

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01F 3/04 (2006.01)

B01F 5/04 (2006.01)

B01D 53/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01811908.5

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1302838C

[22] 申请日 2001.6.29 [21] 申请号 01811908.5

[30] 优先权

[32] 2000. 6. 29 [33] GB [31] 0015997.0

[86] 国际申请 PCT/GB2001/002913 2001.6.29

[87] 国际公布 WO2002/000334 英 2002.1.3

[85] 进入国家阶段日期 2002.12.27

[73] 专利权人 斯塔特石油公开有限公司

地址 挪威斯塔万格

[72] 发明人 芬恩·P·尼尔森 哈拉尔德·林戈

吕纳·凡托福特

英格·S·L·尼尔森

吉尔·I·艾德

[56] 参考文献

WO 9913966A 1999.3.25

US 4625916A 1986.12.2

CN 1112457A 1995.11.29

EP 0718032A 1996.6.26

DE 9202828U 1992.7.9

US 3698430A 1972.10.17

审查员 马彩霞

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 张金熹

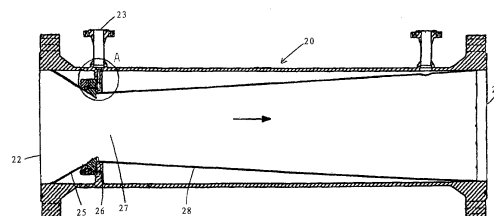
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 9 页

[54] 发明名称

混合流体的方法

[57] 摘要

采用涡流接触器(20)从气流中吸附选定的气体成分,本发明可特别用于一种将液体配置到气流中的方法,该方法包括使流体在气流流动的管子四周上形成液体管,气流拉动液体沿管子内表面形成膜,一直拉到管子端部的尖边缘,在该点上液体脱离管子表面并与气体密切地混合。



1. 一种将液体配置到气流中的方法，包括：将液体提供到气流流过的管子内，该气流将液体拉成沿管子内表面的膜并一直拉到管子的端部尖边缘，在该点上液体脱离管子的表面并与气体密切混合，其特征在于：液体通过导入到所述管子的内表面上的窄的通道的环形腔，以围绕所述管子的内表面的液体管的形式出现在管子上。

2. 如权利要求 1 的方法，其中该方法是在气体和液体并流流动的过程中进行的。

3. 如前面权利要求中任何一个的方法，其中液体和气体密切混合的反应区上游的气流流动的管子部分是逐渐收小的管子部分，在气流通过该液体管时加速气体。

4. 如权利要求 1 的方法，其中该方法还包括在涡流混合之后分离气相和液相的步骤。

5. 如权利要求 4 的方法，其中在分离成气相和液相之前冷却混合物。

6. 如权利要求 4 的方法，其中接着处理液相以除去任何已吸附的气体成分。

7. 如权利要求 6 的方法，其中该处理是通过加热和/或在闪蒸罐中急骤蒸发吸附的气体成分来进行的。

8. 如权利要求 7 的方法，其中至少部分地通过相互的热交换实现混合后的冷却和再生加热。

9. 如权利要求 6 的方法，其中处理后的液体重新循环到供给到所述管子的液体中。

10. 如权利要求 4 的方法，其中所述液相未经处理重新循环到供给到所述管子的液体中。

11. 如权利要求 1 中的方法，其中气流是采用一种或多种溶剂或试剂除去一种或多种选定成分的混合物。

12. 如权利要求 11 的方法，其中该气体混合物包括一种或多种酸

性气体成分。

13. 如权利要求 1 的方法, 其中气流是被吸附的单种气体。

14. 如权利要求 1 的方法, 其中在液体和气体密切混合的反应区后有膨胀气体的管子扩张部分。

15. 如权利要求 1 的方法, 其中一个第二接触器与管子串联放置。

16. 如权利要求 15 的方法, 其中在管子的尖边缘以前进一步将液体供到第二接触器。

17. 一种将液体配置到气流中的装置, 包括具有收缩管部分的涡流接触器, 气流流过该收缩管部分; 一个液体入口, 一个在收缩管端部上的尖边缘; 和尖边缘下游的进一步的管部, 其特征在于: 液体入口设置成通过导入到收缩管内表面上的窄的通道的环形腔形成围绕所述收缩管内部四周的液体管。

18. 如权利要求 17 的装置, 其中在尖边缘的下游有一扩张部分。

19. 如权利要求 17 的装置, 其中尖边缘是一个直角。

20. 如权利要求 17 的装置, 其中气流和液体在接触器中形成均匀的混合物。

21. 如权利要求 17~20 中任何一个的将液体配置到气流中的装置的用途, 用于通过使气流与包含溶剂或试剂的液体接触从气流中吸附选定的气体成分。

22. 如权利要求 17~20 中任何一个的将液体配置到气流中的装置的用途, 用于从天然气中净化 H_2S 。

23. 如权利要求 17~20 中任何一个的将液体配置到气流中的装置的用途, 用于从天然气中优先于 CO_2 、有选择地除去 H_2S 。

24. 如权利要求 17~20 中任何一个的将液体配置到气流中的装置的用途, 用于从天然气中同时除去酸性气体成分。

25. 如权利要求 17~20 中任何一个的将液体配置到气流中的装置的用途, 与适用于现有设备的现有的吸附塔结合来适应供给条件的变化。

26. 如权利要求 17~20 中任何一个的将液体配置到气流中的装置

的用途，用于除去水中的游离氧。

27. 如权利要求 17~20 中任何一个的将液体配置到气流中的装置的用途，用于除去天然气中的水。

混合流体的方法

本发明关于有效混合两种或多种流体，尤其是不同相的流体的方法。本发明还延伸到实施该方法的装置。本发明还关于一种流体分离系统，特别是关于采用液体溶剂或试剂从气体的混合物中有选择地除去一种或多种成分的分离系统。例如，本发明可关于从天然气和从可燃性气体中吸附 CO_2 、 H_2S 、 NO_x 、硫的氧化物等。其它用途可与用注射化学物品来使气体脱水有关。

传统的不同相的混合流体系统采用吸附塔，它们可以是填充塔、多层蒸馏塔、气泡盖吸附塔或一些其它形式的接触媒体的吸附塔。在这些系统中，多种流体通常逆向流动。

现有技术具有下列缺点：为了获得气体/液体的大量接触，该填充塔必须体积大，它们的操作充满了过量的泡沫。逆流接触器的调节比由于满溢受到限制。另外，可能需要的从溶液中除去气体的下一步的脱气部分也可能体积很大，以处理大量的已使用过的溶液和试剂。由于该项操作可能在高压下进行，所涉及的流体可能是高腐蚀性的，因此大填充塔和后面的脱气部分的成本很高。另外操作成本和维护成本也很高。

用以吸附酸性气体的传统的系统采用液体溶剂，典型的溶剂包括如甲基二乙醇胺 (MDEA)、单乙醇胺 (MEA) 和二乙醇胺 (DEA)，可以采用溶剂的混合物，这些溶剂可在如上所述的吸附塔中与酸性气体混合物（包括酸性气体的气体混合物）接触，同样存在上面描述的要求吸附塔的尺寸和溶剂的体积大的问题。

另外，不可逆反应的液体（也称作除气液体）可简单地注入气体或通过一些形式的喷嘴（如 0.2mm 宽）、力图分解或雾化该液体，并增加液体与气体接触的表面积。该液体与气体进行不可逆的反应而不能用于下面的脱气中。该系统的缺点是：使液体雾化到可接受的程度的喷嘴尺寸很小，极易堵塞。对于液体流速（低液体流速）下降的如除气液体类

的粘性液体来说，很难雾化。此时喷嘴仅呈液体的点状排放，这只能进行局部的混合。

因此，本发明的目的在于克服上述问题，并提供一种在液体流速的大范围上改进进入气体的液体配置的装置。

本发明的进一步的目的是提供一种从流体混合物中有选择地吸附流体成分的方法，它比现有方法效率高而且更经济（比规定的技术条件要低的化学品消耗）。本发明的一个目的特别是提供一种方法，它可高效地从气流中有选择地除去选定的气体成分。

按照本发明的一个方面，提供一种将液体配置到气流中的方法，包括：将液体提供到气流流过的管子内，该气流将液体拉成沿管子内表面的膜并一直拉到管子的端部尖边缘，在该点上液体脱离管子的表面并与气体密切混合，其特征在于：液体通过导入到所述管子的内表面上的窄的通道的环形腔，以围绕所述管子的内表面的液体管的形式出现在管子上。

