

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96194721.7

[45] 授权公告日 2002 年 9 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1090524C

[22] 申请日 1996.5.10

[21] 申请号 96194721.7

[30] 优先权

[32] 1995.5.10 [33] IE [31] 950337

[32] 1995.9.25 [33] IE [31] 950745

[32] 1996.4.30 [33] IE [31] S960322

[86] 国际申请 PCT/IE96/00026 1996.5.10

[87] 国际公布 WO96/35502 英 1996.11.14

[85] 进入国家阶段日期 1997.12.12

[73] 专利权人 博尔德纳莫娜

地址 爱尔兰都柏林

[72] 发明人 J·P·菲利普斯 K·J·马林斯

[56] 参考文献

CN1039190A 1990.1.31 B01D53/34

FR2655563A 1991.6.14 B01D53/00

US4977090A 1990.12.11 A61L9/01

US5287344A

1995.2.7

C02F3/06

审查员 张麦红

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

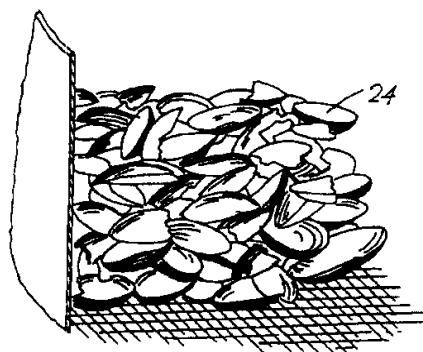
代理人 陈文青

权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 一种废气处理系统

[57] 摘要

一种从气体流中除去废气的废气处理装置(1),包括堆积物(6),堆积物是许多随机排列的含钙材料单元(20,21,22,23,24)。单元可以是甲壳类动物的废壳,特别是半螺壳(24),这些单元有按照堆积物中单元的取向而形成一个单独蓄液器的液体滞留区。合适的细菌可至少保持在一些蓄水器中,系统可用作生物过滤器或生物洗涤净气器。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权利要求书

1. 一种从气体流中除去废气的废气处理系统，包括气体流经其间的堆积物，堆积物是许多随机排列的含钙材料单元，单元上具有液体滞留区，液体滞留区按照堆积物中单元的取向而形成一个单独的蓄水器，其中细菌保存在至少一部分蓄水器中，该细菌有助于使通过堆积物的废气分解；其中系统还包括对堆积物进行润湿的润湿装置，润湿液体的温度为 4℃ 至 40℃，润湿液体的 pH 为 1.0 至 10.0。

2. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中细菌还可保留在一些单元的表面。

3. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中堆积物的堆密度小于 900 克/升。

4. 根据权利要求 3 所述的废气处理系统，其中堆积物的堆密度小于 600 克/升。

5. 根据权利要求 3 所述的废气处理系统，其中堆积物的堆密度小于 500 克/升。

6. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中堆积物是甲壳类动物的剩下的废壳。

7. 根据权利要求 6 所述的废气处理系统，其中壳材料是半螺壳。

8. 根据权利要求 7 所述的废气处理系统，其中螺壳是来自可食用贻贝属种。

9. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中至少一部分单元是用粉碎含钙材料与粘合剂混合制成的。

10. 根据权利要求 9 所述的废气处理系统，其中粘合剂是抗酸的。

11. 根据权利要求 10 所述的废气处理系统，其中粘合剂是 Keratin。

12. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中堆积物中有一种或多种附加的填充材料。

13. 根据权利要求 12 所述的废气处理系统，其中附加的填充材料包括石南花、泥煤结核、活性炭、氧化铝和塑料中的一种或多种。

14. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中细菌选择来帮助硫和硫类似物的分解。

15. 根据权利要求 14 所述的废气处理系统，其中细菌是属于硫化芽胞杆菌种和/或红色细菌种。

16. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中细菌选自硫化球菌属

pantotropha、硫化芽胞杆菌属 thioparus、硫化芽胞杆菌属 thiooxidans、硫化芽胞杆菌属 ferroxidans、亚硝化单孢菌属、硝化杆菌属、假单胞杆菌属、红球菌属，真菌和链霉菌的一种或多种。

17. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中加入营养物和/或微量元素以维持活性生物量。

18. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中润湿装置是一种喷洒装置。

19. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中润湿装置为间歇操作。

20. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中润湿装置基本上是连续操作。

21. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中润湿过程是将水循环通过堆积物来实现的。

22. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中润湿是与气体流经过堆积物的流动方向顺流。

23. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中堆积物是用润湿液体以 0 升/小时至 1000 升/小时的流量进行润湿。

24. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中润湿液体的 pH 可通过加入碱和/或酸来按需调节。

25. 根据权利要求 24 所述的废气处理系统，其中碱是氢氧化钠。

26. 根据权利要求 24 所述的废气处理系统，其中酸是硫酸。

27. 根据权利要求 1 所述的废气处理系统，其中对系统接种的进行是通过：
对钙质堆积物用含钙溶液喷雾；和
对堆积物用细菌接种。

28. 根据权利要求 27 所述的废气处理系统，其中细菌与固定剂混合。

29. 根据权利要求 28 所述的废气处理系统，其中固定剂是海藻酸钠。

30. 根据权利要求 27 所述的废气处理系统，其中含钙溶液是氯化钙溶液。

31. 根据权利要求 27 所述的废气处理系统，包括对已接种的堆积物进行润湿的步骤。

32. 根据权利要求 31 所述的废气处理系统，其中对已接种的堆积物进行间歇润湿。

说明书

一种废气处理系统

引言

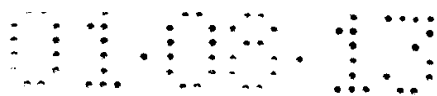
本发明涉及一种废气处理系统，特别涉及一种从气流中除去废气的系统。

通常，废气是恶臭的气体如硫化氢(H_2S)，有机硫或有机氮化合物或其它 V.O.C.。本发明的如通常称作的除气系统，也可特别适用于氯化烃。

在任何一生物过滤系统中人们长期以来认识到一个基本的必需条件是一个培育细菌的有效营养系统。此前大多数工作都侧重于生物过滤器所用的物质本身，这些物质包括无机和有机物质的复杂混合物。长期以来含钙材料也被认为在生物过滤中相当重要。在微生物的作用下， H_2S 转变成 H_2SO_4 ，然后 H_2SO_4 与 $CaCO_3$ 反应生成 $CaSO_4 + H_2O + CO_2$ 。这就保证了产生的酸被中和。

已知用来自海洋的含钙材料作为构造生物过滤器装置的介质即填充材料。通常，这些用于生物过滤器床中的含钙材料是一种刚性材料，它常被研磨成粒度均匀的颗粒，颗粒的粒度从例如约 30 微米至大于 25 毫米，这是由所处理的废气决定的。这种方法的一个例子公开在 Berney 的 No. WO 93 24205 国际专利申请中。选用这种相当均匀的填充材料显然是为了防止床的恶化，床的恶化有时被称为“床裂”，它实际上是填充材料出现了通道而产生短路作用。为了减少填充材料的不规则性，人们进行了相当多的工作，如上所述的，或保证含钙材料被研磨成粒度相当均匀，或如前面提及的 Berney 申请的说明中所述，在含钙材料中混入轻而均匀的可生物降解的材料。

然而用这种填充材料有一些缺点。特别是，处理污水过程中，在许多情况下产生的臭味水平会有很大不同。特别是在污水进入系统情况下是如此。例如，污水管的进入长度可直接影响污物的腐败程度。工业废弃物进入污水系统的量同样影响臭味化合物的产生。此外，污物处理装置还将处理各种日常物品。还有一些影响臭味气体如硫化氢(H_2S)的产生浓度的情况。实际上，在缺氧和绝氧条件下，污物特别会积聚生成含硫化合物，它在非常低的浓度就臭味异常。问题是当污物被扰动时臭味散发得特别厉害，当污物存储箱出空时或向污物存储箱中再加入污物时将发生这种情况。由于当进入的污物腐败性很高，在污物被泵送到污物存储箱时， H_2S 的浓度可增至十倍，因此这种散发恶臭的情况特别与收集污物进入中央设备进行处理的装置有关。这显然是很难对付的问题。



