



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102000691 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201010505509. 3

(22) 申请日 2010. 09. 28

(73) 专利权人 徐州浩通新材料科技股份有限公司

地址 221004 江苏省徐州市徐州经济技术开发区
发路 1 号

(72) 发明人 丁恩振 丁家亮

(74) 专利代理机构 徐州市三联专利事务所
32220

代理人 何君

(51) Int. Cl.

B09B 3/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1935399 A, 2007. 03. 28,

CN 201069309 Y, 2008. 06. 04,

CN 2860646 Y, 2007. 01. 24,

WO 2009084631 A1, 2009. 07. 09,

JP 2010058103 A, 2010. 03. 18,

JP 2008175511 A, 2008. 07. 31,

JP 2007105703 A, 2007. 04. 26,

审查员 陈怡

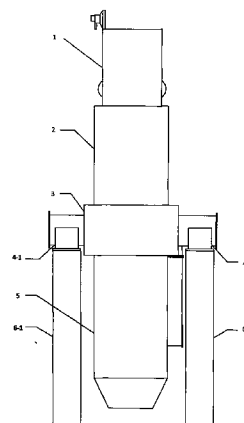
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法及其装置

(57) 摘要

本发明涉及一种含有机质废弃物的的处理方法,具体涉及一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法及其装置,属气化熔融裂解技术领域。以解决等离子体弧熔融裂解处理含有机质废物的能耗大、飞灰多的严重不足,从而彻底达到最大化的利用有机物质能和处理效率、彻底裂解焦油、减少二噁英的生成几率、尽可能多的得到高品质高热值合成气,为后续气化发电、氢能回收或绿色液体燃料的生产提供保障,同时完成一步回收贵金属和可以直接利用建材领域的玻璃体,为含有机质废弃物能大规模的商业化开发和应用打下基础,同时彻底解决有机质气化特别是危险废弃物气化过程中可能的污染物的排放问题。



1. 一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法,其特征是:所述的方法包括磁控等离子体气化、脉冲强化旋风效应自主捕获飞灰玻璃化和等离子体弧熔融裂解,生成合成气、回收贵金属和玻璃体;所述的磁控等离子体气化是在磁控等离子体气化室(2)的三层炉壳的内层空间设置电气石和/或紫水晶作为热释电矿物材料以及水冷高磁能积永久磁体建立原始磁场,同时通入含有低密度等离子体的富氧空气,热释电矿物材料发射电子,轰击有机质,诱发链式电晕等离子体反应;含有低密度等离子体的富氧空气输入强化链式电晕等离子体反应,气化温度区间为 $150^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$;所述的脉冲强化旋风效应自主捕获飞灰玻璃化区域温度区间为 $950^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$;所述的等离子体弧熔融裂解温度区间为 $1250^{\circ}\text{C}\sim 1550^{\circ}\text{C}$,物料通过可控布料式料仓(1)均匀进入磁控等离子体气化室(2)内,气化得到的气化气及残余物穿过多功能脉冲强化旋风效应室(3),捕获飞灰玻璃化,最后进入等离子体弧熔融裂解室(5),得到的熔融玻璃体和液态金属通过通道(508)排出体外,得到的合成气穿过通道(505)进入合成气水冷器(502),排入可倾转中空轴(311),进而在密封条件下,引入合成气净化系统回收利用。

2. 根据权利要求1所述的一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法,其特征是:所述的含有低密度等离子体的富氧空气是由含有低密度等离子体的富氧空气发生器(203)产生,所述的富氧空气发生器(203)是由磁场处理器串联而成,每个磁场处理器又由4个磁场处理单元 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 按照磁场螺旋式布置串接而成,每个磁场处理单元之间又有抗磁质隔离板(20309)相互进行隔离;每个磁场处理单元由8块两种尺寸规格的高磁能积永久磁体(20301、20302)按照 HALBACH 方式排列,在内部气体通道内设置的山形磁极头(20305)和抗磁质山形结构体(20306)上分别设置有第一 N_2 溢出通道(203051)和第二 N_2 溢出通道(203061),第一 N_2 溢出通道(203051)和第二 N_2 溢出通道(203061)分别与高磁能积永久磁体(20302)上相应的第三 N_2 溢出通道(203021)对应贯通,所述第三 N_2 溢出通道(203021)与外面的抗磁材料方管(20303)的 N_2 溢出通道(203031)对应贯通。

3. 根据权利要求1所述的一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法,其特征是:所述的磁控等离子体气化室(2)在炉壳的内层空间设置所述热释电矿物材料(207)以及竖条形水冷高磁能积永久磁体(205)建立原始磁场,所述的内层炉胆(202)材料采用无磁不锈钢,其上设置有竖条状栅形孔(213),栅形孔长度为10CM-30CM,栅形孔宽度为0.1CM-1CM,每两个栅形孔间距为1CM-10CM;水冷高磁能积永久磁体(205)按S、N极相间而设,相邻S、N极相距20-40CM;相邻S、N极之间设置一个通孔(204),并与炉壳外面的含有低密度等离子体的富氧空气发生器(203)相连接。

4. 根据权利要求1所述的一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法,其特征是:所述的多功能脉冲强化旋风效应室(3)在其内部上方设置有可旋转大齿轮(303),可旋转大齿轮(303)附着有炉箅子(320);多功能脉冲强化旋风效应室(3)外壳为双层中空蒸汽产生器(307),双层中空蒸汽产生器(307)上设置的外部气囊(308)中设置有多个文丘里喷嘴(309),多功能脉冲强化旋风效应室(3)外壳上还设置有左中空旋转轴(316)、右中空旋转轴(311),形成合成气排出通道。

5. 根据权利要求1所述的一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法,其特征是:所述的等离子体弧熔融裂解室(5)的外壳上设置至少1个直流等离子体弧发生器(501)及其拖动系统(50101),所述等离子体弧熔融裂解室(5)的合成气出炉通道(505)

通过出炉合成气水冷器 (502) 与多功能脉冲强化旋风效应室 (3) 上设置的右中空旋转轴 (311) 进行密封对接,可靠的把等离子体弧熔融裂解室 (5) 产生的合成气对外输出 ;金属熔体和 / 或熔融玻璃体经通道 (508) 顺利排出体外 ;后续的合成气净化得到的飞灰可以返回重新进行等离子体弧熔融裂解,回收玻璃体。

一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种含有机质废弃物的的处理方法,具体涉及一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法及其装置,属气化熔融裂解技术领域。