液体膜破裂成细丝和小滴取决于气体和液体之间的速度，因此，能在低的液体流速下雾化粘性液体。这种方法的一个优点是易于控制所用液体的量，同时还可有效地利用液体的吸附特性。

气体和液体的混合是涡旋的，并且很密集，因此会产生非常有效的气液接触。有效的混合意味着能迅速产生吸附，并仅需要比传统喷嘴所要求的要少得多的溶剂，这进一步意味着可大大减少对液体消耗的需求。采用本发明的方法，对液体需求的减少与传统的喷嘴/静态混合技术相比、在设有气-液传输效率损失的情况下可高达约 40%。这在反应是不可逆的和用过液体必须废弃掉的情况下是特别有意义的，因此在此情况下要求采用尽量少的液体，并能发挥它的最大效果。

在减少所用液体的同时，所用的混合系统比先有技术的系统要简单和便宜，从而减低结构和维护费用。另外，在某些应用中，除去选定气体成分（如从天然气或可燃气体中除去酸性气体）的效率程度接近 100%。

本方法最好以连续的过程来实施并具有气体和液体并流。由于在混合器下游很容易地进行分离，因此并流可消除起泡和满溢的问题。

气流流过的反应区上游的管子部分最好是逐渐收小的管子部分，因为这样的形状能加速气体通过液管。这种加速的气流最好将液体拉成沿管子侧部的薄膜，一对拉到使液体破裂成细丝的尖边缘。产生液体细丝是由气体和液体之间的相对速度边缘的几何形状和液体和气体之间的表面张力确定的。

在尖边缘下游的反应区中，液体细丝破裂成提供非常有效的质量传输效率的小滴，液体细丝破裂成小滴受到韦伯数（We）控制，其中

$$We = \frac{\rho_G U^2 d}{\sigma}$$

其中 ρ_G 是气体密度， U 是气体和液体之间的相对速度， d 是特征化的细丝尺寸， σ 是液体-气体的表面张力。细丝的破裂出现在当 $We > We_{cr}$ 时， We_{cr} 是韦伯数的临界值。从小滴喷入流场的风洞试验可知， We_{cr} 处于 8~10 的范围（参见 Krzeczowski S 的“measurement of liquid droplet disintegration mechanism” Int.J.multiphase Flow, Vol.6, pp.227-239, 1980）。

一旦液体破裂成小滴，气体和液体就在管子的整个径向范围内密切地混合而不集中在中心区。径向液滴混合由雷诺数（Re）确定，其中

$$Re = \frac{\rho_m U_m D}{\mu_m}$$

其中 D 是局部的管径， U_m 是局部的混合速度， ρ_m 和 U_m 分别是流体混合物的密度和速度。

该径向配置还取决于边缘上的喉部直径和原管直径之比，因为这决定了液滴产生的管形区。由于在管子部分的整个周边周围形成液管，就可确保液体配置在整个管子部分上，这一点与喷嘴的点式配置是不同的。

该方法可有选择地包括进一步的步骤：在涡流混合后分开气体和液体的步骤，然后有选择地处理液体以除去吸附的气体成分，并可重新循环到反应器中。

可以看出，本发明可用于迅速进行反应的吸附反应中，例如用于吸

附如 H_2S 那样的酸性气体成分。本发明还可用于具有快速反应、要求反应剂良好混合的化学反应中。

该方法还可延伸到从气体混合物中除去单种选定的成分。另外，该方法延伸到从气流中除去多种气体成分，每一种采用一种普通的溶剂或试剂，或采用相应的溶剂或试剂。按照本发明的进一步方面，该气流是可吸附的单种气体成分。

在收小管的后部最好是膨胀气体，降低气体速度和增加气压的扩张部分。这样该系统可在整个系统的相对较低的恒定的压降下操作。

该装置不受管子倾斜度的影响，但最好不要安装在管子弯头的上游，因为这会对产生基本同形质的流体有影响。

本发明还延伸到实施该方法的装置。该装置最好包括具有收缩管部分的涡流接触器，气流流过该收缩管部分；一个液体入口，一个在收缩管端部上的尖边缘；和尖边缘下游的进一步的管部，其特征在于：液体入口设置成通过导入到收缩管内表面上的窄的通道的环形腔形成围绕所述收缩管内部四周的液体管。

在尖边缘的下游最好是一个扩张部分，以恢复在收小部分上升的一些压力。

该尖边缘最好基本是一个直角，当然对采用特殊液体而言可以是锐角和钝角。尖边缘的用途是提供一个能有效地将液体配置到气流中的装置，如果尖边缘是锐角（即它朝收小的管子部分折回），该边缘比较尖，最好用于对管表面具有高亲合力的较粘的液体。而对于粘度较小的液体，采用钝角足以将液体配置到管子中。

气流和液体最好在接触器中形成均匀的混合物，该均匀的混合物在下游的容器中再分为液相和气相。该相位分离有时出现在水力旋流器中。

液相的溶剂或试剂最好再进行再生处理，以除去吸附的选定的气体成分。再生后的含溶剂的液体再循环到接触器中。

最好用加热和/或在闪蒸箱中闪蒸掉吸附的气体成分来进行再生，最好至少部分地由相互的热交换来进行混合后的冷却和再生加热。

可以认为，本发明可延伸到一种涡流接触器的用途，该接触器用于

吸附气流中的选定的气体成分，使气流进入具有液体的接触器，液体包含用于选定气体成分的溶剂或试剂，从而使溶剂或试剂吸附气体成分。本发明特别可延伸到一种接触器的用途，即从天然气中吸附如 H_2S 和 CO_2 等的酸性气体。在下面将详细讨论本发明的装置和方法的特殊用途。

本发明的装置和方法的机动性可使它能用于广泛的领域。特别是本系统能在粘性液体的非常低的流速下、在非常高的气体/液体比率下操作，就可使它有效地利用溶剂和试剂，在不影响系统整体性能的情况下使溶剂的吸附最大化。

宜用于本发明的方法中的溶剂包括如 MDEA、MEA 和 DEA 类的胺和溶剂的混合物。在用于净化 H_2S 时最好用不可逆的反应溶剂，在很多情况下，海水也可用作高吸附能力和低成本的溶剂，它可对低吸附能力进行补偿。

上面描述的分离/吸附/反应系统通常是单独操作的，然而可以看出，可以进行分离/吸附/反应的多重操作。它们可同时进行或分步进行，也可串联形式或同步形式进行。特别是在单根气体管中可具有多于一个这种涡流接触器。进一步的液体可在第二接触器或附加接触器的尖边缘之前供给该系统。

因此本发明还延伸到混合多相流体的方法。多相流体沿逐渐收小的管子通到尖边缘，在尖边缘处流体破裂并在整个管子的径向范围内出现涡流混合，在边缘之前，还有选择地进一步供给液体。该液体最好以围绕管子内部四周液管形式供给。然后通过加速的多相液体沿管子内表面形成膜，一直送到管子的尖边缘，在此处液体破裂成细丝。这些细丝最好再破裂成小滴，并与通过管子整个宽度上的气流密切混合。在反应区后可选择地使管子成为扩张部分，从而使多项流体增大压力，由此尽量减小在整个接触器上的恒定的压降。

可以看出，上述方法和装置可用于从气流中除去一种或多种气体成分。通过调节通过系统的滞留时间可产生有选择的吸附。由于特殊溶剂对不同气体的吸附反应速度是变化的，因此可在受控制的时间段上有选择地吸附一种比另一种多的气体。这种情况的一个例子是在胺中有选择

地吸附 H_2S ，它是很快就吸附的，而 CO_2 的吸附则比较慢。

用胺来有选择地比同时吸附 CO_2 要多地吸附 H_2S 导致改进了胺的利用效率。通过减小 CO_2 的吸附，可用较少的胺来除去要除去的 H_2S 。减少液体用量可通过再生系统来进行，并可减小所需设备的尺寸，并可大大降低设备和操作成本。这些好处可用标准的胺溶液来达到而并不要求生产专用的化学系统。

