，随后汽水混合物进入汽水分离器 300 内分离出高纯度水蒸汽。制备好的热空气和水蒸汽分别输送至气化反应区 130 使其中堆积的生物质料 200 气化。气化产生的生物质燃气经由第一筛板 120 进入燃气收集排出通道 170 内，生物质燃气首先经过陶瓷球过滤层 400 进行一级过滤焦油后，再与换热盘管 140 内的冷水换热，最后约 110 摄氏度的生物质燃气从燃气出口 177 排出该上吸式固定床气化炉 100。

[0046] 作为一种可替代实施方式，生物质气化炉余热综合利用系统进一步包括旋风除尘装置 500。上吸式固定床气化炉 100 的燃气出口 177 通过管线连接至旋风除尘装置 500 以除去生物质燃气中的灰分。旋风除尘装置 500 包括一级燃气入口 501、一级燃气出口 502 以及下料器 505。一级燃气入口 501 沿着旋风除尘装置 500 的本体（在该实施方式中，该本体近似圆筒状）的切向方向设置以使得燃气在旋风除尘装置 500 内部盘旋流动。一级燃气出口 502 设置于旋风除尘装置 500 的本体的顶部。下料器 505 设置于旋风除尘装置 500 的本体的底部用于收集灰分。

[0047] 作为一种可替代实施方式，生物质气化炉余热综合利用系统进一步包括二级过滤装置 700。二级过滤装置 700 设有二级燃气入口 701 和二级燃气出口 702。二级燃气入口 701 通过管线连接至旋风除尘装置的一级燃气出口 502，二级燃气出口 702 输出洁净生物质燃气。二级过滤装置 700 的内部包括由第二筛板 720 分隔成的位于下部的过渡除灰腔 730 以及位于过渡除灰腔上方的过滤区（未标号）。过滤区包括由间隔板 750 分隔成的第一过滤腔 760 和第二过滤腔 770，第一过滤腔 760 和第二过滤腔 770 的中下部均设有锯末过滤层

780。二级燃气入口 701 设置于第一过滤腔 760 的顶部，二级燃气出口 702 设置于第二过滤腔 770 的顶部。在第二过滤腔 770 内于锯末过滤层 780 的顶部进一步设置第三筛板 790 以防止制得的洁净生物质燃气中混入锯末。

[0048] 作为一种可替代实施方式，生物质出料口 125 的下方设有分料锥 166 用于将生物质料均匀地分散至气化反应区 130，并进一步设有旋转驱动装置（图未示）用于驱动分料锥 166 旋转，使得生物质料更加均匀地分散。

[0049] 作为一种可替代实施方式，上吸式固定床气化炉的下部设有集灰室（图未示），集灰室与气化反应区之间通过炉排（图未示）相隔，炉排下方布置有多个水蒸汽管和多个热空气管，水蒸汽管包括若干个水蒸汽出口，热空气管包括若干个热空气出口，水蒸汽管和热空气管呈十字交叉状布置。

[0050] 请参照图 2，作为一种替代实施方式，其主要结构与前述实施方式相同，不同之处在于未采用旋风除尘装置 500 及二级过滤装置 700，制备的生物质燃气可直接通过管线供应给其它锅炉设备作为燃料使用，或者用于炊事、采暖或烘干谷物、木材等方面。

[0051] 尽管在此已详细描述本实用新型的优选实施方式，但要理解的是本实用新型并不局限于这里详细描述和示出的具体结构，在不偏离本实用新型的实质和范围的情况下可由本领域的技术人员实现其它的变型和变体。例如，可以将一级制备的水蒸汽或二级制备的水蒸汽直接供应给气化反应区而不采用下一级水蒸汽制备工艺。此外，系统各处的温度或压力等参数可以根据具体使用条件在本实用新型所公开的范围内适当选取。