引起麻烦的并不只是 H_2S 的浓度变化，而且还有其它化合物的浓度变化。因此这引起了在设计除气系统时的一些主要问题：如果在设计中采用平均的进口浓度，那么除气系统必须还能处理高峰时的浓度。如果系统设计成用于处理高峰负荷量，那么若是生物系统，由于营养缺乏而不会产生最优效果。此外根据高峰浓度进行设计，就增加了除气系统的体积因此增加整个除气系统的成本。

生物污物处理系统现在在数量上已有增长，但不幸的是，它们处理变动负荷量的能力有限。生物过滤和生物洗涤除气系统现在逐渐在低运行成本，高性能，高可靠性，低维修费，不产生二次污物以及可处理范围广泛的污染物的通用性等方面取得成功。而许多熟知的生物过滤系统的一个主要问题，是虽然它能高效地除去 H_2S ，但 H_2S 的生物转变产生的 H_2SO_4 会使系统的 pH 下降，如果不加以控制，可降至 4.0 以下，结果抑制了大多数生物活性，通常这被称为“酸化”。

许多这些生物过滤器用泥煤作为它们的介质，酸化可通过将通常为石灰形式的含钙材料加入泥煤中来控制，或用喷淋系统来洗去过度的硫酸。尽管这些方法是相当成功的，但是系统若长时期暴露在大于设计浓度的硫化氢下，仍将导致酸化，而这又常需要进行 pH 调节。

生物过滤系统的还有一个问题是尽管它们在稳态负荷情况下通常是高效的，但是当负荷量增加时效率就会下降。通常的设计限制是在负荷量为 $100m^3/m^3$ 介质/小时时可除去约 20ppm 的硫化氢。如果进气中的 H_2S 浓度更高，那么就必須稀释或减少进气量。在一些情况下，这个困难通过将来自不同地方的废气混合在一起，使其进入生物过滤系统的浓度维持在可接受的水平。不用说，稀释或减少进气流量的必要导致了生物过滤系统的体积增加，从而相应导致成本增加，并且一定会导致为了克服峰负荷问题而使设备更复杂。

使用生物系统的另一个主要问题是它的作用与系统中的微生物的活性有关。因此有必要将细菌有效地接种到生物系统中，保证其在有效固定前不会被洗出过滤介质。此外，必须保证当进口浓度下降时的饥饿期间培养物可以存活。重要的是接种的细菌甚至在饥饿期间也可存活，因而在以后出现负荷峰时可以使用。

人们长期以来就知道在处理恶臭气体时的主要问题是必须控制能量消耗，因此就要控制填充介质两端的压力降。因此当床的高度增加时，关于能量消耗的难度就加大。同时有必要使废气有效地分布在整個床中，或实际上在其它过滤装置中使液体有效地分布于整个填充材料或生物活性材料。这是该领域技术人员所知的，例如在欧洲专利说明书号 No. 0 080 747 B1 中描述的发明中，他们注意到实际起过滤作用的物质的组成，即他们的物理组成。然而，该说明书除了建议不同粒度的填充材料可能有利于减少填充材料两端的压力降以外，没有公开任何解

决问题的方法。然而它是根据采用基本上无活性的粒度超过 6 至 10 毫米的材料和部分有活性的粒度小于前述粒度的材料的混合物。而且，该专利说明书指出并认识到水分滞留的问题，但没有提出任何解决该方法的问题。实际上，只有我们对填充材料的实际物理构型和本性进行了详细地分析工作。然而，此前没有人对生物活性物质的物理构型进行详细地分析或考虑。迄今的工作只注重合适的材料来源，而没有注重材料的实际物理构型以及用这些材料制成的床的物理构型和特征。

必须有一个系统可处理浓度特别高而且浓度可变的恶臭气体，特别是浓度特别高而且浓度可变的硫化氢。本发明的一个目的是提供除去臭味气体的系统，它可有效地处理臭味气体，而其基本投资和运行成本又尽量少。

发明描述

本发明提供一种废气处理系统，它能除去气体流中的废气，系统包括气体流过其中的填充料，填充料是许多随机排列的含钙材料单元，其中有液体滞留区域，它可根据填充料中单元的排列取向形成单独的蓄水器，其中细菌保存在至少一部分蓄水器中，该细菌有助于使通过堆积物的废气分解；其中系统还包括对堆积物进行润湿的润湿装置，润湿液体的温度为 4℃至 40℃，润湿液体的 pH 为 1.0 至 10.0。

水分滞留是任何生物过滤系统的一个主要问题，人们很久以前就知道使用本身适于滞留水分的材料来制成填充介质。不幸的是，使用这种材料会引起一些问题。因此人们将它们和含钙材料一起使用。与含钙材料一起使用时，就必须使足够多的水分滞留在介质中保证其上的细菌生长。这只有当介质能充分滞留水分，并且还需要和例如泥煤混合或连续被喷洒才能实现。使用了液器就克服了这个问题。

关于含钙材料单元的液体滞留部位对于本发明废气处理系统的有效运行的重要性，是无论如何强调都不过分的。如此形成的单独的蓄液器对于采用含钙材料作为填充料又增加了一个新的作用。

理想的是，细菌滞留在至少一些蓄水器中。如上所述，钙质材料的形状非常重要，此外，如果介质的形状可以保持细菌，那么它特别有利，因为在保持细菌和为废气提供合适畅通的通道这两方面是需要兼顾的。还应认识到，如果细菌保留在相当明确界定的凹坑即蓄水器中，那么含钙材料可暴露在废气流下以使细菌暴露在废气流下而不需涂布细菌。许多填充料单元的取向保证了这一点。

在许多情况下，细菌还会保留在单元的一些表面上。有一些细菌会自然地保

留在单元的一些而不是全部表面上。这在很大程度上取决于系统内的细菌数量以及各个单元的实际排列。这是储存细菌而又能同时使其暴露在废气流下的非常有效方法。

理想的是，填充料的堆积密度小于 900 克/升，在某些情况下小于 600 克/升，实际上在一个实施方案中堆积密度约为 500 克/升。填充料越轻，填充料柱结构完整性上的问题就越少，同样，在单元的结构完整性变得重要之前可获得的填充料高度就越大。

在本发明的一个特别有利的实施方案中，堆积物是采用甲壳类动物剩下的废壳。使用甲壳类动物的废壳有许多意想不到的优点。首先，它是各种食品加工的副产物，对牡蛎，蛾螺，螺，蛤等进行处理的工厂会产生大量无用的废壳，这些引起污染的废壳必须加以处理。但对这些废壳的处理成本都很高。不需在处理废壳上费钱本并提供有价值商品的任何方法显然是极为有利的。人们长期以来就认识到壳类动物的废壳是含钙材料的主要来源。许多壳类加工厂家所经历的处理废壳的问题是不能低估的。采用废壳的另一个有利之点是它们有特别有利的形状，即有些壳破碎，另一些壳则有完整的结构，因此利用废壳形成的填充床可保证足够的气流通过。并有足够量的壳形成许多单独的蓄液器来滞留足够的水分。发现螺壳，更准确地说，半螺壳是特别有利的，因为在工厂加工后可获得大量螺壳。它特别适用，因为它不仅使用起来很有效，而且从通常角度来说它急需加以处理利用。因此，作为除气系统最初准备填充料的原料和当其有效使用时间超过后需要替代补充，使用螺壳是很容易获得的，且成本很低。而且，螺壳特别具有结构上的刚性。

理想的是，壳材料是使用半螺壳，而且较佳的是用壳菜紫贻贝种类。这种易获得的壳菜紫贻贝螺壳在实践中证明是用于本发明的一种特别有用的壳。

在本发明的废气处理系统中，堆积物包括一种或多种加在一起的填充材料。在许多情况下，采用一些不同的填充材料是有利的，因为它们可为废气处理系统增加效率，特别有可能对多种特定的废气进行处理。然而，本发明的含钙材料，特别是每个都是有液体滞留区的含钙材料单元特别有利于和其它介质混合，因为这些液体滞留区也提供了将其它介质滞留在床中在位的手段，并保证这些其它介质不从床中洗去或因其它原因而除去。

