



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109152979 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201780020263.0

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

(22)申请日 2017.06.23

公司 11021

(30)优先权数据

16176030.1 2016.06.23 EP

代理人 李博

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.09.26

(51)Int.Cl.

B01D 53/14(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/065484 2017.06.23

B01D 53/18(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/220759 EN 2017.12.28

B01D 53/50(2006.01)

B01D 53/78(2006.01)

(71)申请人 雅苒海洋技术有限公司

F01N 3/04(2006.01)

地址 挪威奥斯陆

F01N 13/00(2006.01)

(72)发明人 希亚姆·巴哈杜尔·塔帕

权利要求书2页 说明书8页 附图6页

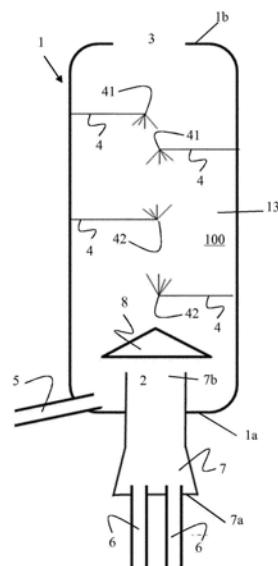
(54)发明名称

用于减少废气中硫氧化物的量的系统和方

法

(57)摘要

本申请涉及喷淋塔(1)，其布置成垂直放置并且具有内部空间(100)，其中喷淋塔包括：中央废气管(7)，其布置成用于通过位于中央废气管的近端(7a)的废气入口(2)将废气引入到喷淋塔的内部空间中，中央废气管在安装状态下位于喷淋塔的底端(1a)，中央废气管通过在中央废气管的顶端的废气入口(2)与喷淋塔的内部空间流体连接；和至少一个废气出口(3)，其布置成用于将净化的废气从喷淋塔的内部空间中排出，废气出口在安装状态下位于喷淋塔的顶端(1b)，废气出口与喷淋塔的内部空间流体连接，其中从废气入口到废气出口，总废气流通过喷淋塔的内部空间；一个或多个喷淋装置(41,42)，其配置成在喷淋塔的内部空间内提供与总废气流逆流的洗涤液流；和至少两个发动机废气管(6)，其与中央废气管的远端(7b)流体连接。此外，描述了一种用于减少废气中SO<sub>x</sub>的量的方法。



1. 一种用于减少来自船用发动机的废气中SO<sub>x</sub>的量的系统,所述系统包括:

a) 喷淋塔(1),其布置成垂直放置并且具有内部空间(100),其中所述喷淋塔(1)包括:

1) 中央废气管(7),其布置成用于通过位于所述中央废气管(7)的近端(7b)的废气入口(2)将废气引入到所述喷淋塔(1)的内部空间(100)中并且与所述喷淋塔(1)的内部空间(100)流体连接,其中所述中央废气管(7)在安装状态下位于所述喷淋塔(1)的底端(1a);和

2) 至少一个废气出口(3),其布置成用于将净化的废气从所述喷淋塔(1)的内部空间(100)中排出,并且与所述喷淋塔(1)的内部空间(100)流体连接,其中所述废气出口(3)在安装状态下位于所述喷淋塔(1)的顶端(1b),

其中从所述废气入口(2)到所述废气出口(3),总废气流通过所述喷淋塔的内部空间(100);和

3) 至少一个洗涤液出口(5),其布置成将洗涤液从所述喷淋塔(1)中排出;

b) 一个或多个喷淋装置(41,42),其配置成在所述喷淋塔(1)的内部空间(100)内提供与所述总废气流逆流的洗涤液流;

c) 至少两个发动机废气管(6),其与所述中央废气管(7)的远端(7a)流体连接。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述洗涤液流是淡水、咸水或碱性水溶液。

3. 根据权利要求1或2所述的系统,其中所述一个或多个喷淋装置(41,42)配置成在运行时提供洗涤液液滴,其中超过50%体积的液滴的直径为0.35mm至4mm,更特别为0.5至2mm,最特别为约1mm。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的系统,其中所有喷淋装置(42)布置成将所述洗涤液向上喷淋,或者所有喷淋装置(41)布置成将所述洗涤液向下喷淋。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的系统,其中一部分喷淋装置(42)布置成将所述洗涤液向上喷淋,并且一部分喷淋装置(41)布置成将所述洗涤液向下喷淋。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的系统,其中

-所述中央废气管(7)穿过所述喷淋塔(1)的底端(1a)并且延伸到所述喷淋塔(1)的内部空间(100)中;并且

-所述洗涤液出口(5)位于所述中央废气管(7)的近端(7b)的下方。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的系统,其中所述喷淋塔(1)包括至少一个偏转体(8),所述至少一个偏转体(8)减少或防止用过的洗涤液进入所述中央废气管(7)。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的系统,其中所述系统包括单个喷淋塔(1)。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的系统,其中所述发动机废气管(6)中的每一个包括废气阀(15),所述废气阀(15)布置成在所述废气阀(15)关闭时防止所述废气回流到所述废气管(6)中。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的系统,其中所述发动机废气管(6)中的每一个布置成与单独的发动机连接,以将来自各单个发动机的废气输送到所述中央废气管(7)。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的系统,其中所述喷淋塔(1)包括彼此流体连接的上洗涤室(14)和下洗涤室(13),其中

a) 两个洗涤室(13,14)都包括至少一个喷淋装置(41),所述喷淋装置(41)配置成提供与通过各洗涤室(13,14)的总废气流逆流的洗涤液流;

b) 所述上洗涤室(14)包括至少一个偏转体(8),所述偏转体(8)位于处于所述上洗涤室

(14) 中的最低位置的所述喷淋装置(41,42)下方,并且配置成防止洗涤液进入所述下洗涤室(13);

c) 所述上洗涤室(14)包括至少一个洗涤液出口(11),所述洗涤液出口(11)布置成将用过的洗涤液排出所述上洗涤室(14);

d) 所述下洗涤室(13)包括至少一个偏转体(8),所述偏转体(8)位于处于所述下洗涤室(13)中的最低位置的所述喷淋装置(41,42)下方,并且配置成防止洗涤液进入所述中央废气管(7);

e) 所述下洗涤室(13)包括至少一个洗涤液出口(5),所述洗涤液出口(5)布置成将用过的洗涤液排出所述下洗涤室(13)。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中上室(14)中的所述喷淋装置(41)布置成将所述洗涤液向下喷淋,并且下室(13)中的所述喷淋装置(42)布置成将所述洗涤液向上喷淋。