能有效除去如酸性气体那样的成分使本发明具有特别的价值，因为人们知道，在排放出的可燃性气体中的酸性气体会增大对环境的潜在的损害。

另外，比传统的吸附塔的尺寸要小的本装置的小尺寸使本发明特别适用于海上用途，如空间有限的穿梭油轮上。

下面将参照附图以表示本发明示例的形式来描述多种实施例，本发明可以多种方式来实施，其中：

图 1 是宜用于本发明方法的涡流接触器的视图；

图 2 概略表示液体膜破裂成小滴，

图 3 是宜用于本发明方法的第二个涡流接触器的视图；

图 4 是图 3 中圈 A 的接触器的液体流入口部分的放大视图；

图 5 是本发明的接触器与先有技术的接触器的性能比较的曲线图；

图 6 表示一个接触器，它类似于得到图 5 所示试验结果中所用的接触器；

图 7 表示本发明接触器的 H_2S 浓度与滞留时间的关系；

图 8 表示来自 H_2S 和 CO_2 接触器的气体浓度和离接触器的距离的曲线图；

图 9 表示在吸附 CO_2 和 H_2S 时选择性因素的影响的两条曲线图；

图 10a 表示本发明的串联的三个接触器的布置情况；

图 10b 表示在越过三个接触器时 H_2S 吸附的浓度曲线图；和

图 11 表示各种溶剂的溶液的 CO_2 浓度对滞留时间的曲线图。

图 1 表示可用在本发明的方法中的涡流接触器。该接触器 1 包括气流入口 2、液流入口 3 和出口 4，供到气流入口的气流导向逐渐收小的管

部 5。该收小的管部 5 在气流通过液流入口 3 到达具有尖边缘 6 的管部 5 的端部时使气流加速，在该尖边缘 6 的下游具有反应区 7，在这里气体和液体最好形成均匀的混合物。

液体以受控方式从供给处供到液流入口 3，再进入逐渐收小的管部 5 内。管中的液体呈围绕管内表面的管的形式，加到气流中的液体的起始阶段的速度受到液流速度间隙距离 8 和管距离 9 的限制，间隙距离 8 可通过移动挡块 10 来改变，该间隙可根据所用的液态溶剂来变化，不同溶液的性质变化很大。液体管直径 9 可通过改变逐渐收小的管的角度或相对于逐渐收小的管端移动液体管的位置来改变。

在管内表面上的液体管由气流沿管内表面拉成膜 11 的形式，这可从图 2 看得更清楚。该液膜 11 在到达尖边缘 6 之前紧紧地粘到管部 5 的侧面上。在尖边缘上，液膜破裂，形成细丝 12。该细丝的产生和它们下面的速度将由气体和液体之间的相对速度、气体-液体表面张力和尖边缘 6 确定。由于在反应区 7 存在强烈的涡流状态，细丝 12 进一步断裂成很小的水滴 13，水滴提供了很高的表面对体积的比，因此使液体提供了非常有效的使用率。这就允许使用比传统的先有技术的方法要大大减少的体积的液体。在反应区形成水滴是由高 We 数和因此由高的气流速度促成的。

小液滴和气流在反应区 7 紧密混合，多相流体在锥形扩散管 15 (图 1) 通过，在收小管部 5 中加速的气流的降低的压力恢复了。然后该多相流体通过一个如水力旋转器那样的分离容器，从已包括吸附气体的液体中分离出“清洁”后的气流。该液体可以是再生的或不是再生的，它可以重新循环到液体入口 3、也可不循环到液体入口。

图 3 表示可用于本发明方法的第二个实施例的接触器。该接触器 20 包括气流入口 22、液流入口 23 和出口 24。供到气流入口的气流导向逐渐收小的管部 25，以加速该气流。在逐渐收小的管部的端部有一个尖边缘 26，尖边缘下游是反应区 27，在反应区气体和液体形成均匀的混合物。图 1 和 3 的接触点之间的一个差则是液体入口对液体管的相对位置。在此情况下，液体供到入口 23，穿过通道 23a 和 23b 通到围绕管四周的容

器 23c, 然后液体通过通道 23d 流出, 该通道 23d 围绕着管子的整个四周 (图 4), 通到逐渐收小的管部的内表面上。由于气体对液体加上的剪切应力状态和动态压力, 液流在到达尖边缘 26 之前仍附着到管的表面上。

这两种接触器的另外的不同之处在于逐渐收小的管部 5、25 的倾斜度。在接触器 20 中, 逐渐收小的管部 25 具有比接触器 1 要大的倾斜度, 因此在同样的管子长度上得到较小的横截面积。喉部和管部之间的直径的比率、以及逐渐收小的锥体的角度可独立地进行变化。该减小的横截面积将导致气流到达尖边缘时加大速度, 也会导致很大的压降。逐渐收小的管的角度受到在该装置上可接纳的恒定的压降的影响。正如前面指出的, 液体破裂成细丝, 进而成为小滴受到韦伯 (Weber) 数的控制。这里由气体和液体之间的相对速度的平方米支配的, 因此, 部分由逐渐收小的管部的角度产生的加速来控制的气流速度的微小变化可能对液体破裂和系统效率产生很大的影响。

图 4 表示图 3 圆圈 A 的放大的横截面。它详细示出液体通过液流入口 23 的通道。液体穿过通道 23a 和 23b 到达腔 23c, 该腔围绕着管的四周。然后液体通过较窄的通道 23d 送到锥形管部 25 的内表面。图示的通道 23d 很窄, 可以做成 0.2mm 宽的量级, 仔细控制和调节越过通道的压降, 以确保均匀配置的、连续的液流围绕着逐渐收小的管部 25 的整个管子的四周。正如上面指出的, 通道 23d 的尺寸由挡块 30 和 31 控制。虚线 25a 表示逐渐收小的管部 25 的另一种倾斜度, 它可产生较高的气相速度, 因此增强了混合, 但也将增大越过该装置的恒定的压降。这种变化可通过用装置的另一部分替换其一部分来简单地实现。

在气体和液体已在尖边缘 26 下游的反应区中密切地混合后, 可由一扩大部分 28 来恢复一些压降。部分 28 的长度可以变化, 以控制压力恢复的程度。接着扩大部分 28 后最好还设有较大长度的直管, 从而保持产生的流动形态并允许进一步的反应发生 (见图 3)。直管的长度建议为 15 ~ 20 个标准管直径的量级。

该接触器的典型的尺寸可以是直径在 51 ~ 1016mm (2 ~ 40 英寸) 的范围。特别是, 用于天然气净化的装置的管子直径 16 (见图 1) 为 610mm

(24 英寸), 尖边缘直径 17 为 253mm (10 英寸)。扩张管的初始直径 18 可以是 370mm (14.5 英寸)。如上所述, 尖边缘直径可随着收小管的倾斜度变化, 可以采用的其它的尖边缘直径包括类似于图 3 所示的 296mm (11.7 英寸) 和 272mm (10.7 英寸)。

本发明可用来从天然气中除去 H_2S 。天然气可在任何压力上供到接触器, 其压力通常可在 20 ~ 150 巴之间。所用的液体通常是可再生的胺, 如 MEA、DIPA 或 MDEA, 也可使用如三嗪基化学药品那样的不可再生的溶剂。通常这些溶剂对 H_2S 非常活泼, 这意味着反应很快、并且对大量气体来说仅需要少量的液体。通常, 液体的流速可在 200 ~ 800 升/小时范围内, 气体流速可在 145 百万标准立方米/每天的数量级, 典型的 H_2S 的初始浓度为 10 ~ 100ppmv。可以看出, 气体/液体的比率是很高的, 例如在使用不可再生的净化液体时可高达 20000。这个比率比传统系统可处理的要高很多。在任何地方的反应温度可在 $0^{\circ}C$ ~ $150^{\circ}C$ 之间, 操作温度可选成使用溶液效率最大化的温度。如上所述, 本发明的方法与先有技术的系统相比, 不可再生的溶剂液量可减少如 40% 那样多。对于可再生的溶剂, 在不想吸附其它成分时所要求的气体成分的选择性将会导致循环在系统周围的液量的类似的减少, 甚至减少得更多。