背景技术

[0002] 中国发明专利竹田繁司等人 CN 1935399A 一种有机物垃圾的分解处理方法及有机物垃圾热分解器,介绍了释电材料在一定温度下释放电子作不规则运动,在周围设置的永久磁场作用下,激励加速螺旋运动,伴随相互撞击,轰击有机物质产生正离子和电子,诱发电晕等离子体反应,出现极不稳定电场。而新产生的正离子和电子,又随机地倍增诱发电晕等离子体反应,使临近有机质产生正离子和电子,从而产生链式电晕热等离子体反应。进而将有机质气化分解为水蒸气、带有负离子的气体 and 少量带有负离子的灰烬。经过空气磁化器,带有负离子的空气,进入电晕等离子体反应区域,在受扰动的原始磁场和不稳定电场的共同激励下,产生紊流,促进链式电晕等离子体反映扩散开来,加速有机质的气化,取得了较好的效果。但是出现的问题之一是,不便于处理含有大量无机质尤其是陶瓷和金属废弃物,特别是危险废弃物不能处理;问题之二是由于反应温度一般在 $150 \sim 650^{\circ}\text{C}$,会不可避免的会产生焦油和二噁英;问题之三是使用得空气磁化器,并没有改变空气的组分,大量的氮气带入,只会加重后续尾气处理系统的负担;问题之四空气磁化器磁性较弱,使得空气离子化较弱,反应器中有机质的热解速度缓慢;问题之五是高磁能积永久磁铁没有设置冷却系统,显然永久磁铁由于居里点温度效应,长期处于较高温度下,会发生退磁,直接会导致磁控等离子体效果的衰退;问题之六,所产灰渣必需额外处理,特别是富集毒性灰渣更需特殊处理。

[0003] 国际专利山本正一的 WO 2009/084631、日本专利青木硕志等人的特开 2010-58103 与河源武史等人的特开 2008-175511、中国专利平久井健三的 CN201069309Y 和原田义和等人的 CN2860646Y 基本原理与中国发明专利竹田繁司等人 CN 1935399A 相似,只是反应器结构上有区别,仍都存在上述六大问题,即使经过结构上改进,可以处理一些带有少数量无机物质组分的废弃物,但得到的含有金属、陶瓷等混合灰渣仍需要后续工艺特别处理。

[0004] 日本专利中岛和也等人的特开 2007-105703 中介绍了一种磁流体和磁单元处理器,主要利用了 HALBACH 阵列的高磁能积永久磁体组合体内部通道形成的高场强磁场,将流经此通道的流体进行磁化,得到含有离子特性的活性流体。比如,此流体是空气,则可以得到与其它物质反应活性高的空气,但是空气组分并没有改变。如果应用到有机物质的热解方面,则占有空气的近 $3/4$ 的氮气几乎没有起到有效的作用,反而会给后续尾气处理带来不必要的负担。

[0005] 本人的中国专利 CN 101088581、CN 101648200 和 CN 201496973U 中注重的是将废弃物直接一步进入等离子体弧区熔融裂解,虽然可一步回收金属、玻璃体和合成气,但是电

能消耗较高,而且飞灰量较大,如果后续燃气发电,可能发出的电力不能自给自足。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足之处,提供一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法及其装置,以解决等离子体弧熔融裂解处理含有机质废物的能耗大、飞灰多的严重不足,从而彻底达到最大化的利用有机物质能和处理效率、彻底裂解焦油、减少二噁英的生成几率、尽可能多的得到高品质高热值合成气,为后续气化发电、氢能回收或绿色液体燃料的生产提供保障,同时完成一步回收贵重金属和可以直接利用建材领域的玻璃体,为含有机质废弃物能大规模的商业化开发和应用打下基础,同时彻底解决有机质气化特别是危险废弃物气化过程中可能的污染物的排放问题。

[0007] 本发明是以如下技术方案实现的:一种含有机质废弃物的两级等离子体气化熔融裂解方法及其装置,其特征是:所述的方法包括磁控等离子体气化、脉冲强化旋风效应自主捕获飞灰玻璃化和等离子体弧熔融裂解,生成合成气、回收贵重金属和玻璃体;所述的磁控等离子体气化是在磁控等离子体气化室的三层炉壳的内层空间设置热释电矿物材料如电气石和或紫水晶等物质以及水冷高磁能积永久磁体建立原始磁场,同时通入含有低密度等离子体的富氧空气,热释电矿物材料发射电子,轰击有机质,诱发和或倍增诱发链式电晕等离子体反应;含有低密度等离子体的富氧空气输入强化链式电晕等离子体反应,气化温度区间 $150^{\circ}\text{C} \sim 950^{\circ}\text{C}$;所述的脉冲强化旋风效应自主捕获飞灰玻璃化区域温度区间 $950^{\circ}\text{C} \sim 1250^{\circ}\text{C}$;所述的等离子体弧熔融裂解温度区间 $1250^{\circ}\text{C} \sim 1550^{\circ}\text{C}$,物料通过可控布料式料仓均匀进入磁控等离子体气化室内,气化得到的气化气及残余物穿过多功能脉冲强化旋风效应室,捕获飞灰玻璃化,最后进入等离子体弧熔融裂解室,得到的熔融玻璃体和液态金属通过通道排出体外,得到的合成气穿过通道进入合成气水冷器,排入可倾转中空轴,进而在密封条件下,引入合成气净化系统回收利用。

[0008] 所述的含有低密度等离子体的富氧空气是由含有低密度等离子体的富氧空气发生器产生,所述的富氧空气发生器是由磁场处理器和或多级磁场处理器串联而成,每个磁场处理器又由 4 个磁场处理单元 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 按照磁场螺旋式布置串接而成,每个磁场处理单元之间又有抗磁质隔离板相互进行隔离;每个磁场处理单元由 8 块两种尺寸规格的高磁能积永久磁体按照 HALBACH 方式排列,在内部气体通道内设置的山形磁极头上有 N_2 溢出通道,抗磁质山形结构体上有 N_2 溢出通道,高磁能积永久磁体上的有 N_2 溢出通道孔,外面的抗磁材料方管的 N_2 溢出通道,对应贯通。

[0009] 所述的磁控等离子体气化室在炉壳的内层空间设置热释电矿物材料以及竖条形水冷高磁能积永久磁体建立原始磁场,所述的内层炉胆材料采用无磁不锈钢,其上设置有竖条状栅形孔,栅形孔长度 10CM-30CM,栅形孔宽度 0.1CM-1CM,每两个栅形孔间距 1CM-10CM;水冷高磁能积永久磁体按 S、N 极相间而设,相邻 S、N 极相距 20-40CM;相邻 S、N 极之间设置一个通孔,并与炉壳外面的含有低密度等离子体的富氧空气发生器相连接。

[0010] 所述的多功能脉冲强化旋风效应室在其内部上方设置有可旋转大齿轮,可旋转大齿轮附着有炉箅子;外部气囊中设置有多多个文丘里喷嘴,功能脉冲强化旋风效应室外壳为层中空蒸气产生器,多功能脉冲强化旋风效应室外壳上还设置有左中空旋转轴、右中空旋转轴,形成合成气排出通道。

[0011] 所述的等离子体弧熔融裂解室的外壳上设置至少 1 个直流等离子体弧发生器及其拖动系统,所述等离子体弧熔融裂解室的合成气出炉通道通过出炉合成气水冷器与多功能脉冲强化旋风效应室上设置的右中空旋转轴进行密封对接,可靠的把等离子体弧熔融裂解室产生的合成气对外输出;金属熔体和或熔融玻璃体经通道顺利排出体外;后续的合成气净化得到的飞灰可以返回重新进行等离子体弧熔融裂解,回收玻璃体。

