

## 1 技术简介：

超氧纳米微气泡（Superoxide Nanometer Micro Bubble 简称 SOMB），指气泡发生时直径在  $10\ \mu\text{m}$  至数百  $\text{nm}$  大小的强氧化性气泡。该气泡除具有比表面积大、滞留时间长、强氧化性等特性之外，同时具有的空化效应。

超氧纳米微气泡废气处理（基础原理）技术来自日本，由佛山山象环保工程服务有限公司自行研发（旗下佛欣象贸易有限公司负责分项工程），最终实现技术更新换代，实现高浓度（VOC）大风量的实际运用。超氧纳米微气泡废气处理技术的原理是利用 SOMB 发生装置制造出超氧纳米微气泡，与废气充分混合，利用超氧纳米微气泡的空化效应引发的物理化学协同过程将有机污染物降解成二氧化碳和水。

### 1.1 设备特点：

超氧纳米微气泡废气处理技术因无明火、处理工艺简单、处理基质仅为水等优势适用于大部分 VOCs 废气治理，主要成功案例的行业有以下：

化工行业：树脂化工厂、PVC 塑料厂、建筑材料厂等

家具行业：家具厂、铝材制造厂、装饰材料厂等

机械表面涂装行业：汽车喷涂厂、家电喷涂厂、木纹纸厂等

### 1.2 技术原理

#### 1.2.1 纳米微气泡的定义：

纳米微气泡是气泡发生时直径在 10 微米左右到数百纳米之间的气泡，这种气泡是介于微米气泡和纳米气泡之间，具有常规气泡所不具备的物理与化学特性。

#### 1.2.2 纳米微气泡的性质：

比表面积大：在总体积不变（ $V$  不变）的情况下，气泡总的表面积与单个气泡的直径成反比。10 微米的气泡与 1 毫米的气泡相比较，在一定体积下前者的比表面积理论上是后者的 100 倍。空气和水的接触面积就增加了 100 倍，反应速度也增加了 100 倍。一般气泡和微气泡的比较见图 1-1。

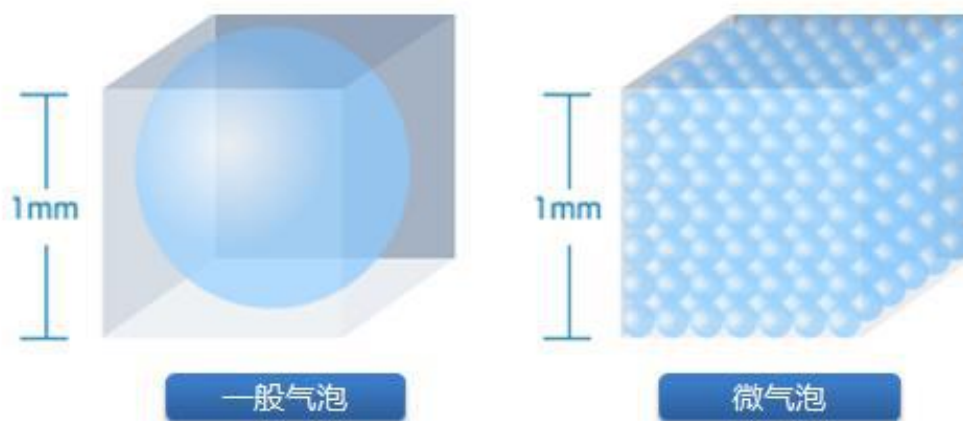
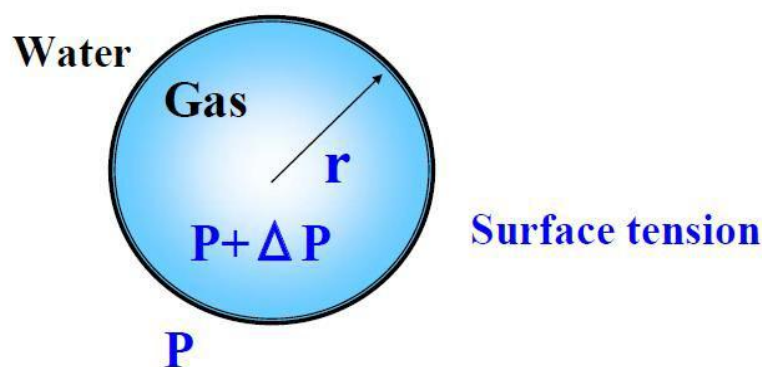


图 1-1 一般气泡和微气泡的比较

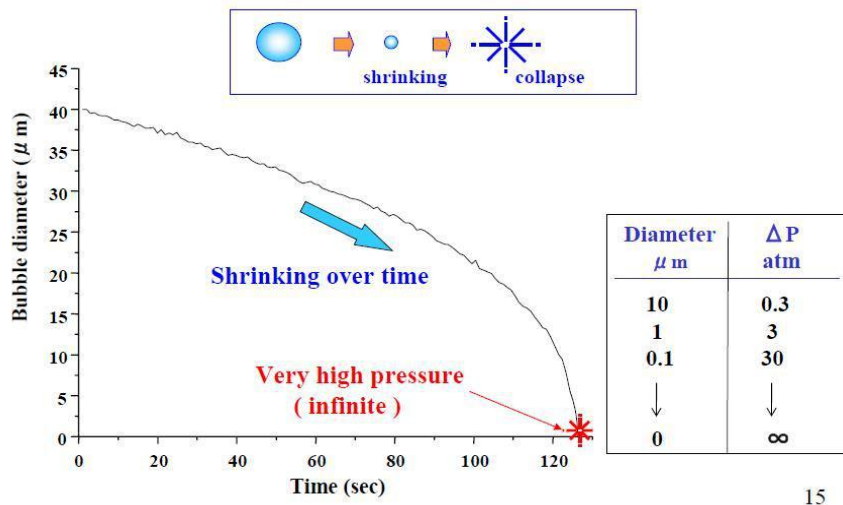
自身增压溶解：对于具有球形界面的气泡，表面张力能压缩气泡内的气体，从而使更多的气泡内的气体溶解到水中。根据杨-拉普拉斯方程， $\Delta P=2\sigma/r$ ， $\Delta P$  代表压力上升的数值， $\sigma$ 代表表面张力， $r$  代表气泡半径。直径  $10\mu\text{m}$  的微小气泡会受到 0.3 个大气压的压力，而直径  $1\mu\text{m}$  的气泡会受高达 3 个大气压的压力。杨-拉普拉斯方程示意图见图 1-2。纳米微气泡在水中的溶解是一个气泡逐渐缩小的过程，压力的上升会增加气体的溶解速度，伴随着比表面积的增加，气泡缩小的速度会变的越来越快，从而最终溶解到水中，理论上气泡即将消失时的所受压力为无限大。自身增压示意图见图 1-3。



Young-Laplace equation

$$\Delta P = 2\sigma / r$$

图 1-2 杨-拉普拉斯方程示意图



15

图 1-3 自身增压示意图

表面带电：气泡在水中形成的气液界面具有容易接受  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  的特点，而且通常阳离子比阴离子更容易离开气液界面，而使界面常带有负电荷。已经带上电荷的表面一般倾向于吸附介质中的反离子，特别是高价的反离子，形成稳定的双电层。微气泡的表面电荷产生的电势差常利用  $\zeta$  电位来表征，当纳米微气泡在水中收缩时，电荷离子在非常狭小的气泡界面上得到了快速浓缩富集，到气泡破裂前在界面处可形成非常高的  $\zeta$  电位值。纳米微气泡带电特性示意图见图 1-4。

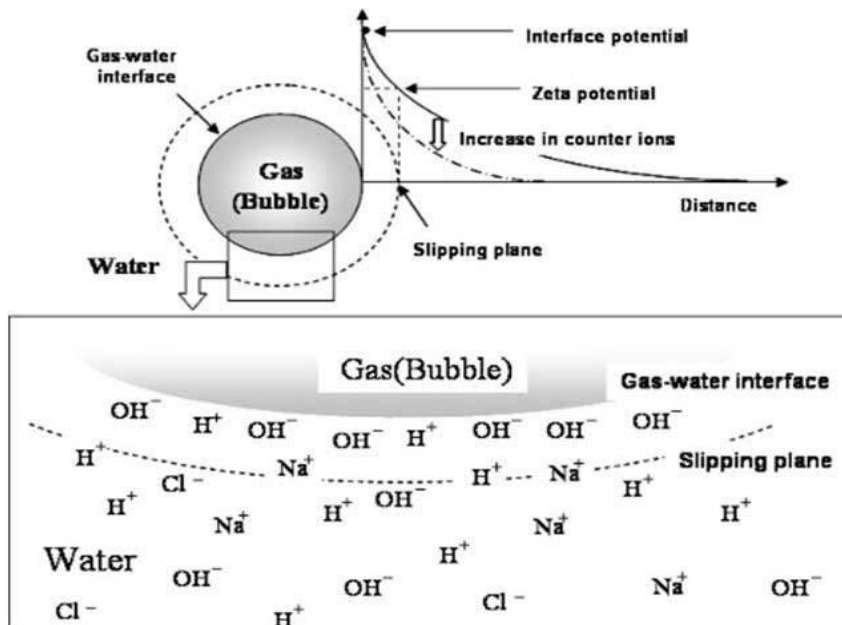


图 1-4 纳米微气泡带电示意图

产生大量自由基：微气泡破裂瞬间，由于气液界面消失的剧烈变化，界面上集聚的高浓度离子将积蓄的化学能一下子释放出来，此时可激发产生大量的羟基自由基。羟基自由基具有超高的氧化还原电位，其产生的超强氧化作用可降解我们捕捉之后混合反应后的漆雾及有机中正常条件下难以氧化分解的污染物如苯酚等，实现对气质的净化作用。纳米微气泡电位变化示意图见图 1-5。

