



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113701166 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 26

(21) 申请号 202111061796.8

(22) 申请日 2021.09.10

(71) 申请人 中野环保科技(重庆)股份有限公司  
地址 400010 重庆市渝中区解放碑街道民生路9号31-1

(72) 发明人 陈中华 俞孝冬

(74) 专利代理机构 重庆航图知识产权代理事务所(普通合伙) 50247  
代理人 霍本俊

(51) Int. Cl.

F23G 5/08 (2006.01)

F23G 5/44 (2006.01)

F23G 7/06 (2006.01)

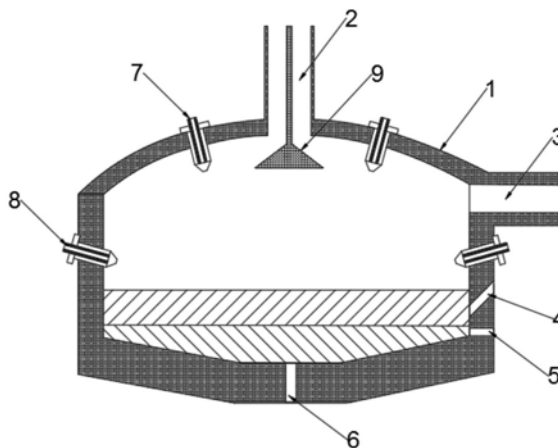
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

等离子体炉和含金属废物等离子体熔融处理系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种等离子体炉和含金属废物等离子体熔融处理系统及方法;所述等离子体炉包括炉体,所述炉体包括炉顶、炉壁和炉底,所述炉顶中心设有进料口;所述炉顶上安装有第一等离子炬,所述第一等离子炬以进料口为中心均匀分布,所述第一等离子炬朝下指向炉体的中心轴线安装,所述第一等离子炬与竖直方向的夹角为 $10\sim 60^\circ$ ;所述炉壁上安装有第二等离子炬,所述第二等离子炬沿炉壁均匀分布,所述第二等离子炬朝下指向炉体的中心轴线安装,所述第二等离子炬与水平方向的夹角为 $0\sim 45^\circ$ 。本发明能够解决等离子体炉炉内空间温度场不均衡影响物料受热的问题,并且还能够解决炉型无法做大、处理规模小、单炉产能低的问题。



1. 一种等离子体炉,其特征在于:所述等离子体炉包括炉体,所述炉体包括炉顶、炉壁和炉底,所述炉顶中心设有进料口;所述炉顶上安装有第一等离子炬,所述第一等离子炬以进料口为中心均匀分布,所述第一等离子炬朝下指向炉体的中心轴线安装,所述第一等离子炬与竖直方向的夹角为 $10\sim 60^\circ$ ;所述炉壁上安装有第二等离子炬,所述第二等离子炬沿炉壁均匀分布,所述第二等离子炬朝下指向炉体的中心轴线安装,所述第二等离子炬与水平方向的夹角为 $0\sim 45^\circ$ ;在炉体的水平投影面上,所述第二等离子炬指向相邻第一等离子炬中间的空隙。

2. 根据权利要求1所述的等离子体炉,其特征在于:所述第一等离子炬的数量为2个以上,所述第二等离子炬的数量为2个以上。

3. 根据权利要求1所述的等离子体炉,其特征在于:所述第一等离子炬的角度可调节,所述第二等离子炬的角度可调节。

4. 根据权利要求1所述的等离子体炉,其特征在于:所述等离子体炉还包括炉内布料器,所述炉内布料器悬垂于炉体内进料口处。

5. 根据权利要求1所述的等离子体炉,其特征在于:所述炉体从外至内依次包括钢外壳、保温材料层、绝热材料层以及耐火材料层。

6. 根据权利要求1所述的等离子体炉,其特征在于:所述炉体的横截面为圆形,所述炉体的高径比为 $0.5\sim 2$ 。

7. 根据权利要求1至6任意一项所述的等离子体炉,其特征在于:所述炉壁上部设有尾气出口,所述炉壁下部设有熔融玻璃液溢流口,所述第二等离子炬位于熔融玻璃液溢流口上方;所述炉底侧面设有熔融金属液排放口,所述炉底中部设有熔液排尽口。

8. 一种含金属废物等离子体熔融处理系统,其特征在于:所述等离子体熔融处理系统包括权利要求7所述的等离子体炉、进料装置以及尾气燃烧室,所述进料装置包括炉前料仓和螺旋给料机,所述炉前料仓下部连接螺旋给料机,所述螺旋给料机连接等离子体炉的进料口,所述等离子体炉的尾气出口与尾气燃烧室连接。

