

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01D 53/04

B01D 53/86 A61M 16/00

B01D 53/047



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01816086.7

[43] 公开日 2003 年 12 月 17 日

[11] 公开号 CN 1462206A

[22] 申请日 2001.9.27 [21] 申请号 01816086.7

[30] 优先权

[32] 2000. 9. 27 [33] JP [31] 294794/2000

[32] 2001. 5. 15 [33] JP [31] 144201/2001

[86] 国际申请 PCT/JP01/08441 2001.9.27

[87] 国际公布 WO02/26355 英 2002.4.4

[85] 进入国家阶段日期 2003.3.21

[71] 申请人 昭和电工株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 堀田雅敏 冈正和 古瀬良雄

跡边仁志 茶圆茂广

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

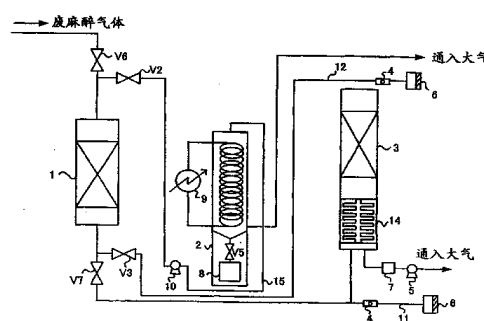
代理人 段承恩 陈海红

权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 4 页

[54] 发明名称 废麻醉气体的处理方法和设备

[57] 摘要

本发明提供一种从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的处理方法和设备，将所述气体引入装有吸附剂的吸附柱，其中所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂被吸附从而除去，然后将所述气体引入装有氧化亚氮分解催化剂的催化剂层，在其中使氧化亚氮分解成氮气和氧气。通过使用本发明废麻醉气体处理方法和设备，可使有可能破坏臭氧层的挥发性麻醉剂或作为全球变暖气体的氧化亚氮变得无害，同时防止其释放至大气中。



1. 一种从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的处理方法，包括以下步骤：使所述气体与吸附剂接触，从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂，然后使包含氧化亚氮的气体与用于使所述氧化亚氮分解的催化剂接触，从而使所述氧化亚氮分解。

2. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法，其中所述处理包括以下两个步骤：

(1) 将从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入吸附柱、使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触、从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的步骤，和

(2) 使从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体与催化剂接触、从而使所述氧化亚氮分解的步骤。

3. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法，其中所述处理包括以下两个步骤：

(1) 将从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入多个并联连接的吸附柱中的至少一个、使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触、从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的步骤，和

(2) 使从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体与催化剂接触、从而使所述氧化亚氮分解的步骤。

4. 权利要求 2 或 3 中所述废麻醉气体的处理方法，还包括以下步骤(3)：

(3) 使所述挥发性麻醉剂从已吸附所述挥发性麻醉剂的吸附剂中解吸而使所述吸附剂再生、使所述解吸的挥发性麻醉剂冷却、和回收所述液化或冻结的挥发性麻醉剂的步骤。

5. 权利要求 4 中所述废麻醉气体的处理方法，其中通过使所述并联连接的吸附柱交替地转换成步骤(1)和步骤(3)同时进行步骤(1)和步骤(3)。

6. 权利要求 5 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述在步骤(1)和步骤(3)之间的转换是通过定序器在控制下进行的。

7. 权利要求 4 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤(3)在减压下进行, 将步骤(3)中排出的气体引入多个并联连接的吸附柱中的至少一个, 与所述吸附柱中填充的吸附剂接触以通过吸附除去从步骤(3)排出的气体中所含未回收的挥发性麻醉剂。

8. 权利要求 4 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤(3)在引入吹扫气的同时在减压下进行, 将步骤(3)中排出的气体引入多个并联连接的吸附柱中的至少一个, 与所述吸附柱中填充的吸附剂接触以通过吸附除去从步骤(3)排出的包含吹扫气的气体中所含未回收的挥发性麻醉剂。

9. 权利要求 4 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤(3)中, 所述解吸的挥发性麻醉剂的冷却温度为 -95 至 10°C 。

10. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的浓度为 0.1 至 3% 。

11. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述挥发性麻醉剂是氟代醚化合物。

12. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述挥发性麻醉剂是 2-溴-2-氯-1,1,1-三氟乙烷、1-氯-2,2,2-三氟乙基二氟甲基醚和/或氟甲基 2,2,2-三氟-1-(三氟甲基)乙基醚。

13. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述吸附剂是选自活性炭、沸石、二氧化硅、中孔二氧化硅和氧化铝的至少一种吸附剂。

14. 权利要求 13 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述吸附剂的孔径大小为 5 至 100 埃。

15. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述废麻醉气体中所含氧化亚氮的浓度为 3 至 70% 。

16. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述用于使氧化亚氮分解的催化剂是氧化铝型催化剂。

17. 权利要求 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述用于使氧化

亚氮分解的催化剂是选自以下催化剂(I)至(III)的至少一种催化剂:

- (I) 包含其上担载有铝、镁和铈的载体的催化剂,
- (II) 包含其上担载有镁和铈的氧化铝载体的催化剂, 和
- (III) 包含其上担载有铈的载体的催化剂, 所述载体中有由镁和至少一部分铝形成的尖晶石晶体复合氧化物。

18. 权利要求1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述用于使氧化亚氮分解的催化剂是选自以下催化剂(IV)至(VI)的至少一种催化剂:

- (IV) 包含其上担载有铝、铈和至少一种选自锌、铁和锰的金属的载体的催化剂,
- (V) 包含其上担载有铈和至少一种选自锌、铁和锰的金属的氧化铝载体的催化剂,
- (VI) 包含其上担载有铈的载体的催化剂, 所述载体中有由至少一部分铝和至少一种选自锌、铁和锰的金属形成的尖晶石晶体复合氧化物。

19. 权利要求1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述氧化亚氮分解的温度为200至600℃。

20. 权利要求17至19任一项中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述氧化亚氮分解产生的NO_x量为1ppm或更低。

21. 权利要求2或3中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤(2)中, 所述氧化亚氮分解之后在从步骤(1)排出的气体和从步骤(2)中排出的气体之间进行热交换。

22. 权利要求19中所述废麻醉气体的处理方法, 其中检测所述氧化亚氮分解后所含氧化亚氮的浓度, 并基于所检测的氧化亚氮浓度控制所述氧化亚氮分解的温度。

23. 一种用于处理从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的设备, 所述设备包括: 装有利于吸附挥发性麻醉剂的吸附剂的吸附柱, 用于使被吸附的挥发性麻醉剂从所述吸附剂中解吸而使所述吸附剂再生的减压装置, 用于使解吸的挥发性麻醉剂冷却或冷冻的冷却器, 用于回收冷却或冷冻的挥发性麻醉剂的回收装置, 和装有利于使所述废麻醉气体中所含氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器。

