

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C02F 11/04 (2006.01)

C05F 7/00 (2006.01)

C05F 17/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480032710.7

[45] 授权公告日 2008年7月2日

[11] 授权公告号 CN 100398471C

[22] 申请日 2004.11.10

[21] 申请号 200480032710.7

[30] 优先权

[32] 2003.11.11 [33] FI [31] 20031641

[86] 国际申请 PCT/FI2004/000667 2004.11.10

[87] 国际公布 WO2005/044743 英 2005.5.19

[85] 进入国家阶段日期 2006.5.8

[73] 专利权人 普雷塞科有限责任公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 尤西·耶尔文蒂耶

[56] 参考文献

JP59105895A 1984.6.19

JP62197382 1987.9.1

EP0486466A1 1992.5.20

审查员 王海才

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 丁香兰

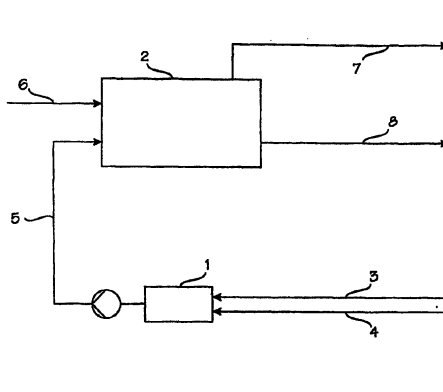
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 4 页

[54] 发明名称

处理有机物的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及一种处理有机物的方法和设备，所述方法采用至少两个反应器(1, 2)，所述方法包括以下步骤：将二氧化碳或含二氧化碳的气体与氨或含氨的物质在第一反应器中混合，从而形成一种或多种缓冲化合物，然后将第一反应器(1)中形成的一种或多种缓冲化合物加入第二反应器(2)，在第二反应器中对有机物进行生物转化。在这种情况下，二氧化碳混合气体中的二氧化碳与氨反应，形成例如碳酸氢铵或碳酸铵等缓冲化合物。



1. 一种启动有机物生物转化的方法，其特征在于，该方法采用至少两个反应器并且包括以下步骤：

a) 将二氧化碳或含二氧化碳的气体与氨或含氨的物质在加压的第一反应器中混合，从而形成一种或多种缓冲化合物，

b) 将第一反应器中形成的所述一种或多种缓冲化合物加入第二反应器中，和

c) 在第二反应器中对有机物进行生物转化。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述有机物是动物来源的物质。

3. 如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述有机物是鱼或鱼废料、禽类或禽类废料。

4. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述有机物是植物来源的物质。

5. 如权利要求4所述的方法，其特征在于，所述有机物是例如卷心菜、马铃薯或马铃薯皮等栽培植物或栽培植物的废料。

6. 如权利要求1~5任一项所述的方法，其特征在于，所述有机物是例如酵母或酵母的废料等微生物来源的物质。

7. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述含二氧化碳的气体含有1%~100%的二氧化碳。

8. 如权利要求7所述的方法，其特征在于，所述含二氧化碳的气体含有20%~100%的二氧化碳。

9. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述含氨的物质含有0.1%~100%的氨。

10. 如权利要求9所述的方法，其特征在于，所述含氨的物质含有0.5%~100%的氨。

11. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述含氨的物质是含有氨的废水。

12. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述生物转化是加压的过程。

13. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述生物转化在高于大气压的压力下进行。

14. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述生物转化在 1.2~6 bar 的压力下进行。

15. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述生物转化在高于 2 bar 的压力下进行。

16. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述生物转化是不加压的过程。

17. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述第一反应器中的压力高于 1.8 bar。

18. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述生物转化在厌氧条件下进行。

19. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所用的氨是在有机物的水解中产生的。

20. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所产生的缓冲化合物含有碳酸氢铵或碳酸铵以及游离氨和/或碳酸。

21. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所产生的缓冲化合物含有的碳酸氢铵或碳酸铵与游离氨和/或碳酸的比例是 1:10。

22. 一种处理有机物的设备, 其特征在于, 所述设备包括: 至少一个用来形成一种或多种缓冲化合物的加压的第一反应器 (1)、至少一个用来进行生物转化的第二反应器 (2)、向至少一个加压的第一反应器 (1) 中加入二氧化碳或含二氧化碳的气体的导管 (3)、向至少一个加压的第一反应器 (1) 中加入氨或含氨的物质的导管 (4)、向至少一个第二反应器 (2) 中输送缓冲化合物的导管 (5)、向至少一个第二反应器 (2) 中输送有机物的导管 (6)、从至少一个第二反应器 (2) 中输出沼气的导管 (7) 和从至少一个第二反应器 (2) 中输出水解的或部分水解的物质的导管 (8)。

23. 如权利要求 19 所述的设备, 其特征在于, 所述反应器是罐、容器或导管。

处理有机物的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种处理有机物的方法，具体来讲，本发明涉及将二氧化碳或含二氧化碳的混合气体与氨或含氨的物质混合而形成缓冲化合物的方法，并且涉及实施该方法的设备。

背景技术

美国 4,824,571 号公报公开了一种在厌氧介质中降解多种有机产物和废料的方法和设备。该方法产生出降解的产物和沼气。在该方法中，将待降解的物质（mass）加入到发酵罐中，然后回收所产生的沼气。此后，将该沼气从底部返回到所述的罐中，以提供流态化作用。