13. 一种包含根据权利要求1至12中任一项所述的系统的船舶。

14. 一种用于通过减少废气中SO<sub>x</sub>的量来净化来自至少两个发动机、优选位于船舶中的发动机的废气的方法,所述方法包括以下步骤:

a) 将来自所述发动机的废气经由两个以上发动机废气管(6)输送到中央废气管(7),所述中央废气管(7)布置成用于通过位于所述中央废气管(7)的近端(7b)的废气入口(2)将废气引入到喷淋塔(1)的内部空间(100)中,所述中央废气管(7)位于垂直放置的喷淋塔(1)的底端(1a),所述两个以上发动机废气管(6)布置成用于将废气引入到所述中央废气管(7)的远端(7a)中;

b) 产生从所述废气入口(2)到废气出口(3)的总废气流,所述废气出口(3)用于将净化的废气从所述喷淋塔(1)中排出,所述废气出口(3)位于所述喷淋塔(1)的顶端(1b),

c) 使用一个或多个喷淋装置(41,42)将洗涤液注入到所述喷淋塔(1)中,由此提供与所述总废气流逆流的洗涤液流。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述洗涤液流是淡水、咸水或碱性水溶液。

16. 根据权利要求14或15所述的方法,其使用根据权利要求1至12中任一项所述的系统。

## 用于减少废气中硫氧化物的量的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及废气净化的技术领域。更具体地，本申请涉及通过使用湿法洗涤减少船舶废气中硫氧化物( $\text{SO}_x$ )的含量来净化该船舶废气。

### 背景技术

[0002] 化石燃料燃烧在工业过程中用于许多不同目的。不幸的是，化石燃料燃烧产生几种污染物，已发现所述污染物对环境有害。特别地，硫氧化物和氮氧化物是“酸雨”的主要组分。硫是原油中的天然存在的元素，浓缩在原油蒸馏过程的残余组分中。燃料油中的硫的量主要取决于原油的来源，并且在较小程度上取决于精炼过程。典型地，对于全球范围的燃料，该值大约为1.5-4% w/w。这些值导致烟气中高浓度的 $\text{SO}_2$ 。例如，当使用含有1.5% w/w硫的燃料时，排放气体中 $\text{SO}_2$ 的浓度为约630ppm，而对于含有4% w/w硫的燃料，排放气体中 $\text{SO}_2$ 的浓度为约1700ppm。

[0003] 认识到硫氧化物和氮氧化物所引起的危害，已经研发了不同的燃烧气体净化过程和分离技术以在烟气释放到大气之前去除燃烧烟气的这些组分，尤其是因为化石燃料的燃烧每年释放数百万吨的 $\text{SO}_2$ 。

[0004] 欧洲水域是世界上首个对船舶引入更严格的硫排放规则的水域，2006年在波罗的海，随后是2007年在北海和英吉利海峡，开始实施所谓的硫排放控制区(SECA)。

[0005] 根据欧盟(EU)海洋硫指令，仅允许低于1.5% w/w硫的低硫燃料。此外，从2006年8月11日开始，燃料中的1.5% w/w硫上限适用于到达或者来自任何社区港口的经营常规服务的客船所使用的燃料，而不仅仅是在SECA。欧盟法规允许使用减少排放气体中硫含量的技术作为使用低硫燃料(1.5% w/w硫)的替代方案。因此，该技术应确保至少等于或优于通过降低船用燃料中的硫含量所实现的硫排放减少的硫排放减少。

[0006] 大多数用于减少废气中 $\text{SO}_x$ 含量的技术使用湿法洗涤过程，其中废气与水溶液接触。这些过程的目的是提供高吸收效率，即高于70-95%  $\text{SO}_2$ 吸收。涉及吸收过程的要求很高，导致较少的设计选择。例如，水溶液中的组分与所处理的废气相中的 $\text{SO}_x$ 之间的反应的效率随着反应温度升高(尤其是高于约70°C)而降低。然而，排放气体的温度为约300°C，因此使所述过程的效率降低。

[0007] 此外，排放的废气的体积是显著的，对于容量为约1MW的较小发动机达到约12000m<sup>3</sup>/hr的输出。因此，需要高效率的过程以避免对处理大体积气体的大型设备的依赖。在可用空间有限的船舶上，设备大小是特别关键的。

[0008] 通过湿法洗涤净化来自船舶的废气是众所周知的。例如，US2016016109公开了一种具有上室和下室的垂直洗涤塔，每个室具有喷水器、偏转体和洗涤液出口。

[0009] EP1857169公开了基于淡水的洗涤系统，其包含在填充床洗涤器中的除硫剂。洗涤器中的填充床通常对发动机产生高背压。该问题可以通过在洗涤器后引入废气扇来解决。填充床洗涤器还需要旁路系统，因为在干运行期间可能会损坏填充床。此外，填充床洗涤器需要具有消音系统并且仅使用淡水操作。

[0010] 用于包括多个柴油机的发电站的洗涤器也是已知的。例如, WO2006048506公开了来自多个发动机的发动机废气如何布置成在分开的管道中一直输送到洗涤器。

[0011] 强调的是,虽然已知适用于陆基设施的洗涤器技术,但是这些技术并不总是适用于船用应用,因为尺寸、重量、稳健性、稳定性、流量和废气组成是在基于海洋和陆地的洗涤器系统之间不能自动互换的参数。

[0012] 本申请的目的是提供一种洗涤系统,所述洗涤系统不会对发动机产生高背压,同时允许多个发动机废气管以简单的方式连接到洗涤塔,并且需要有限量的空间。

[0013] 发明概述

[0014] 根据本申请的第一方面,公开了一种用于减少废气中SO<sub>x</sub>的量的系统,所述系统包括:

[0015] a) 喷淋塔,其布置成垂直放置并且具有内部空间,其中所述喷淋塔包括:

[0016] (1) 中央废气管,其布置成用于通过位于所述中央废气管的近端的废气入口将废气引入到所述喷淋塔的内部空间中,所述中央废气管在安装状态下位于所述喷淋塔的底端,所述中央废气管通过在所述中央废气管的顶端的废气入口与所述喷淋塔的内部空间流体连接;和

[0017] (2) 至少一个废气出口,其布置成用于将净化的废气从所述喷淋塔的内部空间中排出,所述废气出口在安装状态下位于所述喷淋塔的顶端,所述废气出口与所述喷淋塔的内部空间流体连接,

[0018] 其中从所述废气入口到所述废气出口,总废气流(general exhaust gas flow)通过所述喷淋塔的内部空间;

[0019] b) 一个或多个喷淋装置,其配置成在所述喷淋塔的内部空间内提供与所述总废气流逆流的洗涤液流;

[0020] c) 至少两个发动机废气管,其与所述中央废气管的远端流体连接。

[0021] 因此,提供了一种用于减少来自船用发动机的废气中SO<sub>x</sub>的量的系统,所述系统包括:

[0022] a) 喷淋塔,其布置成垂直放置并且具有内部空间,其中所述喷淋塔包括:

[0023] 1) 中央废气管,其布置成用于通过位于所述中央废气管的近端的废气入口将废气引入到所述喷淋塔的内部空间中并且与所述喷淋塔的内部空间流体连接,其中所述中央废气管在安装状态下位于喷淋塔的底端;和

[0024] (2) 至少一个废气出口,其布置成用于将净化的废气从所述喷淋塔的内部空间中排出,并且与所述喷淋塔的内部空间流体连接,其中所述废气出口在安装状态下位于所述喷淋塔的顶端,

[0025] 其中从所述废气入口到所述废气出口,总废气流通过所述喷淋塔的内部空间;和

[0026] (3) 至少一个洗涤液出口,其布置成将洗涤液从所述喷淋塔中排出;

[0027] b) 一个或多个喷淋装置,其配置成在所述喷淋塔的内部空间内提供与所述总废气流逆流的洗涤液流;

[0028] c) 至少两个发动机废气管,其与所述中央废气管的远端流体连接。

[0029] 喷淋塔是低能量洗涤塔。它们通常是比例如填充床洗涤塔更长的塔,以便获得与填充床洗涤塔相似的气体停留时间和液气比。喷淋塔的主要优点是它们的开放式设计。开

放式设计意味着除了喷淋装置(更特别是喷雾嘴)之外,在洗涤塔的内部空间中不存在内部部件,所述喷淋装置布置成用于将洗涤液喷到喷淋塔的内部空间中。喷雾嘴是一种精密装置,其有助于将洗涤液分散成喷雾。因此,这些类型的开放式洗涤塔在洗涤塔的内部空间中不具有填充床。然而,它们可以具有位于喷淋塔的顶端的除雾器,以防止液滴不离开喷淋塔。值得注意的是,在本申请中,滴落物(drops)和液滴之间存在区别。滴落物是尺寸足以在废气净化期间向下落下到喷淋塔中的洗涤液粒子。足够的尺寸将取决于废气流量和废气温度,并且可以由技术人员容易地确定。这种滴落物将与总废气流逆流落下。滴落物可能根据若干参数如它们的初始尺寸、废气温度和废气流量而蒸发变成液滴和/或蒸气。液滴是尺寸不足以在废气净化期间在喷淋塔中向下落下的粒子。因此,液滴将基本上与总废气流一起移动。然而,液滴可能彼此碰撞和/或与较大的滴落物碰撞,使得液滴可以增大其尺寸以变成滴落物。可以根据发动机负载调节洗涤液的注入体积,以优化喷淋塔的性能。例如,对于10–15米高的直径为约3米的喷淋塔,当每秒净化30kg废气时,洗涤液的注入体积可以在10000至15000升/分钟的范围内。

[0030] 与现有技术系统相比,根据本申请的系统提供了这样的技术解决方案,其优点在于,根据本申请的系统非常简单并且不需要太多的安装空间。此外,通过在中央废气管的底端连接至少两个发动机废气管,进入喷淋塔的废气组成是均匀的,同时废气速度降低,从而有利于喷淋塔内的所需湍流。喷淋塔内的湍流提供废气和洗涤液流的紧密混合,以高效地冷却和洗涤废气至使SO<sub>x</sub>高效地溶解于洗涤液中的温度。

[0031] 此外,根据本申请的系统可以依赖于咸水作为洗涤液,并且不含如例如在使用填充床洗涤器时所必需的旁路系统或消音器或两者。在该系统中,可以降低废气的噪音以满足船舶的舒适度。例如,可能在运行时将噪音降低30dB,但是也可以在干运行时降低噪音。

[0032] 更具体地,洗涤液或洗涤液流选自淡水、咸水或碱性水溶液中。

[0033] 滴落物/液滴的尺寸对洗涤效率具有影响,即液滴越小,表面积越大并且洗涤效率越高。所使用的喷淋装置产生不同尺寸的滴落物/液滴。液滴的尺寸还需要使得它们具有不会与从废气出口出来的净化的废气一起飞出喷淋塔的尺寸,并且需要使得较小的液滴将被冲洗掉。因此,根据本申请的系统的一个实施方案,一个或多个喷淋装置配置成在运行时提供洗涤液液滴,其中超过50%体积的液滴的直径为0.35mm至4mm,更特别为0.5至2mm,最特别为约1mm。如果液滴尺寸小于0.35mm,则喷淋塔中存在的除雾器将难以捕获这些液滴,并且它们将与从喷淋塔出来的净化的废气一起离开。

[0034] 根据本申请的系统的一个实施方案,所有喷淋装置布置成将洗涤液向上喷淋。

[0035] 根据本申请的系统的另一个实施方案,所有喷淋装置布置成将洗涤液向下喷淋。

[0036] 根据本发明的系统的又一个实施方案,一部分喷淋装置布置成将洗涤液向上喷淋,并且一部分喷淋装置布置成将洗涤液向下喷淋。

[0037] 通过引导注入的洗涤液的至少一部分与总废气流并行(即向上),注入的洗涤液有助于向上驱动废气,由此与其中在喷淋塔中所有洗涤液向下喷淋的情况相比,减小了喷淋塔中的压降。当喷淋装置布置成将洗涤液以向上方向喷淋时,喷淋方向的中心被认为是沿着总废气流并行。当喷淋装置布置成将洗涤液以向下方向喷淋时,喷淋方向的中心被认为是与总废气流逆流。

[0038] 在根据本申请的系统的一个实施方案中,中央废气管穿过喷淋塔的底端并且延伸

到喷淋塔的内部空间中，并且喷淋塔还包括至少一个洗涤液出口，其布置成将洗涤液从喷淋塔中排出，所述洗涤液出口位于中央废气管的近端的下方。当中央废气管穿过喷淋塔的底端并且延伸到喷淋塔的内部空间中时，液体洗涤器出口可以容易地连接到喷淋塔的底端，通过其实现了用过的洗涤液从喷淋塔的内部非常高效的排出。

[0039] 在根据本申请的系统的一个实施方案中，喷淋塔包括至少一个偏转体，以减少或防止用过的洗涤液进入中央废气管。这些偏转体还具有这样的效果：它们改变废气流的方向，以产生最佳的洗涤条件，并且在喷淋塔的内部空间中混合废气和洗涤液。