24. 权利要求 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，其中所述吸附柱与所述分解反应器相连以将包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入装有吸附剂的吸附柱，然后将所述吸附柱排出的包含氧化亚氮的气体引入装有助于使氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器。

25. 权利要求 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，其中设有多个吸附柱，所述吸附柱并联连接。

26. 权利要求 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括在使从所述吸附剂中解吸的挥发性麻醉剂冷却并回收液化或冻结的挥发性麻醉剂之后用于使所述气体返回吸附柱入口的管线。

27. 权利要求 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括向吸附柱中引入吹扫气的吹扫气引入管线，和在使从所述吸附剂中解吸的挥发性麻醉剂冷却并回收液化或冻结的挥发性麻醉剂之后用于使所述包含吹扫气的气体返回吸附柱入口的管线。

28. 权利要求 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括用于引导能稀释引入分解反应器的气体的稀释气的泵，和用于将所述稀释气引入分解反应器入口的管线。

29. 权利要求 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括用于在引入分解反应器的气体和从分解反应器排出的气体之间进行热交换的换热器。

30. 权利要求 29 中所述用于处理废麻醉气体的设备，其中所述分解反应器和所述换热器整体地构成，引入分解反应器的气体和从分解反应器排出的气体之间的热交换在所述换热器内进行。

31. 权利要求 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括用于检测从分解反应器排出的气体中所含氧化亚氮浓度的氧化亚氮气体检测器，和用于基于所述氧化亚氮气体检测器测量的氧化亚氮浓度控制分解反应器温度的温度控制装置。

废麻醉气体的处理方法和设备

相关申请的交叉参考

本申请是按照 35 U.S.C. § 111(a) 提出的申请, 依据 35 U.S.C. § 119(e) (1) 要求 2000 年 10 月 20 日按照 35 U.S.C. § 111(b) 申请的 US 临时申请 60/241 743 的申请日权益。

技术领域

本发明涉及一种从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的处理方法和设备。

背景技术

自 1960 年以来, 麻醉气体对手术室的污染和麻醉气体对手术室内工作人员健康的有害影响一直认为是需要解决的问题。已知长期吸入手术室内泄漏的麻醉气体扰乱健康。所述麻醉气体意指包含氧化亚氮、挥发性麻醉剂和氧气的混合气, 所述废麻醉气体意指患者呼吸后的麻醉气体。所述废麻醉气体的组成与所述麻醉气体的组成近似, 包含挥发性麻醉剂、高浓度的氧化亚氮、和氧气。在美国, 国家职业安全与健康研究所(NIOSH) 作为可允许的标准建议使氧化亚氮(N_2O) 降至 25ppm 或更低, 挥发性麻醉剂在单独使用的情况下降低至 2ppm, 在与氧化亚氮组合使用的情况下降至 0.5ppm 或更低。因此, 迫使所有麻醉机配备废麻醉气体排除设备, 目前手术室内环境可达到上述水平。

所述废麻醉气体排除设备是通过让压缩空气等伴随所述气体向室外排放来自患者呼出的废麻醉气体。但目前通过所述废麻醉气体排除设备从各手术室排出的气体在不经任何处理的情况下释放至大气中。

从手术室排出的废麻醉气体在以下两方面不同于工厂或焚化设施排放的含氧化亚氮的废气:

- (1) 所述废麻醉气体中所含氧化亚氮的浓度极高, 为 3 至 70%, 和
- (2) 所述废麻醉气体包含挥发性麻醉气体。

在挥发性麻醉剂中, 据说含氯的挥发性麻醉剂破坏臭氧层。而且, 第三次国际全球变暖大会(COP3)上, 特别地将氧化亚氮以及二氧化氮、甲烷和含氯氟烃定为因温室效应引起温度升高的全球污染物(所述升温效应高达二氧化碳的约 300 倍)。

因此, 从全球环境保护的观点出发, 不能用所述废麻醉气体排除设备将所述废麻醉气体原样释放至大气中, 而必须除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂和氧化亚氮或使之变得无害。

关于处理所述废麻醉气体的传统方法, (1) 一种使废麻醉气体中所含氧化亚氮分解的方法描述在 JP-B-61-45486(本文所用术语“JP-B”意指“审定的日本专利公报”)、JP-B-61-45487、US 4 259 303(JP-B-61-50650 和 JP-B-62-27844) 中。(2) Arai 等提出一种冷却从而除去废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的方法(参见 Rinsho Masui (Clinical Anesthesia), Vol. 1, No. 1, p98(1977)、Fujita Gakuen Igaku-kai Shi (Journal of Medical Society of Fujita Educational Institute), Vol. 5, p117(1981))。此外, (3) 报道了一种通过镍铬合金丝加热使所述氧化亚氮热分解的方法, 作为在不使用催化剂的情况下处理废麻醉气体中所含氧化亚氮的方法(参见 Masui (Anesthesia), No. 28, p1242(1979))。

根据使氧化亚氮分解的方法(1), 可使高浓度的氧化亚氮分解但产生 5 至 32ppm 的作为氮氧化物的一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂) (以下统称为“NO_x”), 因此, 产生超过 NO₂ 的 3ppm(TWA, 时间加权平均值)的可允许浓度的 NO_x 仍是问题。此外, 反应气体中存在例如约 1 至 3%的水分时, 催化剂的活性可能下降, 这也是需要解决的问题。

废麻醉气体原样供给氧化亚氮分解催化剂时, 有时导致所述氧化亚氮分解催化剂的比表面积减小而使活性极度降低。其原因尚不清楚, 但推测是所述挥发性麻醉剂分解时产生的酸使所述氧化亚氮分解催化剂失活。因此, 为保持氧化亚氮分解催化剂的活性, 必须除去挥发性麻醉剂, 但有效地除去废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的方法迄今还不知道。

Arai 等提出的冷却从而除去废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的上述方法(2)有盈利能力的问题,因为必须在每个手术室安装挥发性麻醉气体排除装置和用于使所述排除装置冷却的冷却装置。此外,从位置和卫生方面考虑,在手术室安装大设备如低温致冷装置是不优选的。另外,在处理从各手术室排出的废麻醉气体汇集的管道中流出的大量气体的情况下,带来不能令人满意地除去所述挥发性麻醉剂的问题。由于这些原因,此方法不实用。

在不使用催化剂的情况下通过镍铬合金丝加热使氧化亚氮热分解的上述方法(3)鉴于安全而不优选在医院使用,因为反应温度高达 900℃,需要中和清洗装置,而且产生的 NO_x 浓度极高,约 0.1%。

迄今还不知道能连续地处理从各手术室排出的废麻醉气体中所含较大的挥发性麻醉剂和氧化亚氮的方法和设备。随着目前对因氧化亚氮所致全球变暖的关注增加,迫切需要能连续地处理包含挥发性麻醉气和氧化亚氮的废麻醉气体的方法和设备。

