



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106492609 A

(43)申请公布日 2017. 03. 15

(21)申请号 201610928507.2

(22)申请日 2016.10.31

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

申请人 谭中超

(72)发明人 李清海 刘振 张衍国 谭中超

(74)专利代理机构 北京律谱知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11457

代理人 罗建书

(51) Int. Cl.

B01D 53/78(2006.01)

B01D 53/96(2006.01)

G05D 27/02(2006.01)

B01F 5/02(2006.01)

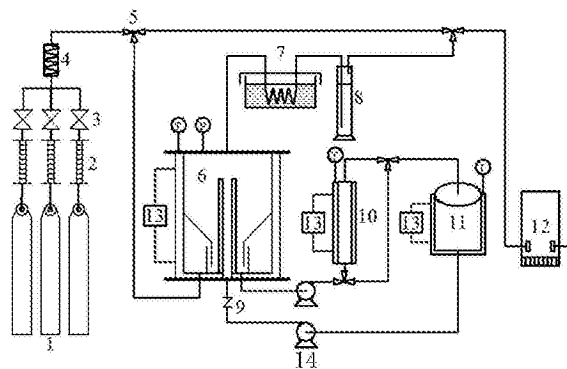
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置及再生塔

(57)摘要

本发明提供一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置及再生塔,其中烟气与湿壁塔(6)内的吸收液进行气液反应;湿壁塔(6)出来的废液经设在废液出口的蠕动泵(14)送至再生塔(10);储液罐(11)内的吸收液经设在湿壁塔(6)吸收液进口的蠕动泵(14)补到湿壁塔(6)中;从湿壁塔(6)出来的烟气进入冰浴装置(7),经冰浴装置(7)换热后进入吸收瓶(8);烟气中水蒸气和氨气经吸收瓶(8)脱除后进入烟气分析仪(12)。本发明以湿壁塔作为反应器可控制气液反应效率和气液反应速率;通过再生塔以填料层作为气液两相间传质设备,气液两相是微分接触,再生过程连续变化,充分保证了废液再生效率,使能源得到循环利用。



1. 一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,所述的基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置包括:

湿壁塔(6)、冰浴装置(7)、吸收瓶(8)、再生塔(10)、储液罐(11)、烟气分析仪(12)、水浴装置(13)和蠕动泵(14);

含有害气体的烟气进入湿壁塔(6),与湿壁塔(6)内的液体进行气液反应;

湿壁塔(6)出来的废液经设置在出口的蠕动泵(14)送至再生塔(10);储液罐(11)储存的吸收液经设置在湿壁塔(6)进口的蠕动泵(14)补充到湿壁塔(6)中;

从湿壁塔(6)中出来的烟气进入冰浴装置(7),经冰浴装置(7)换热后进入吸收瓶(8);烟气中的水蒸气和氨气经吸收瓶(8)脱除后进入烟气分析仪(12);

烟气分析仪(12)测量烟气中有害气体的浓度。

2. 根据权利要求1所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,还包括:

气瓶(1)、质量流量计(2)、阀门(3)和气体混合器(4);

气瓶(1)为三个,分别装有空气、氮气和有害气体;

气体混合器(4)的入口端接三个支路,每条支路自气体混合器(4)的入口端开始依次连接阀门(3)、质量流量计(2)和气瓶(1),气体混合器(4)的出口接湿壁塔(6)。

3. 根据权利要求1或2所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,还包括:

三通(5),气体混合器(4)的出口经所述三通(5)接烟气分析仪(12)。

4. 根据权利要求3所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于:

在湿壁塔(6)与蠕动泵(14)之间安装有逆止阀(9)。

5. 根据权利要求4所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,还包括:

用于调节温度的水浴装置(13);所述水浴装置(13)分别并联在湿壁塔(6)、再生塔(10)和/或储液罐(11)的外侧。

6. 根据权利要求5所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,还包括:

热电偶温度计;所述热电偶温度计设置在湿壁塔(6)、再生塔(10)和/或储液罐(11)设备上,用于测量设备内部液体的温度,将得到的温度信号传递给水浴装置(13),水浴装置(13)根据该温度信号实时控制其内水的温度。

7. 根据权利要求6所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,所述气体混合器(4)包括:

依次布置的接受室(41)、喷嘴(42)、混合室(43)和扩散室(44);