美国 4,302,236 号公报公开了用来去除臭气的堆肥系统的应用。具体来讲，该方法包括，从含硫较高的气流中去除形成无机酸的成分。在有氧或水存在的情况下，无机基团形成无机酸。引导欲被净化的气流通过活性堆肥可生物降解有机废料，所述有机废料保持在嗜热性菌相（bacteria-phase）消化条件下。

WO 93/06 064 号公报公开了一种中和与回收在湿法堆肥过程中形成的气体的方法。该公报中描述的该发明的目的是，使有害的、有毒的和/或污染性的肥料气体变得无害。根据该公报，将部分所述气体再循环进入经堆肥（composed）的物质中以提高它的营养价值。

德国 3,134,980 号公报公开了一种方法，该方法是，在处于无氧环境的沼气反应器中，借助由菌株产生并储存在储罐中的沼气来混合生物物质（bio-mass）。在该方法中，所述沼气与周期性的沼气流相混合。通过沼气反应器中的菌株来提供所需的沼气压力。所述反应器外部是封闭的且与沼气压容器连通。释放所述沼气压容器中的压力，接着将沼气吹入生物物质中，由此处将沼气进一步导入沼气容器。

欧洲申请 486,466 公开了一种对有机废料进行可控连续地需氧生物分解的方法。将正在分解的物质（其中可以接种细菌和微生物的混合物）加入微生物废料中的物质中，去除降解的物质，由此通入含氧气体以用于降解。该公报描述的方法的目的是，控制含氮产物的降解。在该方法中，根据降解产物的 NH_3 含量和 pH，向所述含氧气体中加入 CO_2 气，由此所述气体与不含氮或含很少量氮的部分混合。该公报描述的方法是需氧方法。

有机物取自多种资源，所述资源包括植物来源和动物来源的产物。有机物降解工厂所存在的一个问题是，需要处理的物质的获得是季节依赖性的，而该工厂必须能在短期内处理甚至大量的有机固体，因为这些固体不能长期储存。有机物的保存存在一些问题，例如，保存中会产生 NH_3 ， NH_3 是一种有毒的化合物，它会阻止微生物发挥作用。由于 NH_3 会阻止反应器中微生物发挥作用，所以生物转化反应器中通常只允许装入少量的固体。季节性地产生的有机物的保存还存在一些问题，即，如果采用传统的生物转化方法，由于该有机物对 pH 的变化敏感，所以它不能在酸性或碱性条件下保存。传统的生物转化方法对温度的变化也极为敏感。

通常将沼气燃烧工厂与生物转化工厂连接设置，以燃烧生物转化处理中产生的沼气。沼气燃烧中产生的废气含有大量二氧化碳。但是，二氧化碳对于环境是有害的化合物，通常的目的是除去二氧化碳。

发明内容

本发明的目的是提供以下方法和实施该方法的设备，以解决上述问题：

1. 一种启动有机物生物转化的方法，其特征在于，该方法采用至少两个反应器并且包括以下步骤：
 - a) 将二氧化碳或含二氧化碳的气体与氨或含氨的物质在加压的第一反应器中混合，从而形成一种或多种缓冲化合物，
 - b) 将第一反应器中形成的所述一种或多种缓冲化合物加入第二反

应器中，和

- c) 在第二反应器中对有机物进行生物转化。
2. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述有机物是动物来源的物质。
3. 如 2 所述的方法，其特征在于，所述有机物是鱼或鱼废料、禽类或禽类废料。
4. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述有机物是植物来源的物质。
5. 如 4 所述的方法，其特征在于，所述有机物是例如卷心菜、马铃薯或马铃薯皮等栽培植物或栽培植物的废料。
6. 如 1~5 任一项所述的方法，其特征在于，所述有机物是例如酵母或酵母的废料等微生物来源的物质。
7. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述含二氧化碳的气体含有 1%~100%的二氧化碳。
8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述含二氧化碳的气体含有 20%~100%的二氧化碳。
9. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述含氨的物质含有 0.1%~100%的氨。
10. 如 9 所述的方法，其特征在于，所述含氨的物质含有 0.5%~100%的氨。
11. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述含氨的物质是含有氨的废水。
12. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述生物转化是加压的过程。
13. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述生物转化在高于大气压的压力下进行。
14. 如 11 所述的方法，其特征在于，所述生物转化在 1.2~6 bar 的压力下进行。
15. 如 13 所述的方法，其特征在于，所述生物转化在高于 2 bar 的压力下进行。
16. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述生物转化是不加压的过程。
17. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述第一反应器中的压力高于

1.8 bar。

18. 如 1 所述的方法，其特征在于，所述生物转化在厌氧条件下进行。

19. 如 1 所述的方法，其特征在于，所用的氨是在有机物的水解中产生的。

20. 如 1 所述的方法，其特征在于，所产生的缓冲化合物含有碳酸氢铵或碳酸铵以及游离氨和/或碳酸。

21. 如 17 所述的方法，其特征在于，所产生的缓冲化合物含有的碳酸氢铵或碳酸铵与游离氨和/或碳酸的比例是 1：10。

22. 一种处理有机物的设备，其特征在于，所述设备包括：至少一个用来形成一种或多种缓冲化合物的加压的第一反应器（1）、至少一个用来进行生物转化的第二反应器（2）、向至少一个加压的第一反应器（1）中加入二氧化碳或含二氧化碳的气体的导管（3）、向至少一个加压的第一反应器（1）中加入氨或含氨的物质的导管（4）、向至少一个第二反应器（2）中输送缓冲化合物的导管（5）、向至少一个第二反应器（2）中输送有机物的导管（6）、从至少一个第二反应器（2）中输出沼气的导管（7）和从至少一个第二反应器（2）中输出水解的或部分水解的物质的导管（8）。