[0040] 在根据本申请的系统的一个实施方案中，所述系统包括单个喷淋塔。单个喷淋塔的存在具有低背压的优点，因此其不需要废气扇。

[0041] 在根据本申请的系统的一个可能的实施方案中，发动机废气管中的每一个包括废气阀，所述废气阀布置成在废气阀关闭时防止废气回流。

[0042] 在本申请的一个具体实施方案中，发动机废气管中的每一个与单独的发动机连接，以将来自各单个发动机的废气输送到中央废气管。

[0043] 根据本发明的系统的一个实施方案，喷淋塔包括彼此流体连接的上洗涤室和下洗涤室，其中

[0044] a) 两个洗涤室都包括至少一个喷淋装置，所述喷淋装置配置成提供与通过各洗涤室的总废气流逆流的洗涤液流；

[0045] b) 上洗涤室包括至少一个偏转体，所述偏转体位于处于上洗涤室中的最低位置的喷淋装置下方，并且配置成防止洗涤液进入下洗涤室；

[0046] c) 上洗涤室包括至少一个洗涤液出口，所述洗涤液出口布置成将用过的洗涤液排出上洗涤室；

[0047] d) 下洗涤室包括至少一个偏转体，所述偏转体位于处于下洗涤室中的最低位置的喷淋装置下方，并且配置成防止洗涤液进入中央废气管；

[0048] e) 下洗涤室包括至少一个洗涤液出口，所述洗涤液出口布置成将用过的洗涤液排出下洗涤室。

[0049] 更特别地，上洗涤室中的喷淋装置布置成将洗涤液向下喷淋，并且下室中的喷淋装置被定向为将洗涤液向上喷淋。

[0050] 根据本申请的一个实施方案，中央废气管可以基本上同轴地布置穿过喷淋塔的底端。中央废气管的横截面可以小于喷淋塔本身的其余部分的横截面。与中央废气管相比，这降低了喷淋塔中的废气速度，这可以在喷淋塔中实现足够的废气停留时间。喷淋塔内的低但仍为净正的废气速度使喷淋塔上的背压保持尽可能低。较高的背压可能导致发动机必须更加努力地工作并且效率更低以及使用更多的燃料。

[0051] 根据本申请的第二方面，一种用于通过减少废气中SO<sub>x</sub>的量来净化来自至少两个发动机、优选位于船舶中发动机的废气的方法，所述方法包括以下步骤：

[0052] a) 将来自发动机的废气经由两个以上发动机废气管输送到中央废气管，所述中央废气管布置成用于通过位于所述中央废气管的近端的废气入口将废气引入到喷淋塔的内部空间中，所述中央废气管位于垂直放置的喷淋塔的底端，所述两个以上发动机废气管布置成用于将废气引入到中央废气管的远端中；

[0053] b) 产生从废气入口到废气出口的总废气流，所述废气出口用于将净化的废气从喷

淋塔中排出,所述废气出口位于喷淋塔的顶端,

[0054] c) 使用一个或多个喷淋装置将洗涤液注入到喷淋塔中,由此提供与总废气流逆流的洗涤液流。

[0055] 根据本申请的方法还包括经由至少一个洗涤液出口将用过的洗涤液排出喷淋塔。

[0056] 更具体地,所述至少两个发动机位于船舶中。

[0057] 在根据本申请的一个可能的方法中,洗涤液是淡水。

[0058] 在根据本申请的另一个可能的方法中,洗涤液是咸水。

[0059] 在根据本申请的又一个可能的方法中,洗涤液是碱性水溶液。

[0060] 在根据本申请的一个方法中,喷雾中超过50%体积的洗涤液滴落物的直径为4mm以下。

[0061] 更具体地,喷雾中超过50%体积的洗涤液滴落物的直径为2mm以下。

[0062] 在根据本申请的一个具体方法中,使用如上所述的根据本申请的系统。

## 附图说明

[0063] 图1示出了根据本申请的系统的纵截面的简化示意图,所述系统包括垂直放置的喷淋塔,所述喷淋塔设置有位于喷淋塔的底端并穿过喷淋塔的底端的中央废气管,其中两个发动机废气管穿过中央废气管的底端并且其中喷淋塔包括在喷淋塔中将洗涤液向上喷淋的2个喷淋装置和将洗涤液向下喷淋的两个喷淋装置;

[0064] 图2示出了根据本申请的系统的纵截面的简化示意图,所述系统包括具有下洗涤室和上洗涤室的垂直放置的喷淋塔,其中下洗涤室包括位于喷淋塔的底端并穿过喷淋塔的底端的中央废气管,其中两个发动机废气管穿过中央废气管的底端,并且其中下洗涤室和上洗涤室设置有喷雾嘴,所述喷雾嘴布置成将洗涤液以向下方向喷淋;

[0065] 图3示出了洗涤器系统的纵截面的简化示意图,所述洗涤器系统包括具有上洗涤室和下洗涤室的垂直放置的喷淋塔,其中下洗涤室包括位于喷淋塔的底端并穿过喷淋塔的底端的中央废气管,其中三个发动机废气管穿过中央废气管的底端并相对于底端以一定角度放置,并且其中下洗涤室和上洗涤室设置有两个喷淋装置,其中一个布置成将洗涤液以向上方向喷淋并且一个布置成将洗涤液以向下方向喷淋;

[0066] 图4示出了洗涤器系统的纵截面的简化示意图,所述洗涤器系统包括具有上洗涤室和下洗涤室的垂直放置的喷淋塔,其中下洗涤室包括位于喷淋塔的底端并穿过喷淋塔的底端的中央废气管,其中三个垂直放置的发动机废气管穿过中央废气管的底端,并且其中下洗涤室设置有三个喷淋装置,所述喷淋装置布置成将洗涤液以向上方向喷淋,并且上洗涤室设置有两个喷淋装置,所述喷淋装置布置成将洗涤液以向下方向喷淋;;

[0067] 图5示出了与中央废气管的底端连接三个发动机废气管的3D视图;

[0068] 图6a示出了在2巴压力下注入2180升水/分钟的螺旋喷淋装置的滴落物尺寸分布。

[0069] 图6b示出了在2巴压力下注入3380升水/分钟的螺旋喷淋装置的滴落物尺寸分布。

[0070] 发明详述

[0071] 如图1至5所示,根据本申请的系统不同实施方案都包括用于从发动机(图中未示出)、更具体地是船用发动机产生的废气中去除SO<sub>x</sub>的喷淋塔(1),其布置为基本上垂直放置。在其最简单的形式中,喷淋塔(1)由具有内部空间(100)的圆柱体组成。喷淋塔(1)在其