部分或所有的单元可从经粉碎的含钙材料与粘合剂混合而制得。如果用粉碎的含钙材料制备实际上是完全人工的单元来制成堆积物，则有相当多的好处。首先，可以选用合适的粘合剂来使含钙材料正确地分解。合适的痕量元素和添加剂

也可与含钙材料结合进一步提高系统的效率。而且，由于采用了粘合剂，并且是人工制造填充介质，就可选择其正确的大小和形状来获得最有效的过滤系统。因此，选择的堆积物在形状上可以是完全均匀的，或可有多种不同的形状保证有足够的液体流过介质。同样，采用不同形状有利于其与其它材料混合，介质单元可制成保证这些其它附加的填充材料滞留在介质内的形状。保证这些附加的填充材料受到充分支托的结构需求，可通过将单元制成所需的最优的形状来实现。单元形状的适当设计保证了，例如在液体蒸发成问题时，液体滞留区既有较大体积而又有较小的暴露于环境条件下的表面积。

较佳的粘合剂是防酸的。可以理解，使用的粘合剂应能保证当系统中产生酸时，单元不会分解致使堆积物失去其结构完整性。

理想的粘合剂是用 Keratin。这是一种将本发明所用的含钙材料粘合的特别适用的粘合剂。

可用多种附加的填充材料如石南花、泥煤结核、活性炭、氧化铝和塑料中的一种或多种。石南花、泥煤结核、活性炭、氧化铝和塑料都各有它们的优点。在许多情况下，上述的某些材料并不完全可生物降解，它们有其它优点，例如，用塑料可增加结构的刚性，而如果形状合适的话，还进一步提供一些单独蓄液器。

理想的是，可选用细菌来帮助硫和硫类似物的分解。细菌最好是硫化芽胞杆菌属和/或红色细菌种，细菌可选择下列的一种或多种：硫化球菌属 *pantotropha*、硫化芽胞杆菌属 *thioparus*、硫化芽胞杆菌属 *thiooxidans*、硫化芽胞杆菌属 *ferrooxidans*、亚硝化单孢菌属、硝化杆菌属、假单胞杆菌属、红球菌属、真菌和链霉菌。人们知道这些细菌在许多情况下可用作处理废气的细菌，发现对本发明的堆积物它们也特别有效。

理想的是，可加入营养物和/或痕量元素来维持有活性的生物量。每个具有液体滞留区域形成单独蓄液器的含钙材料单元的一个很大好处，是这些区域也可以容纳营养物和其它痕量元素，就好象容纳细菌一样，因此它们有助于保证供给营养物和痕量元素来维持活性生物量。

理想的是，可对系统采取润湿方法，这些润湿方法通常是在重力下的喷洒操作。显然，保证填充料充分潮湿是非常有用的，可保证堆积物有足够水分。润湿过程可间歇操作。这是由于本发明的堆积物是由大量每个均有液体滞留区的单元随机排列而成，而这些液体滞留区可按单元在堆积物中的排列形成一个个单独的蓄液器，因此不需要对填充料进行连续润湿操作，节省了操作费用和其它费用。在本发明的许多实施方案中，润湿过程是连续操作的，实际上可采用将水通过堆

积物的循环办法。如果水可以回收循环使用，那么对填充料连续地加以润湿是明显有利的。在许多情况下，使用的水就是处理设备本身的最终出水。

在本发明的一个特别有用的实施方案中，润湿流动和经过堆积物的气体流动之间是顺流。其好处是采用顺流，与含钙材料进行的反应在填充床的顶部发生得最多，因此在堆积物的顶部与含钙材料单元进行反应最多，因此，当反应是起劣化作用的话，该劣化作用所引起的堆积物的结构刚性的减少比在水和气体逆流情况下要少。

在本发明的废气处理系统的一个实施例中，堆积物用润湿液体以 0 升/小时至 1000 升/小时的流量进行润湿。如果不是由于本发明的填充料一般是蜂窝状，而且孔隙是开口的，则不可能用如此高的流量。可用如此高的流速的好处是当峰负荷时气体的浓度若过大，则水的流量可增加以进一步提高设备的效率。润湿液体的温度为 4 °C 至 40 °C，其 pH 从 1.0 至 10.0。理想的是，对 pH 要调节，而在本发明的系统中调节 pH 是在润湿液体中加入碱如氢氧化钠和/或酸如硫酸。例如，在处理 H_2S 的场合下，最好将 pH 调节至大约 7 使 H_2S 溶解。温度必须维持在 4 °C 至 40 °C 范围内以保证细菌能有效地起作用。

在本发明的一个废气处理系统中，系统接种是通过：

对钙质堆积物用一种含钙的溶液喷洒；

然后对堆积物进行细菌接种。

理想的是，细菌与固定剂如海藻酸钠混合。而含钙溶液中宜用氯化钙溶液。用氯化钙喷洒的一个特别好处是当它与细菌及其固定剂接触时，如与海藻酸钠接触时，它将形成一种合适的凝胶，使细菌滞留在蓄水器中，并在相当长的时间内与单元的表面接触而不变质。

较佳的是，接种的堆积物可连续或间歇地润湿。这就保证了堆积物不会变干。

发明详述

本发明可通过实施例参照附图进行如下的描述更清楚地了解，其中：

图 1 描述了在一个污水处理工厂中典型的 H_2S 浓度变化；

图 2 是本发明的一个在操作中的作为生物洗涤净气器的装置的纵剖示意图；

图 3 是与图 2 相同的装置但作为生物过滤器使用的纵剖示意图；

图 4 至图 6 表示人工制成的填充材料的结构；

图 7 是图 6 所示填充材料的剖面图；

图 8 是另一个人工制成的填充材料的结构;

图 9 是图 8 的填充材料的剖面图;

图 10 和 11 是本发明所用的半螺壳的顶部和底部图;

图 12 是图 10 和图 11 所示螺壳的一些碎片的图;

图 13 表示了含有图 11 至 12 所示的螺壳的过滤床的一部分;

图 14 是本发明另一个生物过滤器装置的正视图;

图 15 是图 14 装置的平面图; 和

图 16 是图 15 沿 A-A 剖开的截面图。

参照附图, 首先参照图 1, 它描述了在一污水处理工厂中木桩栅栏浓密机和浸渍室中 H_2S 的浓度。应注意在这种装置中 H_2S 的极端变化。如前所述, 正是浓度上的突然变化在设计处理装置时引起很大的困难。

表 1 和表 2 表示城市污水处理厂排出的气体中臭味和硫化化合物有代表性的浓度。

表 1

城市污水处理厂的臭气和硫化化合物的浓度

典型的浓度范围				
设备	臭气 (ou/m ³)	硫化氢 (ppm)	甲硫醇 (ppm)	烷基硫化物 (ppm)
污水泵站	100-1000	<1	<1	<1
输入装置(重力进料)	50-5000	<1	<1	<1
输入装置(上升总管道)	1000-10000	1-10	0.5-5	0.5-5
筛选车间	100-500	1-10	0.5-5	0.5-5
砂砾分离器	500-5000	1-5	0.5-1	0.5-1
一级沉降槽	50-1000	≤1	<1	<1
分流室	50-1000	1-5	≤1	≤1
滴滤池	50-5000	≤1	≤1	<1
曝气池	50-5000	1-5	<1	<1

表 2

城市污水处理厂的臭气和硫化化合物的浓度

典型的浓度范围				
设备	臭气 (ou/m ³)	硫化氢 (ppm)	甲硫醇 (ppm)	烷基硫化物 (ppm)
最后沉降槽	<500	<1	<1	<1
平衡雨水池	<500	<1	<1	<1
排污泥室	1000-10000	10-100	1-10	1-10
排泥泵站	5000-20000	10-500	1-250	1-50
一级污泥槽	1000-50000	10-500	1-250	1-50
污泥压制车间	1000-50000	0.5-50	0.5-15	0.5-5
滤液收集器	5000-20000	10-200	5-50	1-20
活性污泥槽	500-5000	1-5	<1	<1
木桩栅栏浓密机	500-10000	5-100	1-10	1-5