[0012] 所述的磁控等离子体室内区域受到下部等离子体弧熔融裂解热量辐射,对于含有机质较少的危险废弃物如垃圾焚烧飞灰和或合成气净化飞灰,经过造球制粒,进入磁控等离子体室内预热 $100^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$,经过旋转炉篦子调控处理,进入等离子体弧熔融裂解区域玻璃化及其金属熔融。

[0013] 本发明的优点是:(1) 两级等离子体气化熔融裂解,使得含有机物废弃物、含碳物质等得到彻底气化,能耗最小化,合成气产能最大化,同时回收可供建材领域直接利用的玻璃体以及贵重金属,物尽其用,彻底无污染物排放和转移,能满足任何严格的环保标准,是一项非焚烧的环保型技术。

[0014] (2) 磁控等离子体气化反映连续运行设计,特别是低密度等离子体富氧空气的通入,使得气化反应达到高效化。

[0015] (3) 气化气下行快速升温持续分解,脉动强化旋风效应设计,使得烟气中的飞灰类留在炉内完成玻璃化,未完成气化物质、中间产物包括焦油类物质继续分解。

[0016] (4) 所有上述两步处理未彻底的物质,彻底裂解为对环境友善的小分子气体,熔融玻璃化,金属熔融化,残碳彻底气化,都能在下部高温等离子体弧熔融裂解区域,得到圆满解决;进而使得到的合成气能量最大化,最大化地提高有机质的气化效率。在此需要特别指出的是,合成气中由原料裂解而得到的 HCl 、 SO_2 等酸性气体分子,可以很轻松的在后续合成气净化中通过碱性中和处理而转化为盐类回收;后续净化合成气产生的飞灰可以返回等离子体弧二次熔融裂解,从而彻底达到污染物零排放。

[0017] (5) 整个反应装置无需添加辅助燃料,可实现快速启动快速停止;规模可大可小,不影响效率。

[0018] (6) 资源化利用程度高,排出物全部是有价值产品。

[0019] (7) 项目实施周期短,方便选址,易于大规模的商业化普及。

[0020] (8) 应用领域广阔,可广泛处理:生物质、含碳物料包括能源物质、含有机质废弃物及危险废弃物等,对相对湿度大,物料来源复杂或者各类高危险如医疗垃圾和难分解的废弃物如含有 12 种持久性有机污染物 (POPs) 的废弃物,同样可以高效处理。

附图说明

[0021] 图 1 是两级等离子体气化熔融裂解装置结构示意图;

[0022] 图 2 与图 3 是可控布料式料仓正视及其俯视结构示意图;

[0023] 图 4 与图 5 是磁控等离子体气化室横截面和纵剖面结构示意图;

[0024] 图 6 是含有低密度等离子体富氧空气发生器磁场处理单元横截面结构示意图;

[0025] 图 7 是含有低密度等离子体富氧空气发生器磁场处理器结构示意图;

[0026] 图 8 是含有低密度等离子体富氧空气发生器磁场处理器的 4 个磁场处理单元 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 的螺旋式磁场布置示意图;

[0027] 图 9 是含有低密度等离子体富氧空气发生器多级磁场处理器串联示意图；

[0028] 图 10 与图 11 多功能脉冲强化旋风效应室正视俯视结构示意图；

[0029] 图 12 与图 13 等离子体弧熔融裂解室正视与俯视结构示意图；

[0030] 图 1 中,1、可控布料式料仓,2、磁控等离子体气化室,3、多功能脉冲强化旋风效应室,4-1 与 4-2 分别是整体装置可倾转左右中空轴支座,5、等离子体弧熔融裂解室,6-1 与 6-2 分别是整体装置支柱。

[0031] 图 2 与图 3 中,101、引风机,102、布料辊,10201、星型布置组合拨料齿,10202、万向节式联轴器,10203、变频减速机及其驱动电机。

[0032] 图 4 与图 5 中,201、中空外壳,202、内胆,203、含有低密度等离子体富氧空气发生器,204、低密度等离子体富氧空气进气管,205、水冷永久磁体,206、热电偶,207、释电矿物材料,208、磁控等离子体气化区域,209、磁控等离子体气化室底座法兰,210、气化剂补给口,211、磁控等离子体气化室顶部法兰,212、密封式瞭望窗口,213、栅形孔,214、密封式检修孔,215、热电偶。

[0033] 图 6、7、8、9 中,20301、无孔永久磁体,20302、有孔 (N_2 溢出通道) 永久磁体,203021、 N_2 溢出通道,20303、抗磁有孔 (N_2 溢出孔) 方管,203031、 N_2 溢出孔,20304、抗磁方管,20305、有孔 (N_2 溢出通道) 山形磁极头,203051、 N_2 溢出通道,20306、有孔 (N_2 溢出通道) 抗磁质山形结构体,203061、 N_2 溢出通道,20307、抗磁质进气管,20308、有孔 (N_2 溢出通道) 抗磁质封堵板,203081、 N_2 溢出通道,20309、抗磁质隔离板,20310、气阀,20311、抗磁质连接弯管,20312、抗磁质出气管。

[0034] 图 10 与图 11 中,301、中空水冷十字齿轮支持架,302、齿轮支持轮 (共 4 个),303、大齿轮,304、齿轮中心定位销,305、小齿轮,306、水蒸气出口管,307、双层中空蒸汽产生器,308、气囊,309、脉冲电动文丘里喷嘴 (4 套),310、中空轴法兰,311、右中空轴 (合成气通道),312、水冷垂直合成气通道,313、法兰,314、液位计,315、热电偶,316、左中空轴,317、小齿轮驱动减速电机,318、气化气重整用气入口,319、冷水补入口,320、炉箅子,321、热水排出口。

[0035] 图 12 与图 13 中,501、直流等离子体弧发生器,50101、直流等离子体弧发生器拖动系统,502、出炉合成气水冷器,50201、合成气水冷器密封盖,50202、合成气水冷器出水口,50203、合成气水冷器进水口,503、炉底电位测试引出极,504、检修孔,50401、检修孔密封盖,505、合成气出炉通道,506、观测孔通道,50601、观测孔密封盖,507、高温摄像系统,508、水口 / 渣口通道,509、水 / 渣咀,510、合成气水冷器对接法兰,511、耐火材料,512、熔池,513、测温热电偶,514、测温热电偶。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明：

[0037] 如图 1 所示,该发明装置包括 4 个主体单元有顶部的可控布料式料仓 1、磁控等离子体气化室 2、多功能脉冲强化旋风效应室 3、等离子体弧熔融裂解室 5,和 1 个辅助单元为整体装置的支撑结构,它又包括可供整体装置可倾转左右中空轴的支座 4-1 及 4-2、整体装置支柱 6-1 及 6-2,4 个主体单元之间通过法兰密封可靠连接。