23. 如 19 所述的设备，其特征在于，所述反应器是罐、容器或导管。

本发明的基础是，将二氧化碳或含二氧化碳的气体与氨或含氨物质在加压反应器中混合，在此形成一种或多种缓冲化合物。在所述反应器中，二氧化碳或二氧化碳混合气体中的二氧化碳与氨反应，形成碳酸氢铵和/或碳酸铵。所形成的一种或多种化合物对该处理方法中的微生物的抑制达不到游离氨那样的程度，因为所形成的缓冲化合物可防止对微生物不利的 pH 变化。将第一反应器中所形成的一种或多种缓冲化合物导入第二反应器中，在第二反应器中开始生物转化处理，即厌氧消化，或加速正在进行的生物转化处理。

需要处理的有机物可以是植物或动物来源的。在本文中，有机物是指任何有机物质。

所述氨可以是氨气或氨水溶液。所述含氨物质可以是任何含有氨的物质。所述氨和/或含氨物质可以是例如来自需要单独处理的生物废料，或必要时来自商业来源。具体来讲，富含蛋白质和/或脂肪的有机物通常会产生大量的氨。向需要处理的有机物中加入的氨或由其中的微生物产生的游离氨可软化细胞膜，从而使生物转化即水解本身也显著加快。本发明的方法和设备在加压和不加压的生物转化处理中都可以采用。

二氧化碳或含二氧化碳的混合气体可来自于商业来源，或来自于产生二氧化碳作为主产物或副产物的过程。例如，二氧化碳可来自于沼气燃烧工厂，或来自于生物转化中产生的沼气。

本发明的优点是，有机物在生物转化前可在碱性或酸性条件下保存。当需要消化季节性产出的废料时，这一点特别有利。在有酸或碱存在的情况下的保存最终可与生物转化方法一起使用。这在以前是不可能的，因为与酸或碱一起保存的物质不能进一步被消化。与酸或碱一起保存还指在将有机物生物转化之前使该有机物卫生化的事实。在本文中，卫生化是指杀灭所述物质中的致病菌。以前，卫生化是通过热处理即例如加热杀菌法来进行。所以，本发明的系统提供了一种代替经热处理进行卫生化的替代方法。

本发明所述方法和系统的优点是，可以将更大量的固体物质引入生物转化中。另外，由于有甲烷产生，所以微生物活性废料可储存在最佳状态，从而不经加热处理即可使卫生程度符合欧盟的指令。本发明的方法的优点是，当水解反应器由于氨含量过多而中断其处理或由于氨含量过多而没有启动其中的处理过程时，可以将一种或多种缓冲化合物或含有一种或多种缓冲化合物的物质加入所述水解反应器中，并且可以启动这些处理或加速其运行。此外，本发明的方法可以使有机物比以前保存更长的时间，这便于储存。生成的氨不再阻碍该处理过程，相反，长时间的储存对所述废料进行了预处理。该方法产生了水解产物和沼气，将其回收可以进行再利用。

考虑到整个生物转化工厂的运行，本发明还提供了一些优点。在本发明的方法中，可以采用沼气燃烧时产生的富含二氧化碳的废气，该废

气如不进行利用会对环境造成危害。由于在沼气的燃烧中产生的废气中的二氧化碳浓度高，所以在本发明的方法中该废气可用作二氧化碳源。

本发明所述方法和设备的优点是，当把在第一反应器中形成的一种或多种缓冲化合物导入第二反应器时，生物转化过程因 pH 的变化减少而被稳定化。在传统的水解处理反应器中，反应器的底部是微生物最适宜的环境。在传统方法中，反应器中部的条件对于微生物是比较适宜的，反应器中的物质的顶层的条件不利于微生物发挥作用。对于传统的水解过程中的微生物来说，在反应器中混合水解物质只能使条件恶化。相反，本发明的方法为微生物发挥作用提供了最佳条件，因为所形成的缓冲化合物可防止水解反应器中的 pH 发生变化。于是，处理过程的稳定改善了水解反应器中的处理条件，并增加了有用微生物的量。由于具有该更大量的有用微生物，从而可以将更大量的有机物加入水解反应器中，或者当加入的量相同时，处理时间就会相应地缩短。

在被称为加速器或稳定器的第一反应器中形成缓冲化合物，这对于改善和加速所述水解过程是非常经济的方式。

本发明的方法和设备可特别有效地生产被水解的有机物。

附图说明

下面将参照附图中的图 1 并结合优选实施方式，更详细地描述本发明，所述图 1 是本发明一个实施方式的示意图。

图 1 显示了实施本发明的优选实施方式的设备。

图 2 以图解的方式显示了试验 1 的结果。

图 3 以图解的方式显示了试验 2 的结果。

图 4 以图解的方式显示了试验 3 的结果。

具体实施方式

本发明涉及一种处理有机物的方法，该方法采用至少两个反应器，该方法包括以下步骤：

a) 将二氧化碳或含二氧化碳的气体与氨或含氨的物质在第一反应

器中混合，从而形成一种或多种缓冲化合物，

b) 将第一反应器中形成的一种或多种缓冲化合物加入第二反应器中，和

c) 在第二反应器中对有机物进行生物转化。

在此，第一反应器是指加入了二氧化碳或含二氧化碳的气体与氨和/或含氨的物质的一个或多个反应器。可以认为该反应器是一种加速器，它可以启动另一个反应器中的生物转化过程或加速已经启动的生物转化过程。