参照图 2，它描述了一种用于从气体流中除去废气的废气处理系统装置，此装置通常用数字 1 表示。装置 1 是一个一般由圆柱型外壳 2 提供的净气装置，它具有供待处理气体流进入的下部进口 3 和经处理的气体排出的上部出口 4。在堆积物 6 上方安装一个喷洒条 5，堆积物 6 形成一个过滤床，气体流从进口 3 通过过滤床流至出口 4。圆柱型外壳 2 的底部形成一个蓄水池 7，它通过循环泵 8 及一些相连接的阀经过进水管 9 与喷洒条 5 相连。蓄水池 7 还与一个普通溢流管 10 连接。装有排空阀 11 和排气孔 12，槽的排空管 13 和补充水管 14，而补充水管的进水是通过浮球阀 15。装置上还有许多部分并没有表示，因为它们都是常规的，理解本发明所不需要的。

较佳的是下面相当详细描述堆积物 6 中含有细菌，这种细菌是选择用来帮助废气的分解。例如，当废气是硫化氢 H₂S 时，选用有助于分解硫和硫类似物的细菌。细菌可以是例如硫化芽胞杆菌属和/或红色细菌种，可选自硫化球菌属 *pantotropha*、硫化芽胞杆菌属 *thioparus*、硫化芽胞杆菌属 *thiooxidans*、和硫化芽胞杆菌属 *ferrooxidans*。其它合适的细菌在下面的表 9 中列出。

典型的待处理的废气流是含有浓度为 0 至 1000ppm 硫化氢的空气流，空气流的负荷，为 0 至 500m³/hr·m³ 堆积物。携带 H₂S 的温度的温度为 4℃ 至 40℃。润湿液体通常是水，它以高达 500 升/小时·m³ 堆积材料的流量流经除气系统中的填

充材料当该填充材料用作生物过滤器时。当用作生物洗涤净气器时，流量可高达 1000 升/hr·m³ 床层。在有些情况下，需要一些排出水。系统中水温为 4 °C 至 40 °C，水的 pH 通常为 1.0 至 10.0。如果需要，可按需要用任何一种苛性碱或酸溶液来调节 pH。

参照图 3，它描述了与图 2 相同的装置，但此时是用作生物过滤器，其中没有泵 8 和进水管 9。喷洒条 5 直接从水总管 20 或作为较佳的方法从最后经处理的流出水(如有可能)进水。

堆积物 6 是一些或至少含有堆密度小于 900 克/升(最好小于 600 克/升，典型的为约 500 克/升)的壳状材料。此时壳状材料用甲壳类动物的废壳，特别是含钙壳，尤其是可食用贻贝属种的螺壳。堆积物中还可包括一种或多种另外的填充材料。这些另外的填充材料可包括石南花、泥煤结核、活性碳、氧化铝和塑料等中的一种或多种。

在使用时，可将填充料单元铲入或投入或以其它方式杂乱地装入装置的外壳内，使其随机而不是有规则地排列。

而且，这种随机排列将一些单元朝向一个方向而其它朝向另一个方向。例如，当单元为壳状时，无论它是人工制成的还是天然的，它们将相互套接，相互架桥，有的壳竖直地颠倒排列开口向下而不形成蓄液器等。单元的这种分布排列可以保证堆积物有足够的开放结构，便于气流从中通过。

壳状这个术语，对于自海洋的甲壳动物的废壳特别合适，虽然不是非常精确的术语，但确实一般地描述了构成堆积物的一个个单元的开口容器状的结构，无论是人工制成的还是天然的。

现在参照图 4 至 9，它们表示各种人工制成的壳状单元，后面称为填充料单元，这里分别用数字 20,21,22 和 23 来表示，这些填充料单元 20 至 23 的每一种都可由合适的含钙材料和粘合剂用任何合适的模制或其它成形技术制成。填充料单元 20 的结构最简单，它基本上是一个碟状或壳状的结构，而填充料单元 21 的开口比填充料单元 20 的多。填充料单元 22 同样是制成不同的形状，它的底部区域更厚，可在使用时为反应提供更多的活性含钙材料。填充料单元 23 的外表面很不规则，它可进一步加强水分和生物活性物质的附着并提供更多的可用表面。

可以预计有许多合适的粘合剂可用。例如，可以提供一种保证足够多的例如游离钙的粘合剂，它能使堆积物被海藻酸钠混合的细菌接种，如这里所述。

图 10 至 12 描述可食用贻贝属种的半螺壳用作填充料单元和其碎片，这种螺壳是本说明书描述的实施例中所用的堆积物 6 中较佳的填充材料。它们均用数字

24 表示。

现在具体参照图 13，它表示了螺壳堆积物的一部分，表示了其排列的随机性。

对于实质上相同装置仅安装有所不同的图 2 和 3 中的两个装置进行了各种试验。

洗涤器尺寸

柱直径：0.21m

柱高度：1.4m

柱材料是 CPV Propylene。

堆积物规格

- 螺壳(堆密度约为 500 克/升)
- 壳体积为 36.3 升
- 柱内壳的高度为 1.0m
- 壳用硫化球菌属 *pantotropha* 接种
- 用来自污水厂的污水作为水源。它含有基因硫化芽胞杆菌属、亚硝化单胞菌属和硝化杆菌属。

应注意，有一些填充料单元，例如图 13 中的螺壳，它们的取向应使它们的开口面向上，能够自然容纳液体或水，而其它单元的取向应使落在其上的液体或物质流掉。因此，堆积物 6 自然地形成了一系列容纳液体和细菌的容器，而其它的表面上则没有细菌。当将堆积物在柱子中放好后，对堆积物喷洒氯化钙溶液，当要准备对系统激活时，即将所需的生物活性物质与海藻酸钠或其它任何合适的固定剂混合后喷洒在堆积物上。显然由于填充料单元的形状，一部分堆积物就保留着生物活性物质，生物活性物质与氯化钙反应形成基本上是固态的凝胶。留在其上面。然而应注意，并不是所有的填充料单元被涂布，填充料单元的形状和取向促使了这一点，未涂布的填充料单元将受到 H_2S 的侵蚀，因为 H_2S 是与碳酸钙有反应的，因此一旦气体引入装置就可引发所需的活性。

含钙材料单元的形状对于堆积物正确接种，并对于在很少进料或没有进料期间维持细菌是重要的。如果进行任何尝试来对常规堆积物或用粉碎的含钙材料制成的填充料用氯化钙和海藻酸钠或其它任何合适固定剂来进行接种，结果会形成无用的凝胶，因为堆积物上面将形成垢渣即不可渗透的层，妨碍生物过滤器装置

的有效操作。

按下面就微生物生命力的描述(见表 18), 填充料单元的特别的形状即壳状以及其排列是有特别好处的, 因为通常认为在深的凝胶中细菌可存活相当长的时间。也可以认为细菌所需的一定量的食物可储存在堆积物中。因此, 本发明堆积物的结构在激活和维持细菌方面特别有利。

在一个试验中, 对一个含许多壳的样品和一个循环液体样品进行了总细菌计数, 结果是

cfu/g 为 1.3×10^7 至 6.8×10^7 。

理解本发明的装置既可用作生物洗涤净气器, 又可用于生物过滤器非常重要。用作生物过滤器的主要好处是无需循环水。

下面的一些表显示了在各种条件下使用时装置的典型的操作特性。如下面的表 3 所示, 系统甚至在高的负荷率条件下仍可以高效除去效率处理 H_2S 。与标准的生物过滤器相比, 由于此系统的效率很高, 其所需的处理轨迹就大大减少。

表 3

用作生物净气器时 H_2S 的除去

进口 H_2S (ppm)	空气流量	出口 H_2S	除去效率(%)
20	200	ND	100
50	200	ND	100
100	200	ND	100
150	200	2.5	>98
200	200	8.1	>95
250	200	49	>80

此外, 在一个特制试验中发现在相当大流量下甚至是浓度高达 100ppm 时, 在出口也没有测出 H_2S 。然而也需要除去其它化合物, 系统除去其它化合物的效率可从下列表 4 看出。实际上下表 5 表示了其除去臭气的能力。