在这些情况下完成的本发明是要提供一种用于处理从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的方法和设备。

发明概述

为解决上述问题,本发明人经过广泛的研究,发现利用一种用于处理废麻醉气体的方法和设备可克服这些问题,所述方法包括:(1) 将包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入例如多个并联连接的吸附柱中的至少一个、使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触、从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的步骤,和(2) 使从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体与催化剂接触、从而使所述氧化亚氮分解的步骤;所述设备包括:装有利于吸附挥发性麻醉剂的吸附剂的吸附柱,用于使被吸附的挥发性麻醉剂从所述吸附剂中解吸而使所述吸附剂再生的减压装置,用于使解吸的挥发性麻醉剂冷却或冷冻的冷却器,用于回收冷却或冷冻的挥发性麻醉剂的回收装置,和装有利于使所述废麻醉气体中所含氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器。基于此发现完成了本发

明。

发明的公开

本发明涉及以下内容 1 至 31。

1. 一种从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的处理方法，包括以下步骤：使所述气体与吸附剂接触，从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂，然后使包含氧化亚氮的气体与用于使所述氧化亚氮分解的催化剂接触，从而使所述氧化亚氮分解。

2. 以上 1 中所述废麻醉气体的处理方法，其中所述处理包括以下两个步骤：

(1) 将从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入吸附柱、使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触、从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的步骤，和

(2) 使从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体与催化剂接触、从而使所述氧化亚氮分解的步骤。

3. 以上 1 中所述废麻醉气体的处理方法，其中所述处理包括以下两个步骤：

(1) 将从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入多个并联连接的吸附柱中的至少一个、使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触、从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的步骤，和

(2) 使从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体与催化剂接触、从而使所述氧化亚氮分解的步骤。

4. 以上 2 或 3 中所述废麻醉气体的处理方法，还包括以下步骤(3)：

(3) 使所述挥发性麻醉剂从已吸附所述挥发性麻醉剂的吸附剂中解吸而使所述吸附剂再生、使所述解吸的挥发性麻醉剂冷却、和回收所述液化或冻结的挥发性麻醉剂的步骤。

5. 以上 4 中所述废麻醉气体的处理方法，其中通过使所述并联连接的吸附柱交替地转换成步骤(1)和步骤(3)同时进行步骤(1)和步骤(3)。

6. 以上5中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述在步骤(1)和步骤(3)之间的转换是通过定序器在控制下进行的。

7. 以上4中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤(3)在减压下进行, 将步骤(3)中排出的气体引入多个并联连接的吸附柱中的至少一个, 与所述吸附柱中填充的吸附剂接触以通过吸附除去从步骤(3)排出的气体中所含未回收的挥发性麻醉剂。

8. 以上4中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤(3)在引入吹扫气的同时在减压下进行, 将步骤(3)中排出的气体引入多个并联连接的吸附柱中的至少一个, 与所述吸附柱中填充的吸附剂接触以通过吸附除去从步骤(3)排出的包含吹扫气的气体中所含未回收的挥发性麻醉剂。

9. 以上4中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤(3)中, 所述解吸的挥发性麻醉剂的冷却温度为-95至10℃。

10. 以上1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的浓度为0.1至3%。

11. 以上1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述挥发性麻醉剂是氟代醚化合物。

12. 以上1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述挥发性麻醉剂是2-溴-2-氯-1,1,1-三氟乙烷、1-氯-2,2,2-三氟乙基二氟甲基醚和/或氟甲基2,2,2-三氟-1-(三氟甲基)乙基醚。

13. 以上1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述吸附剂是选自活性炭、沸石、二氧化硅、中孔二氧化硅和氧化铝的至少一种吸附剂。

14. 以上13中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述吸附剂的孔径大小为5至100埃。

15. 以上1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述废麻醉气体中所含氧化亚氮的浓度为3至70%。

16. 以上1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述用于使氧化亚氮分解的催化剂是氧化铝型催化剂。

17. 以上1中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述用于使氧化亚氮分解的催化剂是选自以下催化剂(I)至(III)的至少一种催化剂:

- (I) 包含其上担载有铝、镁和铈的载体的催化剂,
- (II) 包含其上担载有镁和铈的氧化铝载体的催化剂, 和
- (III) 包含其上担载有铈的载体的催化剂, 所述载体中有由镁和至少一部分铝形成的尖晶石晶体复合氧化物。

18. 以上 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述用于使氧化亚氮分解的催化剂是选自以下催化剂 (IV) 至 (VI) 的至少一种催化剂:

(IV) 包含其上担载有铝、铈和至少一种选自锌、铁和锰的金属的载体的催化剂,

(V) 包含其上担载有铈和至少一种选自锌、铁和锰的金属的氧化铝载体的催化剂,

(VI) 包含其上担载有铈的载体的催化剂, 所述载体中有由至少一部分铝和至少一种选自锌、铁和锰的金属形成的尖晶石晶体复合氧化物。

19. 以上 1 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述氧化亚氮分解的温度为 200 至 600℃。

20. 以上 17 至 19 任一项中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述氧化亚氮分解产生的 NO_x 量为 1ppm 或更低。

21. 以上 2 或 3 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中所述步骤 (2) 中, 所述氧化亚氮分解之后在从步骤 (1) 排出的气体和从步骤 (2) 中排出的气体之间进行热交换。

22. 以上 19 中所述废麻醉气体的处理方法, 其中检测所述氧化亚氮分解后所含氧化亚氮的浓度, 并基于所检测的氧化亚氮浓度控制所述氧化亚氮分解的温度。

23. 一种用于处理从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的设备, 所述设备包括: 装有利于吸附挥发性麻醉剂的吸附剂的吸附柱, 用于使被吸附的挥发性麻醉剂从所述吸附剂中解吸而使所述吸附剂再生的减压装置, 用于使解吸的挥发性麻醉剂冷却或冷冻的冷却器, 用于回收冷却或冷冻的挥发性麻醉剂的回收装置, 和装有利于使所述废麻醉气体中所含氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器。

24. 以上 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备, 其中所述吸附柱与

所述分解反应器相连以将包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入装有吸附剂的吸附柱，然后将所述吸附柱排出的包含氧化亚氮的气体引入装有助于使氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器。

25. 以上 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，其中设有多个吸附柱，所述吸附柱并联连接。

26. 以上 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括在使从所述吸附剂中解吸的挥发性麻醉剂冷却并回收液化或冻结的挥发性麻醉剂之后用于使所述气体返回吸附柱入口的管线。

27. 以上 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括向吸附柱中引入吹扫气的吹扫气引入管线，和在使从所述吸附剂中解吸的挥发性麻醉剂冷却并回收液化或冻结的挥发性麻醉剂之后用于使所述包含吹扫气的气体返回吸附柱入口的管线。