9. 使用权利要求8所述的含金属废物等离子体熔融处理系统对含金属废物进行等离子体熔融处理的方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 将包括含金属废物、助熔剂和还原剂在内的物料配伍后投入炉前料仓,物料由螺旋给料机送至等离子体炉的进料口;

(2) 物料在等离子体炉内下落过程中接受第一等离子炬和第二等离子炬的热辐射,物料在助熔剂的作用下熔融形成玻璃液,部分金属离子在还原剂的作用下还原成金属单质形成合金;等离子体炉的底部上层得到玻璃液以连续溢流方式排出,等离子体炉的底部下层得到金属液以间歇方式排出;

(3) 等离子体炉的尾气由尾气出口排至尾气燃烧室,尾气在尾气燃烧室内燃烧处理,尾气燃烧室产生烟气在后序烟气处理系统中处理,达标后排放。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于:所述等离子体炉的炉内温度 $1200\sim 1800^\circ\text{C}$ ,下部熔池熔液层温度 $1400\sim 1800^\circ\text{C}$ ,上部等离子体气熔空间温度 $1200\sim 1600^\circ\text{C}$ ;所述尾气在尾气燃烧室内 $1100^\circ\text{C}$ 以上燃烧 $2\text{s}$ 以上。

## 等离子体炉和含金属废物等离子体熔融处理系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于废物处理技术领域,具体涉及一种等离子体炉和含金属废物等离子体熔融处理系统及方法。

### 背景技术

[0002] 含金属废物很广泛,其中由于人类生产活动产生的含金属废物主要是尾矿、炉窑灰渣、电镀污泥等。含金属废物需要处理,目前品种单纯、量大、市场价值高的主要是再利用,种类庞杂、掺混严重、含有害组分、量小、市场价值低的一般还主要是进行无害化处置,比如填埋或者水泥窑协同。

[0003] 近些年国内开始引进或借鉴国外等离子体技术来进行含金属废物的处置。等离子体炉主要有两种形式,一种是等离子炬炉,一种石墨电极炉。前者是以等离子炬提供类似燃烧器的加热作用,炉内一般是有氧环境,对含有机的废物处理更适合;后者整个炉子变成炬(石墨电极作为阴极,炉体底部设有阳极,两极之间放电,电离工作气体形成等离子体),等离子体直接穿透物料,传热效率更高,热量分布更均匀,更易控制炉内气氛,更适合熔融无机废物,比如电镀污泥、焚烧灰渣等,以石墨电极作为耗材的阴极,经济性安全性也非常好。

[0004] 现有技术中,石墨电极炉有以下弊端:一、通过炉顶上的电极(阴极)和炉底的电极(阳极)之间放电产生等离子体,其高温高能量密度的核心区域仅局限在等离子弧的中心部位,而物料从炉顶的电极附近直接入炉,只有部分物料经过高温核心区,下落至熔池的过程受热不够充分;二、物料由炉顶的进料口直接进料,物料不够分散,导致物料的吸热面积不够大,在进入熔池前没有充分换热;三、熔池温度分布不均匀,中间与边缘的温差过大;四、石墨电极随着使用需要消耗,一段时间后需要换新,这样会增加成本,而且更换时停止热量供应,会对炉温产生波动。

[0005] 而现有的等离子炬炉通常是高径比较大的竖炉,等离子炬通常布置在炉子下部,同样存在炉内上下空间温度场不均衡影响物料受热的问题,主要针对有机废物的处理,提供热量让有机组分气化,无机组分熔融,一般不考虑金属的回收,所以实际上是一种气化熔融等离子体炉;偶尔有等离子炬布置在其它部位的等离子炬炉也因为物料熔融所需的热量仅靠有限数量的等离子炬提供,热负荷低,炉型无法做大,处理规模小,单炉产能低。目前市场应用的等离子炬炉少有超过30吨/天。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种等离子体炉和含金属废物等离子体熔融处理系统及方法,能够解决炉内空间温度场不均衡影响物料受热的问题,并且还能够解决等离子炬炉炉型无法做大、处理规模小、单炉产能低的问题。

[0007] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0008] 本发明公开了一种等离子体炉,所述等离子体炉包括炉体,所述炉体包括炉顶、炉壁和炉底,所述炉顶中心设有进料口;所述炉顶上安装有第一等离子炬,所述第一等离子炬