接受室(41)的左端安装有气体进口(45),接受室(41)的侧边布置有引射流体进口(46),其与气体进口(45)交叉布置;

喷嘴(42)为渐缩结构,其扩口端正对着气体进口(45)的出口段开口,其窄口端通向混合室(43);

混合室(43)的另一端接扩散室(44);

扩散室(44)呈渐扩结构,且扩口端为混合气体出口(47)。

8.根据权利要求6所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,所述再生塔(10)包括:

废液出段(101)、保温液出段(102)、玻璃珠(103)、筛网(104)、填料层(105)、保温液进段(106)、废液进段(107)、夹套(108)、塔体(109);

再生塔(10)的塔体(109)采用夹套(108)结构,夹套(108)内充有保温液;塔体(109)内部空腔的底部和上部均设有玻璃珠(103),中间填充有填料层(105),玻璃珠(103)与填料层(105)隔有筛网(104);废液进段(107)设在塔体(109)的最底部,废液出段(101)设在塔体(109)的最顶部;保温液进段(106)设置在靠近塔体(109)底部的侧壁上,保温液出段(102)设置在塔体(109)另一侧的侧壁上且靠近顶部。

9.根据权利要求1所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其特征在于,所述储液罐(11)所储存的液体中添加有表面活性剂。

10.一种再生塔,其特征在于,所述再生塔包括:

废液出段(101)、保温液出段(102)、玻璃珠(103)、筛网(104)、填料层(105)、保温液进段(106)、废液进段(107)、夹套(108)、塔体(109);

再生塔(10)的塔体(109)采用夹套(108)结构,夹套(108)内充有保温液;塔体(109)内部空腔的底部和上部均设有玻璃珠(103),中间填充有填料层(105),玻璃珠(103)与填料层(105)隔有筛网(104);废液进段(107)设在塔体(109)的最底部,废液出段(101)设在塔体(109)的最顶部;保温液进段(106)设置在靠近塔体(109)底部的侧壁上,保温液出段(102)设置在塔体(109)另一侧的侧壁上且靠近顶部。

## 一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置及再生塔

### 技术领域

[0001] 本发明涉及烟气中有害气体的脱除机械设备,尤其涉及一种基于湿壁塔的吸收与再生联合的实验装置及再生塔。

### 背景技术

[0002] 煤炭在燃烧过程中会排放大量的氮氧化物、硫氧化物、二氧化碳等有害气体,这些有害气体可以引起酸雨、光化学烟雾、温室效应等环境问题。因此需要采取一定的措施以脱除烟气中有害气体。

[0003] 目前工业上主要采用湿法来脱除烟气中有害气体。其在设备中填装吸收液,烟气穿过吸收液,通过吸收液与烟气进行气液两相反应以达到脱除烟气中有害气体的目的。

[0004] 目前主要通过鼓泡反应器来吸收烟气中有害气体。在鼓泡反应器中填充好吸收液,气体从鼓泡反应器底部向上以气泡形式通过吸收液,在通过吸收液的过程中,烟气中有害气体溶入吸收液中并进行反应。

[0005] 由于这种鼓泡反应器没有换热面积,所以反应温度不能控制,气体在鼓泡反应器中停留时间不一致。气体在吸收液中停留的时间短,不能满足慢反应的要求,且随着反应的进行,存在液体上下分布不均等问题,气体再进入鼓泡反应器后压降会大,造成后续管路中气体压力降低,有时需要加泵增压,这势必会造成能源的浪费。鼓泡反应器的储液量低、吸收液传质系数小,连续操作后反应速率明显下降,在单一鼓泡反应器中,很难达到高的气液转化率。另外由于吸收液直接和进气管接触,当停止实验后,容易造成进气管倒吸的现象,进而影响下一次实验的吸收效率等数据。

[0006] 可见,通过鼓泡反应器来吸收烟气中有害气体时,吸收效率低下,脱除速率也很难保证。

[0007] 而且,经鼓泡反应器反应后的废液不能得到回收利用,造成能源的浪费。

### 发明内容

[0008] 本发明的第一目的是针对目前存在的问题,提供一种基于湿壁塔的吸收与再生联合的实验装置,其能够提高烟气中有害气体的吸收效率以及脱除速率。

[0009] 本发明的第二目的是针对目前存在的问题,提供一种再生塔,其能够废液回收并再生利用,从而减少了能源消耗。

[0010] 本发明通过如下技术方案实现:

[0011] 本发明提供一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其包括:

[0012] 湿壁塔、冰浴装置、吸收瓶、再生塔、储液罐、烟气分析仪、水浴装置和蠕动泵;

[0013] 含有害气体的烟气进入湿壁塔,与湿壁塔内的液体进行气液反应;

[0014] 湿壁塔出来的废液经设置在出口的蠕动泵送至再生塔;储液罐储存的吸收液经设置在湿壁塔进口的蠕动泵补充到湿壁塔中;

[0015] 从湿壁塔中出来的烟气进入冰浴装置,经冰浴装置换热后进入吸收瓶;烟气中的

水蒸气和氨气经吸收瓶脱除后进入烟气分析仪；

[0016] 烟气分析仪测量烟气中有害气体的浓度。

[0017] 更优选地,所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置还包括:

[0018] 气瓶、质量流量计、阀门和气体混合器;

[0019] 气瓶为三个,分别装有空气、氮气和有害气体;

[0020] 气体混合器的入口端接三个支路,每条支路自气体混合器的入口端开始依次连接阀门、质量流量计和气瓶,气体混合器的出口接湿壁塔。

[0021] 更优选地,所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,还包括:

[0022] 三通,气体混合器的出口经所述三通接烟气分析仪。

[0023] 更优选地,在湿壁塔与蠕动泵之间安装有逆止阀。

[0024] 更优选地,所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,还包括:

[0025] 用于调节温度的水浴装置;所述水浴装置分别并联在湿壁塔、再生塔和/或储液罐的外侧。

[0026] 更优选地,所述的一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,还包括:

[0027] 热电偶温度计;所述热电偶温度计设置在湿壁塔、再生塔和/或储液罐设备上,用于测量设备内部液体的温度,将得到的温度信号传递给水浴装置,水浴装置根据该温度信号实时控制其内水的温度。

[0028] 更优选地,所述气体混合器包括:

[0029] 依次布置的接受室、喷嘴、混合室和扩散室;

[0030] 接受室的左端安装有气体进口,接受室的侧边布置有引射流体进口,其与气体进口交叉布置;

[0031] 喷嘴为渐缩结构,其扩口端正对着气体进口的出口段开口,其窄口端通向混合室;

[0032] 混合室的另一端接扩散室;

[0033] 扩散室呈渐扩结构,且扩口端为混合气体出口。

[0034] 更优选地,所述再生塔包括:

[0035] 废液出段、保温液出段、玻璃珠、筛网、填料层、保温液进段、废液进段、夹套、塔体;

[0036] 再生塔的塔体采用夹套结构,夹套内充有保温液;塔体内部空腔的底部和上部均设有玻璃珠,中间填充有填料层,玻璃珠与填料层隔有筛网;废液进段设在塔体的最底部,废液出段设在塔体的最顶部;保温液进段设置在靠近塔体底部的侧壁上,保温液出段设置在塔体另一侧的侧壁上且靠近顶部。

[0037] 更优选地,所述储液罐所储存的液体中添加有表面活性剂。

[0038] 本发明还提供一种再生塔,所述再生塔包括:

[0039] 废液出段、保温液出段、玻璃珠、筛网、填料层、保温液进段、废液进段、夹套、塔体;

[0040] 再生塔的塔体采用夹套结构,夹套内充有保温液;塔体内部空腔的底部和上部均设有玻璃珠,中间填充有填料层,玻璃珠与填料层隔有筛网;废液进段设在塔体的最底部,废液出段设在塔体的最顶部;保温液进段设置在靠近塔体底部的侧壁上,保温液出段设置在塔体另一侧的侧壁上且靠近顶部。

[0041] 由上述本发明的技术方案可以看出,本发明具有如下技术效果:

[0042] 本发明的湿壁塔作为反应器有固定的气液接触面积,这样既可以控制气液反应效

率,还可以控制气液反应速率;

[0043] 再生塔以填料层作为气液两相间接接触构件的传质设备,气液两相是微分接触,因此再生过程是连续变化的,充分保证了废液的再生,使得能源得到循环回收利用;

[0044] 再生塔直径可以很小,这样操作范围较小,对于液体负荷的变化特别敏感;

[0045] 再生塔的结构简单,所以造价更为便宜;