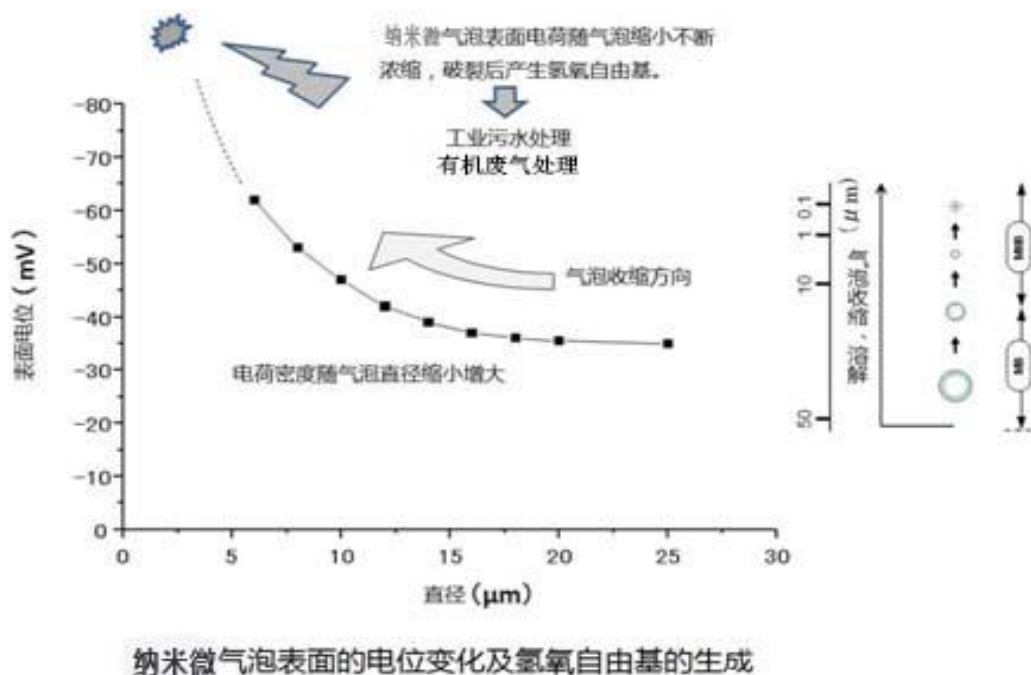


图 1-5 纳米微气泡电位变化示意图

传质效率高：气液传质是许多化学和生化工艺的限速步骤。研究表明，气液传质速率和效率与气泡直径成反比，微气泡直径极小，在传质过程中比传统气泡具有明显优势。当气泡直径较小时，微气泡界面处的表面张力对气泡特性的影响表现得较为显著。这时表面张力对内部气体产生了压缩作用，使得微气泡在上升过程中不断收缩并表现出自身增压效应。从理论上讲，随着气泡直径的无限缩小，气泡界面的比表面积也随之无限增大，最终由于自身增压效应可导致内部气压增大到无限大。因此，微气泡在其体积收缩过程中，由于比表面积及内部气压地不断增大，使得更多的气体穿过气泡界面溶解到混合水汽中，且随着气泡直径的减小表面张力的作用效果也越来越明显，最终内部压力达到一定极限值而导致气泡界面破裂消失。因此，微气泡在收缩过程中的这种自身增压特性，可使气液界面

处传质效率得到持续增强，并且这种特性使得微气泡即使在水体中气体含量达到过饱和条件时，仍可继续进行气体的传质过程并保持高效的传质效率。

气体溶解率高：纳米微气泡具有上升速度慢、自身增压溶解的特点，使得纳米微气泡在缓慢的上升过程中逐步缩小成纳米级，最后消滅湮灭溶入水中，从而能够大大提高气体（空气、氧气、臭氧、二氧化碳等）在水中的溶解度。对于普通气泡，气体的溶解度往往受环境压力的影响和限制存在饱和溶解度。在标准环境下，气体的溶解度很难达到饱和溶解度以上。而纳米微气泡由于其内部的压力高于环境压力，使得以大气压为假定条件计算的气体过饱和溶解条件得以打破。

### 1.2.3 纳米微气泡降解 VOC 气体的原理

与市面上现有的微气泡发生器进行对比，对比情况如下，我司的微气泡粒径均控制在有效范围内。

## 其他公司微細氣泡分佈圖

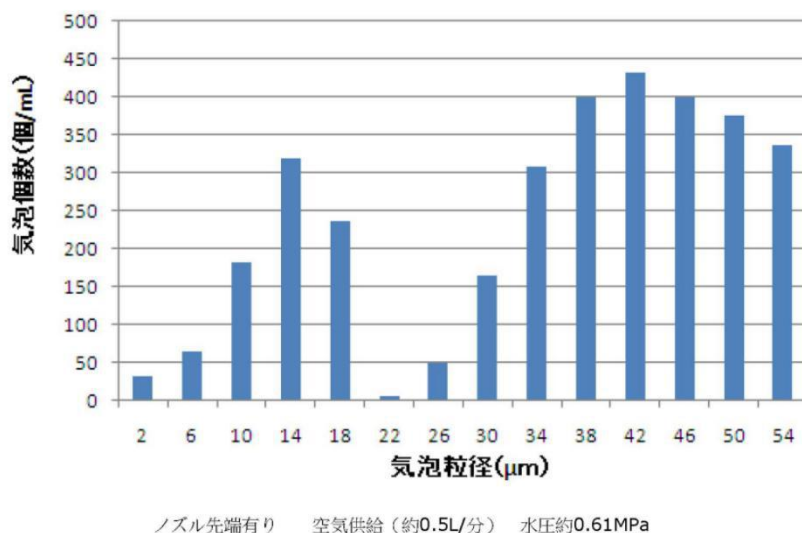


图 1-6 纳米微气泡电位变化示意图

## 山象機台微細氣泡分佈圖

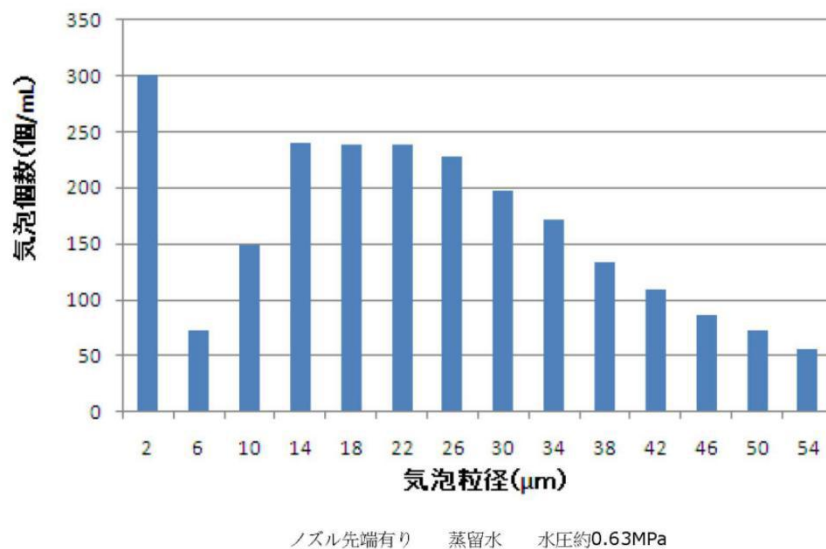
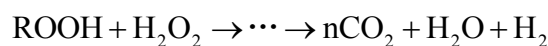
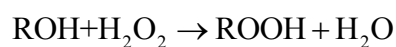
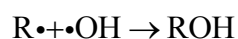
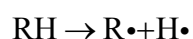


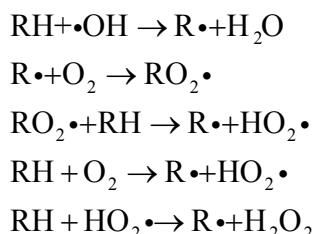
图 1-7 纳米微气泡电位变化示意图

(1) 机械剪切：空泡溃灭时，传质物质的质点产生巨大的瞬时速度和加速度，引起剧烈的振动，伴随高压和微射流，形成强大的液体剪切力，从而打散分子间作用力，部分有机高分子化合物主链上的碳键断裂，达到降低碳链的目的；部分性质稳定污染物形成多孔疏松结构悬浮于水面，另一部分沉降于水中。

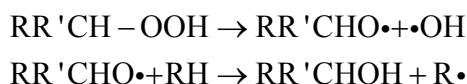
(2) 热解：空泡溃灭时，局部形成瞬间高温即“热点”，有机高分子化合物在热点处高温热解，伴随解链、断链、分解等反应，生产大量自由基和自由原子；非极性、易挥发的有机物易于进入空泡内部直接热分解；热点附近的水受热产生  $H_2O_2$ ， $H_2O_2$  进一步氧化水体中的有机物。主要反应原理如下。



(3) 自由基氧化：空泡溃灭时，局部形成高浓度游离状态的·OH、·H、·O等自由基。其中·OH自由基氧化为主要过程，极性、难挥发有机物在空泡的气-液界面层，受·OH自由基攻击，有机物脱氢形成R·自由基，R·自由基进一步氧化成RO<sub>2</sub>·自由基，RO<sub>2</sub>·自由基也是强氧化剂，至此，自由基不断产生，不断氧化，增强有机物的氧化效率。



(4) 随反应继续，RO<sub>2</sub>·自由基不断分解，并与新的有机物或自由基作用，进一步氧化成中间体醇类、酮类、酚类，易被降解的中间体将进一步氧化分解成CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O，从而达到降解目的。



### 1.3 工艺流程

超氧纳米微气泡技术（SOMB）工艺可分为雾化增氧系统、纳米微气泡系统、气旋及气液混合系统、PLC控制系统5个部分，工艺流程见见图1-8，设备组成见图1-9。

以喷漆有机废气为例：喷漆房如果设计合理，设备安装距离近，可取消原有抽风风机，直接对接超氧纳米微气泡（SOMB）设备。有机气体及部分漆雾由压风风机将气体从喷漆房水帘处压出，我司设备轴流风机具有风量大压力小优势，可以带出大量废气（可以改善原有喷漆房超大量抽取废气排放的不合理性，这样可以达到节能减排的环保政策），由上述流程，有机废气首先进入漆雾混合装置让漆雾及有机废气混合在一起，轴流风机产生的气旋会和漆雾混合装置作用下充分混合，上升与超氧纳米微气泡装置发生的气泡混合结合，形成气液混合反应，气泡在不断溃灭释放大量自由基，充分将有机废气中碳链打断，部分氧化，最后形成二氧化碳和水。