以进料口为中心均匀分布,所述第一等离子炬朝下指向炉体的中心轴线安装,所述第一等离子炬与垂直方向的夹角为 $10\sim 60^\circ$ ;所述炉壁上安装有第二等离子炬,所述第二等离子炬沿炉壁均匀分布,所述第二等离子炬朝下指向炉体的中心轴线安装,所述第二等离子炬与水平方向的夹角为 $0\sim 45^\circ$ ;在炉体的水平投影面上,所述第二等离子炬指向相邻第一等离子炬中间的空隙。

[0009] 作为优选的技术方案,所述第一等离子炬的数量为2个以上,所述第二等离子炬的数量为2个以上。

[0010] 作为优选的技术方案,所述第一等离子炬的角度可调节,所述第二等离子炬的角度可调节。

[0011] 作为优选的技术方案,所述等离子体炉还包括炉内布料器,所述炉内布料器悬垂于炉体内进料口处。

[0012] 作为优选的技术方案,所述炉体从外至内依次包括钢外壳、保温材料层、绝热材料层以及耐火材料层。

[0013] 作为优选的技术方案,所述炉体的横截面为圆形,所述炉体的高径比为 $0.5\sim 2$ 。

[0014] 作为优选的技术方案,所述炉壁上部设有尾气出口,所述炉壁下部设有熔融玻璃液溢流口,所述第二等离子炬位于熔融玻璃液溢流口上方;所述炉底侧面设有熔融金属液排放口,所述炉底中部设有熔液排尽口。

[0015] 本发明还公开了一种含金属废物等离子体熔融处理系统,所述等离子体熔融处理系统包括所述的等离子体炉、进料装置以及尾气燃烧室,所述进料装置包括炉前料仓和螺旋给料机,所述炉前料仓下部连接螺旋给料机,所述螺旋给料机连接等离子体炉的进料口,所述等离子体炉的尾气出口与尾气燃烧室连接。

[0016] 本发明还公开了使用所述的含金属废物等离子体熔融处理系统对含金属废物进行等离子体熔融处理的方法,包括以下步骤:

[0017] (1) 将包括含金属废物、助熔剂和还原剂在内的物料配伍后投入炉前料仓,物料由螺旋给料机送至等离子体炉的进料口;

[0018] (2) 物料在等离子体炉内下落过程中接受第一等离子炬和第二等离子炬的热辐射,物料在助熔剂的作用下熔融形成玻璃液,部分金属离子在还原剂的作用下还原成金属单质形成合金;等离子体炉的底部上层得到玻璃液以连续溢流方式排出,等离子体炉的底部下层得到金属液以间歇方式排出;

[0019] (3) 等离子体炉的尾气由尾气出口排至尾气燃烧室,尾气在尾气燃烧室内燃烧处理,尾气燃烧室产生烟气在后序烟气处理系统中处理,达标后排放。

[0020] 作为优选的技术方案,所述等离子体炉的炉内温度 $1200\sim 1800^\circ\text{C}$ ,下部熔池熔液层温度 $1400\sim 1800^\circ\text{C}$ ,上部等离子体气熔空间温度 $1200\sim 1600^\circ\text{C}$ ;所述尾气在尾气燃烧室内 $1100^\circ\text{C}$ 以上燃烧 $2\text{s}$ 以上。本发明的有益效果:

[0021] 1、本发明以等离子体炉顶进料口为中心均匀布置第一等离子炬,同时在炉壁均匀布置第二等离子炬,并且第一等离子炬和第二等离子炬上下错位设计,第一等离子炬和第二等离子炬均指向散落的物料,且第二等离子炬还指向熔池,这样特定的等离子炬布置方式,解决了炉内空间温度场不均衡影响物料受热的问题,并且等离子炬数量可以随需要的炉子热负荷增大而增加,解决了炉型无法做大、处理规模小、单炉产能低的问题。

[0022] 2、本发明将进料口设置在炉顶中心,并且在进料口处设置炉内布料器,物料从该进料口投入炉体内,物料在下落过程中沿炉内布料器散落,充分分散,迅速吸收多个等离子炬产生的高温热量,充分吸收热能,迅速熔化并落入熔池,与熔池熔液充分融合,利于彻底熔融并熔液分层(上层为玻璃液,下层为金属液)。

### 附图说明

[0023] 为了使本发明的目的、技术方案和有益效果更加清楚,本发明提供如下附图进行说明:

[0024] 图1为本发明的等离子体炉的纵向剖视结构示意图;

[0025] 图2为本发明的等离子体炉的俯视结构示意图;

[0026] 图3为本发明的等离子体熔融处理系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明,以使本领域的技术人员可以更好的理解本发明并能予以实施,但所举实施例不作为对本发明的限定。

[0028] 如图1和图2所示一种等离子体炉,所述等离子体炉包括炉体1,所述炉体1包括炉顶、炉壁和炉底,所述炉顶中心设有进料口2,所述炉壁上部设有尾气出口3,所述炉壁下部设有熔融玻璃液溢流口4,所述炉底侧面设有熔融金属液排放口5,所述炉底中部设有熔液排出口6;所述炉顶上安装有第一等离子炬7,所述第一等离子炬7以进料口2为中心均匀分布,所述第一等离子炬7朝下指向炉体1的中心轴线安装,所述第一等离子炬7与垂直方向的夹角为 $10\sim 60^\circ$ ,角度可调节;所述炉壁上安装有第二等离子炬8,所述第二等离子炬8沿炉壁均匀分布,所述第二等离子炬8朝下指向炉体1的中心轴线安装,所述第二等离子炬8与水平方向的夹角为 $0\sim 45^\circ$ ,角度可调节,所述第二等离子炬8位于熔融玻璃液溢流口4上方;在炉体1的水平投影面上,所述第二等离子炬8指向相邻第一等离子炬7中间的空隙。

[0029] 所述第一等离子炬7的数量为2个以上,所述第二等离子炬8的数量为2个以上,比如依据炉子热负荷需求分别设置2个、3个、4个、5个或6个,甚至更多。第一等离子炬7与第二等离子炬8热负荷可以不一致。

[0030] 所述等离子体炉还包括炉内布料器9,所述炉内布料器9悬垂于炉体1内进料口2处。所述炉内布料器9一般为金属或陶瓷制作,可以用水冷或风冷冷却。

[0031] 所述等离子体炉竖向设置,炉体1分为上下炉体,上炉体带顶盖,下炉体带熔池,上下炉体法兰连接;所述炉体1从外至内依次包括钢外壳、保温材料层、绝热材料层以及耐火材料层;炉体1顶盖可以呈穹顶或平顶结构,炉体1底部熔池可以呈锅底或平底结构,炉体1外形一般呈矮胖型,炉体1的横截面一般为圆形(也可为其它形状),炉体1的高径比为 $0.5\sim 2$ (如果处理含有机组分多的废物,高径比可以再增大)。

[0032] 如图3所示一种含金属废物等离子体熔融处理系统,所述等离子体熔融处理系统包括权利要求7所述的等离子体炉、进料装置以及尾气燃烧室12,所述进料装置包括炉前料仓10和螺旋给料机11,所述炉前料仓10下部连接螺旋给料机11,所述螺旋给料机11连接等离子体炉的进料口2,所述等离子体炉的尾气出口3与尾气燃烧室12连接。

[0033] 所述尾气燃烧室12竖向设置,所述尾气燃烧室12从里到外依次为耐火材料、绝热

材料、保温材料、钢板,钢板焊接成圆筒状,所述尾气燃烧室12顶部设有紧急烟囱13,上部设有烟气出口14,所述尾气燃烧室12中设有辅助燃烧器、高热值废液喷枪和风喷口,所述尾气燃烧室12底部设有灰渣仓15,灰渣仓15内灰渣可以返回炉前料仓10。

[0034] 使用所述含金属废物等离子体熔融处理系统对含金属废物进行等离子体熔融处理的方法,包括以下步骤:

[0035] (1) 将包括含金属废物、助熔剂和还原剂在内的物料配伍后投入炉前料仓10,物料由螺旋给料机11送至等离子体炉的进料口2;

[0036] (2) 物料在下落过程中沿炉内布料器9散落,充分分散,迅速吸收第一等离子炬7和第二等离子炬8的热辐射,等离子体炉的炉内温度1200~1800℃,下部熔池熔液层温度1400~1800℃,上部等离子体气熔空间温度1200~1600℃;物料在助熔剂的作用下熔融形成玻璃液,部分金属离子在还原剂的作用下还原成金属单质形成合金;等离子体炉的底部上层得到玻璃液以连续溢流方式从熔融玻璃液溢流口4排出,等离子体炉的底部下层得到金属液以间歇方式从熔融金属液排放口5排出;