含二氧化碳的混合气体优选含有 1%~100%的二氧化碳，更优选含有 20%~100%的二氧化碳。

含氨的物质优选含有 0.1%~100%的氨，更优选含有 0.5%~100%的氨。含氨的物质可以是例如含氨的废水、富含氨的有机物或任何其他含氨的物质。

在此，第二反应器是指进行生物转化的任何一个或多个反应器。可以具有多个生物转化处理反应器。

反应器可以是任何的反应罐或容器，或者它们仅仅是一些管段。本领域的技术人员可以设计适宜的反应器，以满足各种具体安装需要。

在本文中，生物转化是指对有机物进行部分或完全的水解。该生物转化可以是加压或不加压的过程。

将有机物加入生物转化处理反应器中。该处理反应器中的压力可以高于大气压或是正常大气压。随着所述有机物的分解而产生含有 CH_4 和 CO_2 的沼气。

给产生所述一种或多种缓冲化合物的所述一个或多个反应器加压。所述压力优选至少约 1.8 bar (巴)。

于是在第一反应器中形成了随后被加入第二反应器的缓冲化合物，在这种情况下，在第二反应器中加入酸或碱不会引起 pH 的显著变化，而且该条件对于微生物发挥作用是最佳的。所产生的缓冲化合物可以是具有缓冲性能的任何化合物。

本发明所述方法对于启动生物转化过程或加速正在进行的生物转化

过程是特别有利的。在文献中有一些关于氨毒性的提法。以前认为, 3000 mg/l 的氨含量是有毒的, 1500 mg/l~3000 mg/l 的氨含量是抑制性的。但是, 现在人们吃惊地发现, 待处理的物质中的氨含量相当高, 而生物转化仍会发生。

当在沼气燃烧工厂或其直接相邻的地方处理有机物时, 本发明的方法是特别有利的。生物转化产生出经水解的物质和沼气。通过在沼气燃烧工厂燃烧沼气, 可将所产生的沼气转化成电能。沼气燃烧所产生的废气富含二氧化碳, 所以对环境是有害的。在本发明的方法中, 这种废气可以被用作二氧化碳源。此时, 不必再为沼气燃烧工厂提供单独的气体净化工厂。

被加压的第一反应器产生出碳酸氢铵, 因为例如氨和二氧化碳(离解成 NH_4^+ 和 HCO_3^- 离子)这两种气体趋于占有尽可能小的空间。这时, 反应物铵离子与碳酸根离子结合, 根据反应溶液中游离氨的量的不同, 生成碳酸氢铵或碳酸铵。作为缓冲剂, 这两种盐与游离氨和碳酸的比例为 1:10。由于厌氧微生物的生存条件在很大程度上依赖于游离氨的量和 pH, 即在 pH 升高时, 微生物的生命活动会减弱, 所以, 特别是在含有大量干燥物质和已经以无氧方式产生了氨的物质的进料中, 缓冲剂的存在是极为有利的。而且, 所述生物转化过程中形成的或存在于所述有机物中的乙酸、丙酸或戊酸等羧酸可与所述游离氨形成缓冲剂。压力有助于缓冲剂的形成。

在将欲通过本发明的方法处理的有机物加入反应器之前, 可以将其保存在酸性或碱性条件下。这就意味着, 在生物转化前, 欲进行生物转化的物质被卫生化了。

本发明的方法中进行的生物转化可以是嗜温的或嗜热的。在本文中, 术语“嗜温的”表示生物转化在低于 40°C 的温度进行。在本文中, 术语“嗜热的”表示生物转化在 40°C~70°C 的温度进行, 优选在 55°C~65°C 的温度进行。传统的嗜热生物转化通常难于控制, 而本发明的方法则使该嗜热生物转化易于进行。

例如, 采用本发明的方法, 可以使通过生物处理的鱼的储存和运输

条件不会在保存性、温度和储存时间等方面额外增加成本。

有利的是，可以从生物转化反应器底部通过反应混合物来供应所产生的一种或多种缓冲化合物，以便进行机械混合。

所述有机物是动物来源的物质和植物来源的物质，所述动物来源的物质有例如鱼或鱼废料、禽类或禽类废料，所述植物来源的物质有例如谷类、栽培植物或栽培植物废料，如大麦、卷心菜、马铃薯或马铃薯皮。所述有机物也可以是微生物来源的物质，例如酵母或酵母废料，如用基因方法处理过的酵母废料。所述有机物还可以是上述物质的混合物。另外，所述有机物可以是任何种类的含有机质的废水。

所述生物转化可以在高于大气压的压力例如在约 1.2~6 bar 进行，优选 2~4 bar 的压力。所述生物转化也可以在正常大气压下进行。优选地是，加压进行所述生物转化。

所述生物转化是借助于有机物中存在的微生物和/或所加入的微生物来进行的。

所述方法采用至少两个反应器，其中一个反应器用于产生一种或多种缓冲化合物，另一个反应器用于生物转化。本发明的方法优选连续循环地进行。

所述方法中所用的氨优选由有机物的水解产生。将第一反应器中所形成的一种或多种缓冲化合物加入进行生物转化的第二反应器中。还可以向该生物转化反应器中任选性地加入部分水解的有机物。