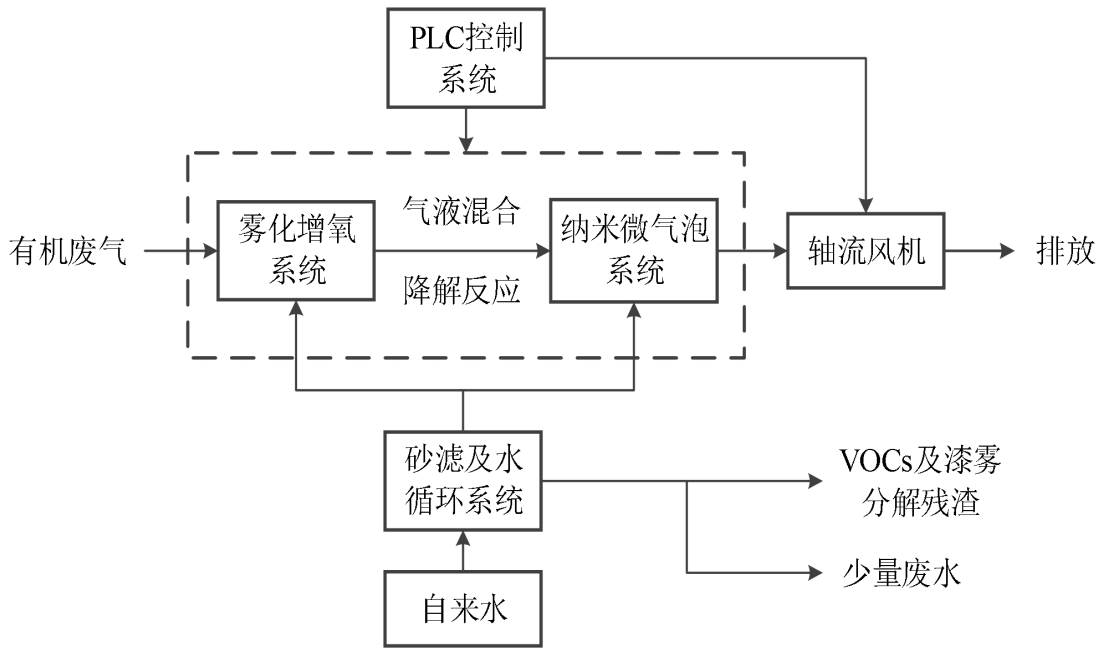


图 1-8 超氧纳米微气泡技术工艺流程图

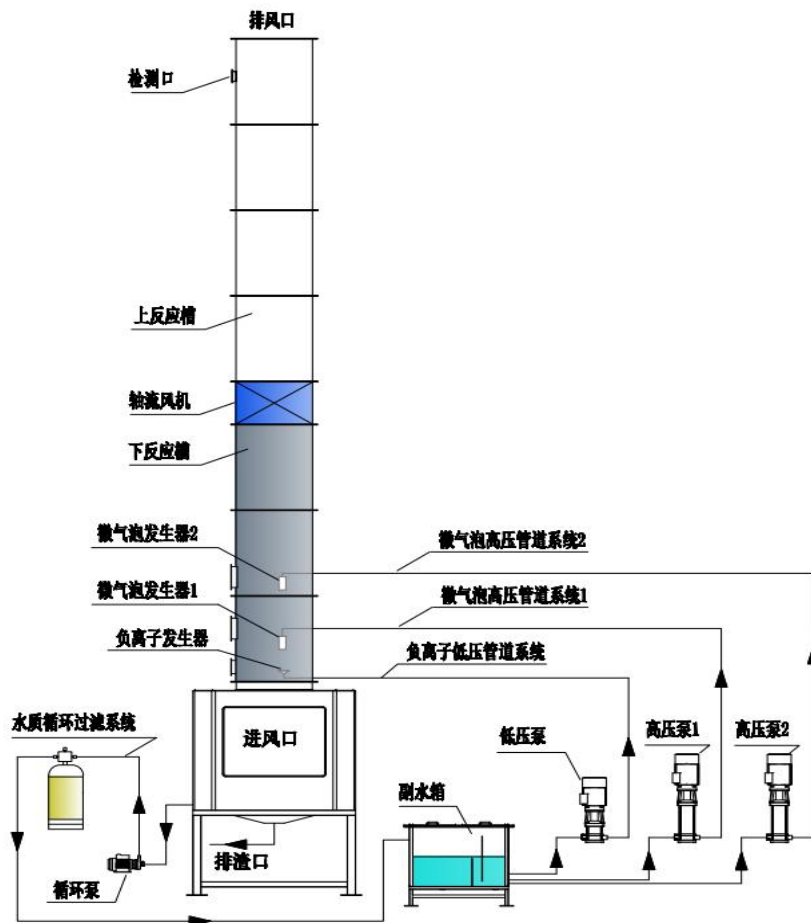


图 1-9 超氧纳米微气泡 VOCs 处理设备组成图



### （1）雾化增氧系统

在高压水泵的作用下，通过雾化喷头形成大量水雾，对从进风口进入的漆雾和 VOC 其他进行捕捉和接触,与待处理的有机废气、水雾和微气泡水进行混合，增强设备的氧化性能，补充处理有机废气所需要的氧原子。

### （2）纳米微气泡系统

以扬程达 120 米的多级式高压水泵为动力，通过纳米微气泡发生装置，产生纳米级微气泡。纳米微气泡由于空化效应，在  $10^{-9}$  秒时间内溃灭，瞬时产生 5,000k 的高温 and 1,800atm 的高压，在水中释放出大量的羟基、自由基，与捕捉到的有机气体发生机械剪切、热解、自由基氧化、超临界水氧化的物理化学反应，达到分解和去除 VOC 气体的作用。

### （3）气旋及气液混合

利用轴流风机和旋流板的手段，使得反应槽内的气相和液相充分混合、形成气旋，增加有机废气与微气泡水的接触，增加反应时间，提高有机废气去除效率。

### （4）砂滤及水循环系统

通过砂滤和水循环系统，实现雾化和微气泡产生流程水的循环使用，大大减少废水排放，实现每半月每 60,000m<sup>3</sup>/h 风量的有机废气处理废水量为 4 吨。

### （5）PLC 控制系统

设备全部用电设施利用 PLC 控制系统进行控制，安装电流超载装置和漏电保护装置，有异常情况发生立即断电，减少人员管理及作业疏忽对工艺和设备的损坏，实现操作更加简捷、自动化的目的。

## 1.4 设备分类 3D 图

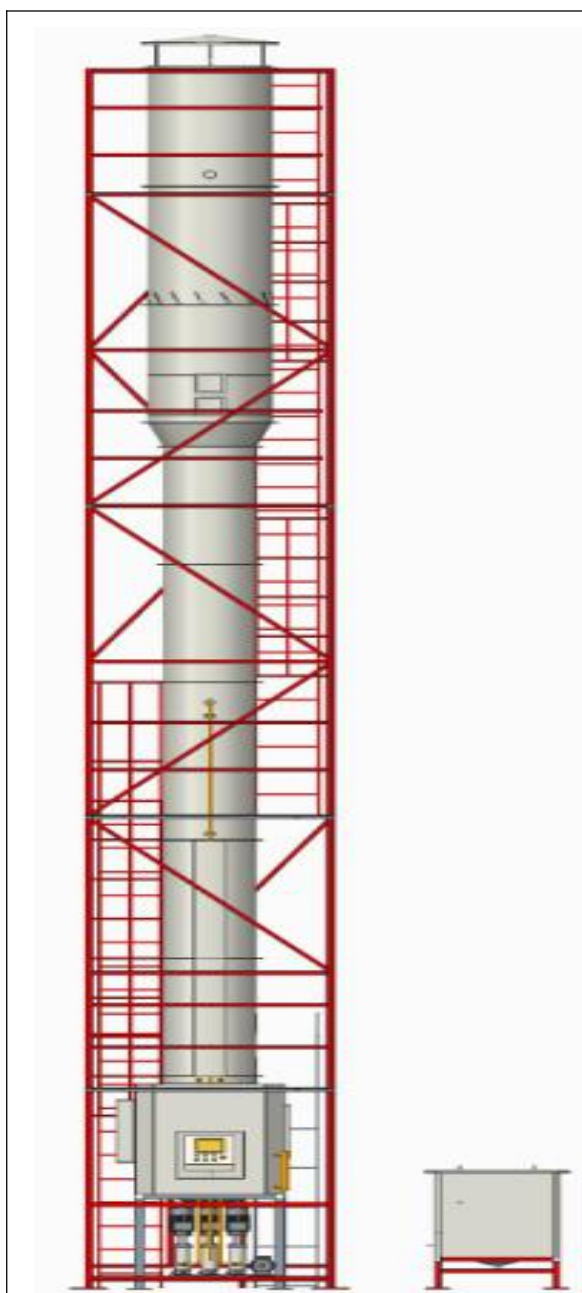


图 3 单筒 SOMB 设备

(对应风量  $15000\text{m}^3/\text{h}$ )

(底座尺寸:  $1500\text{mm}\times 1300\text{mm}$ )

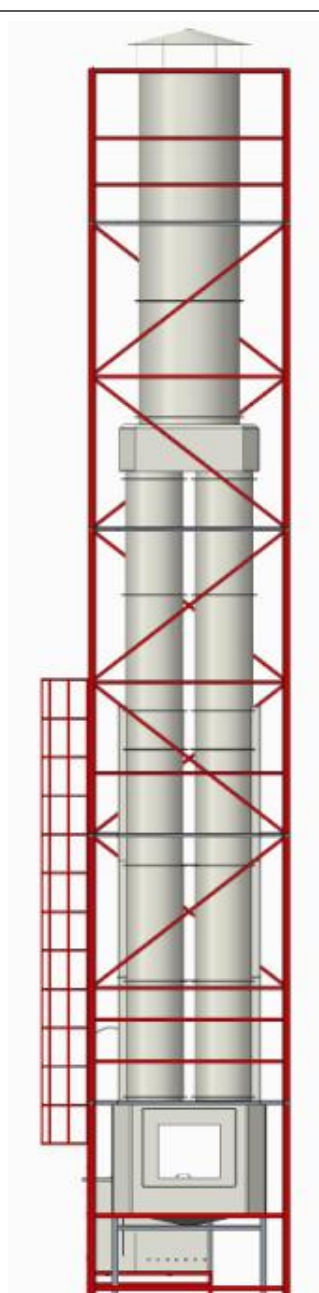


图 4 双筒 SOMB 设备

(对应风量  $30000\text{m}^3/\text{h}$ )

(底座尺寸:  $2000\text{mm}\times 1500\text{mm}$ )

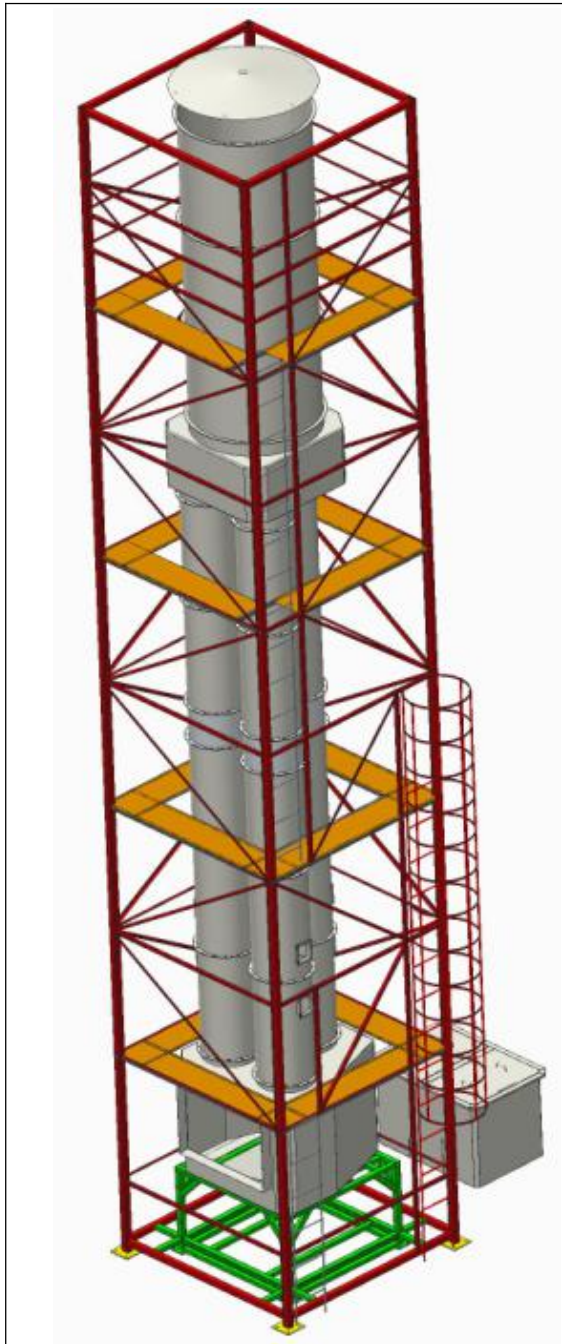


图5 三筒 SOMB 设备

(对应风量  $45000\text{m}^3/\text{h}$ )