28. 以上 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括用于引导能稀释引入分解反应器的气体的稀释气的泵，和用于将所述稀释气引入分解反应器入口的管线。

29. 以上 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括用于在引入分解反应器的气体和从分解反应器排出的气体之间进行热交换的换热器。

30. 以上 29 中所述用于处理废麻醉气体的设备，其中所述分解反应器和所述换热器整体地构成，引入分解反应器的气体和从分解反应器排出的气体之间的热交换在所述换热器内进行。

31. 以上 23 中所述用于处理废麻醉气体的设备，包括用于检测从分解反应器排出的气体中所含氧化亚氮浓度的氧化亚氮气体检测器，和用于基于所述氧化亚氮气体检测器测量的氧化亚氮浓度控制分解反应器温度的温度控制装置。

附图简述

图 1 是本发明废麻醉气体处理设备之一例的示意图。

图 2 是本发明废麻醉气体处理设备之一例的示意图。

图 3 是本发明废麻醉气体处理设备之一例的示意图。

图4是本发明废麻醉气体处理设备之一例的示意图。

实施方式

下面详细地描述本发明。

下面描述本发明的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的处理方法。

本发明废麻醉气体处理方法的特征在于，使包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体与吸附剂接触的步骤和使所述气体与用于使氧化亚氮分解的催化剂接触的步骤。

本发明废麻醉气体处理方法的特征在于：先进行步骤(1) 将包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入吸附柱，使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触，从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂；然后进行步骤(2) 将从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体引入装有用于使氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器，使氧化亚氮与催化剂接触，从而使所述氧化亚氮分解成氮气和氧气。

此外，本发明废麻醉气体处理方法的特征在于以下步骤：

先进行步骤(1) 将包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入可通过转换操作的多个并联连接的吸附柱中的至少一个，使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触，从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂；然后进行步骤(2) 将从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体引入装有用于使氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器，使氧化亚氮与催化剂接触，从而使所述氧化亚氮分解成氮气和氧气。

关于与氧化亚氮混合的挥发性麻醉剂，以前使用氟烷(2-溴-2-氯-1,1,1-三氟乙烷)，但近年来主要使用氟代醚如异氟醚(1-氯-2,2,2-三氟乙基二氟甲基醚)、七氟醚(氟甲基 2,2,2-三氟-1-(三氟甲基)乙基醚)、氯氟醚(2-氯-1,1,2-三氟乙基二氟甲基醚)和去氟烷(1,2,2,2-四氟乙基二氟甲基醚)。例如，在向装有氟代醚型挥发性麻醉剂的麻醉机中供应氧气，以使挥发性麻醉剂在麻醉气体中含量为2至3%，并使所述氟代醚型挥发性麻醉剂的蒸气压部分与氧化亚氮混合之后，使用这些氟代醚型挥

发性麻醉剂。

各组分以例如这样的量包含在用于手术室的麻醉气体中：氧化亚氮为 4L/min，氧气为 2L/min，挥发性麻醉剂占全部麻醉气体的 2 至 3%。作为麻醉气体使用之后所述挥发性麻醉剂占废麻醉气体的 0.1 至 3%。例如，假定挥发性麻醉剂占废麻醉气体的 3%且一次手术用 8 小时，在用七氟醚作为挥发性麻醉剂的情况下，所述挥发性麻醉剂的用量对于气体形式为每个手术室约 90L，对于液体形式为每个手术室约 771g。为仅通过吸附至活性炭中除去此七氟醚，根据本发明人的实验，所述活性炭例如椰壳炭 Y-10(Ajinomoto Fine Techno Corp. 生产)的用量为约 9.3kg。

许多情况下从手术室排出的废麻醉气体通过汇集各手术室的管道从医院中释放出来。手术同时进行或手术花费较长时间时，必须使用为上述量的许多倍的大量活性炭，为每次手术更换所述活性炭，需要大量的时间和劳动力，因而不利地导致成本巨大。

本发明废麻醉气体处理方法中，可用一个吸附柱吸附废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂。但为连续而且有效地处理废麻醉气体，因上述原因希望使用多于一个吸附柱，而且使所述多于一个吸附柱并联连接。

操作过程中可通过周期性地转换操作多于一个的并联连接的吸附柱。所述吸附柱的尺寸和吸附柱中填充的吸附剂量可根据废麻醉气体的流量和挥发性麻醉剂的浓度适当选择，以使所述挥发性麻醉剂不从吸附柱出口流出。为有效地进行挥发性麻醉剂的吸附，所述吸附柱优选这样操作：在吸附剂的吸附作用达到吸附容量的约 3/4 时将气流切换至新吸附柱，从而使所述吸附操作连续进行。

可用于本发明废麻醉气体处理方法的吸附剂的例子包括沸石、二氧化硅、中孔二氧化硅、氧化铝和活性炭。可使用选自这些吸附剂的至少一种吸附剂，特别优选活性炭或氧化铝。在活性炭的情况下，含有少量灰分的活性炭是优选的。灰分含量可优选为 1%(质量)或更低、更优选 0.5%(质量)或更低、最优选 0.2%(质量)或更低。灰分意指活性炭中所含无机组分如 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 TiO_2 和 Cr_2O_3 。这些无机组分中，优选碱金属和碱土金属化合物的含量较少的。如果用包

含很多碱金属和/或碱土金属的活性炭反复进行挥发性麻醉剂的吸附和解吸处理,可能导致所述挥发性麻醉剂分解。在非活性炭的吸附剂的情况下,同样优选碱金属和碱土金属化合物的含量较少的。可能优选低于300ppm、更优选低于100ppm、进一步优选低于50ppm。考虑到所述挥发性麻醉剂的分子大小,所述吸附剂优选有5至100埃、优选7至50埃、更优选7至20埃的孔径大小。在活性炭的情况下,孔径大于100埃的活性炭可用作吸附剂。

在所述废麻醉气体包含湿气的情况下,可在所述吸附处理之前使废麻醉气体冷却或与诸如二氧化硅和亲水性沸石等吸附剂接触以除去所述湿气。

选自上述吸附剂的吸附剂可单独使用,或者两种或多种以任意比例组合使用。两种或多种吸附剂的混合比可根据诸如所述废麻醉气体的浓度等条件适当选择。

所述废麻醉气体与吸附剂接触而从中吸附除去挥发性麻醉剂之后,使用氧化亚氮分解的催化剂使包含氧化亚氮的所得气体分解成氮气和氧气。可使用的使氧化亚氮分解的催化剂的例子包括氧化铝型催化剂,其中贵金属担载在氧化铝上。可使用选自以下(I)至(III)的至少一种催化剂:

- (I) 其中铝、镁和铈担载在载体上的催化剂,
- (II) 其中镁和铈担载在氧化铝载体上的催化剂,和
- (III) 其中铈担载在载体上的催化剂,所述载体中有由镁和至少一部分铝形成的尖晶石晶体复合氧化物。

此外,可使用选自以下(IV)至(VI)的至少一种催化剂:

- (IV) 包含其上担载有铝、铈和至少一种选自锌、铁和锰的金属的载体的催化剂,
- (V) 包含其上担载有铈和至少一种选自锌、铁和锰的金属的氧化铝载体的催化剂,
- (VI) 包含其上担载有铈的载体的催化剂,所述载体中有由至少一部分铝和至少一种选自锌、铁和锰的金属形成的尖晶石晶体复合氧化物。

所述氧化亚氮分解时，可产生超过可允许浓度的 NO_x 。在此情况下，为使 NO_x 的量降至 1ppm 或更低，优选使用选自上述 (I) 至 (VI) 的至少一种用于使氧化亚氮分解的催化剂。

装有氧化亚氮分解催化剂的分解反应器的温度可设定在 200 至 600℃、优选 300 至 500℃、更优选 350 至 450℃ 的范围内。通过将装有所述催化剂的分解反应器的温度设定在此温度范围内，可有效地使氧化亚氮分解，同时通过使用上述分解催化剂，可使产生的 NO_x 量降至 1ppm 或更低。如果分解反应器的温度低于 200℃，则不能使氧化亚氮充分分解，而如果温度超过 600℃，则催化剂寿命缩短，而且从安全考虑，也不优选在医院的设施中使用超过 600℃ 的高温。

所述废麻醉气体中包含 3 至 70% 浓度的氧化亚氮。从吸附并因此除去挥发性麻醉剂的废麻醉气体排除设备中排出的废麻醉气体被连续地引入氧化亚氮分解反应器中。用压缩空气伴随和稀释引入此反应器中的气体，不过，其中所含氧化亚氮的浓度有时高达约 25%。从所述催化剂的分解能力方面来看，即使所述气体原样引入催化剂层也没有问题。但考虑到所述催化剂的活性和寿命，优选引入催化剂层的氧化亚氮浓度较低。因此，优选将引入氧化亚氮分解反应器的气体稀释使氧化亚氮浓度降至 10% 或更低、更优选 5% 或更低。

用于稀释所述含氧化亚氮气体的气体无特殊限制，只要所述气体不影响所述催化剂就可以，可使用例如空气、氮气或惰性气体如氦气和氩气。从经济的观点出发，优选原样使用干燥空气或大气。

引入氧化亚氮分解反应器的气体的温度接近常温，被催化剂分解的气体加热至 200 至 600℃。本发明处理方法中，在引入分解反应器之前和之后，使气体通过设置在分解反应器入口和出口处的换热器以在引入反应器的气体和从反应器排出的气体之间进行热交换，从而可降低加热能量和冷却能量，可提高能效。

本发明处理方法中，在从分解反应器排出的分解气体释放至大气之前检测氧化亚氮气体的浓度从而可基于所检测的浓度控制分解反应器的温度。监测从分解反应器出口排出的氧化亚氮以检测氧化亚氮分解催化

剂的活性降低，并根据所检测的氧化亚氮浓度，控制分解反应温度，例如提高温度。

在另一实施方案中，本发明废麻醉气体处理方法的特征在于：先进行(1) 将包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体引入多个并联连接的吸附柱中的至少一个、使所述气体与所述吸附柱中填充的吸附剂接触、从而吸附除去所述废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的步骤，然后进行(2) 使从步骤(1)中排出的包含氧化亚氮的气体与催化剂接触、从而使所述氧化亚氮分解的步骤，最后进行(3) 使所述挥发性麻醉剂从已吸附所述挥发性麻醉剂的吸附剂中解吸而使所述吸附剂再生、使所述解吸的挥发性麻醉剂冷却、和回收所述液化或冻结的挥发性麻醉剂的步骤。

所述吸附除去挥发性麻醉剂的步骤(1)和使挥发性麻醉剂解吸的步骤(3) 优选通过使所述并联连接的吸附柱交替地转换成步骤(1)和步骤(3) 同时进行。在步骤(3)中，用真空泵使已吸附挥发性麻醉剂的吸附剂减压使被吸附的挥发性麻醉剂解吸，从而可使所述吸附剂再生。即所述挥发性麻醉剂从吸附剂中解吸和回收同时意味着所述吸附剂被再生。所述挥发性麻醉剂解吸后，所述吸附剂可再用作吸附剂用于从废麻醉气体中除去挥发性麻醉剂。因此，吸附剂再生过程中通过将所述气流切换至新吸附柱操作吸附柱时，可在不停止所述处理设备的操作的情况下几乎同时进行吸附剂的再生和解吸的挥发性麻醉剂的回收。可通过例如用定序器控制电磁阀进行各步骤的切换。

在步骤(3)中，用真空使装有吸附剂的吸附柱减压时，可向所述吸附柱中引入吹扫气，以使被吸附的挥发性麻醉剂解吸，从而可使所述吸附剂再生。所述吹扫气无特殊限制，但可使用例如空气、氮气和惰性气体。从经济的观点出发，优选原样使用干燥空气或大气。

本发明中，在通过使被吸附剂吸附的挥发性麻醉剂从吸附剂中解吸使吸附剂再生的同时，将解吸的挥发性麻醉剂引入冷却设备，从而使所述挥发性麻醉剂液化或冻结，然后回收。回收的挥发性麻醉剂可进一步提纯，也可通过焚化或与分解剂接触使之分解。

从吸附剂中解吸并引入冷却设备的挥发性麻醉剂大多数被液化或冻

结，但从冷却设备中排出的气体仍包含几乎与所述冷却温度下的蒸气压对应的挥发性麻醉剂。这是极微量，但通过将冷却设备排出的气体引入并联连接的多个吸附柱中的至少一个而使所述气体与吸附柱中填充的吸附剂接触，可使从冷却设备排出的气体基本上不含有残留的挥发性麻醉剂。此外，如前面所述，为使挥发性麻醉剂从吸附剂中解吸从而使吸附剂再生，可使用吹扫气，在此情况下，通过使包含挥发性麻醉剂的气体冷却并在所述挥发性麻醉剂液化或冻结然后回收之后将所述气体引入并联连接的多个吸附剂至少之一使所述气体与吸附柱中填充的吸附剂接触，也可使排出的气体基本上不含有残留的挥发性麻醉剂。

使吸附除去挥发性麻醉剂之后的包含氧化亚氮的气体与氧化亚氮分解催化剂接触时，可将所述气体引入装有上述吸附剂的防护吸附柱。使用所述防护吸附柱即使在所述吸附柱已失去其吸附容量时也可防止挥发性麻醉剂流入氧化亚氮分解催化剂。所述防护柱的数量和容量无特殊限制，可根据操作条件选择。