氨和二氧化碳反应所得的一种或多种缓冲化合物含有碳酸氢铵和/或碳酸铵以及游离氨和/或碳酸。碳酸氢铵或碳酸铵与游离氨和/或碳酸的比例是 1:10。

可以回收由所述有机物水解得到的产物，并将其用作例如土壤调理剂、肥料或类似肥料的产品或作为驱虫剂。

优选回收生物转化生产中所产生的沼气，可将沼气用作例如用作加热、发电的温室效应气体，或作为燃料。净化后的沼气所含的二氧化碳少于 25%，通常为 15%~20%。

本发明还涉及一种处理有机物的设备。图 1 显示了本发明所述设备

的例子。所述处理有机物的设备包括：至少一个第一反应器 1、至少一个第二反应器 2、向第一反应器 1 中加入二氧化碳或含二氧化碳的气体的导管 3、向第一反应器 1 中加入氨或含氨的物质的导管 4、向第二反应器 2 中输送缓冲化合物的导管 5、向第二反应器 2 中输送有机物的导管 6、从第二反应器 2 中输出沼气的导管 7、从第二反应器 2 中输出水解的或部分水解的物质的导管 8。

在此，第一反应器是指加入了二氧化碳或含二氧化碳的气体与氨和/或含氨的物质的一个或多个反应器。可以认为该反应器是一种加速器，该加速器可以加速第一反应器中的生物转化过程。

在此，第二反应器是指进行生物转化的一个或多个反应器。所述一个或多个反应器可以被加压或处于正常大气压。

下面将更详细地描述本发明的设备的操作。将二氧化碳或含二氧化碳的气体通过导管 3 加入第一反应器 1 中，并将氨或含氨的物质通过导管 4 加入第一反应器 1 中，此后，该反应器中生成一种或多种缓冲化合物。给第一反应器 1 加压。第一反应器 1 中的压力优选约为 1~10 bar，更优选为 2~6 bar。将第一反应器 1 中所产生的一种或多种缓冲化合物通过导管 5 输送到第二反应器 2 中。将有机物通过导管 6 输送到第二反应器 2 中，或者事先将有机物通过导管 6 输送到第二反应器 2 中。缓冲化合物向第二反应器 2 的输送启动生物转化过程，或者，如果生物转化过程正在进行，则一种或多种缓冲化合物向第二反应器 2 的输送会加速该反应器中正进行的生物转化过程。通过导管 7 将生物转化过程中所产生的沼气从第二反应器 2 导出，通过导管 8 导出水解的或部分水解的产物。第二反应器 2 可以被加压或处于常压。

本领域的技术人员很清楚，随着技术进步，可以用不同的途径来贯彻本发明的原则。本发明及其实施方式并不限于上述例子，而是它们可以在权利要求的范围内变化。

实施例

所述试验中采用了以下气瓶：

| | |
|----------------------|-------|
| 甲烷 CH ₄ | 99.5% |
| 二氧化碳 CO ₂ | 100% |
| 氨 NH ₃ | 0.5% |
| 氮 N ₂ | 100% |

气体产生和测量装置:

所使用的含量利用气体稀释器 (diluter) (EnviroNics Inc.) 由所述气瓶获得。

采用 FTIR 气体分析仪 (GASMET™) 来测量离开压力容器时的气体含量。

所述试验容器是约 30 升的压力容器, 在充气时容器中的压力保持在约 4 bar。

所进行的试验:

所述容器装有约 25 升水, 必要时向其中加入氢氧化铵, 以达到所需的氨含量。在压力下将混合气体加入到该溶液中。

输入的总流速保持在 5 升/分。

在氨溶液中进行的试验:

试验 1

首先向氨含量为 2000 mg/l 的水中加入氮, 从而释放出气态的氨。待含量稳定后, 加入以下混合气体:

| | |
|-----------------|-----|
| CH ₄ | 60% |
| CO ₂ | 30% |
| N ₂ | 10% |

图 2 以图解的方式显示了试验 1 的结果。下面的表 1 显示了随着试验的进行, pH 值和碳酸氢铵的量的变化。

表 1

| 样品号 | 时间 (分钟) | pH | NH ₄ HCO ₃ (mg/l) |
|-----|---------|------|---|
| 1 | 3 | 9.55 | 3400 |
| 2 | 6.5 | 9.45 | |
| 3 | 9 | 9.36 | |
| 4 | 12 | 9.27 | 3800 |
| 5 | 15 | 9.16 | |
| 6 | 18 | 9.08 | |
| 7 | 21 | 8.97 | |
| 8 | 24 | 8.84 | |
| 9 | 27 | 8.74 | 9400 |
| 10 | 30 | 8.6 | |
| 11 | 33 | 8.41 | |
| 12 | 36 | 8.17 | |
| 13 | 39 | 7.98 | 12000 |
| 14 | 42 | 7.78 | |
| 15 | 45 | 7.63 | 12000 |

试验 2

首先向氨含量为 2000 mg/l 的水中加入氮，从而释放出气态的氨。待含量稳定后，加入以下混合气体：

CH₄ 60%

N₂ 40%

待输出的含量稳定后，加入以下混合气体：

CH₄ 60%

CO₂ 20%

N₂ 20%

图 3 以图解的方式显示了试验 2 的结果。下面的表 2 显示了随着试验的进行，pH 值和碳酸氢铵的量的变化。

表 2

| 样品号 | 时间 (分钟) | pH | NH ₄ HCO ₃ (mg/l) |
|-----|---------|-------|---|
| 1 | 0 | 11.24 | 2100 |
| 2 | 10 | 11.24 | |
| 3 | 20 | 11.24 | |
| 4 | 25 | 11 | 2700 |
| 5 | 30 | 10.5 | 3800 |
| 6 | 35 | 10.22 | |
| 7 | 40 | 10.04 | 4700 |
| 8 | 45 | 9.89 | |
| 9 | 50 | 9.74 | |
| 10 | 55 | 9.64 | |
| 11 | 60 | 9.5 | 7300 |