(底座尺寸:  $1800\text{mm}\times 2000\text{mm}$ )



图6 四筒 SOMB 设备

(对应风量  $60000\text{m}^3/\text{h}$ )

(底座尺寸:  $2000\text{mm}\times 2000\text{mm}$ )

#### 1.4.1 《单机双筒型》

1. SOMB 主体，材质为不锈钢 304#，厚度 1.5mm。
2. 内径 750mm、长 6000mm 下反应槽，不锈钢 304#，厚度 1.5mm。
3. 内径 1300mm、长 4500mm 上反应槽，不锈钢 304#，厚度 1.0mm。  
内径 750mm、长 3000mm 上反应槽，不锈钢 304#，厚度 1.0mm
4. 同轴式不锈钢轴流风机，总排风量 20000~22500 立方米/小时、功率 4kw2 台。
5. 第三代超氧纳米微气泡发生装置 4 套。
6. 电动水帮浦，南方品牌，扬程 85 米以上、功率 2.2KW，4 台。
7. 循环管道，DN25 国际标准规格。
8. 本体下固定脚架，材质：高碳钢。
9. 滤渣分流槽架构体；材质：不锈钢，含自动补水装置。
10. 砂滤过滤装置、含自动反清洗装置。
11. 高浓度负离子生成器、雾化高压水泵 85 米以上、功率 2.2KW，1 台。
12. SOMB 设备外置固定脚架、15 米高，可进行外部保养维修及检测使用。
13. 编程（PLC）配电箱 800\*600\*200mm（含变频器），室外型、防雨水；国际标准规格。
14. 排气管对接装置。

#### 1.4.2 工艺运行（以喷漆废气为例）

- a) 进水水质要求自来水，循环水要求 COD 小于 3000。
  - b) 常温常压进行，载体水温不得高于 80℃。
  - c) 每隔 10~15 天换一次水，人工处理被分解成矿化物质漆渣，漆渣捞取后，废水可排入水帘柜中水补充使用。
  - d) 严禁在水里添加任何化学物质。
- a) 进气浓度 300mg/m<sup>3</sup> 左右属于中等浓度，最高浓度 2000mg/m<sup>3</sup>，高浓度可以通过气体稀释、增加微气泡发生装置或部分回收后在进入 SOMB 装置。

## 1.5 主要经济指标

包括单位建设成本、直接运行成本、综合运行成本、操作管理人员数量等。以一套 SOMB 设备计算生产 10h/d, 320d/a; 电费 0.88 元/kwh; 以上水泵实际功率按 0.80 计, 其主要经济指标见表 1。

表 1 SOMB 设备主要经济指标

SOMB 设备	直接运行成本	综合运行成本	操作人员数量
单筒双发生器	1.8 万/年	2.8 万/年	1
双筒四发生器	4.2 万/年	5 万/年	1
三筒六发生器	6.7 万/年	7.7 万/年	1
四筒八发生器	8.5 万/年	10 万/年	1

## 1.6 处理效果（主要去除率和达标情况）

有机污染物去除率 85%以上, 达到国家及广东地方标准。详见各检测报告及验收报告。

## 1.7 技术优缺点

### 1.7.1 优点:

- a) 净化效率高: 在适当浓度的 VOCs 去除率甚至超过 90%, 废气达标排放。
- b) 低能耗: 设备仅消耗极少的电力与水。
- c) 安全可靠: 无明火产生, 无爆炸隐患。
- d) 占地面积小: 单套设备占地面积仅 6-9 平方米。
- e) 真正环保: 无药剂添加, 杜绝二次污染。

f) 全自动: 操作方便, 可实现 24 小时无人值守, 系统采用 PLC 控制, 实现整个设备的自动化。

### 1.7.2 缺点:

会产生少量的废水, 废水可排入业主方污水处理站, 如果没有需增加废水部分投资。

VOCs 处理工艺比较见表 2。

表 2 VOCs 处理工艺优缺点对比

处理技术	优势	缺点	综合评判
活性炭吸附法	去除率 75%—85%；占地面积小；建设成本低；建设周期短；适用范围广。	需要定期更换活性炭，废弃活性炭需要特殊处理；运行费用高；单纯的活性炭吸附法已被淘汰。	需要与其他技术配合才能使用。
化学反应法	去除率 80%以上；能处理多种水溶性气体；占地面积小；建设周期短；适用范围广。	建设成本高；运行费用高；易造成二次污染。	适用于低浓度废气、特殊废气、化工厂废气、电子元器件生产废气等。
催化燃烧——直燃式	去除率 85%以上；较适用于处理高浓度废气；建设周期短。	占地面积大；建设成本高；运行费用高；易造成二次污染。	适用于大型工程，造船厂，集装箱厂等。
催化燃烧——蓄热式	去除率 85%以上；较适用于处理高浓度废气；余热可以回收利用。	占地面积大；建设成本高；运行费用高；易造成二次污染。	适用于大型工程，造船厂，集装箱厂等。
生物氧化法	去除率 80%以上；运行费用低；无二次污染。	占地面积大；填料需要定期更换；除臭过程不易控制；运行程度不够稳定；还无法处理疏水性和难生物降解物质。	适用于市政/工业废弃物处理厂，污水厂，食品加工厂，酿酒厂，屠宰场等。
介质激发技术（UV 紫外/光催化/等离子等）	去除率 75%以上；建设成本低，针对低浓度废气臭气处理；可以作为后续处理工艺。	建设周期长；需要预处理；去除率不高占地面积大；安全隐患严重；操作复杂。	适用于市政/工业废弃物处理厂，污水厂，食品加工厂，酿酒厂，屠宰场等。
超氧纳米微气泡技术（SOMB）	去除率 90%以上，无需预处理，可用于各种浓度的有机废气；操作简单；运行成本低；建设成本低；建设周期短；占地面积小。	一次性投资高于 UV 光解技术，产生少量废水。	适用于各类喷涂、涂装，以及印刷、化工、涂料生产等行业；也适用于市政/工业废弃物处理厂，污水厂，食品加工厂，酿酒厂，屠宰场等。

## 2.1 揮発性有機化合物去除装置及揮発性有機化合物去除方法

JP 2009-297698 A 2009.12.24

(19) 日本国特許庁(JP) (12) 公開特許公報(A) (11) 特許出願公開番号  
**特開2009-297698**  
 (P2009-297698A)  
 (43) 公開日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**B O 1 D 53/44 (2006.01)** B O 1 D 53/34 I 1 7 E 4 D 0 0 2  
**B O 1 D 53/74 (2006.01)** B O 1 D 53/34 Z A B  
**B O 1 D 53/34 (2006.01)**

審査請求 未請求 請求項の数 8 書面 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2008-180727 (P2008-180727)	(71) 出願人	000144681
(22) 出願日	平成20年6月13日 (2008.6.13)		株式会社山口工業
			神奈川県平塚市中堂14番11号
		(72) 発明者	山口 文男
			神奈川県平塚市中堂14番11号
		Fターム(参考)	4D002 AA33 AB03 AC10 BA02 BA20 CA01 DA35 DA70 EA06 GA01 GB12

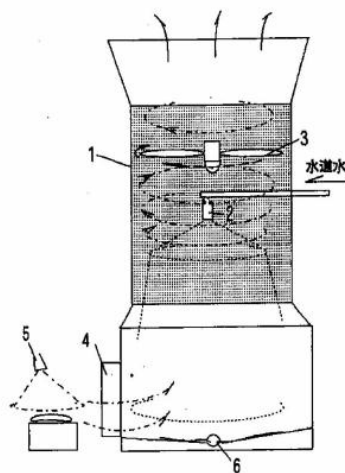
(54) 【発明の名称】 揮発性有機化合物除去装置および揮発性有機化合物除去方法

(57) 【要約】

【課題】 有機塗料の溶剤型塗料を使用する際に発生する揮発性有機化合物を除去し、大気汚染防止法に対応する。

【解決手段】 キャピテーションにより水流中の溶存気体などを気化してマイクロバブルを形成するマイクロバブル発生器と、これに接続するスプレーノズルとを、気流中に配置し、気流中に噴霧される水微粒子に付着する揮発性有機化合物を、マイクロバブル消滅による歪みエネルギー解放により無害化する。マイクロバブルの気泡径分布ピークが、10乃至30 $\mu$ mの範囲内にあるマイクロバブル発生器を採用することで、揮発性有機化合物を確実に酸化処理する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

キャビテーションにより水流中の溶存気体などを気化してマイクロバブルを形成するマイクロバブル発生器と、これに接続するスプレーノズルとを、気流中に配置し、気流中に噴霧される水微粒子に付着する揮発性有機化合物を、マイクロバブル消滅による歪みエネルギー解放により無害化する、揮発性有機化合物除去装置。

**【請求項 2】**

マイクロバブルの気泡径分布ピークが、10乃至30 $\mu\text{m}$ の範囲内にある、請求項1記載の揮発性有機化合物除去装置。

**【請求項 3】**

円錐状に噴霧するスプレーノズルにメッシュ体を配置する、請求項2記載の揮発性有機化合物除去装置。

**【請求項 4】**

上昇気流に対向して水微粒子を噴霧するノズルを下向に配置し、その上部に気流を排出するファンを配置してなる、請求項1、2または3記載の揮発性有機化合物除去装置。

**【請求項 5】**

50 $\mu\text{m}$ 以下のマイクロバブルを発生するマイクロバブル発生器と、このマイクロバブルを含んだ水流を水微粒子として散布するスプレーノズルと、気流を発生させるファンと、塗装作業が行われる雰囲気の流れをこのファン側へと導く取り入れ口からなる、揮発性有機化合物除去装置。

**【請求項 6】**

50 $\mu\text{m}$ 以下のマイクロバブルを発生するマイクロバブル発生器と、このマイクロバブルを含んだ水流を水微粒子として散布するスプレーノズルとを、塗装ブースや室内に導入される気流中に配置して、導入される大気中の揮発性有機化合物を水微粒子にて吸着除去する、揮発性有機化合物除去装置。

**【請求項 7】**

マイクロバブル発生器で50 $\mu\text{m}$ 以下の気泡径のマイクロバブルを水流中に発生させ、これをスプレーノズルで気流中に水微粒子として拡散させ、水微粒子に気流中に含まれる揮発性有機化合物を付着させ、マイクロバブル消滅時に発生する電磁波により揮発性有機化合物を無害化する、揮発性有機化合物除去方法。

**【請求項 8】**

マイクロバブルの気泡径分布ピークが、10乃至30 $\mu\text{m}$ の範囲内にある、請求項7記載の揮発性有機化合物除去方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は塗装時に発生するトルエンやキシレンなどの揮発性有機化合物を、捕捉し分解することで作業環境改善と大気汚染防止を企図する。