用于冷却从吸附剂中解吸的挥发性麻醉剂的温度可为-95至10℃，但优选为-90至5℃、更优选-40至5℃、最优选-20至5℃。所述冷却温度尽可能低时，挥发性麻醉剂的回收效率被改善，因而，例如可通过将温度降至挥发性麻醉剂的凝固点进行冷却，但鉴于致冷机的能力或热损失，所述温度优选为至少10℃或更低。

在包含解吸的挥发性麻醉剂的气体含有湿气的情况下，可通过冷却或在所述挥发性麻醉剂冷却之前用吸附剂使所述气体脱水。所述挥发性麻醉剂的冷却温度控制在上述范围内能回收挥发性麻醉剂和水分。如前面所述，在冷却温度下未回收的挥发性麻醉剂的蒸气压部分可通过例如再使所述部分和吹扫气一起与吸附剂接触几乎完全吸附除去。

如果所述挥发性麻醉剂未预先用吸附剂处理而仅通过冷却除去，则在用七氟醚(氟甲基 2,2,2-三氟-1-(三氟甲基)乙基醚)作挥发性麻醉剂的情况下，甚至在冷却至-90℃之后，七氟醚也以约100ppm的浓度残留在所述气体中。虽然瞬时值极小，但如果含有残余挥发性麻醉剂的气体与氧化亚氮分解催化剂反应很长时间，所述残余的挥发性麻醉剂也不利地

使催化剂活性下降。按本发明废麻醉气体处理方法，可通过吸附除去挥发性麻醉剂，因而所述冷却温度不必降至低于-95℃的低温点。这样，从盈利能力考虑，本发明废麻醉气体处理方法也是有利的。

所述挥发性麻醉剂的冷却方法无特殊限制，例如可采用用变性酒精作致冷剂的干冰或液氮冷却法。考虑到易操作性，可使用双致冷剂冷却器或专用低温冷却器。

下面描述本发明用于处理废麻醉气体的设备。

本发明用于处理废麻醉气体的设备是用于处理包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体的设备，特征在于包括：装有利于吸附挥发性麻醉剂的吸附剂的吸附柱，用于使被吸附的挥发性麻醉剂从所述吸附剂中解吸而使所述吸附剂再生的减压装置，用于使解吸的挥发性麻醉剂冷却或冷冻的冷却器，用于回收冷却或冷冻的挥发性麻醉剂的回收装置，和装有利于使所述废麻醉气体中所含氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器。

装有利于吸附挥发性麻醉剂的吸附剂的吸附柱与装有利于使氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器相连，以使所述废麻醉气体先引入所述吸附柱，然后将所述吸附柱排出的包含氧化亚氮的气体引入装有利于使氧化亚氮分解的催化剂的分解反应器。此外，设置一或多个装有利于吸附挥发性麻醉剂的吸附剂的吸附柱，在使用多个吸附柱的情况下，它们优选并联连接，所述气流可切换以便可转换操作任意吸附柱。

最佳实施方式

下面结合附图描述本发明用于处理废麻醉气体的设备。

图1是本发明废麻醉气体处理设备之一例的示意图，其中从手术室排出的包含挥发性麻醉剂和氧化亚氮的废麻醉气体，通过吸附除去挥发性麻醉剂，然后回收，接着使氧化亚氮分解。图1所示废麻醉气体处理设备主要由以下装置构成：处理废麻醉气体的步骤中所用装置，包括装有利于吸附从而除去所述挥发性麻醉剂的吸附剂的吸附柱1、装有氧化亚氮分解催化剂的氧化亚氮分解反应器3、换热器14、用于稀释所述含氧化

亚氮气体的稀释气体引导泵 5、流量计 4、稀释气入口 6 和用于测量氧化亚氮分解后排出气中氧化亚氮浓度的氧化亚氮气体检测器 7；和使被吸附剂吸附的挥发性麻醉剂解吸和回收同时使吸附剂再生的步骤中所用装置，包括低温致冷器 9、用于使挥发性麻醉剂冷却的冷却器 2、用于回收所述冷却的挥发性麻醉剂的回收装置 8 和真空泵 10。

图 1 的废麻醉气体处理设备中，设有一个用于吸附挥发性麻醉剂的吸附柱。所述废麻醉气体通过阀 V6 被导入吸附柱 1，然后经阀 V7 进入氧化亚氮分解反应器 3。用于吸附处理的时间可根据吸附剂的吸附容量确定。如前面所述，希望在吸附剂的吸附作用达到吸附剂的吸附容量的约 3/4 时停止所述处理以有效地吸附挥发性麻醉剂。

作为被吸附剂吸附的挥发性麻醉剂的回收方法，可在关闭阀 V6 停止供应废麻醉气体之后进行，例如，通过关闭阀 V7，在通过阀 V3 引入稀释气的同时用真空泵使挥发性麻醉剂解吸，将解吸的挥发性麻醉剂引入冷却器 2 和回收装置 8 以回收所述挥发性麻醉剂。挥发性麻醉剂解吸后所述再生的吸附剂可重复使用。可通过关闭阀 V2 和 V3 并打开阀 V6 和 V7 再开始所述废麻醉气体处理。

图 2 示出本发明废麻醉气体处理设备的另一例，此设备中，在图 1 的废麻醉气体处理设备中增加了防护吸附柱 16。为吸附柱失去吸附能力的情况而设置的防护吸附柱 16 的插入位置无特殊限制，只要位于吸附柱 1 和氧化亚氮分解反应器 3 之间。

图 3 示出本发明废麻醉气体处理设备的另一例。图 3 所示废麻醉气体处理设备主要由以下装置构成：处理废麻醉气体的步骤中所用装置，包括装用于吸附除去所述挥发性麻醉剂的吸附剂的两个吸附柱 1、装有氧化亚氮分解催化剂的氧化亚氮分解反应器 3、换热器 14、用于稀释所述含氧化亚氮气体的稀释气体引导泵 5、流量计 4、稀释气入口 6 和用于测量氧化亚氮分解后排出气中氧化亚氮浓度的氧化亚氮气体检测器 7；和使被吸附剂吸附的挥发性麻醉剂解吸和回收同时使吸附剂再生的步骤中所用装置，包括低温致冷器 9、用于使挥发性麻醉剂冷却的冷却器 2、用于回收所述冷却的挥发性麻醉剂的回收装置 8 和真空泵 10。

图 3 的废麻醉气体处理设备中, 设置两个用于吸附挥发性麻醉剂的吸附柱(A)和(B), 并联连接。通过阀 V1 完成吸附柱(A)和吸附柱(B)之间的转换, 可通过例如在吸附柱(B)中进行挥发性麻醉剂的解吸和回收使吸附剂再生的同时, 吸附柱(A)进行吸附操作使所述处理设备连续运行。