[0038] 图 2、图 3 分别是可控布料式料仓 1 的正视及其俯视结构示意图。在可控布料式料

仓 1 的顶端侧面,设置 1 个引风机 101,其功能是将可控布料式料仓 1 进料和落料时出现的废气和粉尘吸入引风机 101,并将之送入磁控等离子体气化室 2 中,在可控布料式料仓 1 的中上部堆积要处理的含有机废弃物,在可控布料式料仓 1 的下部,设置有可控速度的布料辊 102,其上设置有星型布置组合拨料齿 10201,用于将袋装废弃物的包装勾刺破袋,同时兼有撕碎撕散功能并完成均匀布料。由于布料辊 102 根据物料的不同,要求它具有一定的退让和防卡死功能,因此可以将布料辊 102 两端正支撑轴承座可以设计成可退让结构,为了满足其相对柔性运转,特别在布料辊 102 与变频减速机及其驱动电机系统 10203 之间设置万向节式联轴器 10202。

[0039] 图 4 与图 5 是磁控等离子体气化室 2 横截面和纵剖面结构示意图。中空外壳 201 和内胆 202 共同组成三层炉壳,在中空外壳 201 和内胆 202 之间填充有释电矿物材料 207,内胆 202 在释电矿物材料 207 填充高度以下部位设置栅形孔 213,便于释电矿物材料 207 溢出的电子进入磁控等离子体气化区域 208。在中空外壳 201 和内胆 202 之间设置高磁能积的水冷永久磁体 205,并且水冷永久磁体 205 在内胆 202 的内侧 N、S 极相间而设, N、S 极间距 20 ~ 40CM,从而使得进入磁场区域的离子、电子在洛仑兹力作用下,呈螺旋式运动,便于多次轰击有机质,有机质在离子、电子的轰击下,产生正、负离子及电子,同时这些正、负离子及电子,在磁场控制下,又继续在洛仑兹力作用下,呈螺旋式运动,再次轰击有机质,再次产生正、负离子及电子,形成倍增诱发电晕等离子体反应。磁控等离子体气化室 2,通过磁控等离子体气化室底座法兰 209、磁控等离子体气化室顶部法兰 211 用螺栓分别与多功能脉冲强化旋风效应室 3 和可控布料式料仓 1 相连接,连接处保证良好的密封效果。在磁控等离子体气化室 2 的上部侧面设置气化剂补给口 210,根据需要添加气化剂,气化剂可以使氧气、水蒸汽和或空气等。在磁控等离子体气化室 2 的中部和底部分别设置热电偶 206 和 215,以便对磁控等离子体气化区域的不同位置进行测温监控,进而可以调节气化剂的加入量和或废弃物的加入高度和进料速度。在磁控等离子体气化室 2 的上、下部分别设置有密封式瞭望窗口 212、密封式检修孔 214,对于设备维护和废弃物气化状况观察都起到了重要作用。

[0040] 磁控等离子体气化区域内,气化温度从上至下可以控制在室温 ~ 950℃ 范围内。

[0041] 在由中空外壳 201 和内胆 202 共同组成三层炉壳上连接有含有低密度等离子体富氧空气发生器 203,该发生器根据需要可以是图 6 中所示的,也可以是图 9 中所示多级磁场处理器,每个磁场处理器,又由 4 个磁场处理单元 M1、M2、M3、M4 按照图 7、图 8 所示螺旋式前进状磁场布置而成。图 6 含有低密度等离子体富氧空气发生器磁场处理单元横截面结构示意图,图 7 含有低密度等离子体富氧空气发生器磁场处理器结构示意图,图 8 含有低密度等离子体富氧空气发生器磁场处理器的 4 个磁场处理单元 M₁、M₂、M₃、M₄ 的螺旋式磁场布置示意图,图 9 是含有低密度等离子体富氧空气发生器多级磁场处理器串联示意图。如图 7 所示,每个磁场处理单元磁极由两种高磁能积永久磁体组合而成,分别是无孔永久磁体 20301、有孔(N₂ 溢出通道)永久磁体 20302,无孔永久磁体 20301 分布在磁场处理单元的 4 个角部,有孔(N₂ 溢出通道)永久磁体 20302 分布在正方形的 4 个边的中部,但这些有孔(N₂ 溢出通道)永久磁体 20302 的充磁方向与所处的位置有关,同样 4 个角部的无孔永久磁体 20301 的充磁方向及其布置也并非随便,8 块永久磁体组合是按照 HALBACH 方式排列的。为了使磁场单元处理器内部通道中磁场达到最强,一般使得内部空气通道磁场强度比常规排列方

式磁场强度增至 1.5 ~ 3 倍,在此通道内设置有孔 (N₂ 溢出通道) 山形磁极头 20305,和有孔 (N₂ 溢出通道) 抗磁质山形结构体 20306,更加增大了此区域的磁场梯度值,在此处梯度磁场作用,顺磁性氧气聚集于通道之中,而抗磁性氮气则通过设置在永久磁体上 N₂ 溢出通道 203021 与磁极头贯穿的小孔 N₂ 溢出通道 203051 和有孔 (N₂ 溢出通道) 抗磁质山形结构体 20306 上小孔 N₂ 溢出通道 203061 顺利溢出,从而完成氧气的聚集;溢出的氮气汇集通过有孔 (N₂ 溢出通道) 抗磁质封堵板 20308 的 N₂ 溢出通道 203081 溢出磁场处理器。4 个磁场处理单元按照内部空气呈现旋流方式组合为磁场处理器,在每个磁场处理单元之间采用抗磁质隔离板 20309 进行隔离,尽量避免各单元磁场的相互干扰。磁场处理器的采用外壳抗磁方管 20304,内壳采用抗磁有孔 (N₂ 溢出孔) 方管 20303,其上有 203031N₂ 溢出孔,这些设计均是为氮气的顺利外排的结构上的保证。为了得到较好的处理效果,我们还可以将多个磁场处理器用抗磁质出气管 20312 及抗磁质连接弯管 20311 相互连接,形成多级磁场处理器。多级磁场处理器抗磁质进气管 20307 连接有气阀 20310,可以对空气的进入量进行有效的控制。

[0042] 由于氧气顺磁性和氮气等气体的抗磁性,在梯度磁场中,聚集氧气,排斥氮气,而且磁场越强,磁场梯度越大,越有利于氧气的聚集,科技界已成共识,在此不再重复介绍其机理。但是在磁场中可以使氧气得到活化,产生低密度等离子体,还鲜为人知。将高磁能积永久磁体按照 HALBACH 阵列排列成方形管段状磁场处理单元 M1、M2、M3、M4,使得内部空气通道磁场强度比常规排列方式磁场强度增至 1.5 ~ 3 倍,在此通道内设置山形磁极头,更加增大了此区域的磁场梯度值;4 个磁场处理单元按照内部空气呈现旋流方式组合为磁场处理器,在每个磁场处理单元之间采用抗磁质隔离板 20309 进行隔离,尽量避免各单元磁场的相互干扰。为了得到较好的处理效果,我们还可以将多个磁场处理器串联形成多级磁场处理器。