图 5 表示比较试验结果, 该试验是在采用 20%MEA 和水的液体溶剂时 10% CO_2 和空气的混合物上进行的, 工作压力是 13 巴, 温度是 $15^{\circ}C$ 。气体-液体流速比是 70, 表面混合物速度是 12m/s。本发明接触器的结果由代码 B068 示出, 它们示出在管长 10m 后, CO_2 的浓度大大降低。该试验的装置具有类似于图 1 所示的图 5 的 0 米位置上的接触器, 在入口下游 6.6m 上没有出口扩大器的情况下还具有混合物。显然, 本发明的方法提供了优于先有技术的混合器的改进的性能, 该先有技术的混合器类似于图 6 所示, 其结果由代码 B049 示出。

图 6 的接触器 100 包括一个容器 101, 它具有第一流体入口 102、第二流体入口 103 和导向 Venturi 通道 105 的出口 104。从出口 104 延伸的管 106 (可以穿孔、也可不穿孔) 返回到容器 101 中。

本专业技术人员可以看出, 上述试验结果不取决于要吸附的气体或

用来吸附气体的溶剂。因此显然上述将液体配置在气流中并接着将来自气体混合物的气体有选择地传送到那种气体的液体溶剂中的方法，可用于任何气体和任何相应的溶剂。

下面将以示例方式更详细地描述本发明的方法和装置的多种特殊的用途。

本发明的接触器可用于从气体中净化 H_2S ，该气体中初始的 H_2S 浓度可达 $10 \sim 100\text{ppmv}$ 的范围。正如前面所述，满足管线技术要求（为安全理由少于 20ppm ，销售质量范围是 $2\text{-}4\text{ppm}$ ）的从天然气中除去 H_2S 是在传统的基于再生胺的逆流式吸附塔或 H_2S 净化来做到的。在后一种方法中，喷入气体管流中的化学药品与气流的 H_2S 成分产生不可逆的反应。由于净化材料不是可再生的，因此耗用净化材料而产生大量的运作成本。在采用先有技术的喷射方法时，与气流相比的较低的液流速度使流体混合较差。较好的混合、因此较高的效率将使所需要的昂贵的净化材料量减少。

本发明通过在管的宽度上产生有效的液滴、在 H_2S 和溶剂之间提供了极有效的物质传输，因此增大了液体溶剂的效率，在不影响 H_2S 浓度的降低量级的情况下降低了 H_2S 净化化学药品的消耗量。

已经发现，采用本发明的装置和方法，可以比传统的净化系统减少 $30 \sim 40\%$ 的净化化学药品。装置的尺寸小使它可用于除现有系统外的可减少液体消耗的现有吸附塔上。

如果不要降低气流中的 CO_2 量级，这种有选择地除去 H_2S 还可用于其它方面。在现有技术的方法中，由于不必要地吸附 CO_2 ，可消耗大量的胺的吸附酸性气体能力，如果这些吸附气体的能力没有用来吸附 H_2S ，就可减小接触器和管线的数量和尺寸，减小所需要的空间和运行成本。

在入口条件为 20ppmv H_2S 和 $10\%\text{CO}_2$ 、压力为 13 巴、气流速度为 $250\text{m}^3/\text{h}$ 时的气流上的试验结果表明，可在气体/液体流速比大于 300 时可除去 82% 的 H_2S ，在流速比约为 230 时可除去 90% （即低于 2ppmv H_2S ）。这些比率远高于传统装置中为完成相同任务所采用的数值。

图 7 表示接触器吸附 H_2S 时差不多为瞬时效果。在小于 0.1 秒的时间内, H_2S 的量级从 20 下降到 2ppmv。当滞留时间增长时, 在吸附 CO_2 时下游的 H_2S 浓度再次增大。图 7 中的补偿是发生在气体采样装置中的气体吸附引起的。

对再生系统而言, 由于采用了本发明的装置而获得了吸附 H_2S 超过 CO_2 的标准胺溶液的选择性, 大大减少了系统中的液体消耗。通过并流流动而获得的短的接触时间使对 H_2S 的吸附优于对 CO_2 的吸附, 因此仅要求少量的可再生液体, 大大降低了工厂的负担。

在实验研究中, 已经试验了本发明的接触器对超过 CO_2 地、有选择地除去 H_2S 的可用性。对于具有高的 CO_2 和低的 H_2S 初始含量的天然气来说, 为使 H_2S 降到规定的量级上, 需要采用严格选择的方法来除去 H_2S 。在耗费 CO_2 时除去 H_2S 的选择性可定义为: 每单位时间内的 H_2S 浓度的相对变化除以每单位时间内 CO_2 浓度的相对变化。该选择性将随溶剂不同而变化。

与如溶剂的吸附能力和初始吸附等变量一起的选择性确定了该溶剂所需要的循环速度。该选择性可通过改变气体和溶剂之间暴露的接触面积和实际配置时的暴露时间来进行调节。本发明的接触器的充分有效的混合可导致滞留时间比传统的吸附塔要短。由于减少了 CO_2 的吸附, 就没有足够的时间使 CO_2 的浓度降至很低的量级。图 8 表示本发明接触器下游的管子中 H_2S 和 CO_2 的气体浓度的分布情况。入口气流具有 2.75% 的 H_2S 和 1.5% CO_2 , 这在曲线的 0 m 位置示出。用以产生图示曲线的标本基本是在如图 1 或 3 所示的接触器中酸性气体吸附的第一级动态理论曲线。可以看出在该接触器中出现了大量的 H_2S 气体吸附, 而没有出现这样的 CO_2 吸附。

图 9 表示不同选择性因素的指示沿接触器管线的预计的气体浓度和溶剂吸附分布情况的两条曲线。对于这些曲线, 不包括接触器的影响, 这些曲线表示沿管线的浓度变化。用 0.001 摩尔 H_2S /摩尔的溶剂预吸附该溶剂。上部的图表示随着离入口初始位置的长度的增加所吸收的 CO_2 的影响, 对两种选择性 25 和 200 而言, CO_2 的值并未从起始时体积的 5%

发生很大的变化,然而当注意 H_2S 的曲线时,可清楚看出,低选择性 25 的气流中的 H_2S 的浓度增加很多,而吸附的 CO_2 置换了溶剂中的 H_2S 。在高选择性 200 时,这个影响很小,在所示的长度内可忽略不计。第二图线表示各种选择性的 H_2S 和 CO_2 的溶剂吸附情况,对低选择性 25 而言,在溶剂中 H_2S 的浓度下降,吸附的 CO_2 置换了 H_2S 。

本发明还可用于采用可再生的溶剂来吸附比 CO_2 多的 H_2S ,例如用在精炼工业中,其中初始的 H_2S 浓度高出如体积的 2~5%。这在将待处理的 H_2S 在 Claus 设备上转化为液体硫时特别有利, CO_2 在 Claus 设备上起到惰性气体的作用,降低了硫的再生能力。采用本发明的具有合适的胺的装置和方法通过动态的选择性而有利于吸附超过 CO_2 的 H_2S 。 H_2S 几乎立即就被吸附了,而 CO_2 则要在很长的时间内才能吸收。

在图 10a 中示出获得所要求的 H_2S 吸附的特别推荐的设计,其中多个本发明的并流接触器串联在一起,送到最后步骤(其中输出的是清楚的气体)溶剂再循环到前面的步骤(具有较高浓度的 H_2S)。因此虽然单个接触器阶段仍是并流的,但该系统象逆流加工那样操作,因此有利于从上述动态的 H_2S 选择性受益。当排出的气流通过各个阶段迂回时,气体在较低的酸性气体吸附下暴露到溶剂中。

图 10a 表示串联的接触器的构形,该装置尤其适用于有选择地比除去 CO_2 更有利地除去 H_2S 。单独的接触器 50、60、70 每个都具有与它们相连的自己的分离器 51、61、71,酸性气流 81 与已经穿过两个接触器 50、60 的溶剂流 90 一起送到左侧接触器 70。离开接触器 70 的混合物在分离器 71 中被分离,富含 H_2S 的溶剂 94 最好送去再生。含量较少的气流 82 直接通到第二接触器 60。在其中用已经通过接触器 50 的溶剂流 92 进行处理。该混合物再在分离器 61 中进行分离,气流 83 送到第三接触器 50,富含 H_2S 的液流送到接触器 70。仍然含有一些 H_2S 的气流 83 用来自液流 91 的含量较少的溶剂在接触器 50 进行处理,于是在该气流中的 H_2S 量降低到可接受的量级(如 15ppm),气流 84 从分离器 51 取走处理后的气体。稍稍含有一些 H_2S 的溶剂在液流 92 中送到第二接触器 60。这样,该系统象逆流系统那样操作,由此含量最少的气体由含量最