吸附柱中填充的吸附剂可根据废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂的种类选择。吸附柱 1 的两条路线(A)和(B)中, 通过控制阀 V1 至 V4 将废麻醉气体从例如阀 V1 的(A)侧引入吸附柱(A), 首先吸附从而除去挥发性麻醉剂。通过在吸附柱(A)中吸附除去挥发性麻醉剂的气体通过阀 V4 引入装有氧化亚氮分解催化剂的分解反应器 3。在此期间, 阀 V1 的(B)侧和阀 V4 的(B)侧关闭。

分解反应器 3 可通过例如电加热器被加热。分解反应器 3 中填充的催化剂可选自以上例子, 如其中贵金属担载在氧化铝上的氧化铝型催化剂、其中镁和铈担载在氧化铝载体上的催化剂。可通过用稀释气引导泵 5 从稀释气入口 6 吸入大气同时通过流量计 4 控制流量稀释引入分解反应器 3 的含氧化亚氮气体。

阀 V1 和 V4 用于有吸附柱(A)和(B)的两个路线的废麻醉气体处理步骤中管线的转换, 阀 V2 和 V3 用于使挥发性麻醉剂从吸附柱中解吸而使吸附剂再生的步骤。通过预先确定吸附剂在吸附挥发性麻醉剂中的处理能力和根据被处理气体量在经过预定时间后控制阀 V1 和 V4, 可自动地使管线转换成作为第二路线的吸附柱(B)。所述吸附步骤的管线转换成(B)侧时, 优先与之同时地, 可通过调节阀 V2 和 V3 使已吸附挥发性麻醉剂的吸附柱(A)与真空泵 10 相连。

通过打开阀 V2 和关闭阀 V3, 用真空泵 10 使吸附柱(A)减压并将解吸的挥发性麻醉剂通过管线 15 引入冷却器 2。在冷却器 2 中使挥发性麻醉剂冷却, 从而使之液化或冻结, 然后用回收装置 8 回收。在用真空泵 10 使吸附柱(A)减压时, 可使用吹扫气。在使用吹扫气的情况下, 从稀释气入口 6 吸入的大气通过稀释气输入管线 12 引入吸附柱(A), 引入量可通过调节阀 V2 和 V3 控制。

回收装置 8 配有开闭阀 V5。这里, 本发明处理设备(如图 3 中所示)

包括未回收气体回收管线13以吸附从而除去与冷却温度下的蒸气压对应的未回收的挥发性麻醉剂。所述挥发性麻醉剂的蒸气压部分可通过未回收气体回收管线13返回阀V1之前,再次与吸附剂接触。

在分解反应器3中,使氧化亚氮分解成氮气和氧气,然后排出。排出的气体在换热器14中与引入分解反应器3的气体换热,然后通过氧化亚氮气体检测器7释放至大气中。此时,可通过氧化亚氮气体检测器7检测氧化亚氮的浓度以控制分解反应器3中的反应温度。通过将本身含有上述氧化亚氮分解催化剂的分解反应器3和换热器14构造成整体结构并设计成垂直放置的立式装置,可使设备缩小并降低热损耗。

图4示出本发明废麻醉气体处理设备的另一例,此设备中,在图3所示废麻醉气体处理设备中增加了防护吸附柱16。为吸附柱失去吸附能力的情况而设置的防护吸附柱16的插入位置无特殊限制,只要位于吸附柱1和氧化亚氮分解反应器3之间。图3中的设备设置两个并联的吸附柱,通过在一个吸附柱失去其吸附能力之前切换至另一吸附柱能长时间稳定运行。安装防护吸附柱16能使操作更安全。

工业实用性

使用本发明废麻醉气体处理方法和设备时,可将通过废麻醉气体排除设备从医院手术室排出的废麻醉气体中所含挥发性麻醉剂吸附至吸附剂中从而除去,接着可使所述氧化亚氮分解成氮气和氧气。用本发明废麻醉气体处理方法和设备,可使有可能破坏臭氧层的挥发性麻醉剂或因全球环境保护而受到关注的作为全球变暖气体的氧化亚氮变得无害,同时防止其释放至大气中。此外,本发明处理设备紧凑,因而可安装在医院的屋顶或空间较小的医院设施如机房或管道汇集空间中,此外,由于可连续处理大量废麻醉气体,因而该设备是经济的。