[0043] 由于构成物质的基本粒子——电子自旋 (自禀) 运动,导致自旋电子产生电磁以太螺旋形成磁偶极和磁矩,因此所有化学元素的原子进入一定强度的磁场中,当电子自旋磁极和外磁场的方向相反时,在磁力作用效应达到或超过该元素的电离能时,电子就可以挣脱原子核的吸引成为光电子,即产生量子跃迁现象。电子受激发使原子的基态进入激发态,实现了从磁能到电离能的转化,显然,磁的电离效应与磁的穿透作用有密切的联系。

[0044] 磁场磁能的计算公式是 $W = \int_V \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} \, dv$, 其中 W 表示磁场磁能, H、B 分别为磁场强度和磁感应强度,积分遍及磁场存在的空间,这表明可以将磁场存在的空间分成无数体积元,即每个体积元的磁能为 $\int_V \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} \, dv$, 总的磁能则是他们的求和 (积分)。磁场能量密度 $w = \frac{1}{2} \mathbf{H} \cdot \mathbf{B}$, 由于高磁能积钕铁硼材料,随着金属钕的含量增加,磁能积从 260kJ/M³ 已经可以增到 500kJ/M³ 以上,再加上 HALBACH 阵列的特殊性,这里的磁场处理单元通道内的磁场能量密度已可高达 650kJ/M³ 以上。又由于氧元素和氮元素的第一电离能分别为 13.618eV 和 14.53eV,换算可得氧元素和氮元素的第一电离能分别为 1313.95kJ/mol 和 1401.95kJ/mol,如不考虑其它因素,氧元素和氮元素的第一电离能又可分别换算为 58685.5kJ/NM³ 和 62486.4kJ/NM³。显然该磁场处理单元通道内可以为空气中氧气和氮气电离提供了足够的磁能,也就是说,在该磁场处理单元通道内可以电离约 1% 的空气,其中氧气电离能力是氮气电离能力的 1.07 倍。如果考虑多级处理,在加上氧气的逐级含量数值增加,小部分电离后的富氧空气,出现了低密度等离子体和活性氧。

[0045] 作为气化反应基本热量的保证,通过独创的含有低密度等离子体的富氧空气发生器,为链式电晕等离子体反应提供含有低密度等离子体的富氧空气,富氧空气中的低密度等离子体中的正负离子、自由电子在进入磁场后,在洛伦兹力作用下,作螺旋式运动,轰击有机质,强化了已有的电晕等离子体反应;低密度等离子体的富氧空气中活性氧,如单线态氧(singlet oxygen),它是基态氧接受了磁能而转变成的。单线态氧有两种: $^1\Delta gO_2$ 状态比基态氧的能量高出 93.7kJ(22.4kcal); $1\Sigma g^+$ 状态则更活泼比基态氧的能量高出 156.9kJ(37.5kcal),从而更使得等离子体气化进程加快了速度。

[0046] 一般情况下,该磁场处理器可以富集增加氧气近 1~3 个百分点,而燃烧反应中参与反应空气中每增加 1 个百分点氧气,就可以增加反应温度约 50℃,所以根据气化反应所需控制温度,选择磁场处理器的串联级数,这也就是此处根据需要设置多级磁场处理器的主要原因。

[0047] 图 10 与图 11 是多功能脉冲强化旋风效应室 3 正视俯视结构示意图。之所以称之为多功能,是因为,在这里作为“炉腰”,它不仅对上部的磁控等离子体气化室 2 和下部等离子体弧熔融裂解室 5 起到承上启下的作用,而且在这个区域还完成了另外 3 项功能,具体说明如下:

[0048] 在多功能脉冲强化旋风效应室 3 的外壳双层中空蒸汽产生器 307 上设置了与其贯通的中空水冷十字齿轮支持架 301,在这个中空水冷十字齿轮支持架 301 之上通过设置 4 个齿轮支持轮 302 支撑着可以旋转的大齿轮 303,在小齿轮驱动减速电机 317 和小齿轮 305 的驱动下,大齿轮 302 得以旋转。大齿轮 302 的轮辐上设置有带有炉箅子 320。在齿轮中心定位销 304 上根据需要,可以设置与大齿轮 302 同步旋转的拨料器,以防止上部废弃物在气化过程中结块。磁控等离子体气化室 2 产生的气化气在下部等离子体弧熔融裂解室 5 内负压牵引下行,灰烬及其它金属等无机物通过炉箅子 320,落入下部等离子体弧熔融裂解室 5,未彻底气化成小分子的有机物残物及中间长链焦油、残碳也随之进入等离子体弧熔融裂解室 5,这是作为“炉腰”起到的承上启下的重要的炉箅子隔离作用。

[0049] 双层中空蒸汽产生器 307 上设置的气囊 308 上,布置有脉冲电动文丘里喷嘴(4 套)309,脉冲气体可以采用氮气、水蒸气、和或空气,在脉冲气体作用下,使得多功能脉冲强化旋风效应室 3 中呈现脉冲强化旋风效应,使得气化气携带的大量粉尘滞留于耐火材料炉壁上,同时增长了气化气在装置内的停留路径,达到一定厚度或熔化、软化点,沿炉壁流下进入等离子体弧熔融裂解室 5 熔池 512。这称之为脉冲强化旋风效应完成炉内拦截飞灰主要作用,同时延长气化气的炉内停留时间。

[0050] 上部磁控等离子体气化室产生的气化气往往需要重整,作为重整用过热水蒸气的产生便在双层中空蒸汽产生器 307 里,所以其上设置必须的液位计 314、水蒸气出口管 306、冷水补入口 319、调整产气量用热水排出口 321,气化重整用水蒸气入口 318。

[0051] 由于本装置为了使等离子体弧熔融裂解室 5 熔池 512 中的金属熔体和玻璃体出炉顺畅,整个装置设置旋转机构,旋转轴就设置在多功能脉冲强化旋风效应室 3 的外壳双层中空蒸汽产生器 307 上,为了使合成气顺利与合成气净化系统对接,又由于对接位置要相对静止,将合成气出口设置在中空旋转轴内,左右中空轴的端部均设有中空轴法兰 310。左中空轴 316 内设置热电偶 315,用于测量多功能脉冲强化旋风效应室 3 内温度,作为合成气通道右中空轴 311 附近又设置水冷垂直合成气通道 312 并与之贯通,而水冷垂直合成气通

道 312 下方与等离子体弧熔融裂解室 5 上设置的出炉合成气水冷器 502 实现密封对接。

[0052] 图 12 与图 13 是等离子体弧熔融裂解室 5 正视与俯视结构示意图,在此室内,金属重熔,其他无机物玻璃化,残余有机物包括中间有机物焦油等彻底裂解为对环境友善的小分子气体 CO 、 H_2 、 HCl 等,残碳在水蒸气等离子体弧作用下,完成彻底转化和或煤气化反应,得到可回收的贵重金属、可直接用于建材领域的玻璃体、富氢高能合成气,这也是本发明的基本点之一。