少的溶剂处理，但每个单独的阶段仍为并流操作。这就避免了通常在逆流操作中的一些问题，如越泡、低反应速度和尺寸问题。

图 10b 表示三个接触器的每一个的典型的入口和出口处 H_2S 浓度的例子。正如预计的那样，在用最低含量的溶剂处理后，在第三个接触器 50 中吸收了最大量的 H_2S 。

虽然在图 10a 中示出三阶段的处理方法，显然可以看出，同样的原理可用于两阶段处理方法或多于三阶段的处理方法。采用本发明的接触器，由于非常有效的混合仅需要很短的延续时间，这就意味着就能比吸收 CO_2 更好地有选择地吸收 H_2S 。因此能比三个吸附塔更多地吸附 H_2S ，同时使 CO_2 的共同吸附保持较低量级。共同吸附的 CO_2 为每阶段 CO_2 的 3% 量级，整个系统共同吸附 9~10% 的 CO_2 。该值可与传统系统中的吸附 60% CO_2 相比。因此离开该系统的溶剂基本吸附了 H_2S 而不是 CO_2 ，因此不必防止惰性气体送到 Claus 设备。

本发明的接触器还可用于除去高压酸性气体。本发明装置的一个特殊的优点是它比传统的系统要小，因此特别适用于近海区域。现行的 CO_2 和 H_2S 量级的管线技术规范是 2~4% CO_2 和 2~4ppm H_2S 。本发明的单阶段的接触器就用于同时降低 CO_2 和 H_2S ，通过用合适的溶剂使含量降到可接受的程度。当然，采用多阶段系统可进一步降低这些酸性成分的量级。例如，如果进口时 H_2S 的浓度很高，例如达体积的 5%—100ppm，这可能就必须用进一步的阶段来使 H_2S 降低到所需要的 2~4ppm。

图 11 表示三种不同溶剂的 CO_2 浓度对滞留时间的曲线图。可以看出，在气体-液体比率为 30 时采用具有催化剂 2 的 MDEA 产生了类似于在气体-液体比率为 35 时 20% MEA 溶液的 CO_2 吸附，采用较低的气体-液体比率，就能用本发明的接触器来获得每摩尔胺的 0.63 摩尔 CO_2 的溶剂吸附。因此该实验结果表明，采用本发明的装置，既可有选择地除去 H_2S ，还可除去大部分的 CO_2 。通常在上面讨论的范围内的任何酸性供给气体的浓度均可采用本发明的装置、通过选择合适的溶剂和接触系统来进行处理。

本发明还可用于除去水中的游离氧。为了减少水箱中的不需要的氧

和细菌/藻类的活性，水箱注入的海水必须除去不溶解的氧。表面的海水通常含有约 12ppm 的不溶解的氧，而在注入的水中要求的氧含量是 20 ~ 40ppb。传统的除去海水中的氧的设备包括在逆流吸附塔中，在大气压或真空下用天然气除去，残留的氧用净化氧的化学药品除去。由于该设备大而笨重，因此这是一种昂贵的处理方法。在水箱注入前，海水还用多种其它化学药品进行处理。

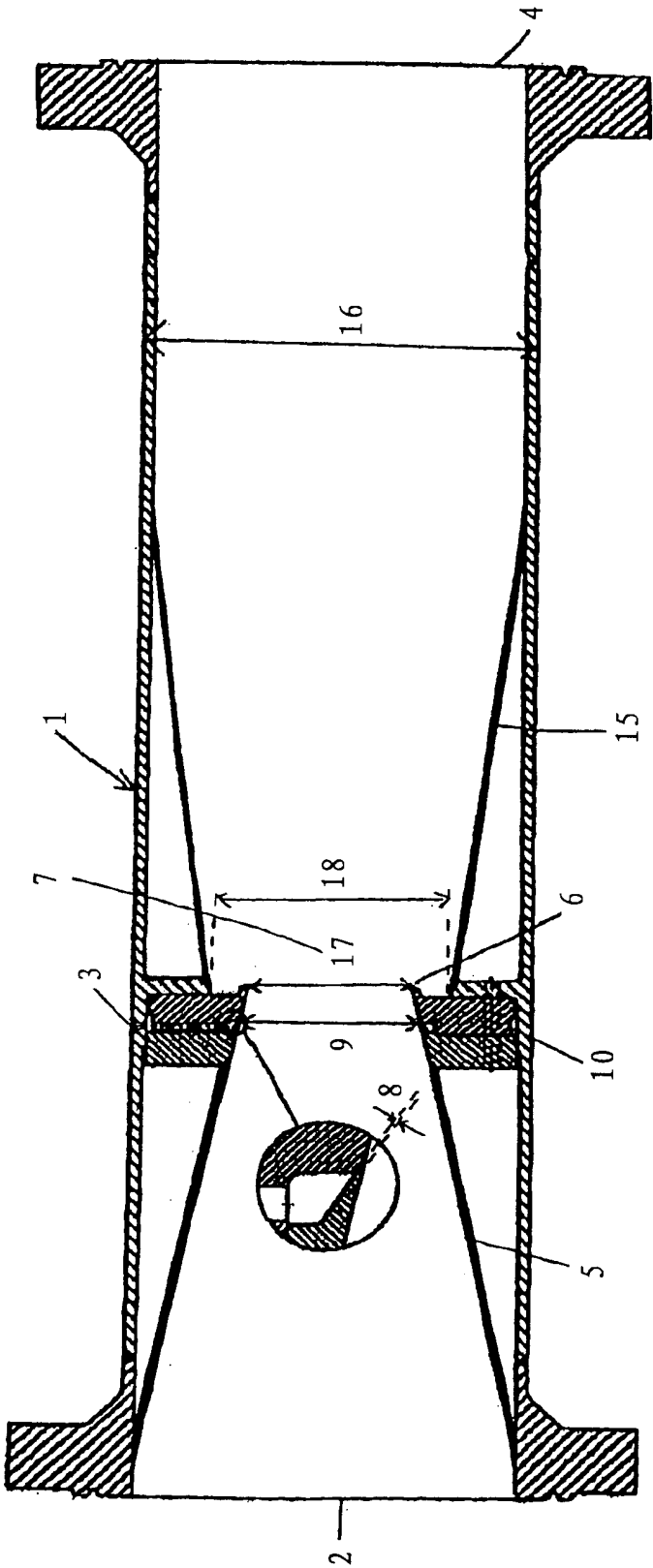
化学除氧是另一种已有方法，该方法可广泛用在化学工业和高温水处理系统（如蒸汽系统）中。化学除氧也用于水箱注水的用途中，然而由于流速大，化学药品仅用于除氧后除去残留的氧，这被称作为 O₂ 净化。

本发明的装置和方法可用来提供更为有效的从水中除氧的方法。在串联的接触器中采用天然气是使氧降到所需要的限制上的非常节省空间的方法。

同样，该装置和方法还可用于除去天然气中的水，通常采用乙二醇类溶剂来吸附水，本发明的串联的接触器可用来在送到顾客处之前除去天然气中的水，在要求除去酸性气体的方法中，去水设备可安装在除去配性气体设备的下游。