试验 3

采用氨气进行试验 3。将以下的混合气体加入容器中的纯水中：

CH₄ 60%

N₂ 40%

待输出的含量稳定后，加入以下混合气体：

CH₄ 60%

CO₂ 20%

N₂ 20%

此后，向该水中加入以下混合气体：

CH₄ 70%

CO₂ 28%

N₂ 12%

上述气体冲刷之后，向该水中加入以下混合气体：

NH₃ 0.5%

N₂ 99.5%

图 4 以图解的方式显示了试验 3 的结果。

试验 4

将 100% 的二氧化碳加入装有 0.2% NH₄ 溶液的 10 升容器中。加入速度为 1 升/分。将压力从 2 bar 开始增加到 8 bar，并测量所形成的 CO₃²⁻ 的

含量。表 3 显示了压力对一种或多种缓冲化合物的形成的影响。

表 3

| 时间 (分钟) | 压力 (kPa) | pH | CO ₃ (毫克/升) |
|---------|----------|------|------------------------|
| 8 | 2 | 9.47 | 8500 |
| 21 | 3 | 9.16 | 12800 |
| 25 | 4 | 8.9 | 14100 |
| 28 | 5 | 8.55 | 17100 |
| 37 | 6 | 8.11 | 17900 |
| 42 | 7 | 7.15 | 25700 |
| 60 | 7.8 | 6.87 | 26000 |

试验 5

将 100% 的二氧化碳加入装有 0.2% NH₄ 溶液的 30 升容器中。加入速度为 3 升/分。将压力从 2 bar 开始增加到 8 bar，并测量所形成的 CO₃²⁻ 的含量。表 4 显示了压力对一种或多种缓冲化合物的形成的影响。

表 4

| 时间 (分钟) | 压力 (kPa) | pH | CO ₃ (毫克/升) |
|---------|----------|------|------------------------|
| 5 | 3 | 9.35 | 9400 |
| 13 | 4 | 8.93 | 15400 |
| 18 | 5 | 8.5 | 20500 |
| 25 | 6 | 7.6 | 22200 |
| 30 | 7 | 7.28 | 26100 |
| 37 | ~8 | 7.11 | 26000 |

