



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101932923 B

(45) 授权公告日 2012.06.27

(21) 申请号 200980103994.7

(22) 申请日 2009.02.04

(30) 优先权数据

2008-024667 2008.02.05 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.08.03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/052255 2009.02.04

(87) PCT申请的公布数据

W02009/099243 EN 2009.08.13

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪

(72) 发明人 冲明男 冈弘章

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

G01N 1/22(2006.01)

(56) 对比文件

US 4885076 A, 1989.12.05,

JP 2006068711 A, 2006.03.16,

US 2003150739 A1, 2003.08.14,

CN 1961210 A, 2007.05.09,

US 5098657 A, 1992.03.24,

JP 2001318069 A, 2001.11.16,

审查员 崔亚松

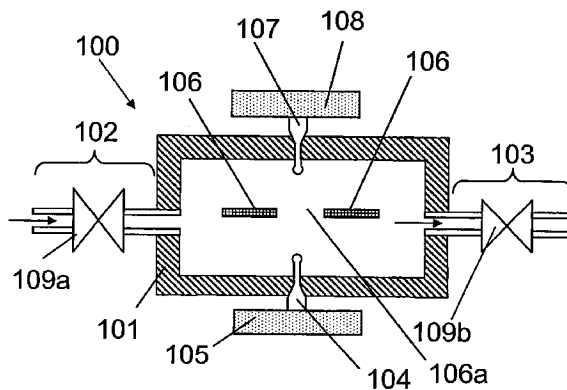
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 12 页

(54) 发明名称

试料气体收集方法

(57) 摘要

本发明提供一种试料气体收集方法,静电喷雾装置包括:能够封闭的容器(101);设置于上述容器的一端的试料气体的注入口(102);设置于上述容器的另一端的试料气体的排出口(103);设置于上述容器的内部的雾化电极部(104);设置于上述雾化电极部的附近的第一冷却部(105);设置于上述容器的内部的对置电极部(106);设置于上述对置电极的附近的针状的收集电极部(107);和设置于上述收集电极部的附近的第一冷却部(108)。将上述试料气体冷却冷凝后,使其变成带电微粒。被带电微粒化的试料气体在通过静电力而收集于上述收集电极部107之后,被冷却冷凝。通过以上的的方法,能够抑制溶液在收集电极上扩散。



1. 一种试料气体收集方法,使用静电喷雾装置来收集试料气体,其特征在于:  
所述静电喷雾装置包括:  
能够封闭的容器;  
设置于所述容器的一端的试料气体的注入口;  
设置于所述容器的另一端的试料气体的排出口;  
设置于所述容器的内部的雾化电极部;  
对所述雾化电极部进行冷却的第一冷却部;  
设置于所述容器的内部、并具有狭缝的对置电极部;  
夹着所述狭缝与所述对置电极相对的针状的收集电极部;和  
对所述收集电极部进行冷却的第二冷却部,  
所述试料气体收集方法依次包括:  
将所述试料气体从所述注入口向所述容器注入的注入工序;  
通过所述第一冷却部对所述雾化电极部进行冷却的第一冷却工序;  
在所述雾化电极部的外周面使所述试料气体成为第一冷凝液的第一冷凝工序;  
通过静电喷雾使所述第一冷凝液成为带电微粒的带电微粒化工序;  
相对于所述对置电极部向所述收集电极部施加电压的电压施加工序;  
通过所述第二冷却部对所述收集电极部进行冷却的第二冷却工序;和  
在所述收集电极部的前端附近使所述带电微粒成为第二冷凝液的第二冷凝工序。
2. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述注入工序至少在开始所述带电微粒化工序之前结束。
3. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述收集电极部的前端朝向下方。
4. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述收集电极部通过所述第二冷却部冷却到水蒸气的结露点以下。
5. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述第二冷却部优选为热电元件。
6. 如权利要求5所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
通过使施加于所述热电元件的直流电压的极性翻转,将所述第二冷却部的冷却面变成发热面。
7. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
加热所述收集电极部,使第二冷凝液蒸发。
8. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述对置电极部为水蒸气的结露点以上。
9. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述带电微粒包含水和所述试料气体的成分。
10. 如权利要求1所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述试料气体的成分为挥发性有机化合物。
11. 如权利要求10所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述挥发性有机化合物的分子量为15以上500以下。