表 4

H₂S 以外臭气化合物的去除

化合物	浓度	除去 %
硫醇	20	100
硫醇	70	97
氨	30	100
氨	45	100
氨	100	100
三乙胺	15	100
三乙胺	35	96

表 5

污物处理厂的装置效率

入口 OU/m ³	除去 %
25090	>98
42310	>99

在一个熬肉厂中安装了一个采用这种技术的中试装置，它在除去臭气方面非常有效，如表 6 所示。

表 6

入口气体 OU/m ³	除去 %
78200	>95
58492	>96

如上所提出的，此装置可用作生物过滤器。其试验结果如表 7 所示，它是在图 8，即作为生物过滤器除去 H₂S 的装置上进行试验的。

表 7

用作生物过滤器

入口浓度	空气流量	出口浓度	除去 %
20	150	ND	100
50	150	ND	100
100	150	ND	100
150	150	2	>98
200	150	50	>75

本发明的装置在与其它技术合用时是一种有效的臭气除去系统。它可作为预过滤器与我们生产的更为常规的生物过滤器如泥煤生物过滤器合用。通过这个用法，可防止泥煤受 H_2S 峰负荷的作用，从而避免了系统酸化的可能。我们在处理污水气体时成功地采用了这种系统。它的一个实施例表示在表 8 中，是将含臭气的空气首先用本发明的装置处理，其入口气体首先用此装置洗涤，然后再在泥煤生物过滤器中进一步处理。

表 8

在两级臭气除去系统中用作预过滤器

化合物	入口浓度	出口浓度	除去 %
H_2S	152	ND	100

本发明的一个主要特征是保证了系统中的微生物的最佳活性。根据入口气体所含物质不同，所用的细菌和真菌的确切配合也不同，下表 9 表示用于本发明的装置的微生物一些典型的例子。

表 9

微生物培养的例子

化合物	培养物
氨	亚硝化单孢菌属，硝化杆菌属
含硫化合物	硫化芽胞杆菌属，硫化球菌属
VOC	假单胞杆菌属，红球菌属，真菌
PAH	链霉菌，假单胞杆菌属，真菌

很早就知道在将细菌接种入生物系统中时，必须要保证接种物不会被从过滤器介质上洗去，才能有效地固定。本发明的介质使用壳状结构就可实现这个目的。此外，也需要保证培养物在入口浓度降低时的饥饿期间和入口浓度达到高峰时均能存活。本发明介质对液体的滞留区对于实现这个目的有很大作用，通过用这种接种方法，细菌在相当长的饥饿期间内能在壳内保持活性。

下面的表 10 至表 18 表示了本发明的装置在各种条件下用海洋动物来源的含钙壳的操作情况。在这些实施例中，采用了软体动物门特别是可食用贻贝属双壳动物的壳。表 18 表示在关闭系统没有任何含料的情况下，在海藻酸钙床中微生物可存活达三个星期。在这个期间存活计数减少 90 %，然而仍保持有足够的活性能使系统重新启动。

表 10
生物洗涤净气器

	空气流量 $\text{m}^3/\text{hr}\cdot\text{m}^3$ 介质					
入口 H_2S (ppm)	50	100	150	200	250	300
20	100	100	100	100	>95%	>95%
50	100	100	100	100	>90	>75
100	100	100	100	100	>90	>70
150	100	100	100	>98	>85	>60
200	100	100	>97	>95	>75	>50
250	>98	>90	>85	>80	-	-

表 11
生物过滤器

	空气流量 $\text{m}^3/\text{hr}\cdot\text{m}^3$ 介质					
入口 H_2S (ppm)	50	100	150	200	250	300
20	100	100	100	100	>80	>60
50	100	100	100	>92	>75	>50
100	100	100	100	>90	>60	-
150	100	100	>98	>75	-	-
200	>95	>85	>70	-	-	-
250	>90	>50	-	-	-	-

喷洒速度为 $8 \text{ l/hr}\cdot\text{m}^3$ 介质至 $500 \text{ l/hr}\cdot\text{m}^3$ 介质。

下面的表 12 表示在用作生物洗涤净气器或用作生物过滤器的装置中要实现废气最优除去所需的天数。它同时列举了对装置进行接种的各种方法。如果只是表中第 1 项所示的简单地将液体培养物加入壳中，那么用作生物洗涤净气器时到达最优性能需要 10 天，而用作生物过滤器时需要 21 天。当它是浸渍珠粒的形态时，获得最优性能的天数也不同。对其接种是将海藻酸钠粉末加热至液化，然后与细菌混合以小液滴形式倒入氯化钙溶液中，有效地形成小珠粒。用海藻酸钙珠粒的好处，是可以保存相当长的时间，而当需要提供使用时只要简单地分布在壳上即可。再次，给出了如上所述对壳进行涂布这一非常有效的装置接种方式的结果。最后，给出了不进行接种而使装置运行直至生成足够微生物的结果。因此本发明方法的一个基本优点是接种的速度。

表 12

接种 100ppmH₂S 流量为 100m³/hr

		实现最优除去的天数	
		生物洗涤净气器	生物过滤器
1	将液体培养物加入壳中	10	21
2	海藻酸钙珠粒	14	15
3	海藻酸钙涂布在壳上	10	14
4	没有接种	30-35	35-40

表 13

温 度

100ppm 流量为 100m³/hr·m³ 材料

空气温度为 15℃

温度(℃)	除去 %
水	
4	100
10	100
15	100
22	100
30	100
35	100
40	100

表 14

用作洗涤净气器时臭气的除去

入口 OU/m ³	除去的 %
75680	>95
25040	>98
42310	>98

表 15

硫醇-系统用作洗涤净气器(循环流量为 500l/hr)

入口(ppm)	出口(ppm)	除去 %
5	<0.1	100
20	<0.1	100
70	2	97

表 16

NH₃-系统用作洗涤净气器(循环流量为 500l/hr)

入口(ppm)	出口(ppm)	除去 %
10	<0.1	100
30	<0.1	100
45	<0.1	100
100	<0.1	100

表 17

三乙胺

入口(ppm)	出口(ppm)
5	<0.1
15	<0.1
35	1.5

表 18

微生物存活力

时间	22 °C 保藏	4 °C 保藏
1 天	1.34×10^9	1.13×10^9
4 天	8.37×10^8	1.1×10^9
7 天	4.54×10^8	3.8×10^8
10 天	3.65×10^8	4.32×10^8
14 天	1.01×10^8	1.3×10^8
21 天	8.9×10^7	9.25×10^7

注意到在试验时能量消耗是相当低的，因此，进一步进行试验以确证不同高度的床中的反压力。表 19 给出了结果，发现本发明的这种装置即使采用了高度相当大的床，也需提供较大的能量。

表 19

床高(m)	反压力(mbar)						
	日期						
	10/6	11/7	10/8	11/9	12/10	11/11	11/12
试验日期							
1.0	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
2.0	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
3.0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

图 10 至 13 表示本发明的另一个生物过滤器装置。其装置布局与图 1 的描述相同，相同部分所用的数字也一样。所用堆积物与实施例 1 描述的相同，只是下列尺寸不同：

床高： 0.8m

床直径： 2.7m

床体积： 约 5.3m³

该装置以逆流方式运行，从装置底部进入含臭气的空气。循环水储存在 1m³ 的储槽中，补充水经一个浮球阀系统提供。冲洗喷洒水的流量约为 60l/hr。气体负荷量为 100m³/hr·m³ 床物质。入口 H₂S 的浓度为 60ppm。连续运行 7 周后，出口仍检测不到有 H₂S。入口气体中的硫醇测定为 10-15ppm，而出口也检测不到硫醇。

系统可以逆流或顺流方式运行。本发明的系统，当进气明显靠重力加到堆积物上的水以顺流的方式运行时，有一个特别的优点，即含钙材料和 H₂S 之间的反应主要将在床的顶部进行，进一步提高了堆积物的结构刚性。

可以理解尽管给出的这些实施例是针对除去 H₂S 引起的臭气，但是本发明的方法和装置也可用于除去其它恶臭气体如有机硫化合物、有机氮化合物或其它 V.O.C.。

就地试验

在各种工厂中对本发明的装置进行了各种试验，下面在各实施例中给出了这些试验和操作的细节。

实施例 1

污水处理厂 A

这个工厂以与图 2 试验装置相同的方式进行了试验。

问题

污泥储槽也接受来自外围小处理厂的污泥，一部分污泥经过了盐过滤。其产生的出气有相当高浓度的 H_2S 。

设计

气体流量- $500m^3/hr$

H_2S 浓度-40-150ppm

硫醇浓度-5-70ppm

臭气浓度-25000ou/ m^3

除气系统

本发明的装置用作生物洗涤净气器，获得下列结果：

性能

化合物	入口浓度	出口浓度	除去的 %
H_2S	40-150ppm	ND	100
硫醇	20ppm	<0.1ppm	100
硫醇	70	2ppm	97%
臭气	75000	2800	>95

实施例 2

污水处理厂 B

试验了图 3 所示的装置。

问题

这种情况下的问题是污泥储槽的出气。

设计

气体流量- $1600m^3/hr$

H_2S 浓度-1-250

硫醇浓度-0-5ppm

除气系统

本发明的装置用作预过滤器，其出气进入一个标准泥煤过滤器作为最后的处理装置，获得下列结果：

性能

化合物	入口浓度	出口浓度	除去的 %
H ₂ S	75ppm	ND	100
硫醇	5ppm	ND	100

实施例 3

污水处理厂 C

它以与图 3 的装置相同的方式按两步过程进行.