安装状态下还具有底端(1a)和顶端(1b)。更特别地，底端(1a)位于喷淋塔(1)的顶端(1b)的相对侧。更具体地，圆柱体具有绕共同纵轴的旋转对称性。具有同轴地布置穿过喷淋塔(1)的上端(1b)的废气出口(3)是方便的。中央废气管(7)位于喷淋塔(1)的底端(1a)。该中央废气管(7)具有开口的近端(7b)和部分封闭的远端(7a)，所述近端(7b)限定了废气入口(2)。中央废气管(7)的远端(7a)更特别地位于中央废气管(7)的近端(7b)的相对侧。中央废气管(7)与喷淋塔(1)的内部空间(100)流体连接。更具体地，中央废气管(7)穿过喷淋塔(1)的底端(1a)并且在喷淋塔(1)的内部空间(100)中延伸。中央废气管(7)的横截面可以具有任何形状。然而，具有圆形或椭圆形横截面是有利的。如果中央废气管(7)的横截面具有在相邻壁之间具有角度(尤其是直角和锐角)的多边形形状，则流动性能可能受到负面影响。

[0072] 在中央废气管(7)的远端(7a)处，与排出废气的发动机流体连接的至少两个发动机废气管(6)连接到喷淋塔(1)。因此，这些发动机废气管(6)布置成将由发动机产生的废气经由中央废气管(7)输送到喷淋塔(1)。更具体地，发动机废气管(6)穿过中央废气管(7)的远端(7a)，由此延伸到喷淋塔(1)的内部空间(100)中。然而，也可能的是它们与中央废气管(7)的远端(7a)连接而不穿过该远端(7a)。通过将发动机废气管(6)连接到中央废气管(7)，喷淋塔(1)中的废气的流速降低并且可以有利于所需的废气在整个喷淋塔(1)中的湍流。

[0073] 该中央废气管(7)允许将多于两个发动机连接到喷淋塔(1)。更特别地，也可以将3、4、5或6个发动机连接到中央废气管(7)。可以将一个发动机连接到一个发动机废气管(6)。因此，可以经由3、4、5或6个发动机废气管(6)将3、4、5或6个发动机连接到中央废气管(7)。在图3至5中，3个发动机废气管(6)连接到中央废气管(7)，使得三个发动机经由又连接到中央废气管(7)的3个发动机废气管(6)连接到喷淋塔(1)。

[0074] 废气向未在运行中的发动机(例如，由于维护)的回流可以通过在各发动机废气管(6)中的废气阀(15)来避免(如图3和4所示)。

[0075] 如图2和4所示，发动机废气管(6)可以基本上垂直地放置。这种设置将具有最低的背压。然而，当在发动机废气管(6)中设置废气阀(15)时，必须有空间来安装这些废气阀(15)，在大多数情况下，通过所述废气阀(15)，发动机废气管(6)相对于中央废气管(7)的远端(7a)以一定角度放置，并且从远端(7a)开始彼此远离地转向(如图3中可见)，这导致稍高的背压。

[0076] 在喷淋塔(1)中，总废气流在整个喷淋塔(1)中从废气入口(2)移动到废气出口(3)，并且于是与洗涤液流接触，所述洗涤液流与总废气流逆流移动。如本文所使用的，总废气流是废气在整个喷淋塔(1)中移动的平均方向。即使废气流是湍流的，并且在局部区域中可以在任何方向上移动，总废气流通常从废气入口(2)到废气出口(3)向上地出现在垂直放置的喷淋塔(1)中。

[0077] 为了产生与总废气流逆流的洗涤液流以便洗涤废气流从而去除SO<sub>x</sub>，在喷淋塔(1)的内部空间(100)中提供一个或多个喷淋装置。存在布置成将洗涤液以向下方向喷淋的喷淋装置(41)和布置成将洗涤液以向上方向喷淋的喷淋装置(42)。更特别地，喷淋装置(41，42)为喷雾嘴(41，42)的形式。更具体地，喷雾嘴(41，42)安装在注入器管线(4)上，典型地在其末端，并且分别以向上或向下的方向定向以将洗涤液分别以向上或向下方向喷淋。可以将在喷淋塔(1)中的所有喷淋装置(41)布置成将洗涤液以向下方向喷淋(如图2所示)，以及将所有喷淋装置(42)布置成将洗涤液以向上方向喷淋(图中未示出)。然而，也可以提供多

一个喷淋装置(41)以将洗涤液以向下方向喷淋并且提供多个喷淋装置(42)以将洗涤液以向上方向喷淋(如图1、3和4所示)。

[0078] 喷淋装置(41,42)产生下落的洗涤液液滴(图中未示出)。洗涤液流可以是任何含水液体或水溶液,包括但不限于淡水、咸水和碱性水溶液。对于船舶,洗涤液流可以方便地是咸水,特别是海水。向洗涤液中添加包含溶解的MgO或Mg(OH)<sub>2</sub>的碱性水溶液可以提高SO<sub>x</sub>吸收能力。这种能力的提高在将洗涤液再循环回到喷淋塔(闭环系统)中时尤其重要。这是因为SO<sub>x</sub>的吸收将会降低pH值,由此降低进一步吸收另外的SO<sub>x</sub>污染物的能力。

[0079] 喷淋装置(41,42)可以是任何类型,例如包含平孔或成型孔的喷雾嘴。特别地,喷淋装置(41,42)可以是表面冲击喷雾嘴或扁平扇喷雾图案喷嘴。特别地,通常希望利用包括形成螺旋的冲击表面的喷淋装置(螺旋喷淋装置),其产生全锥形喷雾图案或空心锥形喷雾图案。对于给定的压力和流速,螺旋设计通常产生比压力旋流型喷嘴设计更小的滴落物尺寸。由于较大的自由通道,这种螺旋设计还可以是更加抗堵塞的。当在2巴压力下分别注入2180升水/分钟或3380升水/分钟时,合适并且通常需要的螺旋喷淋装置可以提供具有如图6a或6b所示的滴落物尺寸分布或更小的全锥形喷雾。

[0080] 典型地,喷淋装置(41,42)配置成在运行时提供洗涤液液滴,其中超过50%体积的液滴的直径为0.35mm至4mm,更特别为0.5至2mm,最特别为约1mm。如本文所使用的,液滴的直径(也称为滴落物尺寸)是索特平均直径(Sauter Mean Diameter)。其是体积与表面积的比率等于完整喷雾样品的体积与表面积的比率的粒子的直径。它被定义为体积平均直径的三次方除以表面平均直径的平方。索特平均直径一般为体积中值直径的约80%。

[0081] 如本文所使用的,洗涤液液滴是尺寸足以在废气净化期间在喷淋塔中向下落下的洗涤液粒子。足够的尺寸将取决于废气流量和废气温度,并且可以由技术人员容易地确定。这种洗涤液液滴将与总废气流逆流落下。洗涤液液滴可能蒸发而变得更小并且甚至变成洗涤液蒸气,这取决于多个参数,如它们的初始尺寸、废气温度和废气流量。如本文所使用的,洗涤液液滴是尺寸不足以在废气净化期间在喷淋塔中向下落下的洗涤液粒子。因此,洗涤液液滴将基本上与总废气流一起移动。洗涤液液滴可能彼此碰撞,由此增大其尺寸而变得更大。可以根据发动机负载调节注入水体积,以优化洗涤器的性能。例如,对于10-15米高的直径为约3米的喷淋塔(1),当每秒净化30kg废气时,注入体积可以在10000至15000升/分钟的范围内。