[0053] 在等离子体弧熔融裂解室 5 上设置有直流等离子体弧发生器 501 及其拖动系统 50101,为室内反应提供 $3000^\circ\text{C} \sim 10000^\circ\text{C}$ 的等离子体弧高温区,保障等离子体弧熔融裂解室 5“炉膛”温度在 $1250^\circ\text{C} \sim 1550^\circ\text{C}$,保证合成气出炉温度为 1250°C 。直流等离子体弧发生器 501 可以使用中心带孔通入水蒸汽等载气的石墨电极,也可以使用转移弧或非转移弧水冷金属等离子体弧炬,直流等离子体弧发生器 501 数量至少 1 个,为了调节多个直流等离子体弧发生器与熔池的距离,在炉底耐火材料中设置炉底电位测试引出极 503,用于取出电位信号。合成气出炉通道 505 设置在熔池上方侧面耐火材料 511 炉壁上,与之密封对接的是的出炉合成气水冷器 502,其上设有合成气水冷器密封盖 50201、合成气水冷器出水口 50202、合成气水冷器进水口 50203、合成气水冷器对接法兰 510。为了设备运行时便于控制,在等离子体弧熔融裂解室 5 上还分别设置有观测孔通道 506,观测孔密封盖 50601,高温摄像系统 507。熔池 512 中玻璃体以及金属熔体通过 508 水口 / 渣口通道和水 / 渣咀 509 允许渣金同流出炉浇注,在锭模中完成自然分层,也可以分别设置渣口和水口,分别浇注。测温热电偶 513 可以准确反馈出等离子体弧室平均温度,测温热电偶 514 可以准确反馈出合成气的出炉温度。为了便于检修,在等离子体弧熔融裂解室 5 上还设置有检修孔 504,其上通过检修孔密封盖 50401 进行可靠密封。

[0054] 特别说明,由于下部等离子体弧热量辐射和传导,在上部的磁控等离子体气化室的物料还可以接受预热,因此对于含有机质较少的危险废弃物如垃圾焚烧飞灰和或合成气净化飞灰,经过造球制粒,可以进入装置预热 $100^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$,经过旋转炉篦子调控处理速度,进入等离子体弧熔融裂解区域玻璃化及其金属熔融。

[0055] 实施例 1、

[0056] 医疗废弃物,热值 HHV(高位热值) 15MJ/kg ,处理量 500kg/hr ,成份(% wt): 50C , 7H , 25.70 , 1N , 0.5S , 0.8Cl , 15ASH (灰分), 35Moisture (湿度);直流等离子体弧功率 100kW ;得到玻璃体约 75kg/hr ;产生合成气 1200°C , $1550\text{NM}^3/\text{hr}$,合成气化学热干基 HHV $4.14\text{MJ}/\text{NM}^3$,湿基 HHV $3.39\text{MJ}/\text{NM}^3$,显热 2932MJ/hr ;合成气摩尔比(% mol): 0.01CH_4 , $0.00\text{C}_2\text{H}_2$, $0.00\text{C}_2\text{H}_4$, 13.76CO , 7.82CO_2 , 15.17H_2 , 0.12HCl , $18.19\text{H}_2\text{O}$, $0.08\text{H}_2\text{S}$, 44.87N_2 ;合成气净化利用后尾气二噁英排放量 $< 0.1\text{ng I-TEQ}/\text{NM}^3$ 。

[0057] 实施例 2、

[0058] 稻壳,热值 HHV(高位热值) 10.2MJ/kg ,处理量, 1000kg/hr ,成份(% wt): 32.4C , 4.6H , 38.50 , 0.6N , 0.2S , 23.7ASH , 15Moisture ;直流等离子体弧功率 200kW ;得到玻璃体约 240kg/hr ;产生合成气 1200°C , $2211\text{NM}^3/\text{hr}$,合成气化学热干基 HHV(高位热值) $3.72\text{MJ}/\text{NM}^3$,湿基 HHV $3.02\text{MJ}/\text{NM}^3$,显热 4329MJ/hr ;合成气摩尔比(% mol): 0.01CH_4 , $0.00\text{C}_2\text{H}_2$, $0.00\text{C}_2\text{H}_4$, 14.33CO , 11.02CO_2 , 11.57H_2 , 0.00HCl , $18.83\text{H}_2\text{O}$, $0.04\text{H}_2\text{S}$, 44.20N_2 。

[0059] 实施例 3、

[0060] 带元器件的废弃电脑主板,有机物主要是溴化环氧树脂 40 % wt,无机氧化物 30 % wt,金属 30 % wt,经两级等离子体气化熔融裂解处理,直流等离子体弧功率消耗约为 750kWh/T,可得到混合金属锭 295kg/T,金属回收率 98.5%,玻璃体约 320kg/T,需要约 40kg/T 含 K 和或 Na 的碳酸盐类稀渣剂。

[0061] 实施例 4、

[0062] 生活垃圾焚烧飞灰,经制粒 3-10mm,制粒时加入适量碱金属和或碱土金属的化合物稀渣剂,经本装置处理后,飞灰中的二噁英类有机物裂解去除率 99.9999%,电耗约 650kWh/T。

[0063] 综上所述,仅为本发明的较佳实施方案及实施例,并不能以此限定本发明实施范围,依照本发明的技术方案及说明书内容所作的等效变化与修饰,皆属于本发明涵盖的范围。