问题

这种情况下的问题是来自污泥脱水设备的出气引起的主要问题.

设计

气体流量-500m³/hr

H₂S 浓度-7-80

除气系统

本发明的装置用作预过滤器, 其出气进入一个常规泥煤过滤器作为最后的处理装置, 获得下列结果:

性能

化合物	入口浓度	出口浓度	除去的 %
H ₂ S	7-60ppm	ND	100

实施例 4

污水厂泵站 D

操作如图 3 装置的方式运行.

问题

在这种情况下, 污水泵站的出气中有 H₂S 峰.

设计

气体流量-750m³/hr

H₂S 浓度-200ppm

除气技术

本发明的装置是用作生物过滤器. 获得下列结果:

性能

化合物	入口浓度	出口浓度	除去 %
H ₂ S	0-25ppm	ND	100

可以理解，壳状的形状可保证液体有效地滞留，这将提高接种物的预期寿命。也可以理解由于本发明是一种生物系统，它提供了现今已知的生物为基础的过滤器的优点而且还另有许多重要的优点。

首先，它是一个高效的过滤器，设计和安装以后，它能很容易解决和控制由臭气和 H₂S 引起的问题。

它具有所有生物系统的很大优点，就是没有二次废气。此外，该装置不对健康有害，因为不需用有害的化学物质等：本发明的过滤方法相当节约，其运行成本非常低，所用床需要更换的时间间隔大于 2 年。而且所用的壳也相当容易处置。

最后，由于床中的流量增加，滞留时间就减少，也导致了处理轨迹减少。这种床用途的一个很大的好处，是它使用的是自身支撑的介质，所以床中的填充料可高达 3 米而其中不用支撑物。可以预计，选择合适的含钙材料单元可获得更高的填充高度。

本发明装置如上所述可用作生物过滤器和生物洗涤净气器，应当理解本装置可以这样使用的原因是由于它的堆积物结构是开放的，从而可以让大量的水通过，所以在使用上有较大的灵活性。这与例如其它形式的堆积物情况不同。更有利的优点是它作为生物洗涤净气器时比用塑料材料作为堆积物过滤介质要好，因为含钙材料有较高的 pH 值，因此在较高浓度的 H₂S 仍然更好的运行性能。

本发明废气处理系统的另一个显著优点，是当需要最大限度除去臭气时，此系统可作为二级过程的第一级，而第二级可含有不同的填充材料保证臭气除去的效率更高。本发明的废气处理系统的优点是这种处理系统的第二级比现有设备的情况下所必需的要小。

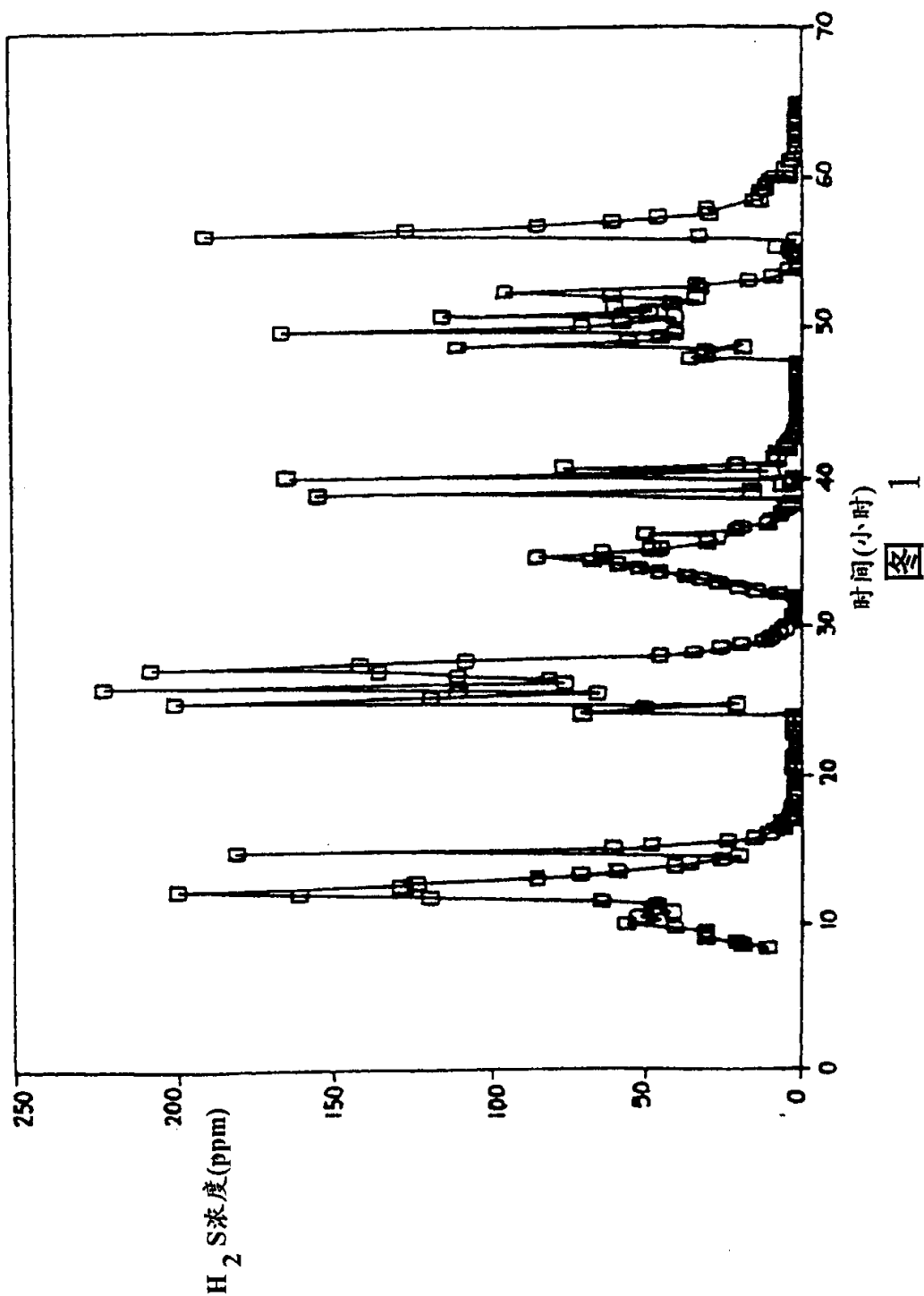
实际上，可以预计，如果某个生物过滤器或洗涤净气器系统没有能达到最优的操作性能，则其中所含的一定量填充材料可用本发明的填充材料来代替。理想的是，可将这种随机排列的含钙材料单元填充在该床的顶部，令气体以与水顺流的方式从床的顶部进入。

本发明的装置用途很广，它可除去范围很广的化合物，这使得装置可用作完全的臭气处理系统而不需附加其它设备。本发明的装置可处理高达 250ppm 的很高峰值入口浓度的 H₂S，并可与精处理技术如泥煤生物过滤器或干燥介质结合使用。也可以理解用微生物接种物涂布在壳上的独特方法，可以保证所需的细菌滞留在处理系统中，并且低 pH 引起的效率上的问题可用过滤介质来控制。