上述用途仅作为说明本发明的设备和方法的机动性的例子，而不作为限制之用。

图1



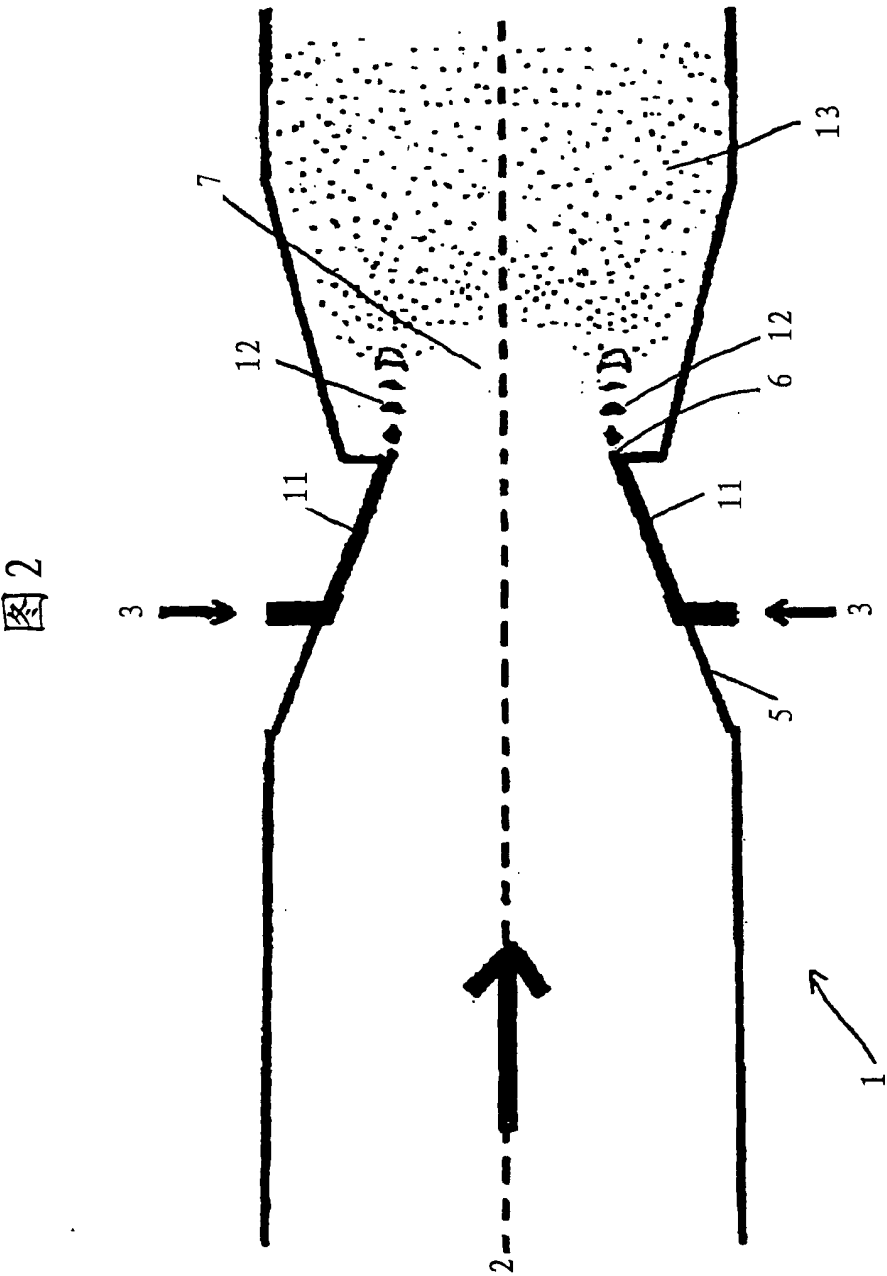


图 4

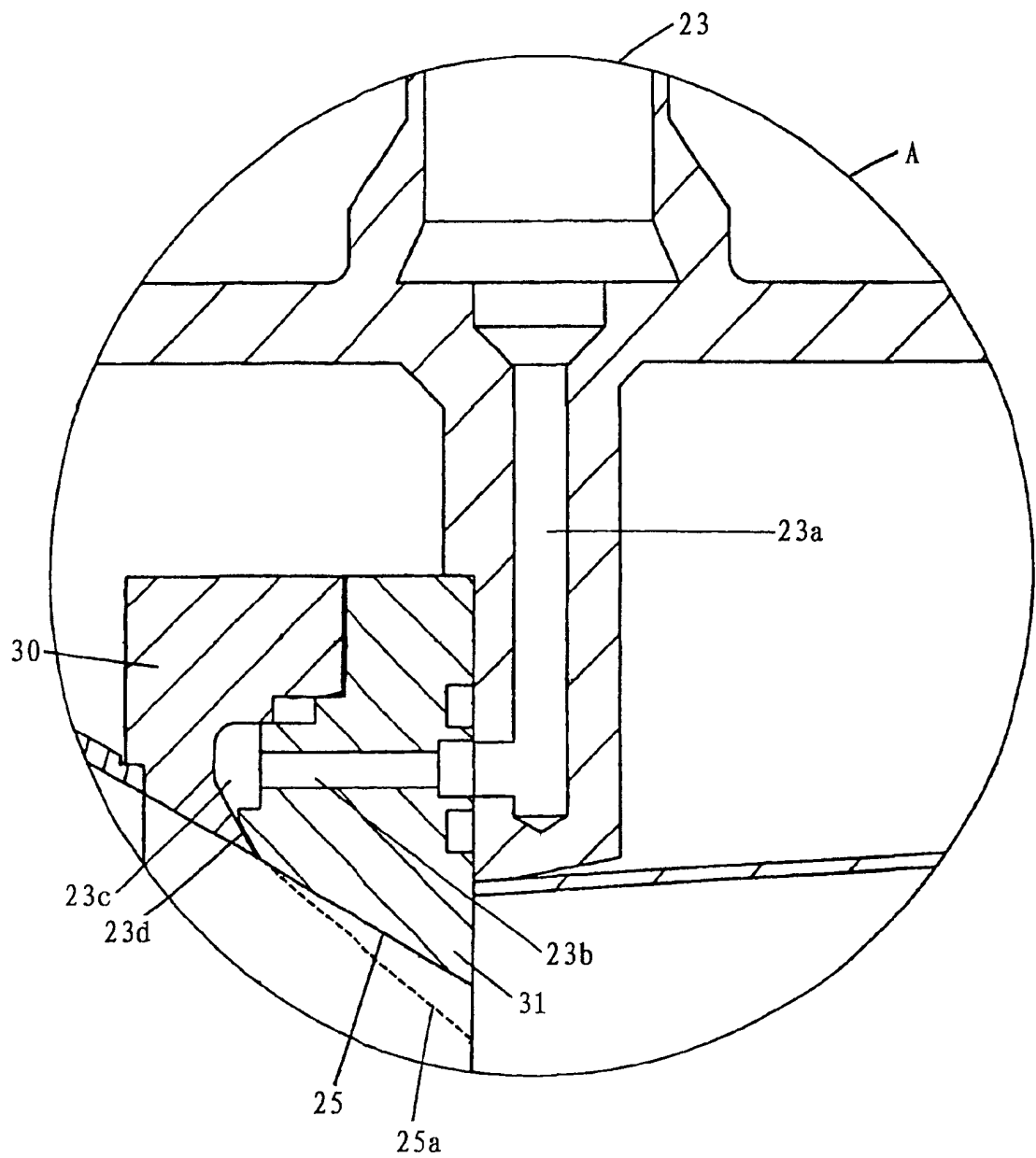


图5