12. 如权利要求 1 所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述收集电极部具有除去通过所述带电微粒而带电的电荷的机构。
13. 如权利要求 1 所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
所述收集电极部能够接地。
14. 如权利要求 1 所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
在所述收集电极部的前端具备保持所述第二冷凝液的贮存部。
15. 如权利要求 1 所述的试料气体收集方法,其特征在于:  
在所述收集电极部的前端具备化学物质检测部。

## 试料气体收集方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种将试料气体通过静电喷雾高效地收集于电极上的方法。

[0002] 背景技术

[0003] 为了将包含 DNA、抗体、蛋白质等各种化学物质的微量溶液堆积于基板上而利用静电喷雾,这一方案已广为人知。

[0004] 例如,专利文献 1 中公开的现有的静电喷雾装置,为将不挥发性的稀薄生物分子溶液在基板表面上形成点状或薄膜状的装置。图 14 表示现有的静电喷雾装置。通过在装满蛋白质溶液的毛细管 505 与电介质层 504 之间施加数 kV 的高电压,将蛋白质溶液的气雾从毛细管 505 的前端向基板 502 进行喷雾。

[0005] 图 14 所示的静电喷雾装置,通过控制设置于基板 502 上的电介质层 504 的导电性,或者通过在电介质层 504 设置孔,生成局部的电场,将物质溶液堆积于期望的位置。对制造将 DNA、蛋白质呈点状或薄膜状地向基板配置而得到的所谓的 DNA 片(chip)、蛋白质片而言,该方法能够获得一定的效果。

[0006] 专利文献 1:日本特表 2002-511792 号公报(第 78 页、图 9、其他第 31 页第 12 ~ 13 行、图 3、图 4、图 19)

[0007] 专利文献 2:日本发明第 3952052 号公报

[0008] 专利文献 3:日本特开平 07-190990 号公报(特别是图 3)

[0009] 专利文献 4:日本特开平 07-270285 号公报(特别是 0001、0008 段)

[0010] 发明内容

[0011] 然而,在如现有方法那样收集侧的电极为平面状的基板时,存在被进行静电喷雾的溶液在该电极上扩散于整个面的问题。

[0012] 为了解决上述现有的问题而完成的本发明,为使用静电喷雾装置来收集试料气体的方法,上述静电喷雾装置包括:能够封闭的容器;设置于上述容器的一端的试料气体的注入口;设置于上述容器的另一端的试料气体的排出口;设置于上述容器的内部的雾化电极部;设置于上述雾化电极部的附近的第一冷却部;设置于上述容器的内部的对置电极部;设置于上述对置电极的附近的针状的收集电极部;和设置于上述收集电极部的附近的第二冷却部,上述方法依次包含:将上述试料气体从上述注入口向上述容器注入的注入工序;通过上述第一冷却部对上述雾化电极部进行冷却的第一冷却工序;在上述雾化电极部的外周面使上述试料气体成为第一冷凝液的第一冷凝工序;通过静电喷雾使上述第一冷凝液成为带电微粒的带电微粒化工序;相对于上述对置电极部向上述收集电极部施加电压的电压施加工序;和通过上述第二冷却部对上述收集电极部进行冷却的第二冷却工序;和在上述收集电极部的前端附近使上述带电粒子成为第二冷凝液的第二冷凝工序。