[0046] 再生塔内的填料对泡沫有限制和破碎作用,因此再生塔可适用于易起泡物系和腐蚀性物系。

## 附图说明

[0047] 图1为本发明的结构示意图;

[0048] 图2为本发明中的质量流量计的PID控制电路的工作原理示意图;

[0049] 图3为本发明中的气体混合器的结构示意图;

[0050] 图4为本发明中的再生塔的结构示意图。

[0051] 附图中:

[0052] 气瓶1、质量流量计2、阀门3、气体混合器4、三通5、湿壁塔6、冰浴装置7、吸收瓶8、逆止阀9、再生塔10、储液罐11、烟气分析仪12、水浴装置13、蠕动泵14;

[0053] 接受室41、喷嘴42、混合室43、扩散室44、气体进口45、引射流体进口46和混合气体出口47;

[0054] 废液出段101、保温液出段102、玻璃珠103、筛网104、填料层105、保温液进段106、废液进段107、夹套108、塔体109、热电偶温度计110。

## 具体实施方式

[0055] 为了使本领域的技术人员更好地理解本申请的技术方案,以下将结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0056] 本申请文件中的上、下、左、右、前和后等方位用语是基于附图所示的位置关系而建立的。附图不同,则相应的位置关系也有可能随之发生变化,故不能以此理解为对保护范围的限定。

[0057] 在本发明的描述中,需要理解的是,“多个”的含义是指两个或者两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0058] 本发明中,属于“安装”、“相连”、“相接”、“连接”、“固定”等应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,也可以是一体地连接,也可以是机械连接,也可以是电连接或可以相互通信,也可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接连接,可以是两个元器件内部的联通,也可以是两个元器件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0059] 实施例一:

[0060] 本发明提供一种基于湿壁塔实现吸收与再生联合的实验装置,其结构如图1所示,包括:

[0061] 气瓶1;质量流量计2;阀门3;气体混合器4;三通5;湿壁塔6;冰浴装置7;吸收瓶8;逆止阀9;再生塔10;储液罐11;烟气分析仪12;水浴装置13;蠕动泵14。

[0062] 气瓶1为三个,分别装有空气、氮气和有害气体(氮氧化物、硫氧化物或者二氧化碳)。

[0063] 气体混合器4的入口端接三个支路,每条支路自气体混合器4的入口端开始依次连接阀门3、质量流量计2、气瓶1,气体混合器4的出口接三通5;三通5的一路出口进入湿壁塔6,另一路出口直接进入烟气分析仪12设计该直接进入烟气分析仪12的支路的目的是为了在混合气体进入湿壁塔之前先进入烟气分析仪12,以检验混合后烟气的成分是否达到设计比例。

[0064] 湿壁塔6的烟气入口在底部,烟气出口在顶部;湿壁塔6的吸收液进口和废液出口均设置在底部。湿壁塔6、再生塔10和储液罐11依次布置,湿壁塔6的吸收液进口和废液出口各设置一台蠕动泵14,湿壁塔6中的废液(氨水或者钴氨络合物)经设置在废液出口的蠕动泵14可送至再生塔10;经再生塔10再生得到的吸收液可以经设置在湿壁塔6废液出口的蠕动泵14可以打入到储液罐11中;储液罐11储存的吸收液经设置在湿壁塔6吸收液进口的蠕动泵14送至湿壁塔6中。

[0065] 为了防止回流,湿壁塔6与蠕动泵14之间可安装有逆止阀9。湿壁塔6、再生塔10和储液罐11的外侧均并联水浴装置13,通过该水浴装置13能够实现湿壁塔6、再生塔10和储液罐11的温度控制。

[0066] 湿壁塔6中出来的烟气(氨水或者钴氨络合物)进入冰浴装置7,经冰浴装置7换热后进入吸收瓶8;吸收瓶8脱除烟气中的水蒸气和氨气,从吸收瓶8出来后的进入烟气分析仪12。烟气分析仪12测量烟气中氮氧化物、硫氧化物或者二氧化碳等有害气体的浓度是否达标。

[0067] 上述质量流量计2用于测量和控制气体的流量,使每种气体按照设计流量流出气瓶1进入气体混合器4。该质量流量计2包括常规用于精密测量体流量的组件(传感器、分流器、主通道、电路板)以及创新的组件-质量流量控制器。其中的质量流量控制器包括控制阀门及PID(比例积分微分)控制电路。通过增加的质量流量控制器,使得本实施例中的质量流量计3不仅能够实现传统的气体流量测量功能,还能够实现对气体流量的精密控制。其中的PID控制电路的结构如图2所示:

[0068] 该PID控制电路包括:由A1比例电路、A2积分电路、A3积分电路,以及,A4微分电路。由A1比例电路与环路增益有关,调节RP1,可使反相器的增益在0.5~正无穷范围内变化;积分电路的积分时间常数可在22~426S范围内变化;A4微分电路的时间常数由C1(R1+R(RP3))决定,A4微分电路将比例、积分、微分各电路输出倒相后合成为U。

[0069] 上述阀门3采用先导式减压阀。

[0070] 上述气体混合器4能够加强在使用过程中所需气体的混合,以得到稳定的、均匀的混合烟气。该气体混合器4利用了交叉射流技术、文丘里技术等,通过不断地改变气体的流动方向,并通过特殊的结构设计使得层流流动状态变化为紊流流动状态来加强气体的混合。该气体混合器4的结构如图3所示,包括:依次布置的接受室41、喷嘴42、混合室43和扩散室44。

[0071] 其中接受室41的左端安装有气体进口45,该气体进口45包括三部分:自入口开始渐缩的入口段、朝向出口方向开口渐扩的出口段、设置在入口段和出口段之间的文丘里部件;接受室41的侧边布置有引射流体进口46,其与气体进口45交叉布置。

[0072] 喷嘴42为渐缩结构,其扩口端正对着气体进口41的出口段的开口,其窄口端通向混合室43。混合室43的另一端接扩散室44。扩散室44呈渐扩结构,且扩口端为混合气体出口47。

[0073] 上述气体混合器4的工作原理:待混合气体从气体进口45流入气体混合器的接受室41,在接受室41内初步混合;引射气体从引射流体进口46流入接受室41,与接受室41内的气体混合均匀,进行第二步混合;混合后的气体经过喷嘴42减压后进入混合室43进行第三步混合;经第三步混合后的气体经扩散室44进行第四次混合,最后从混合气体出口47流出。

[0074] 上述气体混合器4利用了交叉射流技术、文丘里技术等,通过不断地改变气体的流动方向,并通过特殊的结构设计使得层流流动状态变化为紊流流动状态,从而能够加强多种气体的混合,以得到稳定的、均匀的混合气体。

[0075] 上述湿壁塔6为夹套结构,夹套中充有设定温度的保温液,该保温液可以是双蒸水,也可以使其它液体,以保证湿壁塔6内部空腔中液体的温度。湿壁塔6内部的空腔中垂直布置有多个圆管,液体沿圆管的内壁成薄膜状流下,烟气(混合气体)从圆管外部自下向上运行,液体与气体进行传质及传热。

[0076] 湿壁塔6和储液罐11相连,故可以通过储液罐11在吸收液中加入表面活性剂,以消除湿壁塔6内沿圆管的内壁形成的液体薄膜表面的波动现象。

[0077] 由于经过湿壁塔6内的烟气(混合气体)是与湿壁塔6内的液体进行交互的,所以从湿壁塔6出来的烟气会带出水蒸气,为了防止气体在后面的运输过程中有水冷凝出来进而带来的腐蚀问题,同时也防止造成后面的烟气分析仪测量气体中的浓度不准确,本发明在上述吸收瓶8中添置冷凝器和浓硫酸,通过冷凝脱水和浓硫酸脱水结合,使得进入到吸收瓶8内部的混合烟气脱水。

[0078] 上述再生塔10采用柱形塔体,其结构如图4所示,包括废液出段101;保温液出段102;玻璃珠103;筛网104;填料层105;保温液进段106;废液进段107;夹套108;塔体109。

[0079] 再生塔10的塔体109采用夹套108结构,该夹套108由玻璃钢材料制作,夹套108内充有保温液。塔体109内部空腔的底部和上部均设有玻璃珠103,中间填充有填料层105,玻璃珠103与填料层105隔有筛网104。废液进段107设在塔体109的最底部,废液出段101设在塔体109的最顶部;保温液进段106设置在靠近塔体109底部的侧壁上,保温液出段102设置在塔体109另一侧的侧壁上且靠近顶部。