**【背景技術】****【0002】**

塗装作業で使用される有機塗料からは大気汚染、水質汚濁、悪臭の原因となる、揮発性有機化合物（VOC）が排出される。大気汚染防止法を遵守すべく、メーカーや業者は、低溶剤型塗料への切り替えを余儀なくされている。しかし、塗装品質の面から有機塗料への執着心は強い。本願発明者は既に塗装ブース内の環境改善と排出配慮のために水フィルタシステムを提唱している。特開平06-115412号は、「排出ファンの作動により、塗装ブースの天井からの気流は噴霧空間へと強制吸引され、貯水槽内一部を通過して外部に放出される。この噴霧空間内には多量の水が噴霧手段によって噴霧されており、一種の水スクリーンが形成されている。微粒水滴はこの噴霧空間内を通過する気流中の塗料粉末を吸着する」。特開平11-309397号は、「このように水フィルタと繊維フィルタの相乗効果によって、塗装ブース内の作業には常に新鮮な空気が供給される。室温

10

20

30

40

50



度13.0℃、湿度49%の条件下でメチルエチルケトン、酢酸イソブチル、トルエン、酢酸ブチル、キシレンの濃度を測定したところ、いずれも1.0ppm以下であった。

【0003】

更に、特開平09-103723号では、「扇状散水器から放出される扇状薄膜（角度 $\theta$ ）は、通過する汚染空気中のVOCや塗料粉末を溶着除去する。互いに対向する扇状散水器対を多数配置したため、ウォーターカーテンにより汚染空気の多くはこの水膜にて捕捉されることになる」。

【0004】

近年、マイクロバブルが注目されている。特開2008-43906号—「マイクロバブルは、気体と液体との混合液よりなる気液二相流体を、内側形状が円筒形又は円錐形の容器内で毎秒約300～700回転させて、同容器の中心部に液体及び気体の2相旋回流を形成させ、その2相旋回流の回転軸に沿って気体の負圧空洞部を形成させて、旋回気体空洞部を形成させ、その旋回によって気体を千切り、かつ粉碎して製造される。発生後は徐々に微細化し消滅する。寿命は、大気圧が作用する水面近くの常圧の場合は数秒前後である。マイクロバブルの物理的特性として、発生時に直径が10～40 $\mu$ mで、電位が-40～-100mVの微細気泡で、その後、気泡径が小さくなるに従い、その電位量の絶対値は逆比例して増加するものである。数百ミクロンの気泡と比較して、表面張力が極端に大きく、内圧が高い。マイクロバブルが消滅する際の内圧は、数千気圧にも達するといわれている。消滅時には、暗闇で自発光が確認できる程の高エネルギーを有する。

【0005】

このマイクロバブルの機能に注目して、特開2006-205036号公報—「直径0.01mmのマイクロバブルにしてタンク部の水に通すバブル発生部とを備え、外気を超微細な気泡として水に通すことで、外気に含まれる水溶性の大気汚染物質を水に溶かし込んだり、大気汚染物質を水によって洗い流すことで、外気に含まれる大気汚染物質を効果的に除去する。厚生労働省ガイドラインでは、室内における総揮発性有機化合物（TVOC）の濃度指針値が示されているが、実際には、これら濃度指針値まで濃度を低下させても、化学物質過敏症の人の場合、シックハウス症候群の諸症状が出ることがある。このことから、室内の各VOCの濃度については、例えば濃度指針値の約1/10以下、TVOCについては、例えば濃度指針値以下に目標値を設定して対策を進めるのが望ましい」。

【0006】

汚染気流中に直接マイクロバブル噴霧水を撒く、特開2001-58142号公報では、「マイクロバブル吐出ノズルは、加圧液体と気体との導入部と円筒状の気泡発生空間を有し、導入部内に、気泡発生空間に開口する加圧液体導入孔と気体導入孔を形成し、加圧液体導入孔を導入部の端面に開口し、気体導入孔を導入部の側面に開口し、気体導入孔と連通する気体導入管に気体導入量を調整する調整弁を設けたものである。加圧液体導入孔の開口から気泡発生空間内に導入された加圧液体は、高圧の下で空間内に吐出されてはがれ域を生じる。このはがれ現象によって、気体導入孔から導入された気体は、マイクロバブル（微細気泡）として吐出水流中に分散される。そして、このマイクロバブルの分散量と大きさは、気体導入量調整弁の開口程度を調節することによって任意に調整できる。また、導入部内に気泡発生空間に開口を有する気体導入孔を設けることによって、分散する気泡の分散状態と大きさを微細化できる。さらに、気泡発生空間形成用筒体に流速低下抑制孔を設けることにより、はがれ域で生じるエネルギー損失の抑制および接続された吐出側の配管内の液体に微細気泡を混入させることができる。また、気泡発生空間形成用筒体の下方位置に縮径部分または活性剤等充填部分を設けることにより、マイクロバブルを大気中に吹き出す用途に適用することができる」。

【0007】

ダストやミストを帯電させ、この下流域で水を噴霧し、更に下流でこの噴霧水を帯電させ、ミストを噴霧水にクーロン付着させる方式も提案されている（特開平10-174899号）・・・「石炭、重油等を燃焼させた際に発生する排ガスを搬送し、前記放電極に高

10

20

30

40

50

電圧発生装置によって例えば－（マイナス）の高電圧を印加すると、コロナ放電が生じ、マイナスの単極性イオンが発生する。このイオンによって処理ガス中のダストをマイナスに帯電させることができる。マイナスに帯電したダストは、散布手段（スプレー部）に搬送される。散布手段のノズルから水をダストにミスト状に散布する。ノズルの粒径は、数十マイクロン～数mmにすると良い。水とダストは、電界形成手段へ搬送される。電界形成手段には、平行平板電極間の直流電界により水を誘電分極させることができる。平均電界強度は、5 kV/cmに設定した。誘電分極された水は、マイナスに帯電したダストをクーロン力によって捕捉することができる。」

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0008】

塗装粉末ミストや揮発性有機化合物（v o c）を水カーテンにより吸着・除去する方式では、噴霧水の粒径が大きいので揮発性有機化合物の吸着は十分ではなく、かつ、いったん、吸着されても再分離しやすいので、排気流量を大きくして希釈し、大気汚染規制をクリアしていた。水中でのマイクロバブルの解明は理論先行で実証を待たれるものの、極めて高い表面張力による吸着能力は注目に値する。このマイクロバブル噴霧水を気流中に拡散して、揮発性有機化合物を吸着しようと検討された。

【課題を解決するための手段】

【0009】

50 μm以下の気泡（以下マイクロバブルと称する）を内包する水微粒子を、気流中に拡散させる。キャピテーションにより水流内に50 μm以下のマイクロバブルを発生させ、この水流を微細化して円錐状に気流中に散布する。

20

【発明の効果】

【0010】

マイクロバブルは発生時に気泡径に反比例する歪みエネルギーを表面張力として与えられ、かつ、マイナスの電位をもつ。永久双極子モーメントをもつ水分子をこのマイナス電位により配向するので、水微粒子の表面はプラスの電位として揮発性有機化合物を吸着する。大きな表面張力に抗すべく水微粒子内の水分子は激しく回転しており、光触媒の酸化チタンのように、酸化触媒として機能する。このマイクロバブルは消滅時に歪みエネルギーを光として発散するので、揮発性有機化合物は酸化分解され無害化される。

30

【発明の実施するための最良の形態】

【0011】

水道水に直結するマイクロバブル発生器9は、キャピテーションにより水道水流内に気泡径が50 μm以下のマイクロバブルを発生させる。流路内に段差や絞り部を配することで乱流等により局所減圧が起こり、局所圧力が飽和水蒸気圧より低下すると溶存気体による気泡が形成される。キャピテーション現象である。c a v i t y（空洞）が流体内に発生するのである。この不自然な現象をエネルギー面から分析すると、「乱流エネルギーが歪みエネルギーとして表面張力に表現された」と理解できる。その表面張力は気泡径（r）の2乗に反比例することが知られている。小さいマイクロバブルほど歪みエネルギーは大きいのである。乱流による静電摩擦によりマイクロバブル表面の電位はマイナス40～マイナス100 mVとなる。気泡径が小さくなるに従い、その電位量の絶対値は逆比例して増加する。表面張力が極端に大きく、内圧が高いために、マイクロバブルが消滅する際の内圧は、数千気圧にも達するといわれている。消滅時には、暗闇で自発光が確認できると言われている。

40

マイクロバブル発生器9は、直接に水道蛇口に接続するのみで、空気や酸素を供給しなくても、第2図の如きマイクロバブル発生特性を有する。水道圧：0.4 Mpa、流量：27 L/minの時、ピーク気泡径は10～19 μmである。

マイクロバブルの発生は、攪拌羽根を高速回転させる、焼結金属のようなポーラスな細孔から空気を噴出させる、水噴流を突起物へ衝突させる、圧力急変部に空気を導入して引きちぎる、などの方法が採用される。第2図のようなマイクロバブル特性を水道圧で果た

50

すには、キャビテーション方式が好ましい。

【0012】

マイクロバブル発生器9からの水流を気流中に散布すべく、スプレーノズル7と継ぎ手8を取り付ける(図3)。円錐状に水微粒子を散布するスプレーノズル7は、フルコーン型の周知ノズルでメッシュにより水微粒子として気流中に拡散する。マイナス電位のマイクロバブルを含んだ水微粒子の表面は、分極によるプラスとマイナスの両電位を示す。揮発性有機化合物である、トルエン、キシレン、酢酸ブチル、アセトン、イソプロピルアルコール、テトラクロロエチレン等は、マイナスあるいはプラスの表面電位をもつので、霧のように気流中に広がる水微粒子に、クーロン吸着する。

【0013】

マイクロバブルは熱平衡状態に戻ろうとして、水微粒子内で急激に小さくなる。マイクロバブルの歪みエネルギーは表面張力として表現されるので、小さくなるにつれて表面張力のエネルギー密度が指数函数的に増加し、歪みエネルギーの急上昇する。そして、臨界値で破裂してその歪みエネルギーを光や衝撃波として発散する。水微粒子に付着している揮発性有機化合物は、この開放エネルギーにより酸化分解される。紫外線酸化法と同じようにこの開放エネルギーが振舞うと思われる。

【0014】

第1図は塗装作業の際に発生する揮発有機物質を除去する実施例である。マイクロバブルを含んだ水微粒子を散布するノズル2は、スプレーノズル7とマイクロバブル発生器9よりなる。水道水に直結しているが、循環水をポンプで加圧しても良い。第2図のような10~19 $\mu\text{m}$ がピーク気泡径のマイクロバブルを含んだ水微粒子群が噴霧される。ガイド1内で下方に噴霧される。ノズル2上方のファン3の上昇気流は、落下する水微粒子群に浮遊力を与え、ガイド1内にサイクロンを発生させる。気流との接触時間の長いこの水微粒子は、微細かつマイナス電位に帯電しているため、上昇気流内の揮発有機物質を吸着する。ピーク気泡径が10~19 $\mu\text{m}$ であるため、この気液接触中に臨界径まで小さくなり急激に増加した歪みエネルギー密度を開放し、揮発有機物質を酸化処理して無害化する。符号5は塗装スプレーノズル、符号4は取り入れ口、符号6は排水管である。