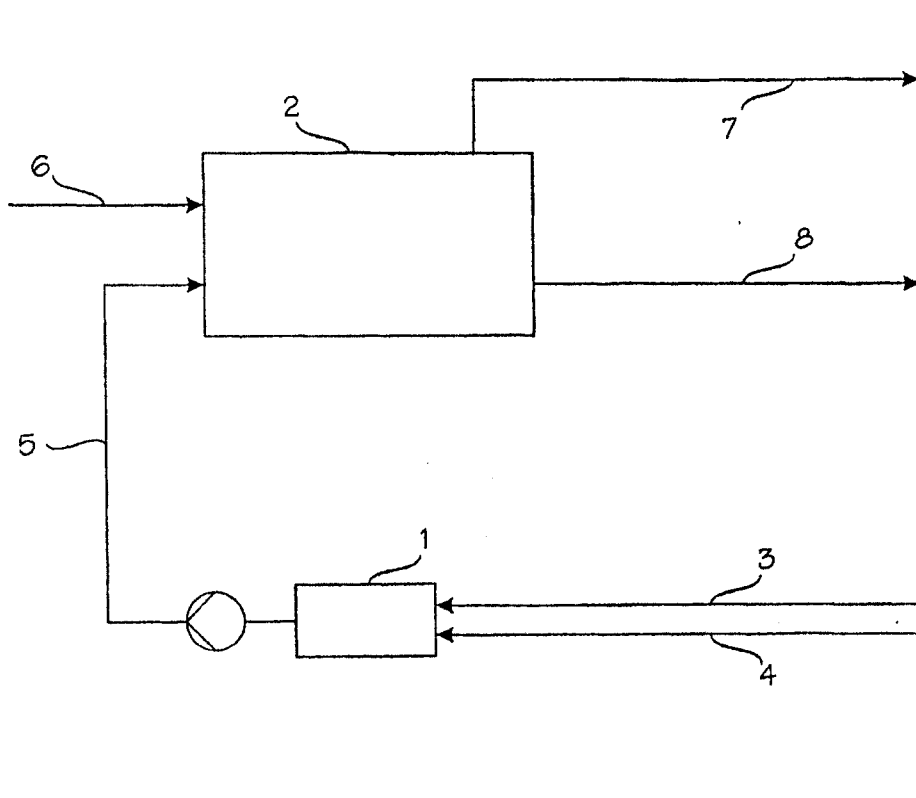


图 1

生物反应器
试验 1

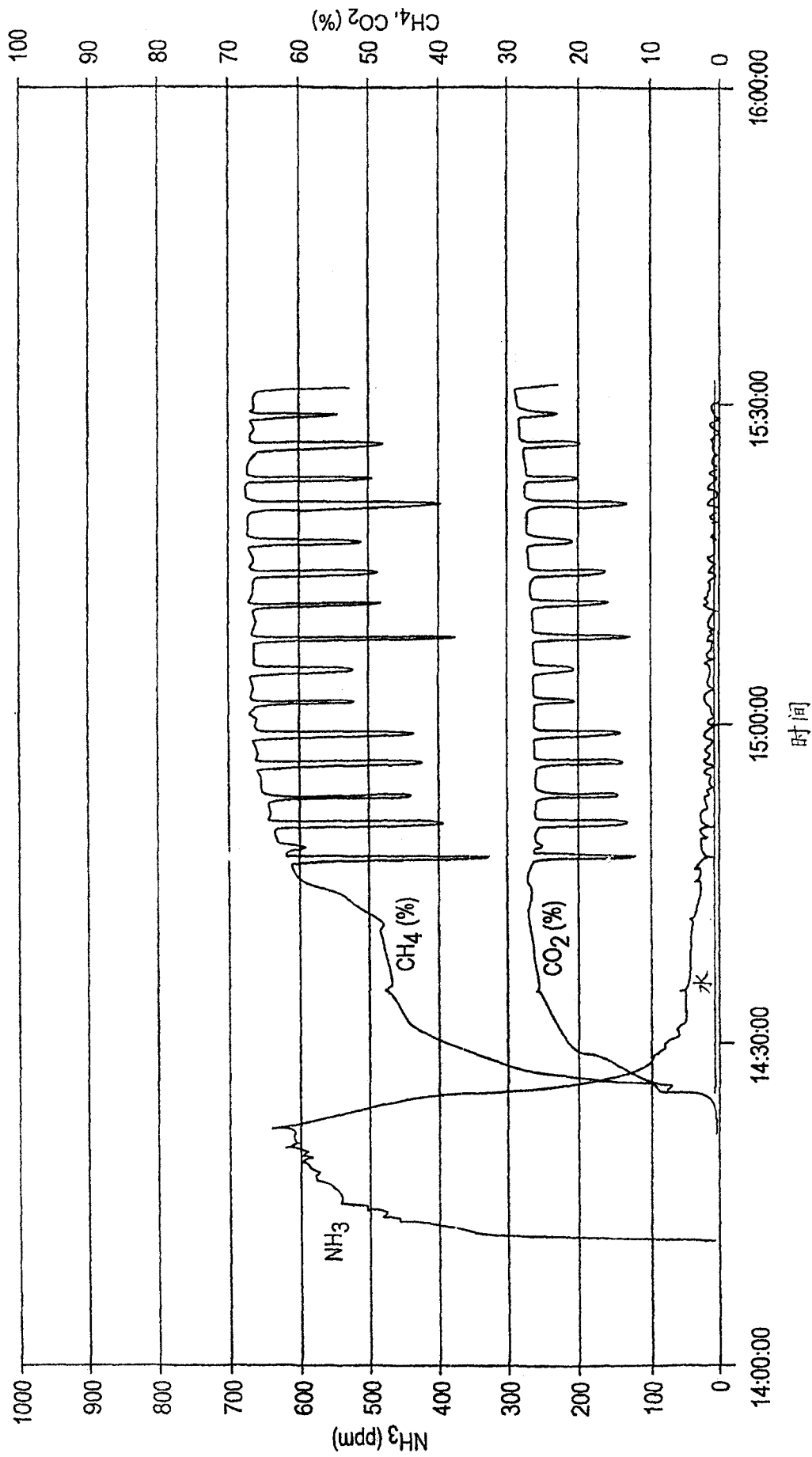


图 2

生物反应器