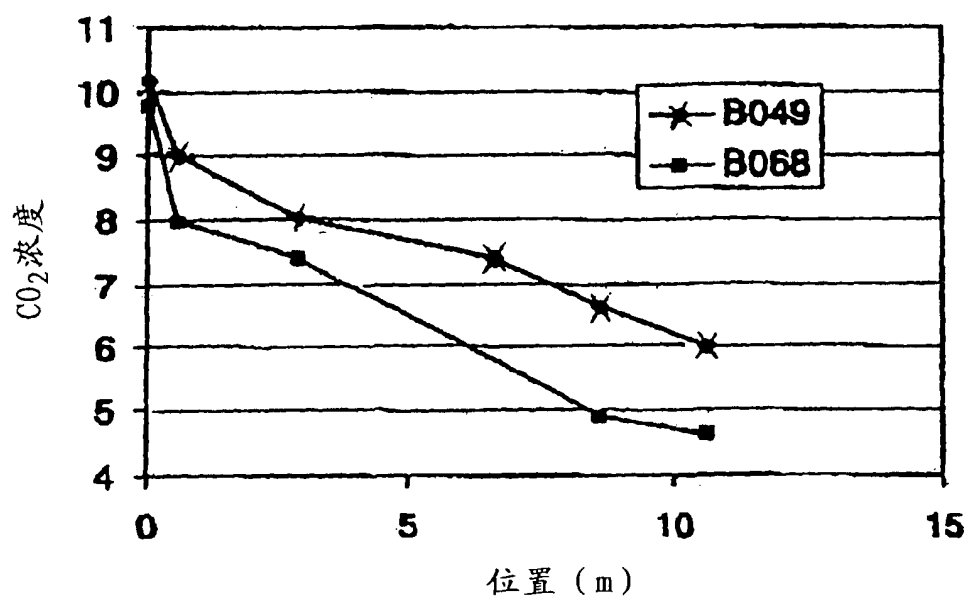


图 6

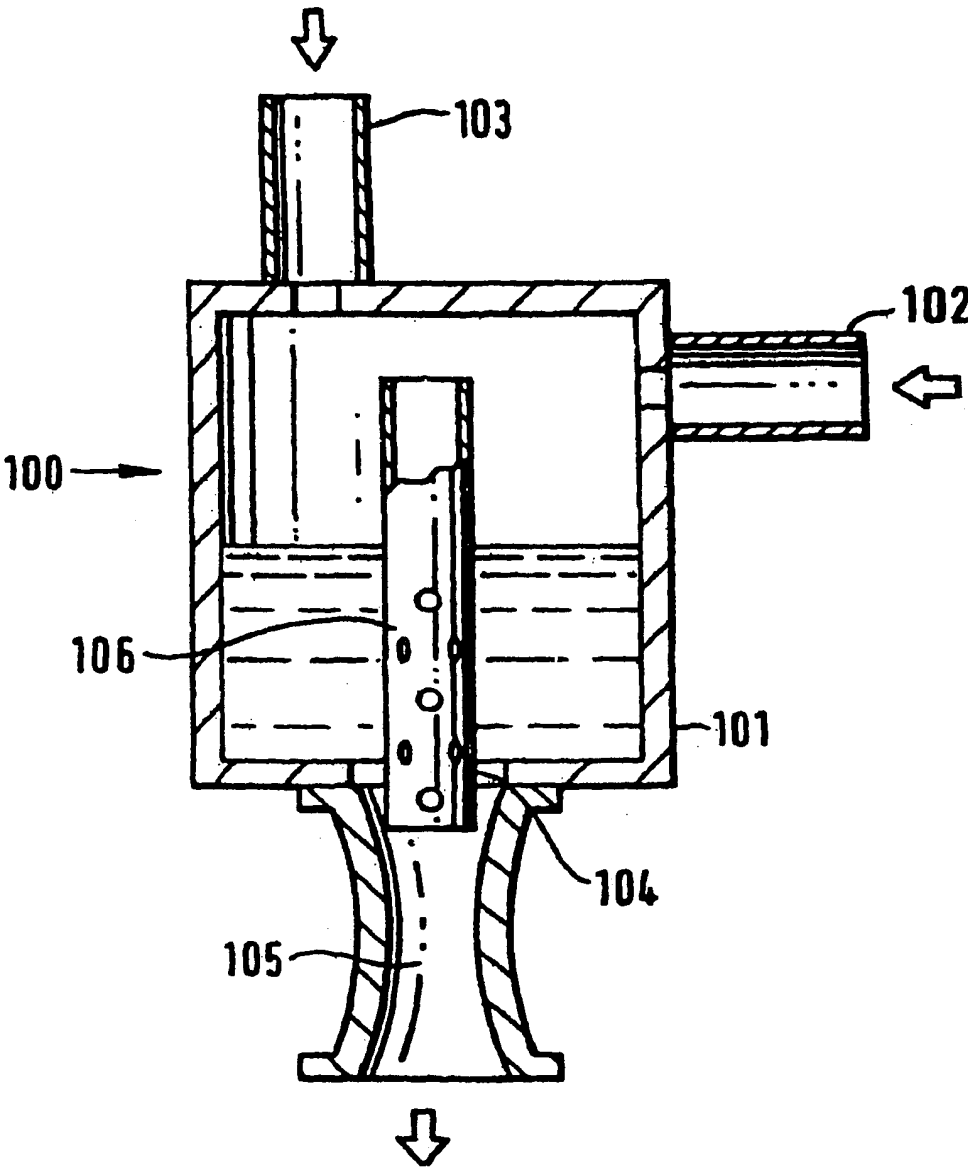


图 8

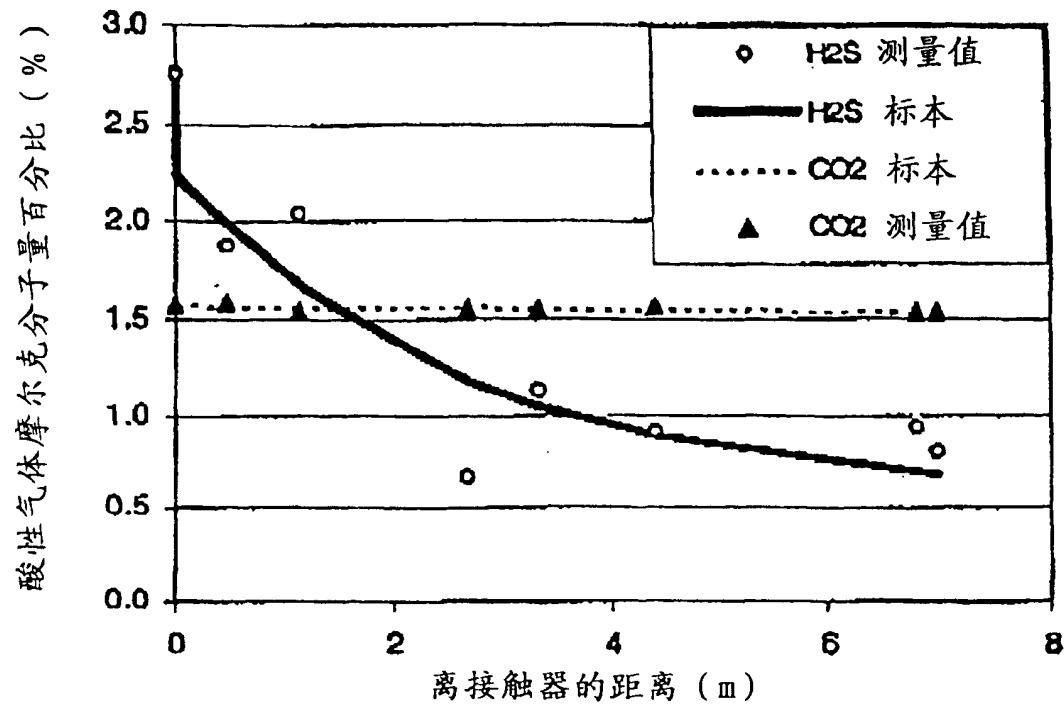


图 9

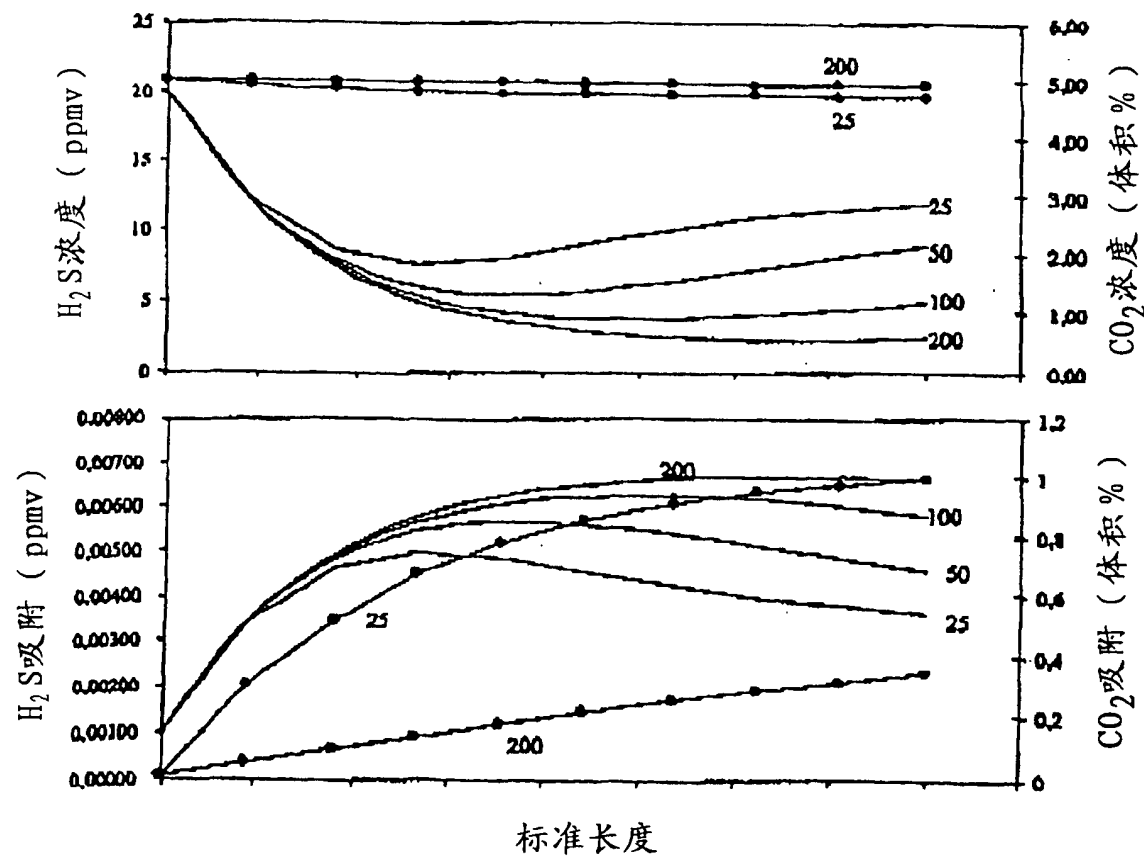