【0015】

第4図の実施例は、塗装ブースや室内等の吸気口に配置する空気浄化装置である。空気フィルタ11を通過した気流は、ガイド12内のノズル2を通過し、マイクロバブルを含んだ水微粒子により揮発有機物質を吸着除去される。吐出口14から塗装ブース内に入る。ガイド12の底部に溜まる水を加圧してノズル2へと循環させても良い。

【実施例】

【0016】

キャビテーションにより水流中の溶存気体などを気化してマイクロバブルを形成するマイクロバブル発生器と、これに接続するスプレーノズルとを、気流中に配置し、気流中に噴霧される水微粒子に付着する揮発性有機化合物を、マイクロバブル消滅による歪みエネルギー解放により無害化する、揮発性有機化合物除去装置。

【0017】

マイクロバブルの気泡径分布ピークが、10乃至30 $\mu\text{m}$ の範囲内にある、請求項1記載の揮発性有機化合物除去装置。この範囲のマイクロバブルが水微粒子内で更に小さくなって消滅する際には、極めて大きな歪みエネルギーが電磁波として解放される。水微粒子に吸着された揮発性有機化合物は光酸化により無害化される。

【0018】

円錐状に噴霧するスプレーノズルにメッシュ体を配置する、請求項2記載の揮発性有機化合物除去装置。メッシュ体により水流は微細化される。

【0019】

上昇気流に対向して水微粒子を噴霧するノズルを下向に配置し、その上部に気流を排出するファンを配置してなる、請求項1、2または3記載の揮発性有機化合物除去装置。

【0020】

50  $\mu\text{m}$ 以下のマイクロバブルを発生するマイクロバブル発生器と、このマイクロバブルを含んだ水流を水微粒子として散布するスプレーノズルと、気流を発生させるファンと、塗装作業が行われる雰囲気の流れをこのファン側へと導く取り入れ口からなる、揮発性有機化合物除去装置。

【0021】

50  $\mu\text{m}$ 以下のマイクロバブルを発生するマイクロバブル発生器と、このマイクロバブルを含んだ水流を水微粒子として散布するスプレーノズルとを、塗装ブースや室内に導入される気流中に配置して、導入される大気中の揮発性有機化合物を水微粒子にて吸着除去する、揮発性有機化合物除去装置。

【0022】

マイクロバブル発生器で50  $\mu\text{m}$ 以下の気泡径のマイクロバブルを水流中に発生させ、これをスプレーノズルで気流中に水微粒子として拡散させ、水微粒子に気流中に含まれる揮発性有機化合物を付着させ、マイクロバブル消滅時に発生する電磁波により揮発性有機化合物を無害化する、揮発性有機化合物除去方法。

【0023】

マイクロバブルの気泡径分布ピークが、10乃至30  $\mu\text{m}$ の範囲内にある、請求項7記載の揮発性有機化合物除去方法

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】 塗装排気流を浄化する概略説明図である。

【図2】 噴霧されるマイクロバブルの気泡径分布図である。

【図3】 マイクロバブル発生器とスプレーノズルの組み合わせ図である。

【図4】 吸気空気を浄化する概略説明図である。

【符号の説明】

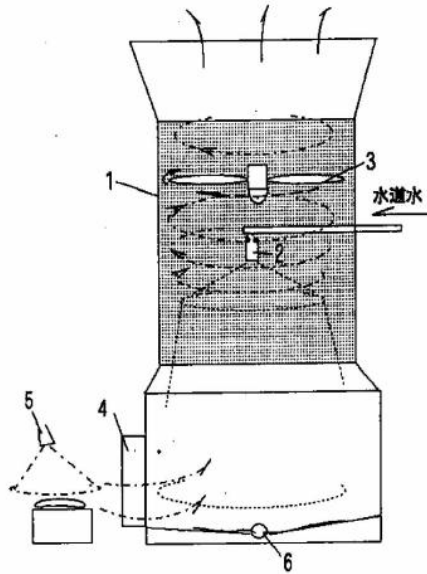
【0025】

- 2 ノズル
- 7 スプレーノズル
- 9 マイクロバブル発生器

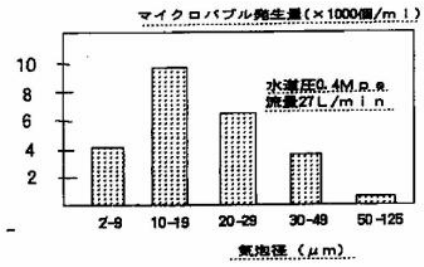
10

20

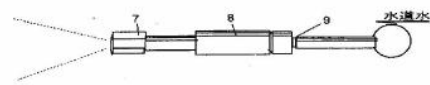
【図1】



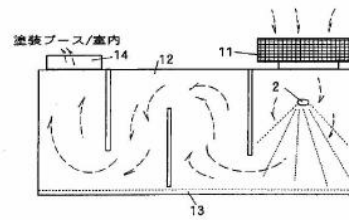
【図2】



【図3】



【図4】



## 2.2 揮発性有機化合物去除装置

JP 2011-581 A 2011.1.6

(19) 日本国特許庁 (JP) (12) 公開特許公報(A) (11) 特許出願公開番号  
**特開2011-581**  
**(P2011-581A)**  
 (43) 公開日 平成23年1月6日(2011.1.6)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**B 01 D 53/44 (2006.01)** B 01 D 53/34 I 1 7 Z 4 D 0 0 2  
**B 01 F 5/02 (2006.01)** B 01 F 5/02 Z A B Z 4 G 0 3 5  
**B 01 F 3/04 (2006.01)** B 01 F 3/04 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 書面 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2009-162215 (P2009-162215)	(71) 出願人 000144681 株式会社山口工業 神奈川県平塚市中堂 1 4 番 1 1 号
(22) 出願日 平成21年6月17日 (2009.6.17)	(72) 発明者 山口 文男 神奈川県平塚市中堂 1 4 番 1 1 号
	F ターム (参考) 4D002 AA21 AA33 AA40 AB03 BA05 BA16 CA01 DA35 DA51 DA70 GA01 GB12 HA01 4G035 AB15 AC14 AE13

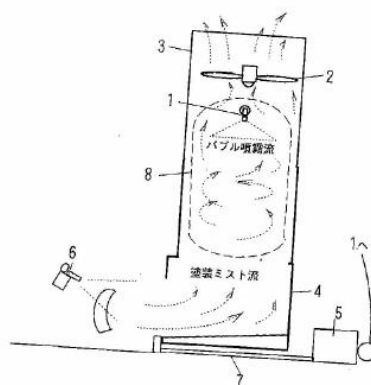
(54) 【発明の名称】 マイクロバブル装置

(57) 【要約】

【課題】 VOC や有機樹脂塗料などをマイクロバブル消滅により不活性化するマイクロバブル装置に関し大気汚染防や排水基準を満たす。

【解決手段】 マイクロバブルを発生させこれを多数内包する水を撒き散らすマイクロバブル発生器と、撒き散らされた水流を水微粒子として浮遊落下させるファンとで、水微粒子流と塗装ミスト流を、混流し、VOC や有機樹脂塗料をこの水微粒子群に付着させ、水微粒子内のマイクロバブル消滅によりこれら付着物を不活性化あるいは分解する。キャピテーションによりピーク粒径を10乃至19  $\mu\text{m}$  にもつマイクロバブルを発生させ、バブル噴霧流内を浮遊落下中に水微粒子内のマイクロバブル消滅させて、有機樹脂塗料が凝集硬化するのを阻止する。マイクロバブル消滅による歪みエネルギー解放により無害化する。マイクロバブルの気泡径分布ピークが、10乃至30  $\mu\text{m}$  の範囲内にあるマイクロバブル発生器を採用することで、揮発性有機化合物を確実に酸化処理する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

マイクロバブルを発生させこれを多数内包する水を撒き散らすマイクロバブル発生器と、撒き散らされた水流を水微粒子として浮遊落下させるファンとで、水微粒子流と塗装ミスト流を、混流し、VOCや有機樹脂塗料をこの水微粒子群に付着させ、水微粒子内のマイクロバブル消滅によりこれら付着物を不活性化あるいは分解する、マイクロバブル装置。

**【請求項 2】**

キャビテーションによりピーク粒径を10乃至19 $\mu\text{m}$ にもつマイクロバブルを発生する、請求項1記載のマイクロバブル装置。

10

**【請求項 3】**

反応筒3内に、50 $\mu\text{m}$ 以下のマイクロバブルを多数内包する水微粒子が浮遊落下しているバブル噴霧流8を、区画形成し、VOCなどを含む汚染気流をこのバブル噴霧流8へと混流させ、マイクロバブル消滅時に生成する活性水酸基により付着したVOCなどを分解・不活性化する、マイクロバブル装置。

**【請求項 4】**

キャビテーションによりピーク粒径を10乃至19 $\mu\text{m}$ にもつマイクロバブルを発生する発生器と、多数のマイクロバブルを内包する水微粒子を大気中に撒き散らす散布手段とからなり、有機炭素量が高い被浄化水流をこの発生器に送り込む、マイクロバブル装置。

20

**【請求項 5】**

オゾンを溶解した水流でマイクロバブルを多数内包する水微粒子を生成する、請求項3または4記載のマイクロバブル装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は50ミクロンメートル以下の粒径気泡（マイクロバブル）が潰れる際に形成される活性水酸基（hydroxyl radical）により化合物を分解・不活性化するマイクロバブル発生装置に関し、特に、有機塗料使用時に発生する揮発性有機化合物を分解し、排気や排水公害基準を満足し、作業環境の向上を図る。

30

**【背景技術】****【0002】**

マイクロバブル消滅による化合物分解機能は徐々に解明されているが、理論的背景として、フリーラジカルの水酸基（活性水酸基と称する）説が説得力をもつ（特開2008-93612号）。出願人は特願2008-180727号によりマイクロバブルによる揮発性有機化合物（以下VOCと称する）の分解能力を検証してきた。本願発明はこの延長線上にある。活性水酸基の効率良い生成により塗装ブース廃液でメダカを生存させるまでに至る。

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】**

40

**【0003】**

反応筒内での塗装ミスト流とバブル噴霧流との接触時間は僅かであり、流速や水微粒子径そしてこの水微粒子に内包されるマイクロバブルの粒径選定など試行錯誤の連続であった。マイクロバブルの発生にはキャビテーション方式を採用するものの、キャビテイ（空洞つまりマイクロバブル）の粒径を上記先願出願の第2図のような粒径分布（1～40 $\mu\text{m}$ ）にするにはそれなりの努力が要求される。これらと並行してマイクロバブル消滅による化合物分解の理論的解明が必要であった。

**【課題を解決するための手段】****【0004】**

マイクロバブルを発生させこれを多数内包する水を撒き散らすマイクロバブル発生器と

50

、撒き散らされた水流を水微粒子として浮遊させる軸流ファンとで、水微粒子流と塗装ミスト流を混流し、VOCや有機樹脂塗料をこの水微粒子群に付着させ、マイクロバブル消滅によりこれらを不活性化する。