[0082] 根据本申请的喷淋塔(1)可以仅存在一个洗涤室(13)(如图1中可见),但是也可以存在多个洗涤室(13,14)(如图2至4中可见)。在如图2至4所示的系统中,提供了两个洗涤室(13,14)。当喷淋塔(1)包括两个以上洗涤室(13,14)时,它们部分地彼此分开,但是也通过连接部(9)部分地彼此流体连接。连接部(9)可以例如布置为同轴收缩部,其将部分洗涤的废气从下洗涤室(13)输送到上洗涤室(14)。

[0083] 喷淋装置(41,42)的数量和它们喷淋洗涤液的方向在一个洗涤室(13)内或在不同的洗涤室(13,14)中可以变化。在其中喷淋塔(1)仅具有一个洗涤室(13)的图1中,提供了四个喷淋装置(41,42),其中上部的两个喷淋装置(41)布置成将洗涤液以向下方向喷淋,而下部的两个喷淋装置(42)布置成将洗涤液以向上方向喷淋。在图2至4中,喷淋塔(1)具有下洗涤室和上洗涤室(13,14)。在图2中,下洗涤室(13)以及上洗涤室(14)设置有一个喷淋装置(41),所述喷淋装置(41)布置成将洗涤液以向下方向喷淋。在图3中,下洗涤室(13)以及上

洗涤室(14)具有两个喷淋装置(41,42),其中一个喷淋装置(41)布置成将洗涤液以向下方向喷淋并且一个喷淋装置(42)布置成将洗涤液以向上方向喷淋。在图4中,下洗涤室(13)设置有三个喷淋装置(42),所述喷淋装置(42)全部布置成将洗涤液以向上方向喷淋,而上洗涤室(14)设置有两个喷淋装置(41),所述喷淋装置(41)布置成将洗涤液以向下方向喷淋。

[0084] 此外,喷淋塔(1)可以设置有一个或多个偏转体(8),所述偏转体(8)布置成减少或在最佳情况下防止洗涤液进入中央废气管(7)或进入在上洗涤室和下洗涤室(13,14)之间的连接部(9),或者换言之,下洗涤室(13)的废气出口(如果存在)。此外,偏转体(8)可以将废气导向喷淋塔(1)的壁,并且以这种方式产生湍流气流。偏转体(8)的形状也可能影响背压,可以相应地由本领域技术人员容易地修改。例如,偏转体(8)的纵截面可以是大致菱形的或者具有与低背压相容的任何其他形状。类似地,偏转体(8)的横截面可以是圆形的、椭圆形的或者与低背压相容的任何其他形状。偏转体(8)典型地放置在一个或多个喷淋装置(41,42)下方。

[0085] 为了将用过的洗涤液排出喷淋塔(1),每个洗涤室(13,14)都布置有洗涤液出口(5,11)。在上洗涤室和下洗涤室(13,14)之间的连接部(9)典型地具有用于将用过的洗涤液容易地导向一个或多个洗涤液出口管(5,11)以排出喷淋塔(1)的形状。当存在一个洗涤室(13)时,洗涤液出口(5)典型地放置在喷淋塔(1)的底端(1b),以便最佳地将用过的洗涤液排出喷淋塔(1)。如果如图1所示的系统中的情况那样,中央废气管(7)穿过喷淋塔(1)的底端(1b),则洗涤液出口(5)典型地放置在该中央废气管(7)的近端(7b)的下方。当如图2至4所示的系统中的情况那样,喷淋塔(1)具有多个洗涤室(13,14)时,则在下洗涤室(13)中,洗涤液出口(5)也放置在喷淋塔(1)的底端(1b),并且如果中央废气管(7)穿过喷淋塔(1)的底端(1b),则洗涤液出口(5)放置在中央废气管(7)的近端(7b)的下方。在上室(14)中,洗涤液出口(11)布置在喷淋塔(1)的侧壁(1c)之一中,在连接部(9)的底端(9b)的上方但是在该连接部(9)的开口顶端(9a)的下方。这允许高效地将用过的洗涤液排出上洗涤室(14)。

[0086] 喷淋塔可以任选地包括液滴分离器(图中未示出),其能够防止洗涤液液滴与净化的废气一起离开喷淋塔(1)。液滴分离器可以靠近废气出口(3)安装。

[0087] 使用如图4所示的根据本申请的系统的试验(所述系统具有高度为12米的喷淋塔(1))已经证明,来自包含3.3w/w%的硫的燃料油的废气被净化为仅含有5至8ppm的SO<sub>2</sub>。在中央废气管(7)中的废气温度高达280°C并且在废气出口(3)处离开喷淋塔(1)的净化废气的温度为约40°C时,获得这些试验结果。