[0037] (3) 等离子体炉的尾气由尾气出口3排至尾气燃烧室12,尾气在尾气燃烧室12内燃烧处理,尾气燃烧室12由天然气或其它助燃燃料过氧燃烧,温度保持在1100℃以上,在“3T+E”情况下,含有小分子有机物尾气充分燃烧,形成的烟气在离开尾气燃烧室12前至少保持2s以上时间,有机物和二恶英得到彻底分解焚毁,烟气离开尾气燃烧室12的烟气出口14后再在后序烟气处理系统进一步处理达标后排放。

[0038] 上述处理过程中,含金属废物等离子体熔融处理的玻璃化过程为:合格入炉含金属废物(预处理阶段)——熔融玻璃化产物(等离子体炉阶段);含金属废物经过玻璃化处理后,得到的玻璃液经水淬或风冷后成品质较好的玻璃体,较容易达到即将颁布的玻璃化产物国标标准,而合金金属可以送去进一步精炼。

[0039] 上述处理过程中,助熔剂可以选用砂子、石灰、铝土矿中的一种或几种混合,还原剂可以选用所述还原剂为焦炭、废活性炭中的一种或几种混合。

[0040] 以上所述实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例,本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换,均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

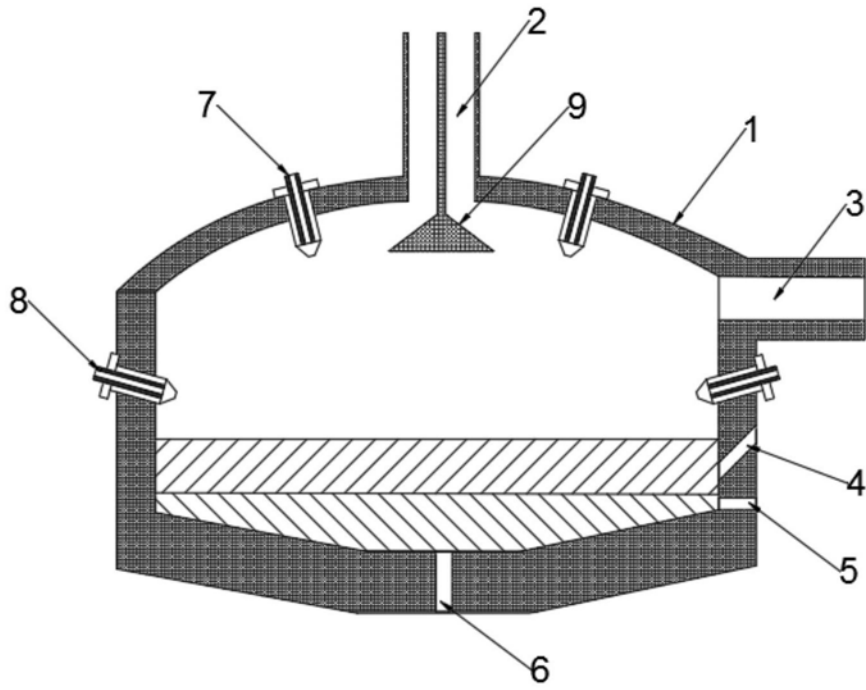


图1

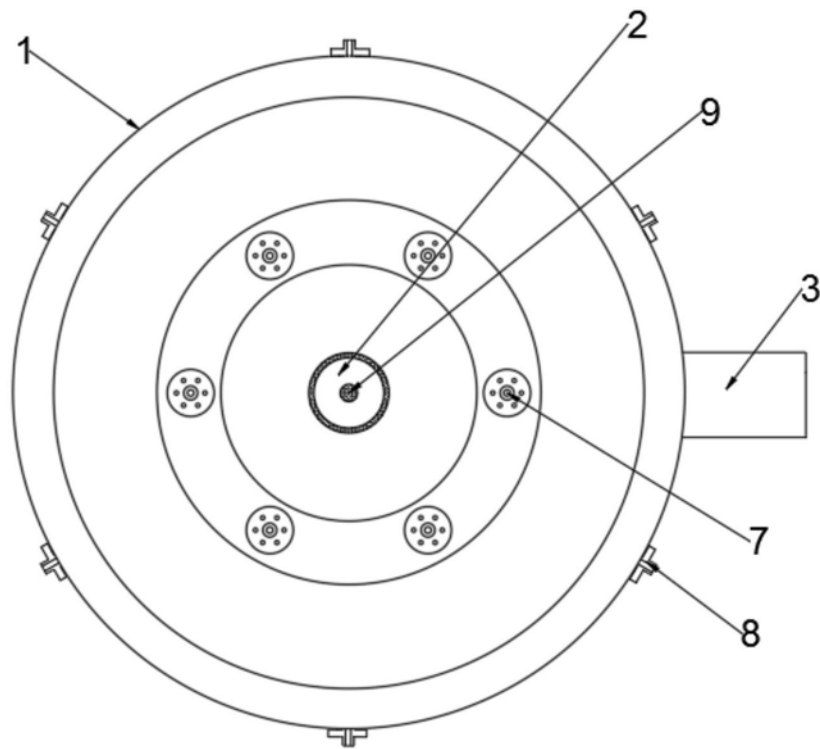


图2

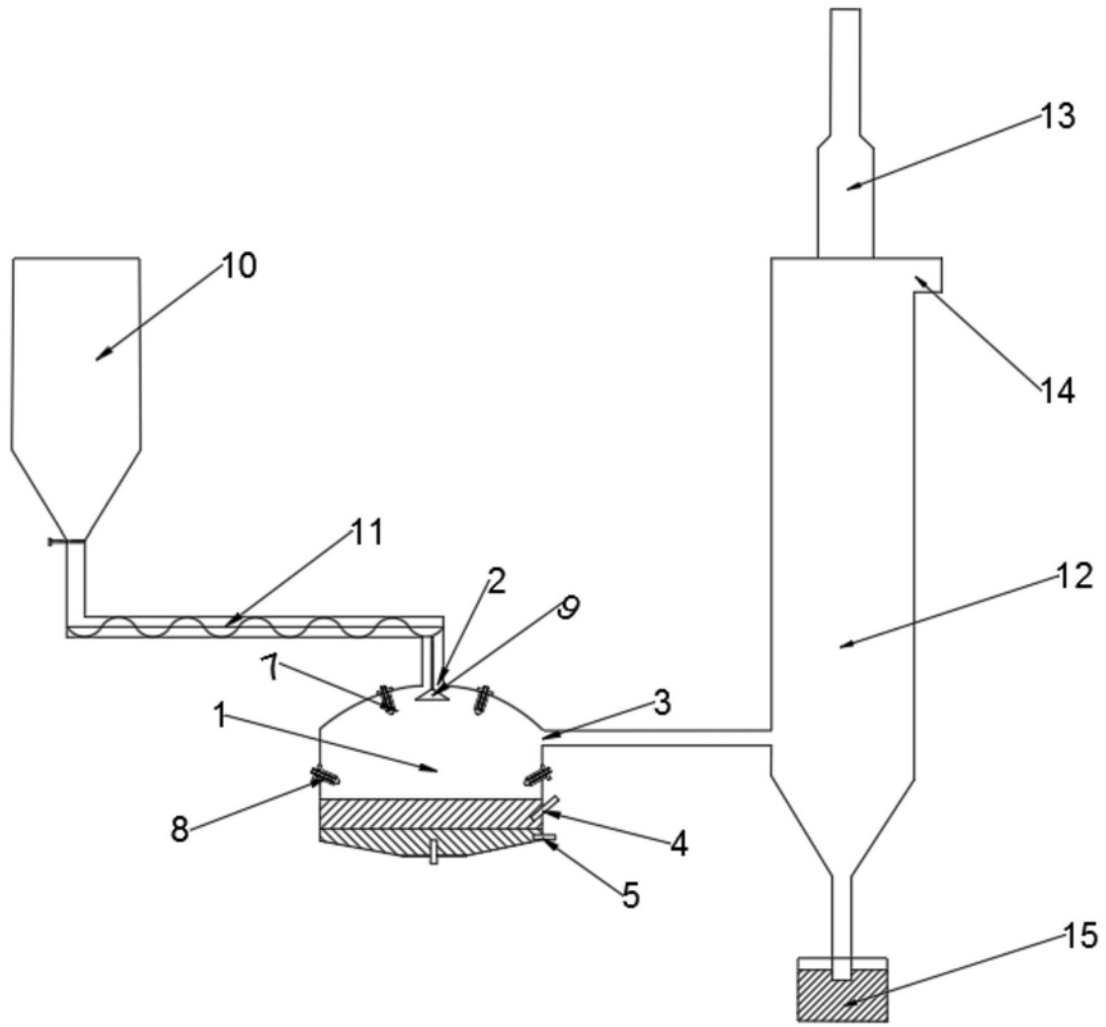


图3