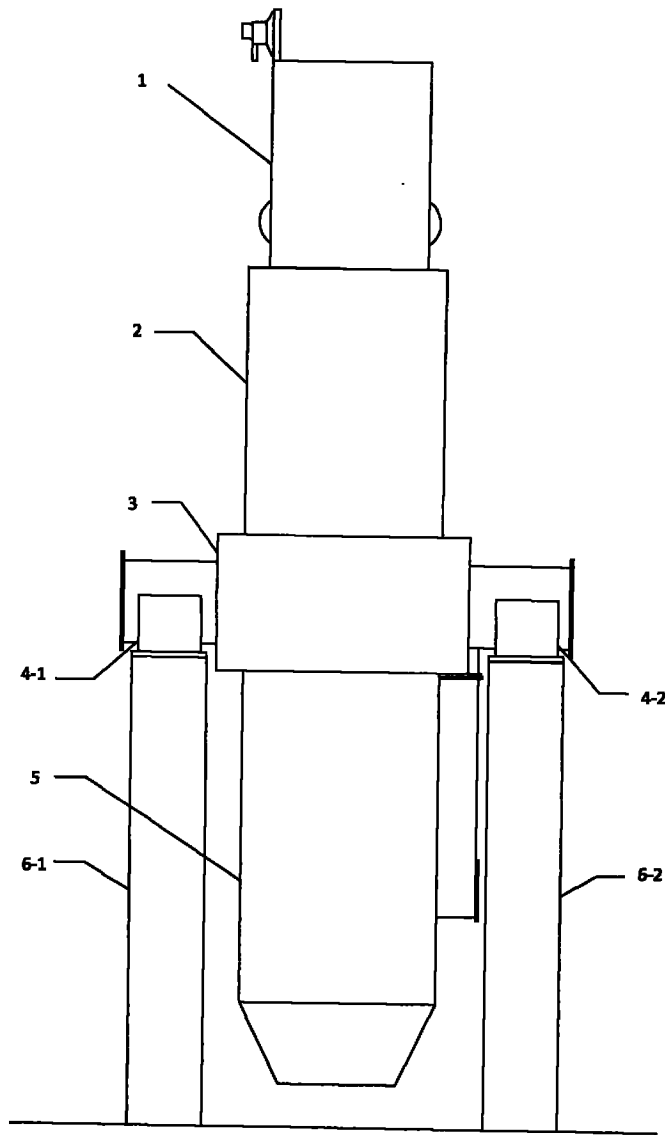


图 1

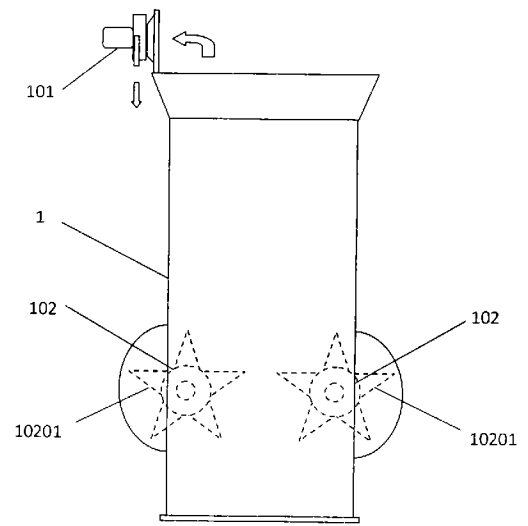


图 2

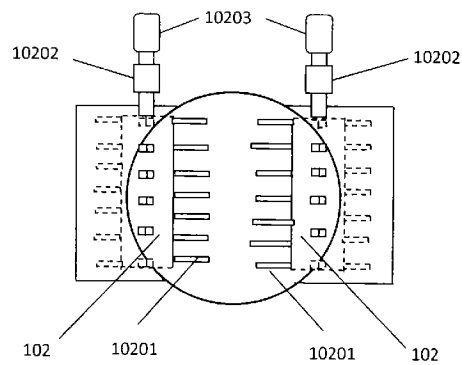


图 3

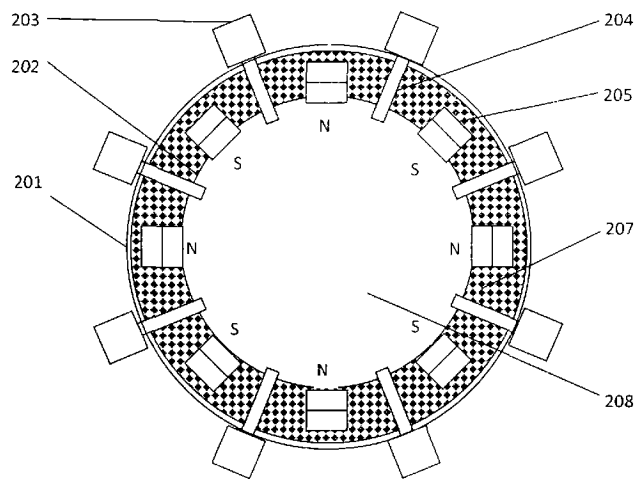


图 4

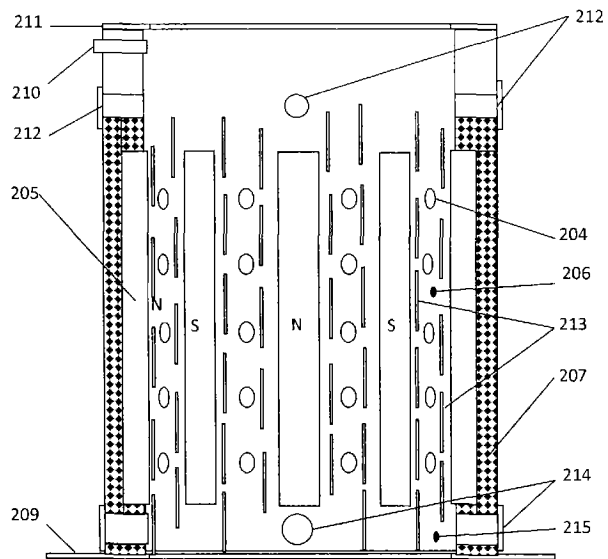


图 5

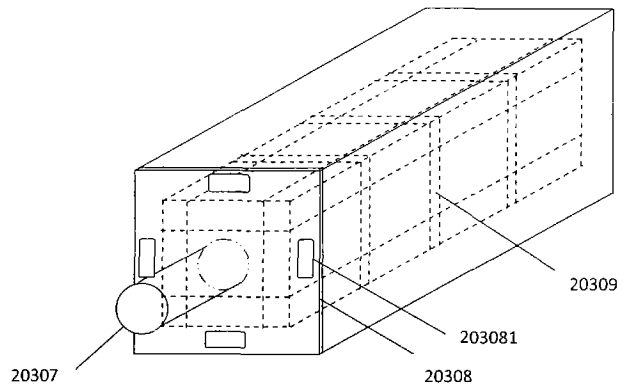


图 6

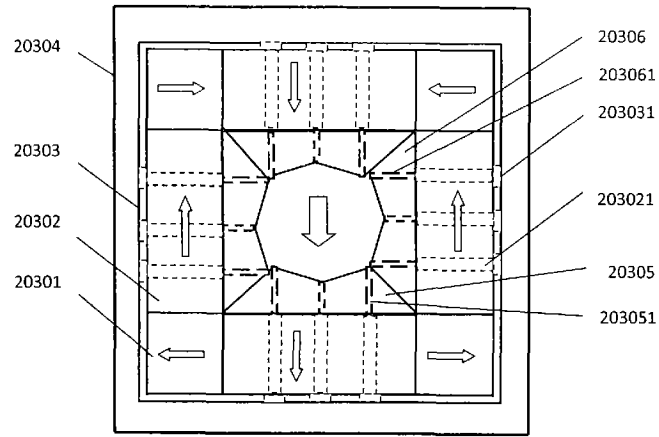