图7

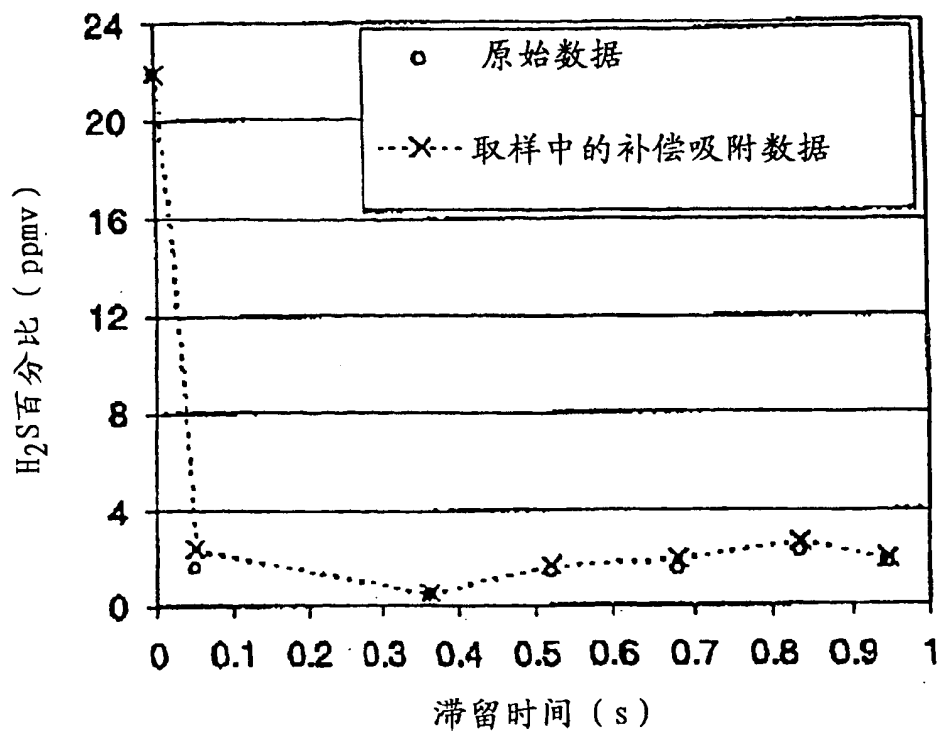


图11

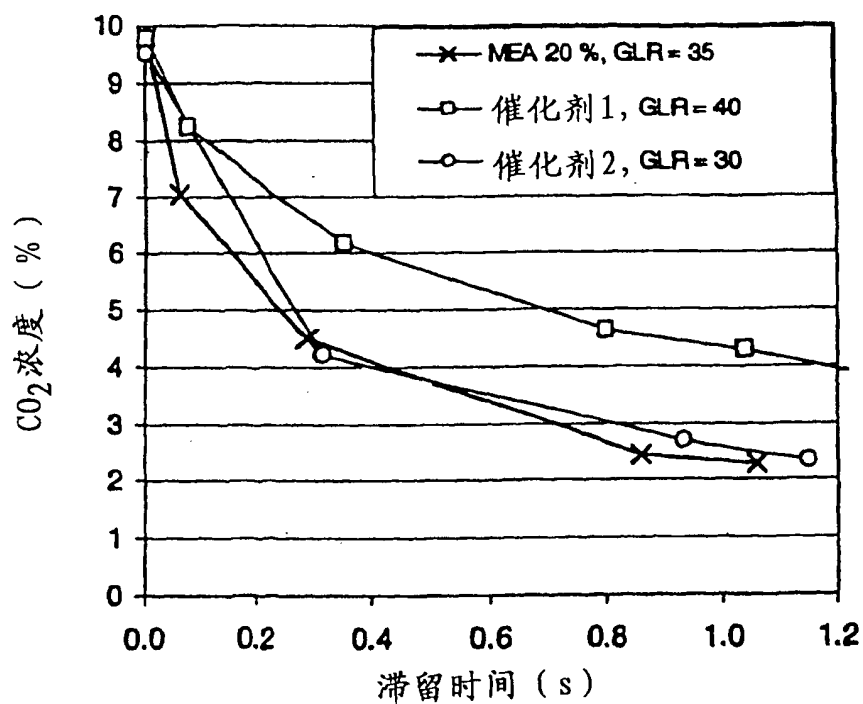


图10a

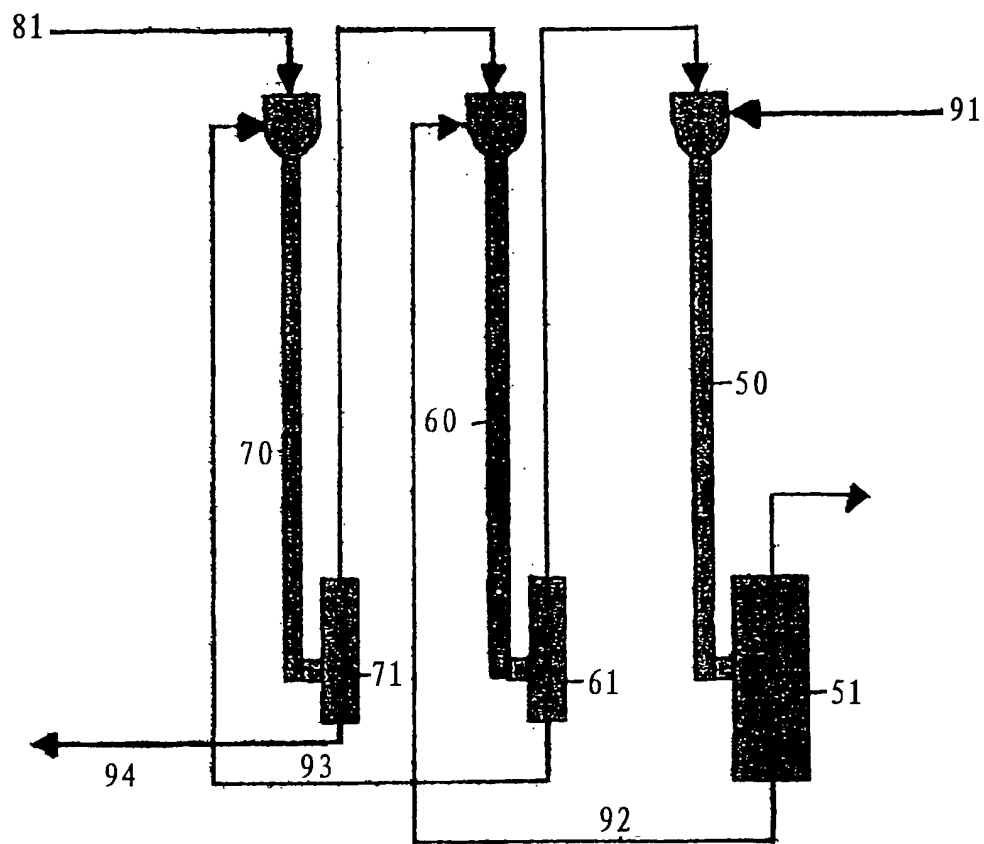


图10b