[0080] 上述填料层105采用高效、低阻的鲍尔环填料,可彻底地去除液体中的杂质、有害物质等;在鲍尔环填料中填充的再生物质,一般为活性炭等催化剂,可对废液进行再生。再生塔10通过采用填料层105对废液进行净化,适合连续和间歇排放废液的处理,工艺简单,管理、操作及维修方便简洁,不会对溶液造成任何污染;适用范围广,可同时净化多种液体及含杂质液体。

[0081] 为了实现再生温度的精确控制,还可以在再生塔10的夹套108结构上安装有热电偶温度计110。热电偶温度计110可以精确测量夹套108内保温液的温度,进而通过水浴装置13控制再生塔10的再生温度。

[0082] 上述再生塔10中的各个组件之间的位置关系如下:

[0083] 从湿壁塔6流出的废液经过泵加压经过三通,再经过废液进段107进入再生塔10,废液首先通过玻璃珠103,玻璃珠103的作用是对废液进行过滤,滤掉废液中的固体杂质,防



止杂质堵塞填料层105;废液流经玻璃珠103后,穿过筛网104,筛网104有两个作用,一个作用是进一步过滤,另一个作用是将玻璃珠103和填料层105分开;废液穿过筛网104后进入填料层105进行再生;废液再生后经筛网104、玻璃珠103的过滤作用后,经废液出段101流出再生塔10。

[0084] 储液罐11中储存有吸收液,其可以通过设置在湿壁塔6进口的蠕动泵14打入到湿壁塔6中,以补充湿壁塔6内消耗的吸收液。该储液罐11也设置为夹套结构,夹套结构内充有设定温度的水,以保证储液罐11内液体的温度。

[0085] 为了实现湿壁塔6和储液罐11的温度的精确控制,本发明还在湿壁塔6和储液罐11的夹套结构上安放热电偶温度计。热电偶温度计测量温度后将温度信号传递给并联在湿壁塔6和储液罐11外部的水浴装置13,并在水浴装置13,水浴装置13根据该温度信号实时控制其内水的温度,进而控制湿壁塔6和储液罐11内液体的温度。

[0086] 上述水浴装置13为用于换热的低温恒温槽,所述低温恒温槽为耐堵塞型恒温槽。

[0087] 本发明工作原理如下:

[0088] 使用本发明前,在三个气瓶1中分别充好空气、氮气和有害气体,切换三通5,将从气体混合器4出来的烟气直接接入烟气分析仪12以校核质量流量计2的准确度,以提高烟气分析结果的精度。

[0089] 使用本发明时,切换三通5,三个气瓶1中气体,流经质量流量计2,经过计量后,流经阀门3进行减压,然后经过气体混合器4充分混合达到目标烟气浓度。从气体混合器4出来的烟气经过三通5进入湿壁塔6与流经湿壁塔6的液体进行气液反应,反应后的烟气流经冰浴装置7进行初步脱水除氨,然后流经装有浓硫酸和冷凝器的吸收瓶8进一步脱水除氨和水蒸气,以减少管路仪器的腐蚀,并达到能够进入烟气分析仪12的标准。

[0090] 从储液罐11流出的吸收液经蠕动泵14流进湿壁塔6,该蠕动泵14使得吸收液不和泵体直接接触,减少了吸收液中有效成分的挥发,避免了泵体的腐蚀。进入湿壁塔6的吸收液吸收了烟气中的有害成分之后经过蠕动泵14,进入再生塔10,再生后得到符合规定的吸收液后再打入储液罐11中。湿壁塔6的进口和出口各设置一台蠕动泵14,保证了进入和流出湿壁塔6的液体是等量的,有效地防止了湿壁塔6内的液位变化。

[0091] 由上述本发明的实施例可以看出,本发明中的湿壁塔6作为反应器有固定的气液接触面积,这样既可以控制气液反应效率,还可以控制气液反应速率。再生塔10是以塔内的填料层105作为气液两相间接接触构件的传质设备,气、液两相是微分接触,因此再生过程是连续变化的,充分保证了废液的再生效率;再生塔10直径可以很小,这样操作范围较小,对于液体负荷的变化特别敏感;再生塔10的结构简单,所以造价更为便宜;再生塔10内的填料对泡沫有限制和破碎作用,因此再生塔10可适用于易起泡物系和腐蚀性物系;因为再生塔10内的滞液量较少,物料在再生塔10内停留的时间相对短,停留时间短可以加快吸收液在整个装置内的流转速度,使再生后的吸收液更快地流回湿壁塔6中参与反应;因为再生塔10的体积小高度低,所以沿程阻力小,压降小,整个装置无需为再生塔10提供外部动力装置,而使得废液可以自下而上的流动,整个吸收液在再生塔10内为封闭循环,所以更适用于真空实验操作。