图 7

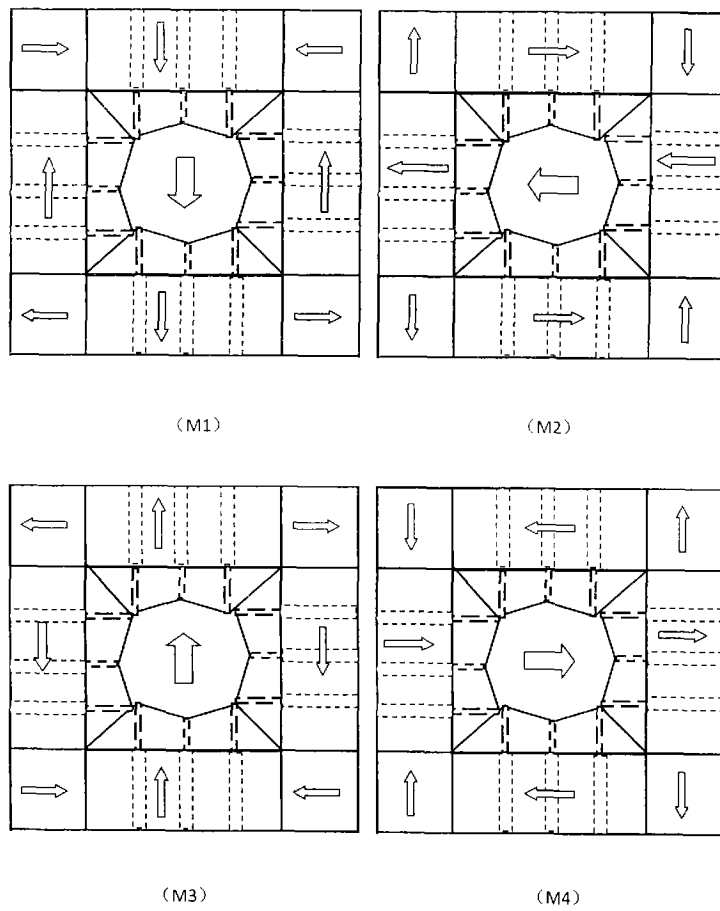


图 8

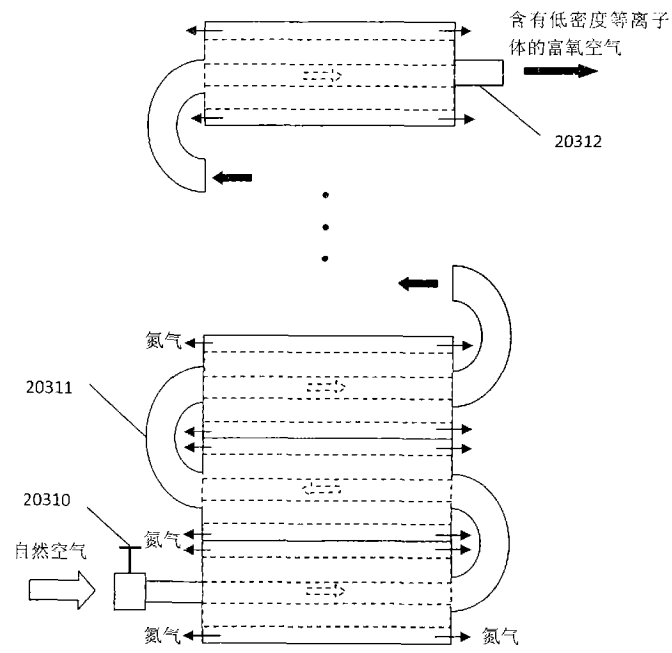


图 9

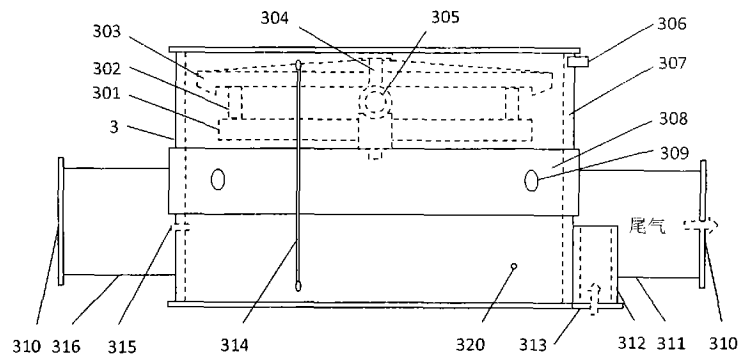


图 10

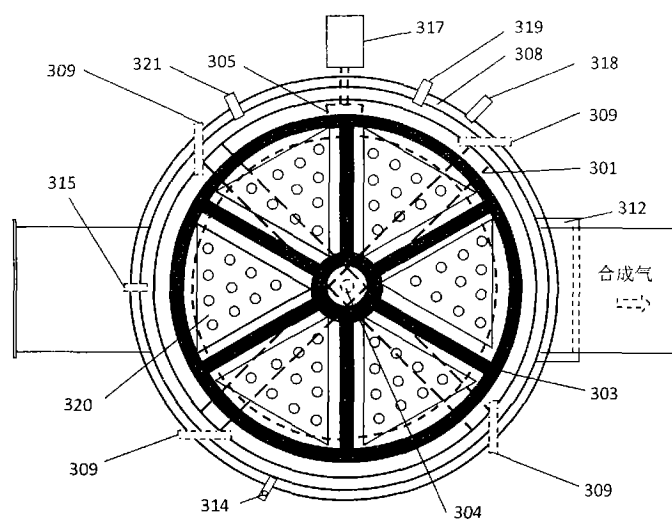


图 11

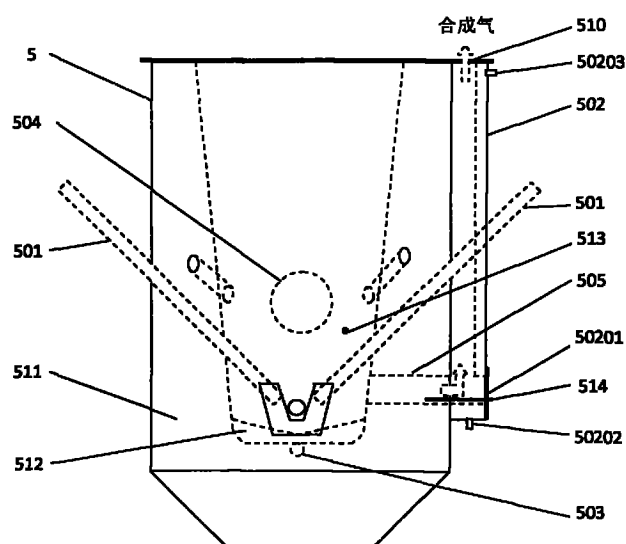


图 12

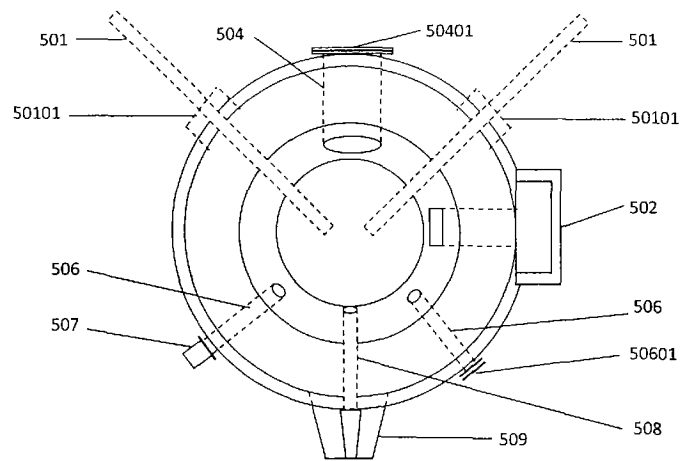


图 13