【発明の効果】

【0005】

マイクロバブル消滅時に水酸化イオンは活性水酸基へと変わる。生成した活性水酸基の半減期は10の-9乗秒と短い。消滅直前のマイクロバブル壁面の水酸基イオン濃度とマイクロバブル近傍のVOC濃度が高いほど効率は良くなる。本発明では、マイクロバブルを多数内包する水微粒子群を浮遊落下させ、気流中に分散しているVOCなどを水微粒子表面に濃縮付着させ、マイクロバブル粒径を急激に縮小させてバブル壁面の水酸基イオン濃度を高め、この付着による電荷変動や圧力変動を契機としてマイクロバブルを消滅させるため、発生した活性水酸基(hydroxyl radical)は瞬時にVOCに接触してこれを不活性化・分解する。一般に、塗装ミストの有機樹脂塗料は水溶液表面に達すると、凝集し、硬化するが、水微粒子に付着している混流中に活性水酸基により不反応化されるので硬化による塗装スラッジは生成しない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

マイクロバブル発生方法としては、高速旋回流や、特殊なベンチュリー管、更にはキャピテーション方式が知られている。水道圧でもキャピテーションを発生できるマイクロバブル発生器1の一部切り欠き例を図2に開示する。ベンチュリー部11とその出口側の押拡部12との接続箇所は拡大してある。高速水流が押拡部12で急速に速度を下げると乱流が発生し、この渦エネルギーがキャピテイ発生部でマイクロバブルを発生する。ベンチュリー部11、押拡部12の内径は、3.2ミリ、5.5ミリで、テーパ部10には水圧0.4Mpa、流量30L/m1の水流源が接続される。

発生するマイクロバブルの粒径分布は10~19μmにピークを呈し、両サイドは30~40μmと2~9μmである。ピーク径内の気泡数は10000個/10m1。マイクロバブル発生器1は、出口側にスプリンクラー部13を配して構成される。円錐フィルム状にマイクロバブル水流は散布される。このままではマイクロバブルを内包した数ミリの水微粒子群は得られない。

【0007】

反応筒3の上部に、下向きにバブル噴霧流を散布するマイクロバブル発生器1を配置し、その上方に上昇気流を発生する軸流ファン2を配置する。吸込筒4に吸い込まれた塗装ミスト流は、この軸流ファン2を経由して上方から排出される。フィルム状に撒き散らされたマイクロバブル水流は、上昇気流にあおられ、上昇回転しつつ微粒子化し、バブル噴霧流8を生成する。気泡径が40μm以下のマイクロバブルを多数内包する水微粒子群が浮遊落下するように、上昇気流の流速を設定する。

【0008】

反応・硬化性有機樹脂を有機溶剤で溶かし塗装ガン6で被塗装物に噴霧する。塗装ミストは被塗装物に付着して硬化する。この塗装ミストにはVOCが含まれる。吸込筒4に吸い込まれた塗装ミスト流は、上昇気流に伴って上昇し、バブル噴霧流8の領域内で攪拌され、VOCを含む塗装ミストの殆んどが霧雨状の水微粒子群に付着する。マイクロバブルを多数内包する水微粒子に捕捉された塗装ミストは、水微粒子の落下中に分解される。有機樹脂塗料は反応・硬化せずにさらさら状態になり、VOCは不活性化される。反応筒3上部の排気出口でのVOC計測値の98vol-ppmC(環境省告示第61号に基づく計量)が、その証左となる。なお、吸込筒4の入り口でのVOC値は、2300vol-ppmCである。マイクロバブル消滅時のこの特異な分解作用は後述するが、電荷を有する水微粒子と塗装ミストはクーロン付着し、気流中に分散している塗装ミストは、水微粒子表面での濃度を高くする。バブル噴霧流8内をゆっくりと浮遊落下する水微粒子内のマイクロバブルは、バブル壁面の水酸化イオン濃度を高めつつ、その粒径を急激に縮小し、消滅する。塗装ミスト付着時の電荷変動や圧力変動がマイクロバブルの消滅を促すか、あ



るいは、水微粒子が底部の水溶液に触れた衝撃で消滅する可能性は高い。

【0009】

これを確認すべく、吸込筒4底部の水溶液をバケツに取り出し、塗装ガン6で同じ塗装ミスト流を吹き付けると、水面で塗装ミストは凝集し塗装スラッジが水面に浮いている。このスラッジは非常にベタついており手に付着すると水では落ちない。一方、水微粒子群が霧雨状に落下している吸込筒4内の水面に向けて、塗装ガン6から塗装ミストを吹き付けると、水面の塗装スラッジは非粘性を呈し、手でさわるとさらさらした感触で、水で洗い流すことができる。水微粒子に有機樹脂塗料が付着しているあいだに、発生した活性水酸基(hydroxyl radical)により、有機樹脂塗料は不反応化・不硬化され、水面に達しても凝集・硬化しないのである。VOCも同じように不活性化される。

10

【0010】

凝集・硬化せずサラサラの有機樹脂塗料と不活性化したVOCは水溶液とともに排水管7を経て回収槽5に導かれる。槽内のフィルタでサラサラの有機樹脂塗料は除去される。この水溶液はポンプを経てマイクロバブル発生器1へとリサイクルされる。

【0011】

マイクロバブル消滅時の分解作用について。

酸素原子は二個の最外殻電子をもつ。この二個の電子のスピンが不對(spinnerunpaired)の時に基底状態(安定した三重項)であるが、スピンの対(spinnerpaired)の一重項になると強い活性を呈する。アニオン酸素分子(superoxide)や活性水酸基(hydroxyl radical)の酸素原子は一重項で反応性が高い。この活性水酸基の半減期は10の-9乗秒と非常に短い。VOC(=R-H)は活性水酸基によりR・(アルキルラジカル)へと変化し、R-O2へと落ち着く。一方、水溶液内の水分子[H2O]と水酸基イオン[OH]、水素イオン[H]の濃度は熱平衡状態にある。温度によって濃度が決まり、ボルツマン分布と呼ばれる。温度上昇により[OH]の方が[H]より僅かではあるが多くなる。マイクロバブルの高い表面張力は高い表面温度を意味する。それ故、マイクロバブルは負に帯電する。水が高い表面張力を呈するのは、水分子/水酸基イオンの分極と水素結合に依拠する。合成双極子モーメントを有する水分子は、激しく回転しており、10の-6乗秒でクルッと回転しているが、物質と接する界面では10の-12乗秒で一回転する。温度が高いマイクロバブル壁面では、水素結合でスクラムを組んでいる水酸基イオン群からはじき出される。マイクロバブル壁面の水酸基イオン密度は高くなり、気泡は小さくなる。

20

30

マイクロバブルが小さくなるにつれてこの電荷密度は上昇し、ついには消滅する。このとき発生する電磁波や衝撃波で水酸基イオンは、活性水酸基(hydroxyl radical)になり、水微粒子に付着したVOCや有機樹脂塗料はこの活性水酸基により不活性化される。

【0012】

数ミリほどの霧雨として浮遊落下する水微粒子群に、塗装ミスト流が向流上昇するので、トルエン、キシレン、酢酸ブチル、アセトン、イソプロピールアルコール、テトラクロロエチレンなどのVOCそして有機樹脂塗料のほとんどはその表面に付着される。気流中に拡散している塗装ミストの殆んどが微粒子表面に付着する。マイクロバブル消滅時のクーロン斥力は、電磁波や衝撃波として開放される。マイクロバブル壁面の過密水酸基イオンは、活性水酸基へと活性化する。半減期10の-9乗秒と短い活性水酸基は、直ちに水微粒子表面に付着しているVOCと反応しこれを不活性化する。有機樹脂塗料がさらさらになる理由はここにある。

40

【実施例】

【0013】

マイクロバブルを発生させこれを多数内包する水を撒き散らすマイクロバブル発生器1と、撒き散らされた水流を水微粒子として浮遊させる軸流ファン2とで、水微粒子流と塗装ミスト流を混流し、VOCや有機樹脂塗料をこの水微粒子群に付着させ、マイクロバブル消滅によりこれらを不活性化する、マイクロバブル装置(A)。

50

マイクロバブルを多数内包する水微粒子に付着したVOCは、マイクロバブル消滅時に生成される活性水酸基が消滅する前にこれと接触し分解される。

【0014】

上記マイクロバブル装置(A)において、キャビテーションによりピーク粒径を10～19 $\mu$ mにもつマイクロバブルを発生するマイクロバブル発生器1を採用する。このピーク粒径のマイクロバブルは、水微粒子の自由落下中に数ミクロン以下に縮小し、その歪みエネルギーをVOCや有機樹脂塗料の付着を契機として開放する。

【0015】

上記マイクロバブル装置Aにおいて、オゾン溶解あるいは気泡とした水流でマイクロバブルを発生させる。撒き散らされた水微粒子内のマイクロバブル壁面の水酸基イオンは酸化促進され、活性水酸基を増加させる。

10

【0016】

上記マイクロバブル装置Aにおいて、塗装ミスト流の代わりに清浄気流を採用し、マイクロバブル発生器1にはバクテリアあるいは有機炭素量(TOC)が高いなどの被浄化水流を供給する。この被浄化水流には予めオゾン溶解しておく。バブル噴霧流8内を浮遊落下する水微粒子内のTOCは、浮遊落下中に消滅するマイクロバブルの機能により分解される。

【0017】

上記マイクロバブル装置Aにおいて、塗装ミスト流の代わりにウイルスあるいはVOCなどを含んだ汚染空気を採用し、バブル噴霧流8内を浮遊落下する水微粒子にウイルスやVOCなどを付着させ、浮遊落下中に消滅するマイクロバブルの機能によりこれらを不活性化あるいは分解する。特に、ウイルスは電荷を有するため、水微粒子表面にクーロン付着して捕捉される。

20

【0018】

上記マイクロバブル装置Aにおいて、スプリンクラー部13に代えて、微細孔を穿った噴霧部を採用してもよく、軸流ファン2には通常送風ファンを採用しても良い。要は、マイクロバブルを内包する水微粒子が浮遊落下する、バブル噴霧流8が区画形成されれば良い。

【0019】

余論

マイクロバブルが縮小する理由として、バブル内の気体が壁面に溶解し、増加する水酸基イオンにより表面張力が増加する、との説には凝問を感じざるをえない。私なりに納得しえる仮説を次に紹介する。