试验 2

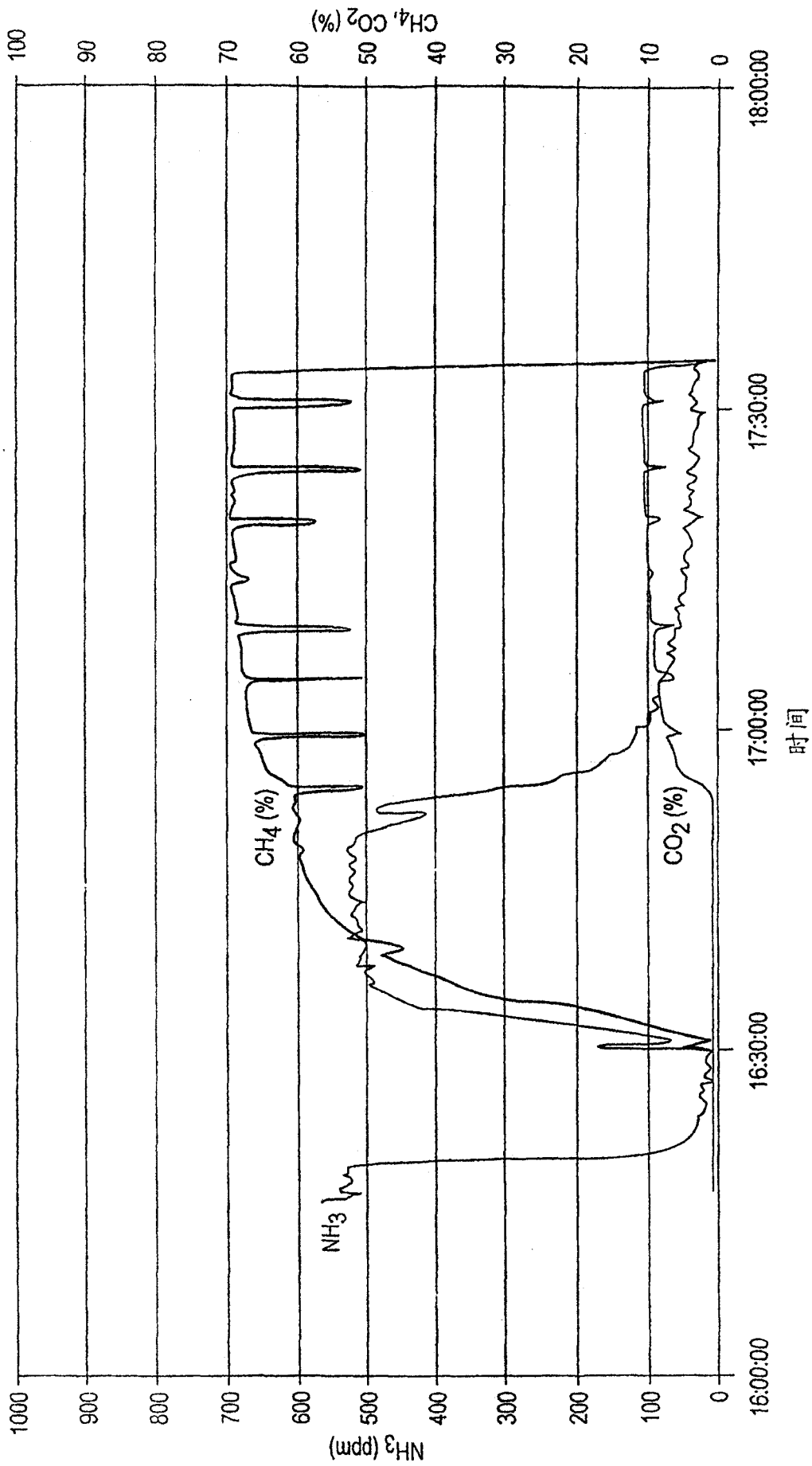


图 3

生物反应器
试验3

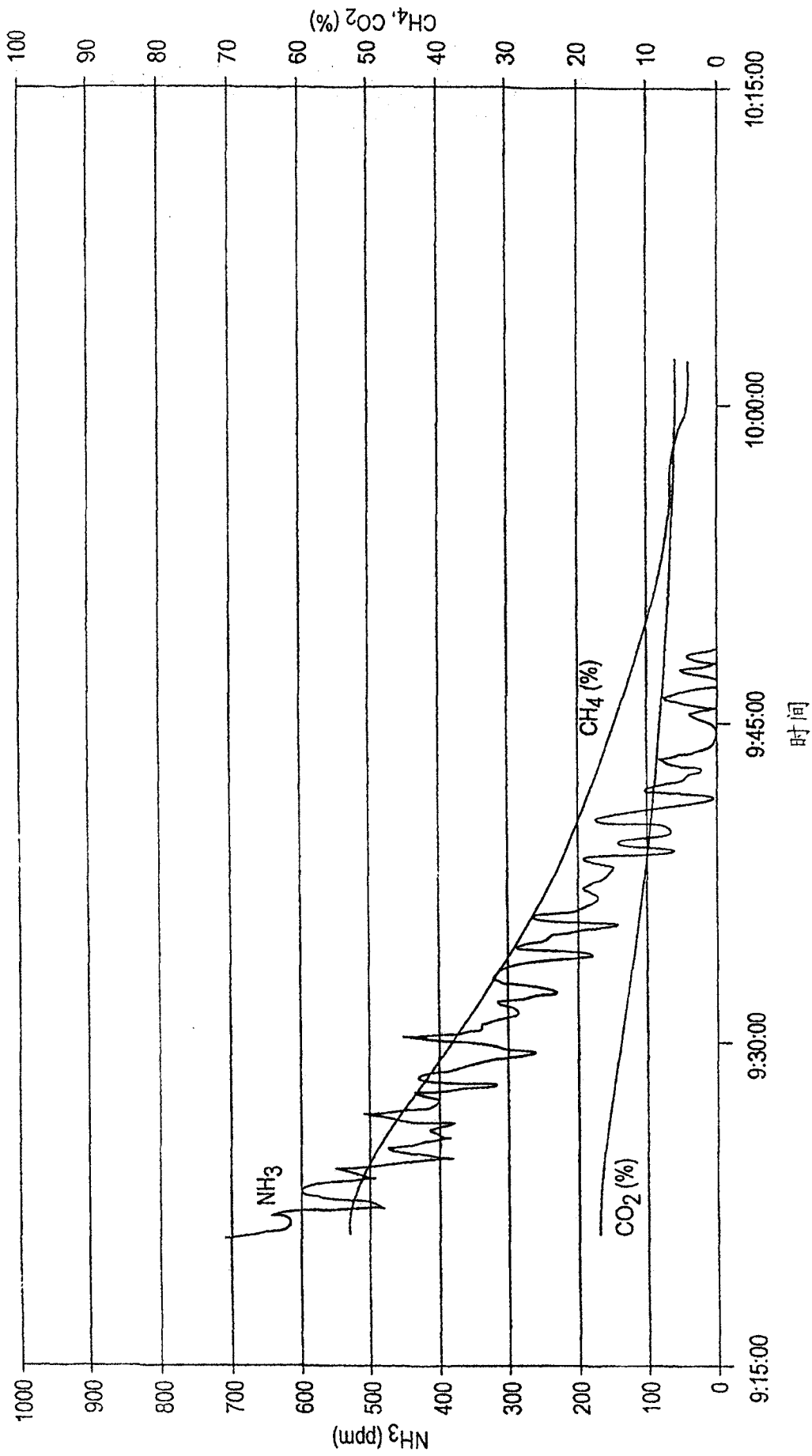


图 4