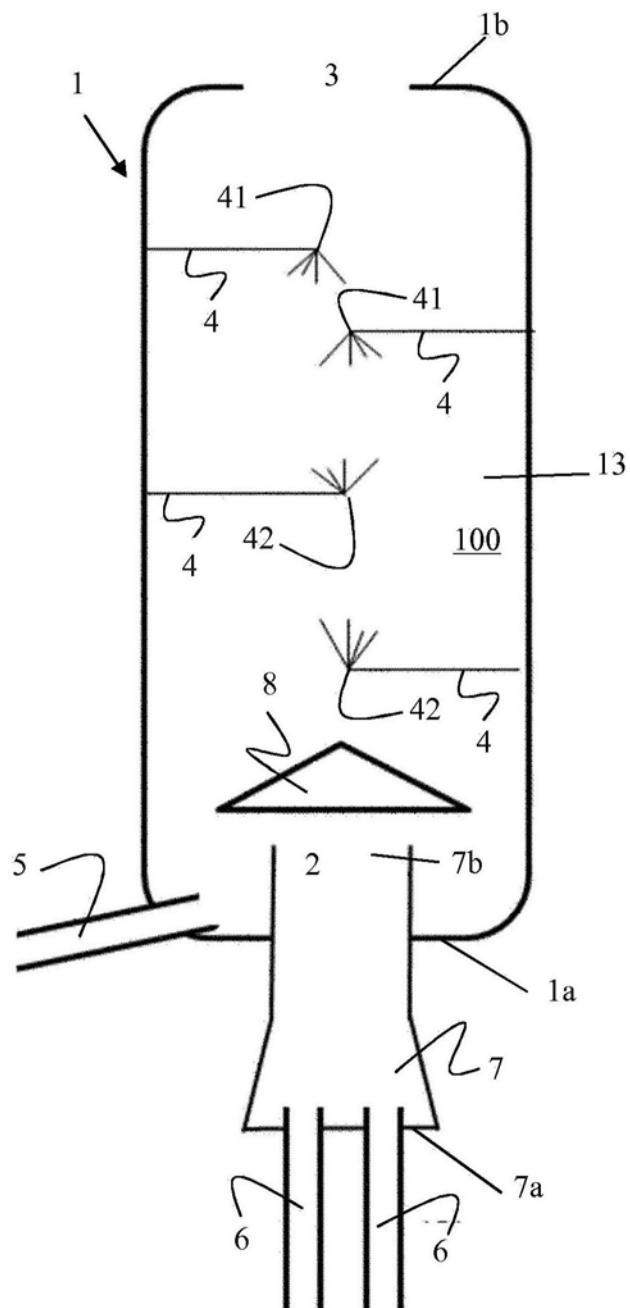


图1

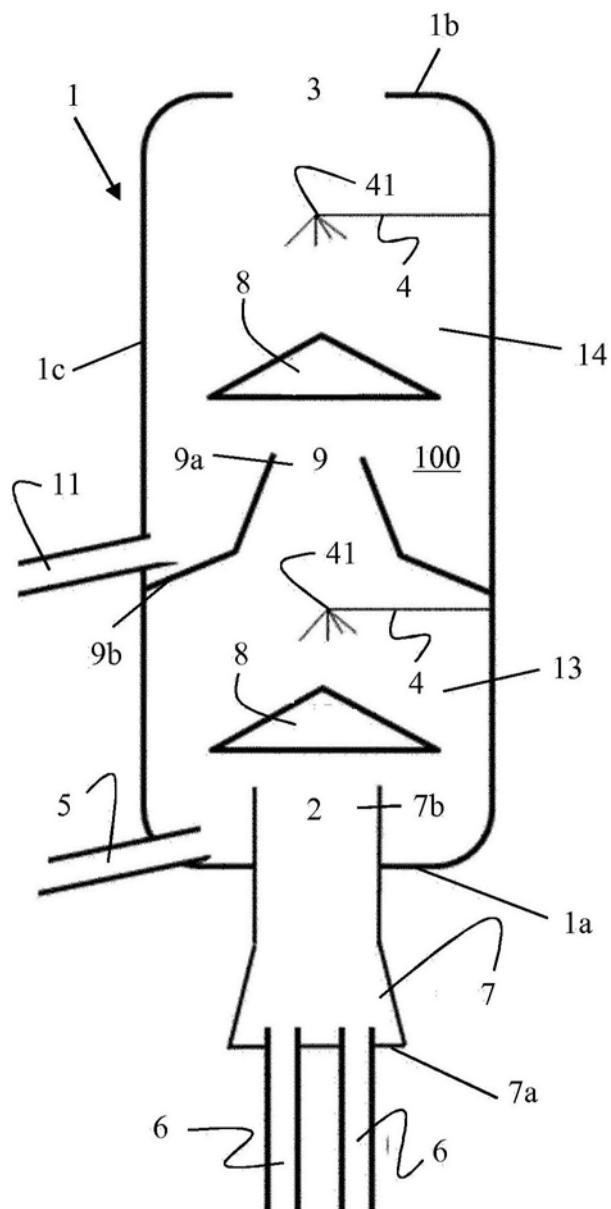


图2

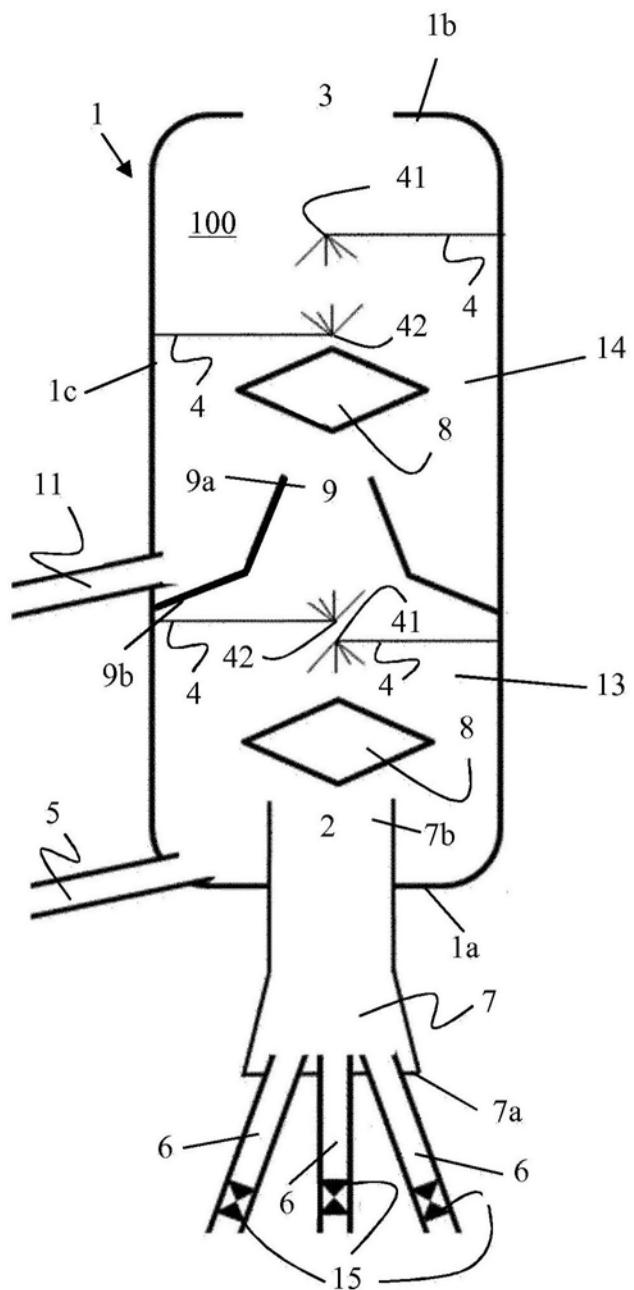


图3

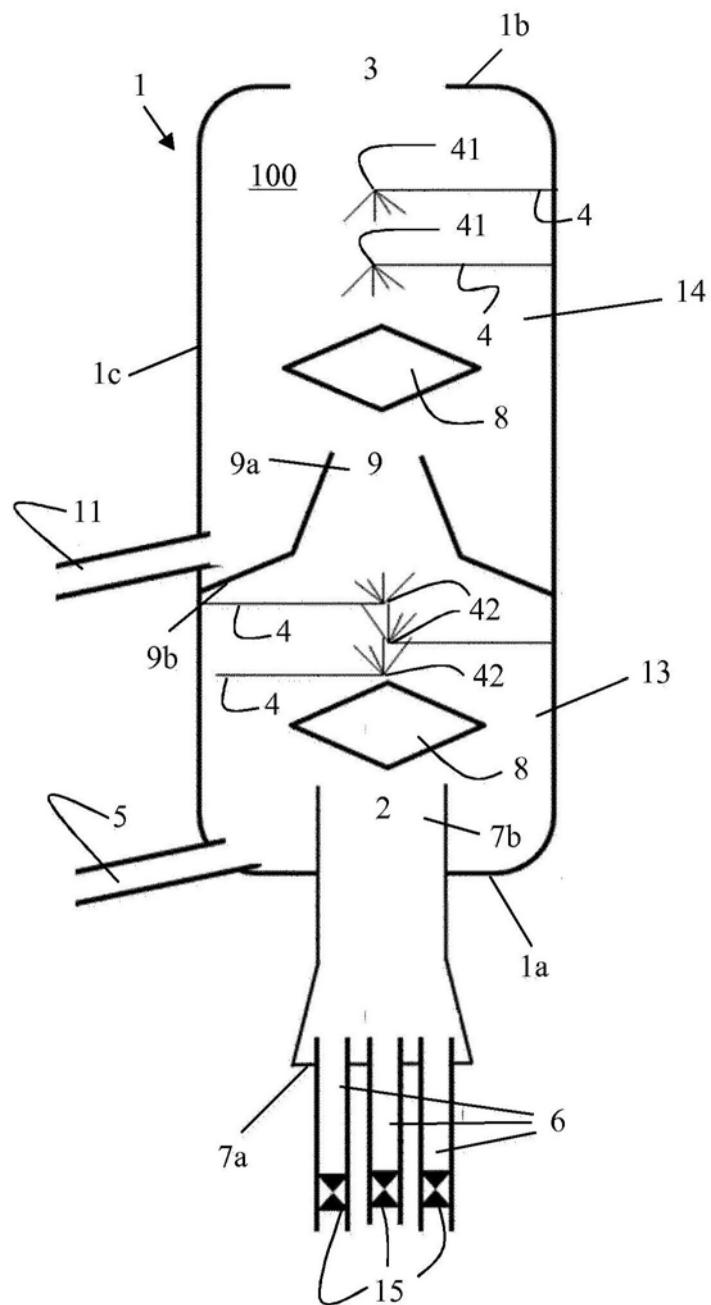