尽管上述大量的讨论侧重于 H_2S 的除去，理但要解，本发明堆的积物可在除去其它废气如氨的方面特别有用。在这种情况下采用硝化微生物。

本发明并不局限于上述的的装置、材料和方法，它们匀可在细节上进行改变。

说明书附图



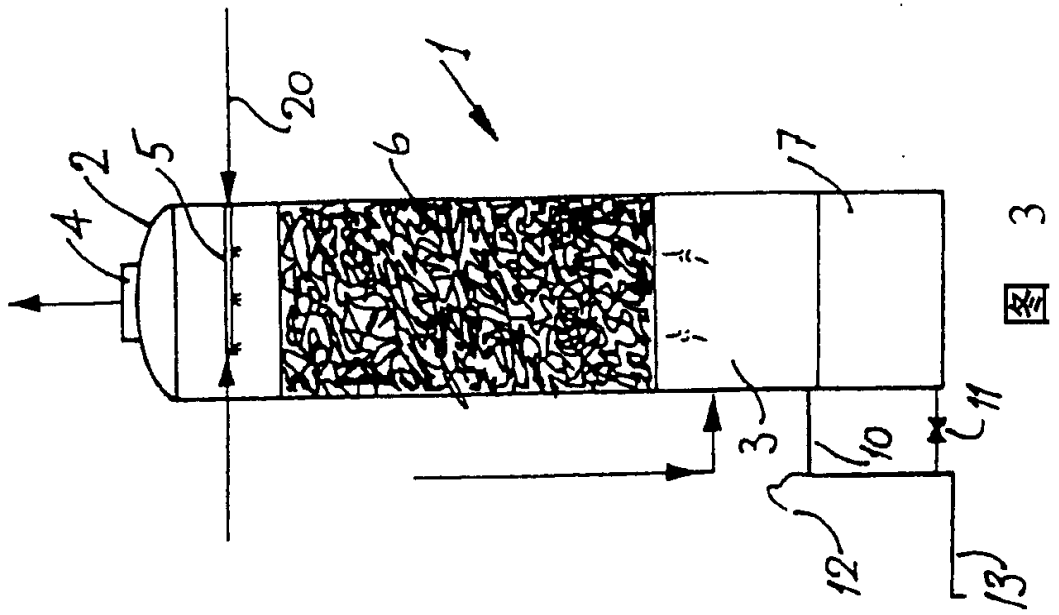


图 3

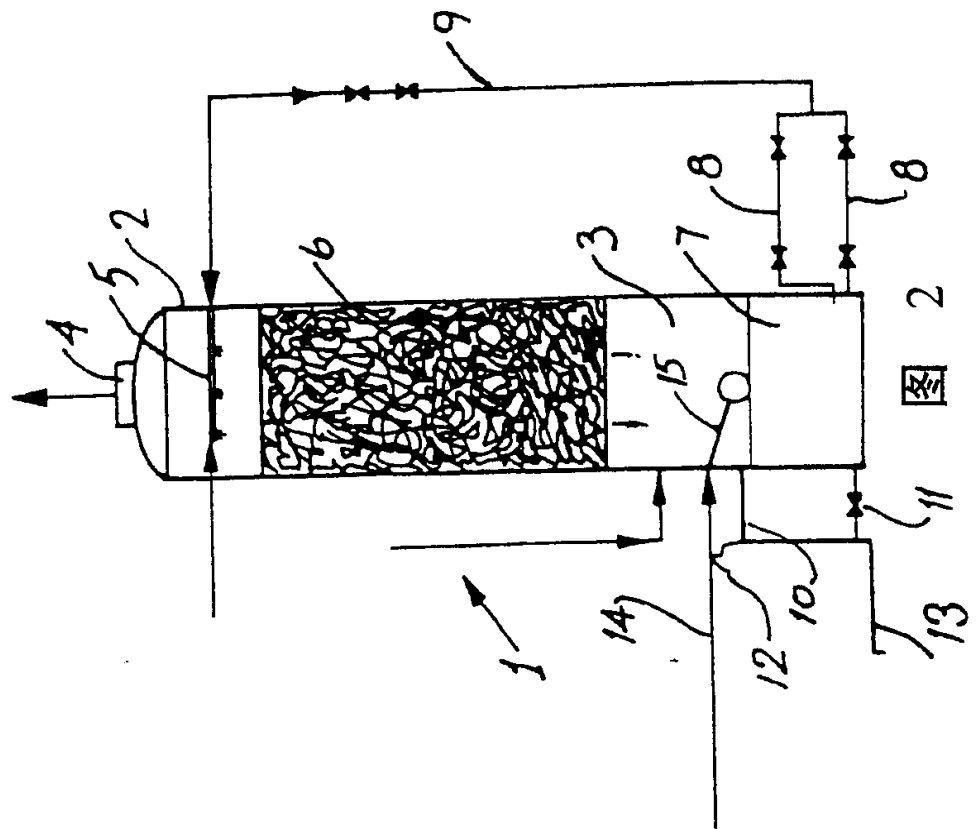


图 2



图 4

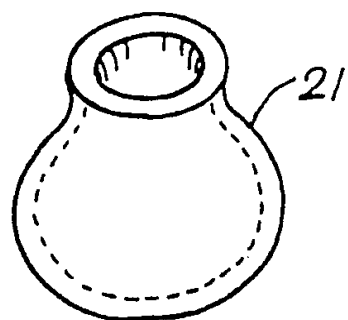


图 5

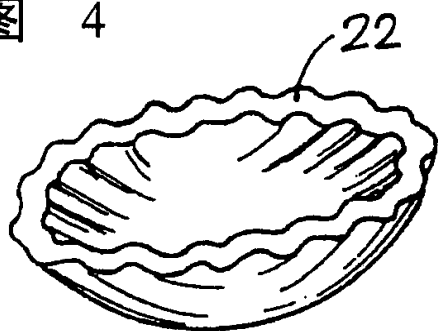


图 6



图 7

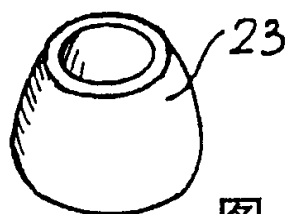


图 8