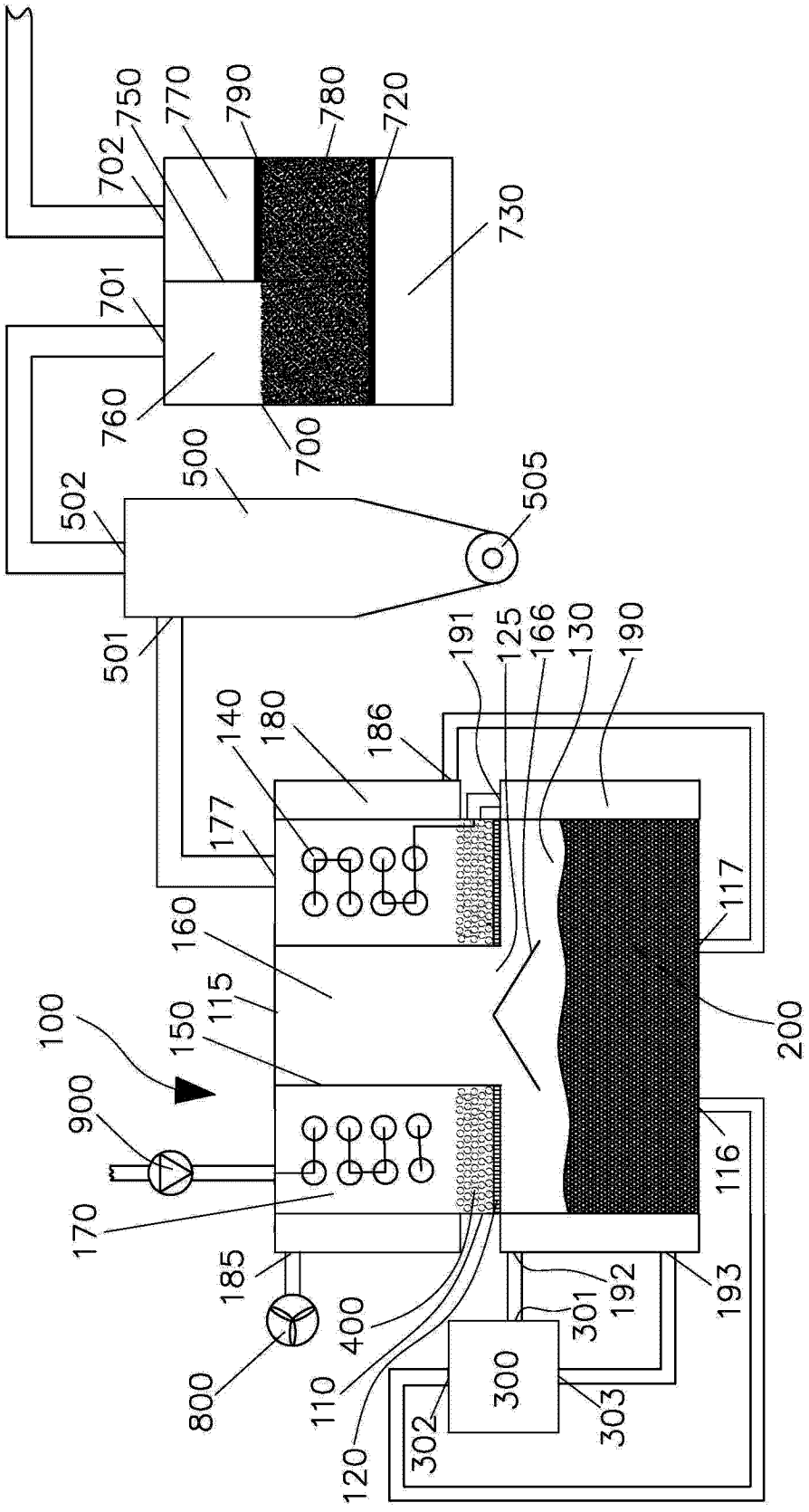

750
770
790
780
720
702
730
701
760
700
500
502
505
501
191
125
166
130
190
140
180
186
177
117
160
115
150
100
200
900
116
170
185
192
193
301
400
800
110
300
303
302
120

图 1

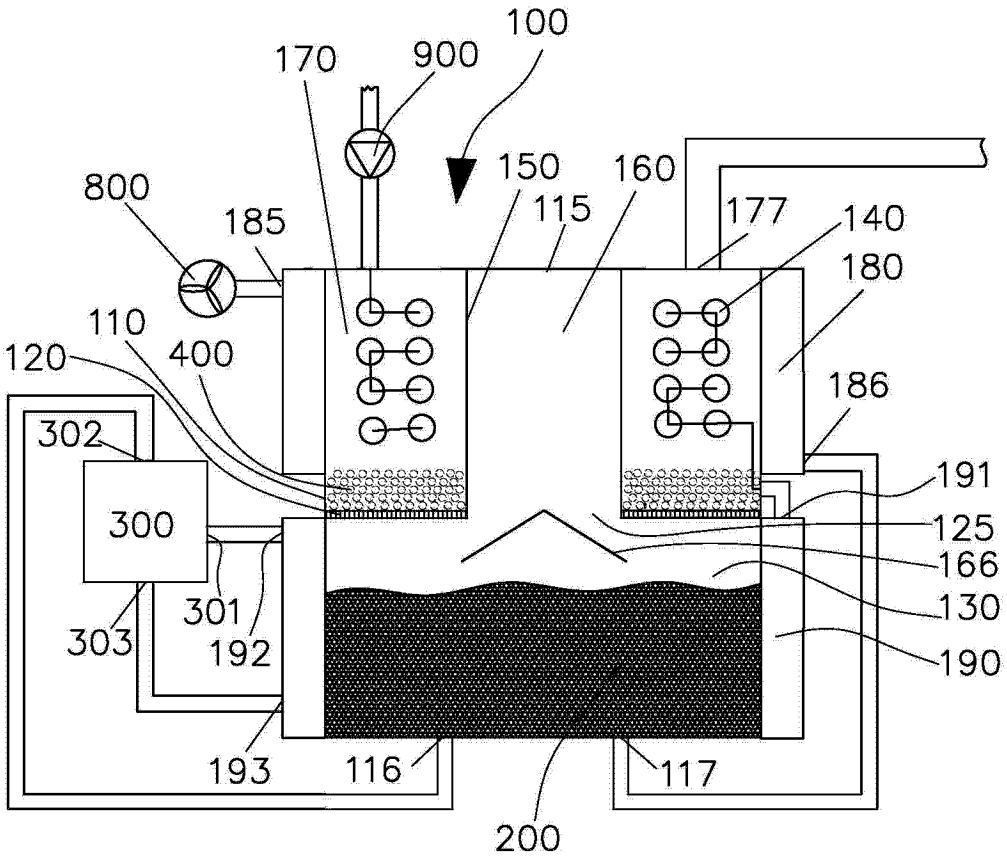

100
170
900
150
160
800
185
115
177
140
180
110
120
400
186
302
191
300
125
166
301
130
303
192
190
193
116
117
200

图 2