30

力の伝搬は空間の歪みの伝搬である。地球から太陽に隠れて見えないはずの光が届いたことより重力レンズが証明された。太陽の重力により周囲の空間が歪むのである。このマクロ世界の現象をミクロのマイクロバブル(マイクロ太陽)に適用しても何ら違和感はない。マイクロバブルの壁面空間は歪んでいる。この歪みエネルギーは電磁波として開放される。壁面の高濃度の水酸基イオンは活性水酸基(hydroxyl radical)になり、マイクロバブルを多数内包する水微粒子に付着したVOCや有機樹脂塗料を分解する。空間に歪みを与える「力」は、水素結合力、高電荷密度によるクーロン力、が思いつくがこれでは不十分であろう。最近になって地球磁場は、地球内部の外殻付近に溜まった水(地表の5倍)であることがわかってきた。高温高压水内の鉄イオンであろう。翻って、マイクロバブル壁面に満ち満ちている高密度水酸基イオンが停止していると看做すほうが不自然であり、界面では水分子が10の<sup>-12</sup>乗秒で一回転している等から「周回している」と考えざるをえない。まさに、マイクロバブルはミニ地球でもあり、磁場が発生している。磁力線が曲げられたときに生じる張力をマックスウエルの応力(stress)という。高速周回する水酸基イオン流によるこの張力は、極めて大きいに違いない。この張力による空間歪みは電荷密度に比例するため、マイクロバブルは次第に曲率を大きく(気泡径は小さく)なる。臨界点(クーロン斥力との)に達すると空間歪みは電磁波として一気に開放される。この電磁波を吸収して水酸基イオンは活性水酸基(hydr

40

50

oxy radical) になる。本発明での水微粒子に VOC などの付着が、電磁波発生のおかげとなろう。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】 塗装ミスト流を浄化する概略説明図である。

【図2】 マイクロバブル発生器の一部切り欠き断面図である。

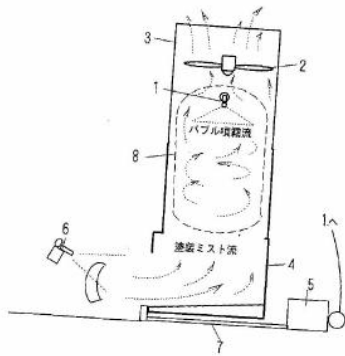
【符号の説明】

【0021】

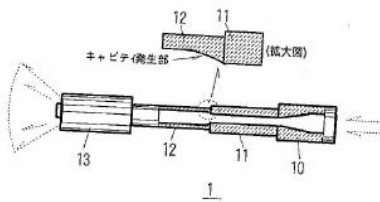
- 1 マイクロバブル発生器
- 2 軸流ファン
- 3 反応筒
- 4 吸込筒
- 8 バブル噴霧流

10

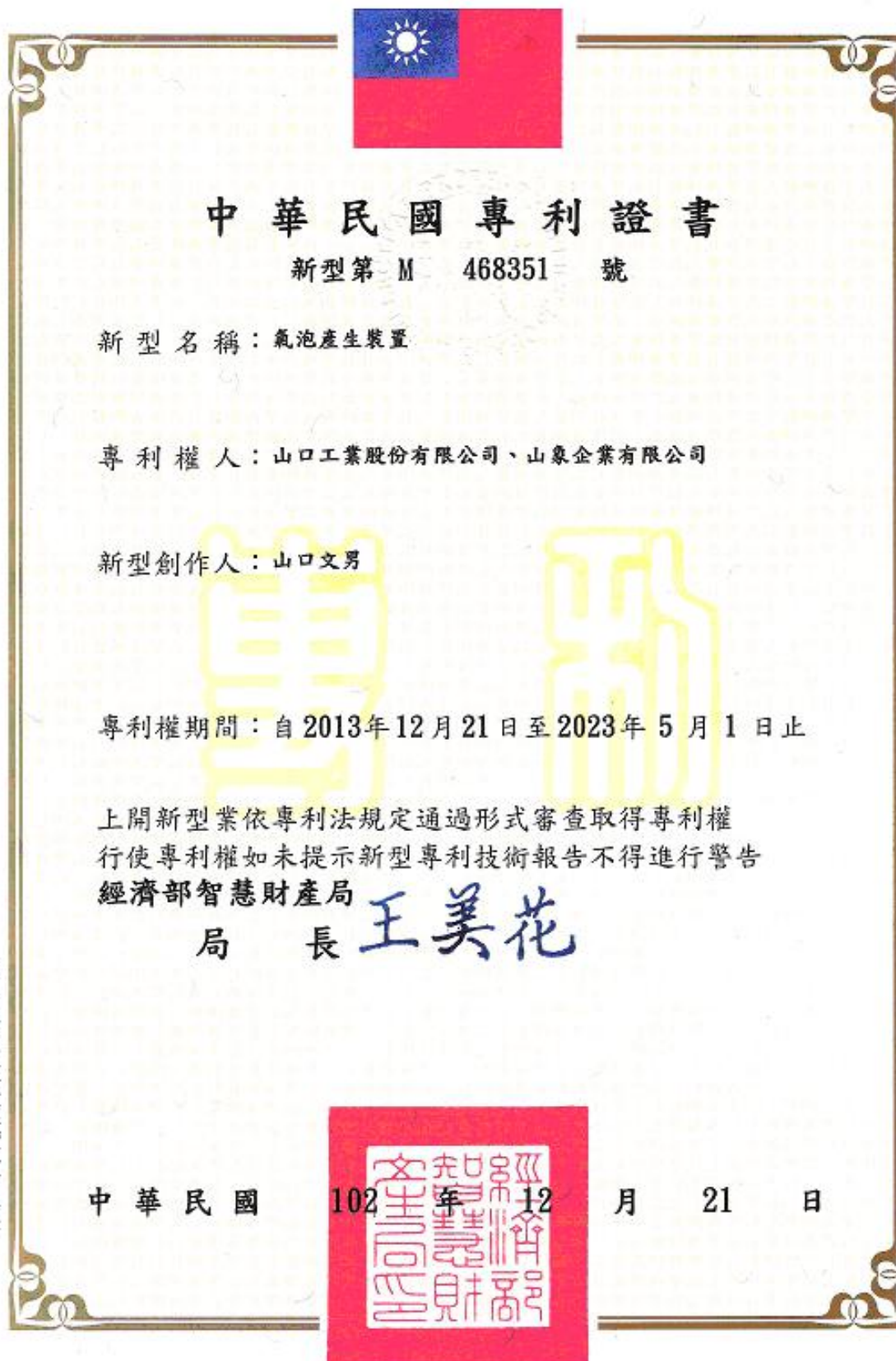
【図1】



【図2】




## 2.3 气泡产生装置



## 2.4 含有 VOC 气体的处理系统

证书号第 4061669 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：含有 VOC 气体的处理系统

发 明 人：李祚辉;胡俊杰

专 利 号：ZL 2014 2 0555203.2

专利申请日：2014 年 09 月 26 日


专 利 权 人：佛山山象环保工程服务有限公司

授权公告日：2015 年 01 月 07 日


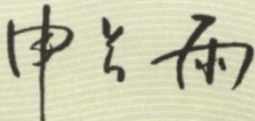
本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 09 月 26 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨





2015 年 01 月 07 日

第 1 页 (共 1 页)

## 2.5 一种高压喷雾废气处理装置

证书号第5198337号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种高压喷雾废气处理装置

发 明 人：贺明;周剑光

专 利 号：ZL 2015 2 1002973.5

专利申请日：2015年12月04日


专 利 权 人：佛山山象环保工程服务有限公司

授权公告日：2016年05月11日


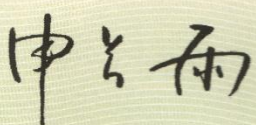
本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月04日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨



第1页(共1页)

## 2.6 一种轴流风机

证书号第 5201685 号		
<h1>实用新型专利证书</h1>		
实用新型名称：一种轴流风机		
发 明 人：贺明;周剑光		
专 利 号：ZL 2015 2 1003921.X		
专利申请日：2015 年 12 月 04 日		
专 利 权 人：佛山山象环保工程服务有限公司		
授权公告日：2016 年 05 月 11 日		
<p>本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。</p> <p>本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 04 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。</p> <p>专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。</p>		
		
局长 申长雨		
第 1 页 (共 1 页)		

## 2.7 一种高压喷雾系统

证书号第 5198702 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种高压喷雾系统

发明人：贺明；周剑光

专利号：ZL 2015 2 1019421.5

专利申请日：2015 年 12 月 09 日

专利权人：佛山山象环保工程服务有限公司

授权公告日：2016 年 05 月 11 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 09 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。






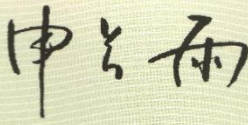

局长  
申长雨



第 1 页 (共 1 页)





## 2.8 一种易散热轴流风机

证书号第 5199839 号		
<h1>实用新型专利证书</h1>		
实用新型名称：一种易散热轴流风机		
发 明 人：贺明;周剑光		
专 利 号：ZL 2015 2 1004049.0		
专利申请日：2015 年 12 月 04 日		
专 利 权 人：佛山山象环保工程服务有限公司		
授权公告日：2016 年 05 月 11 日		
<p>本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。</p> <p>本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 04 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。</p> <p>专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。</p>		
		
局长 申长雨		
第 1 页 (共 1 页)		

## 2.9 一种液体自动配比控制系统

证书号第 5199917 号



# 实用新型专利证书

实用新型名称：一种液体自动配比控制系统

发 明 人：贺明;周剑光

专 利 号：ZL 2015 2 1002931.1

专利申请日：2015 年 12 月 04 日


专 利 权 人：佛山山象环保工程服务有限公司

授权公告日：2016 年 05 月 11 日


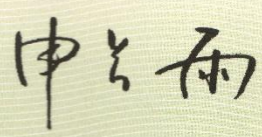
本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 04 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨



第 1 页 (共 1 页)



2.10 中山鸿发家具厂





2.11 中山新地家具厂 一期工程





2.12 中山新地家具厂 二期工程







2.13 中山市广耀塑料模具制品有限公司









2.14 中山大洋电机股份有限公司





2.15 佛山市三水区业鹏机械厂







2015-9-5 16:53



2.16 佛山三水区银洋树脂厂





2.17 广东伊之密精密机械股份有限公司











2.18 广州市万庆达装饰材料有限公司









## 2.19 河北立中集团







2.20 日本-检测废气写真









2.21 现正进行的案例 顺德美的电饭煲厂





4.13 现正进行中的案例 顺德格兰仕厂







5.4.14 现正进行中的案例 顺德伊之密高黎厂









### 3 案例技术方案

企业名称	设计方案名称	备注
中山鸿发家具公司	中山鸿发家具公司有机废气技改项目	第一代
广东银洋树脂有限公司	广东银洋树脂有限公司超氧纳米微气泡备 VOC 降解装置	第二代
广东伊之密精密注压科技有限公司	广东伊之密精密注压科技有限公司工业废气 处理项目	第三代
宜昌金宝乐器公司	宜昌金宝乐器公司有机废气技改项目	第三代
佛山市三水加美实业有限公司业鹏 成分公司	佛山市三水加美实业有限公司业鹏成分公司 工业有机废气治理工程	改造类
浙江宁波某厂	浙江宁波某厂有机废气技改项目	进行中
顺德美的电饭煲厂	顺德美的电饭煲厂有机废气技改项目	已验收
顺德格兰仕厂	6.顺德格兰仕厂有机废气技改项目	建设中
广东伊之密精密有限公司(高黎厂)	广东伊之密(高黎厂)有限公司工业废气处理 项目	建设中

制表日

期：2017.04