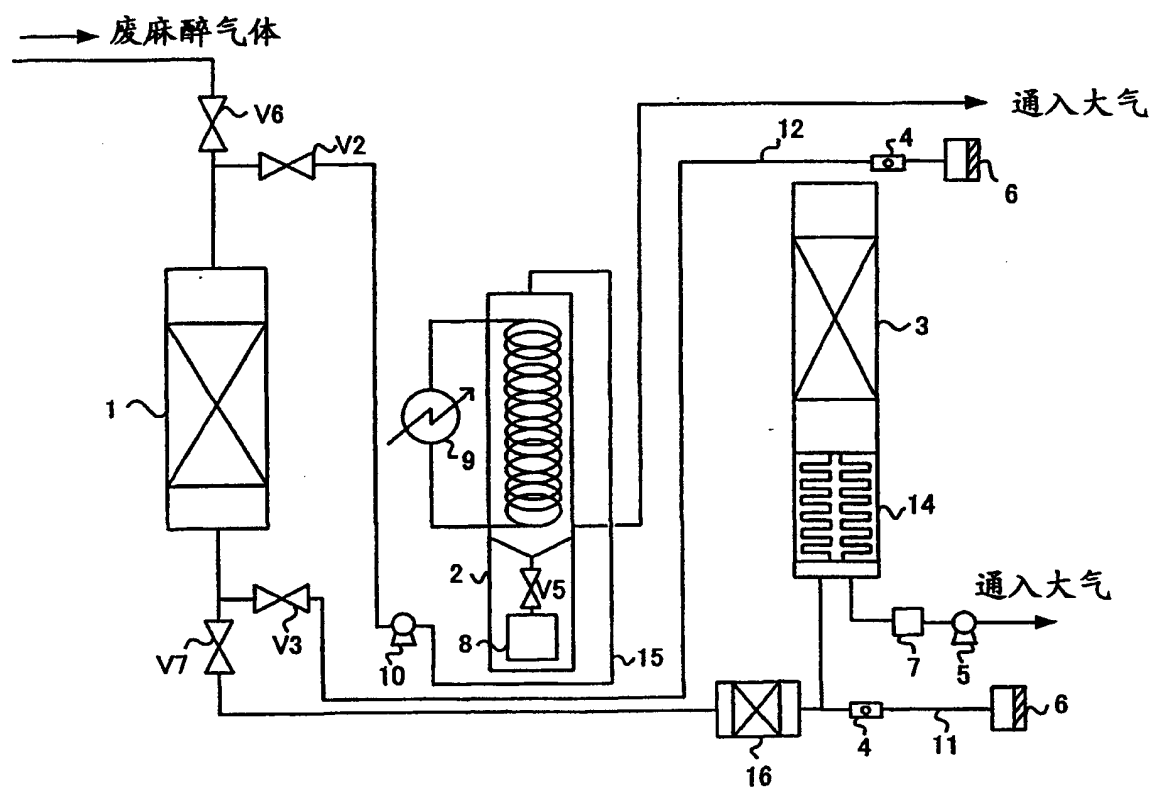


图2

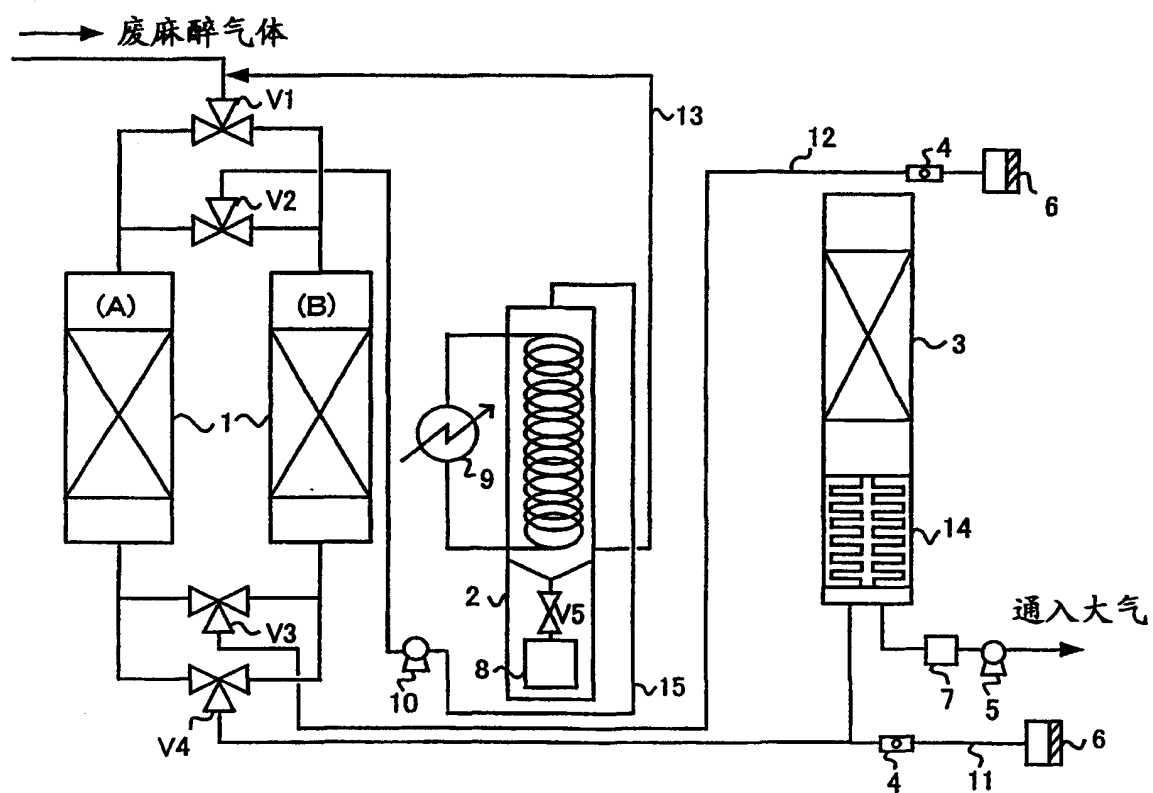


图3

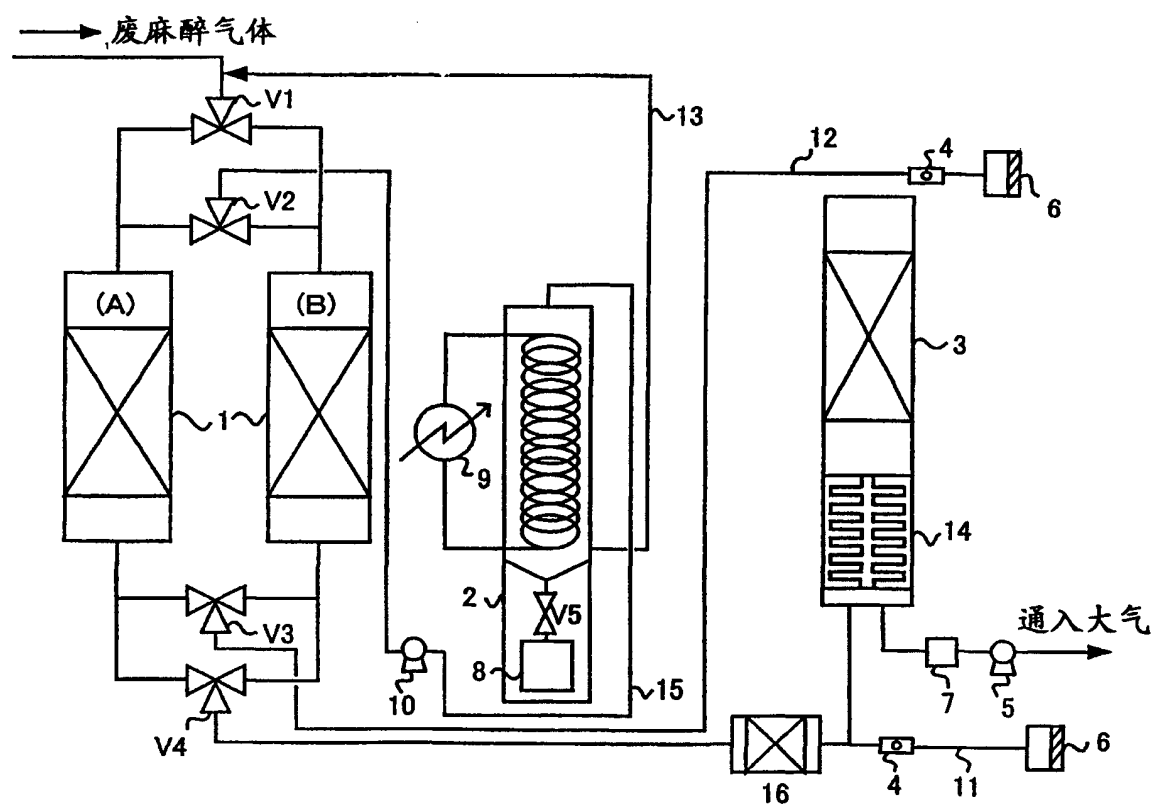


图4