[0092] 上述实施例也可以不包括:气瓶1、质量流量计2、阀门3和气体混合器4;这样情况下直接将配好的带有有害气体的烟气送入湿壁塔6中即可。

[0093] 虽然本发明已以较佳实施例公开如上,但实施例并不是用来限定本发明的。在不脱离本发明之精神和范围内,所做的任何等效变化或润饰,同样属于本发明之保护范围。因此本发明的保护范围应当以本申请的权利要求所界定的内容为准。

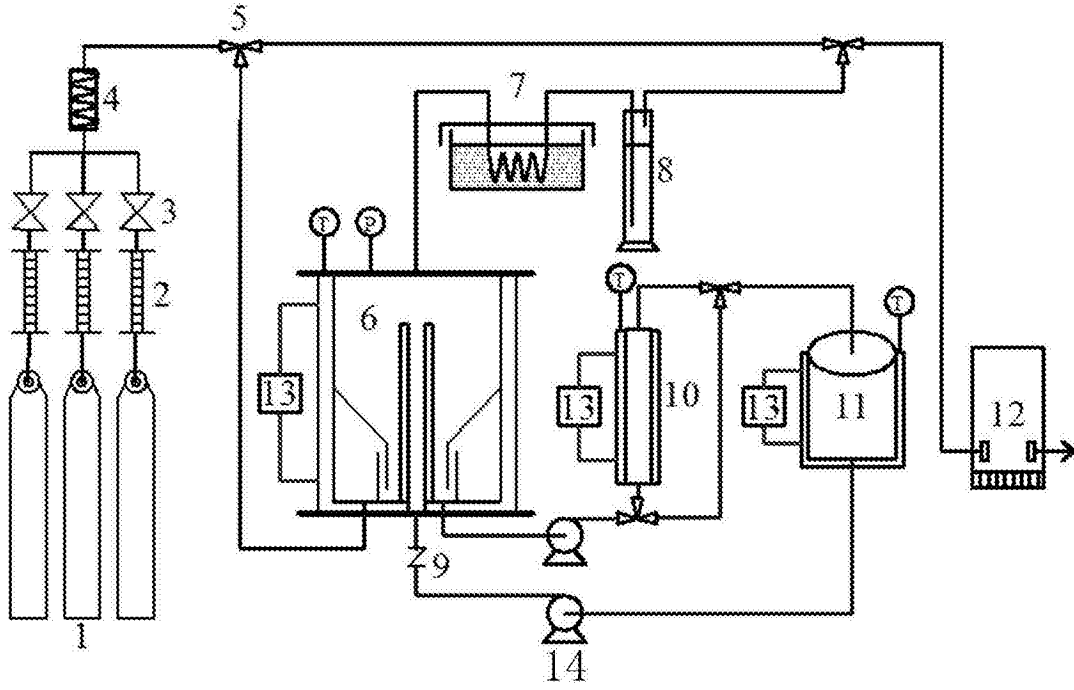


图1

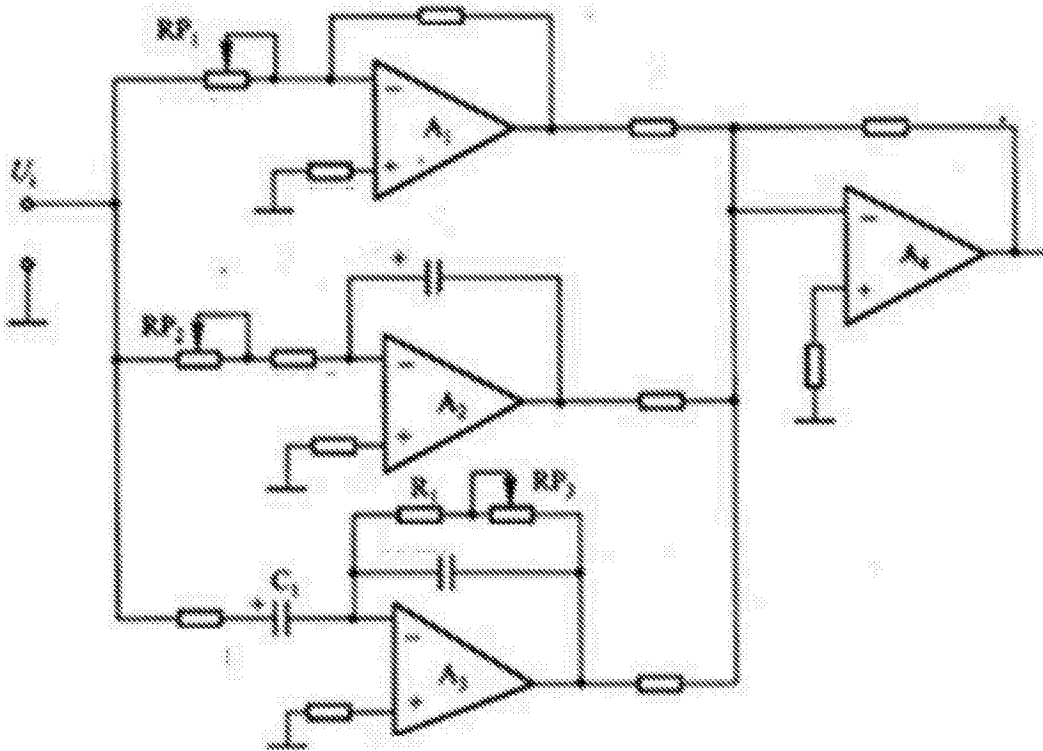


图2

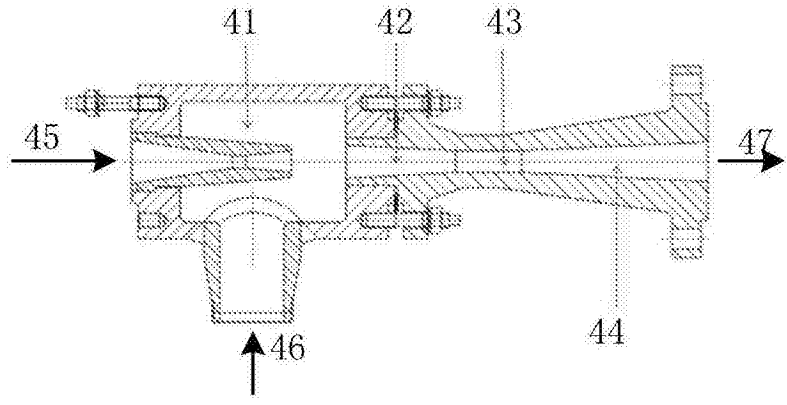


图3

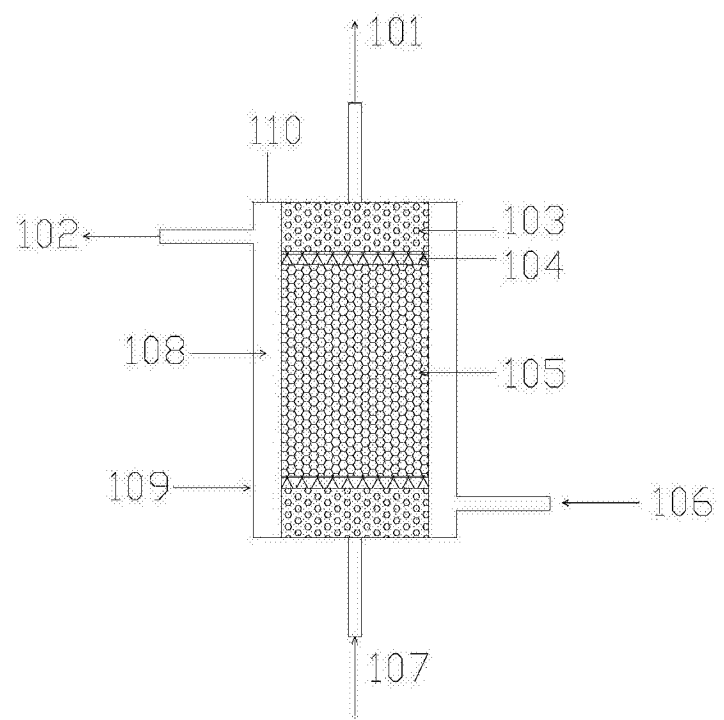


图4