图4

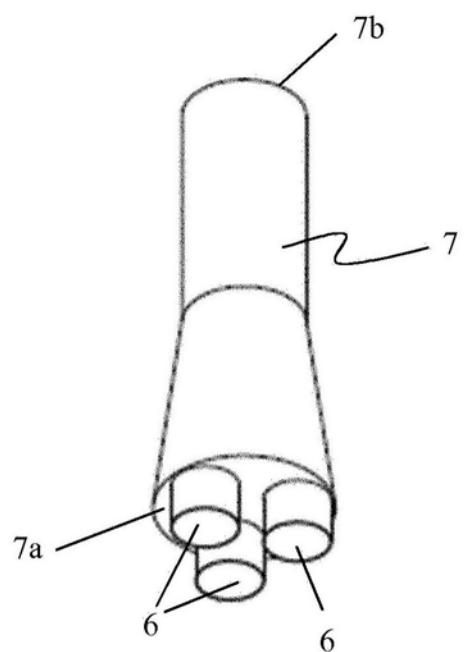


图5

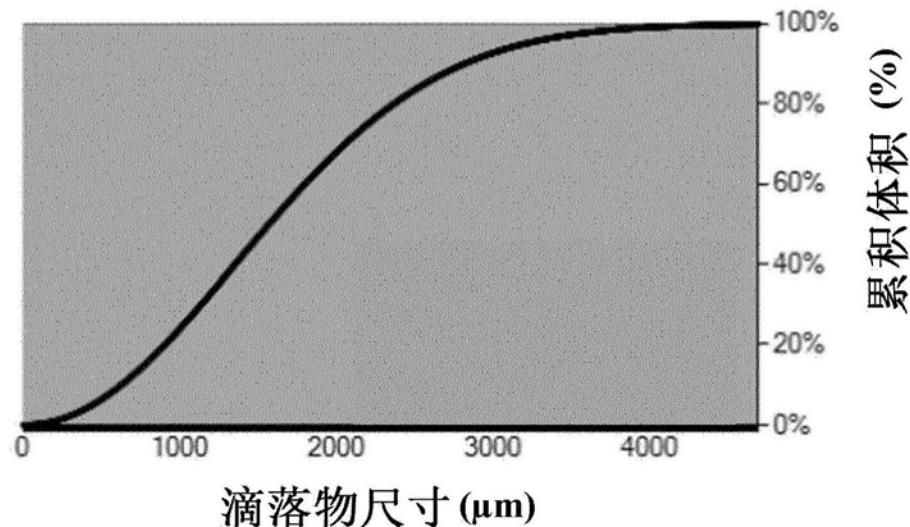


图6a

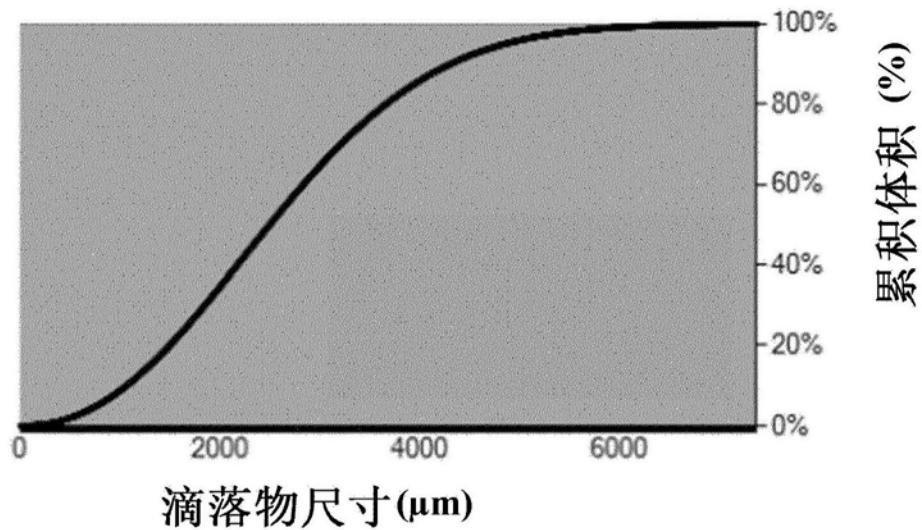


图6b