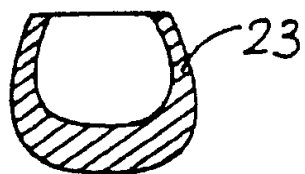


图 9

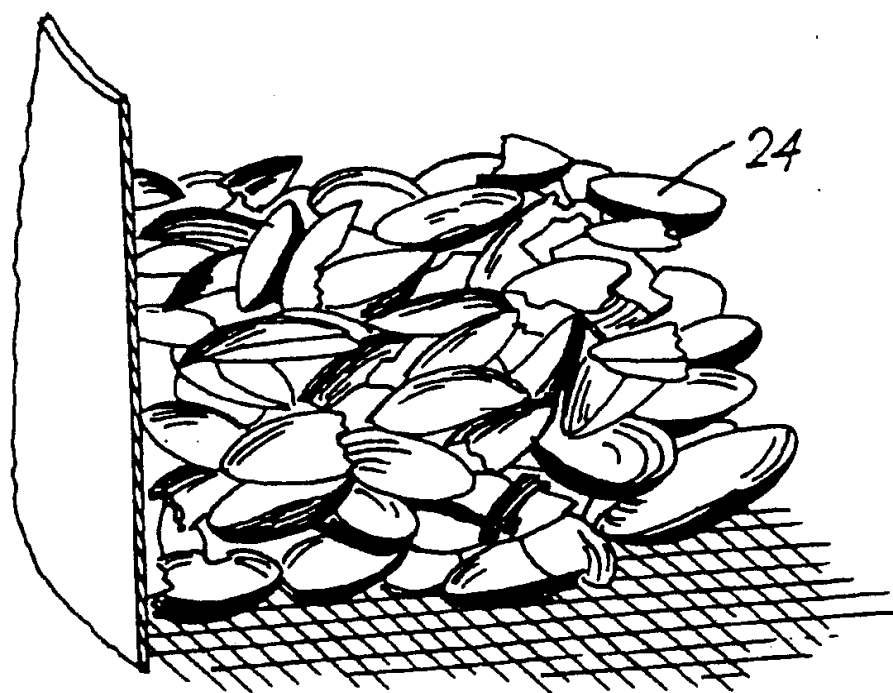


图 13

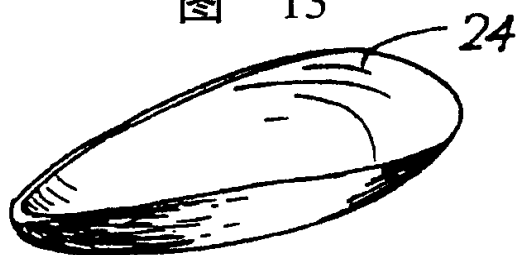


图 10

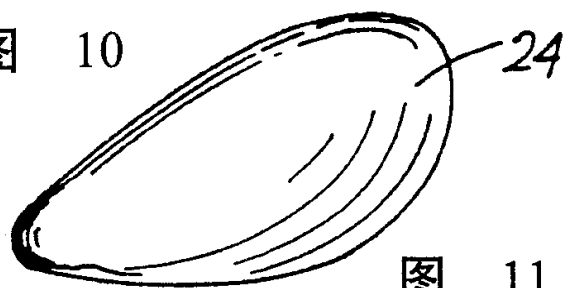


图 11

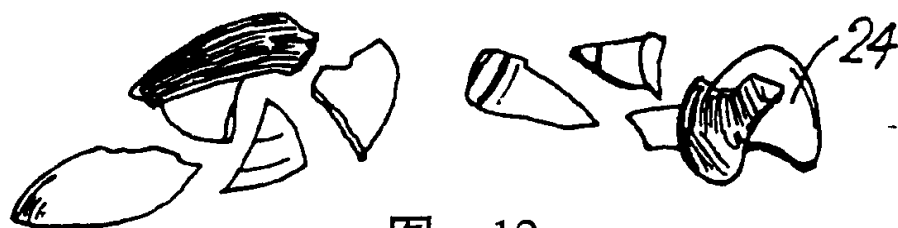


图 12

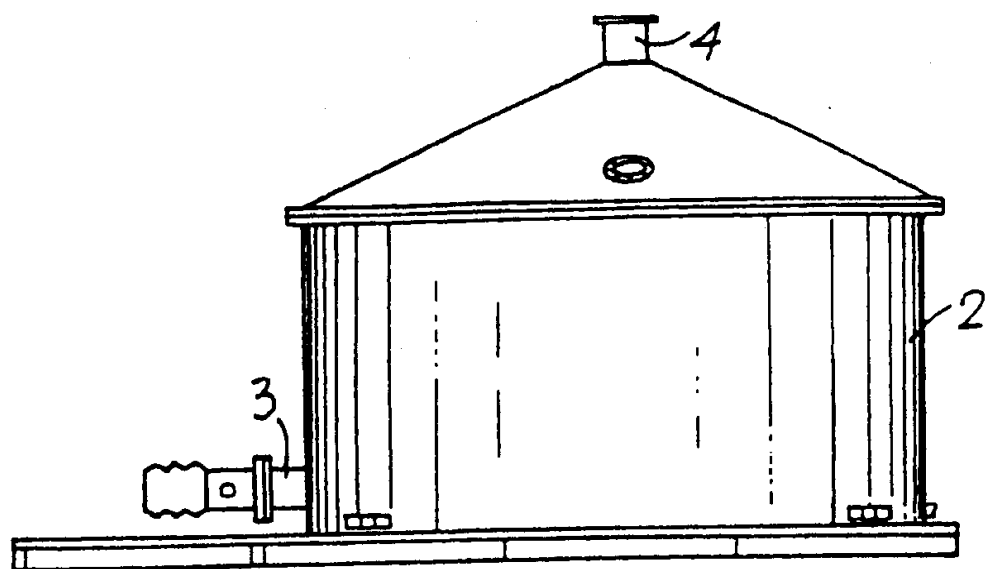


图 14

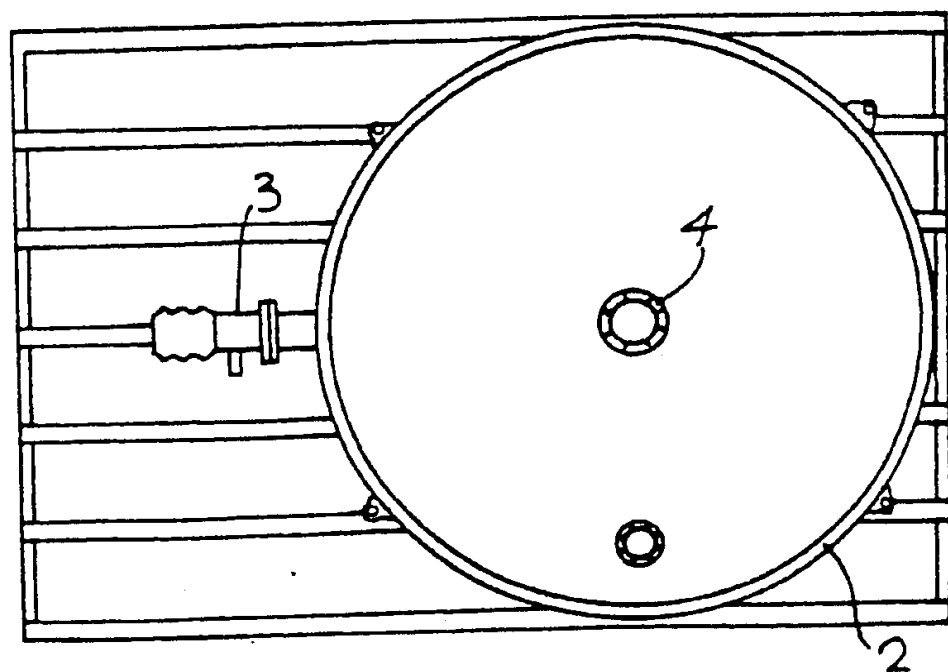


图 15

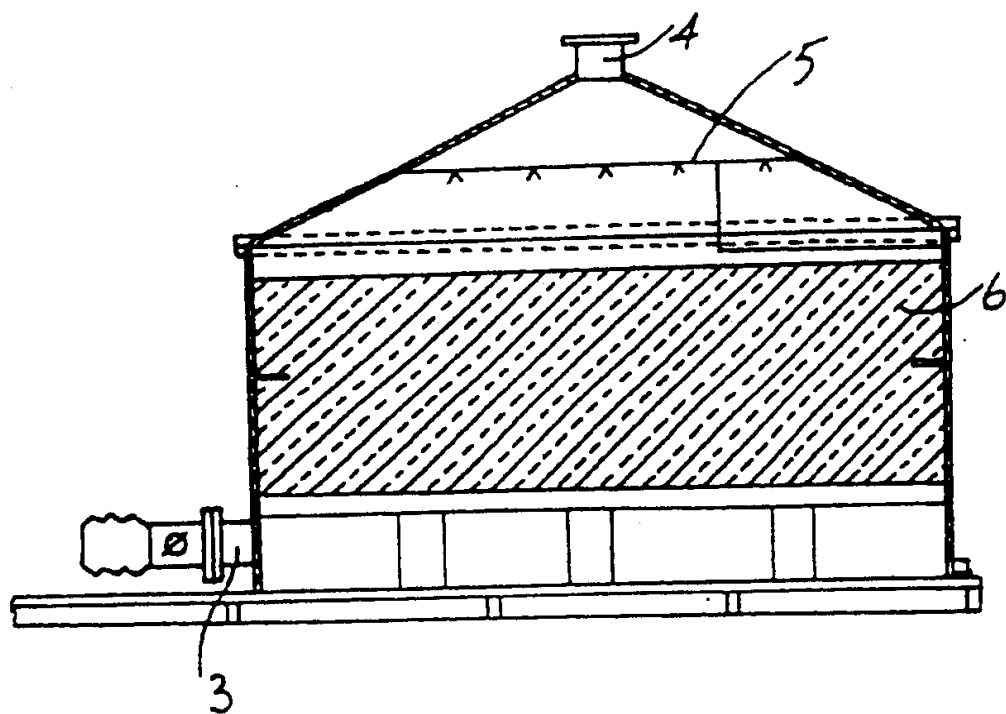


图 16