[0013] 另外,上述注入工序优选至少在开始上述带电微粒化工序之前结束。

[0014] 此外,上述收集电极部的前端优选朝向下方。

[0015] 进一步,上述收集电极部优选被上述第二冷却部冷却在水蒸气的结露点以下。

[0016] 此外,上述第二冷却部优选为热电元件。

[0017] 进一步,通过使施加于上述热电元件的直流电压的极性反转,将上述第二冷却部的冷却面变成发热面。

[0018] 此外,优选加热上述收集电极部,使第二冷凝液蒸发。

[0019] 进一步,上述对置电极部优选为水蒸气的结露点以上。

[0020] 此外,上述带电微粒优选包含水和上述试料气体的成分。

[0021] 进一步,上述试料气体的成分优选为挥发性有机化合物。

[0022] 进一步,上述挥发性有机化合物的分子量优选为 15 以上 500 以下。

[0023] 此外,上述收集电极部优选具有除去通过上述带电微粒而带电的电荷的机构。

[0024] 进一步,上述收集电极部优选能够接地。

[0025] 此外,在上述收集电极部的前端优选具备保持上述第二冷凝液的贮存部。

[0026] 进一步,在上述收集电极部的前端优选具备化学物质检测部。

[0027] 此外,生物分子分析装置优选使用记载于权利要求 1 中的试料气体收集方法。

[0028] 本发明的上述目的、其他目的、特征和有点,将通过参照附图对以下的优选实施方式进行详细说明而变得明确。

[0029] 根据本发明的试料气体收集方法,使被进行静电喷雾的溶液集中于针状的收集电极部的前端附近,因此能够抑制被进行静电喷雾的溶液扩散到收集电极部的整个面。此外,在对收集电极部施加电压之后冷却收集电极部,因此能够抑制被进行静电喷雾的溶液扩散到收集电极部的整个面。

#### 附图说明

[0030] 图 1 为本发明的实施方式 1 的静电喷雾装置的示意图。

[0031] 图 2 为表示本发明的实施方式 1 的试料气体的收集方法的说明图。

[0032] 图 3 为表示本发明的实施方式 1 的试料气体的收集方法的说明图。

[0033] 图 4 为表示本发明的实施方式 1 的试料气体的收集方法的说明图。

[0034] 图 5 为表示本发明的实施方式 2 的试料气体的收集方法的说明图。

[0035] 图 6 为表示本发明的实施方式 2 的试料气体的收集方法的说明图。

[0036] 图 7 为表示本发明的实施方式 2 的试料气体的收集方法的说明图。

[0037] 图 8 为表示本发明的实施方式 3 的试料气体的收集方法的说明图。

[0038] 图 9 为表示本发明的实施方式 3 的试料气体的收集方法的说明图。

[0039] 图 10 为表示本发明的实施方式 3 的试料气体的收集方法的说明图。

[0040] 图 11 为对泰勒圆锥 (Taylor cone) 和带电微粒的生成进行说明的图。

[0041] 图 12 为表示第二冷凝工序的收集电极部 107 的状态的说明图和光学显微镜照片。

[0042] 图 13 为表示第二冷凝液的分析结果的图。

[0043] 图 14 为现有的静电喷雾装置的示意图。

[0044] 附图标记:

[0045] 100 静电喷雾装置

[0046] 101 容器

[0047] 102 注入口

[0048] 103 排出口

[0049]	104	雾化电极部
[0050]	105	第一冷却部
[0051]	106	对置电极部
[0052]	106a	狭缝
[0053]	107	收集电极部
[0054]	108	第二冷却部
[0055]	109a、109b	阀
[0056]	201	水
[0057]	202a、202b	化学物质
[0058]	203	试料气体
[0059]	204	第一冷凝液
[0060]	205	带电微粒
[0061]	206	第二冷凝液
[0062]	301	泰勒圆锥
[0063]	302	第一冷凝液
[0064]	303	带电微粒
[0065]	401	第二冷凝液
[0066]	501	X-Y 级 (stage)
[0067]	502	基板
[0068]	503	蛋白质点 (spot)
[0069]	504	电介质层
[0070]	505	毛细管

### 具体实施方式

[0071] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0072] 图 1 为本发明的实施方式 1 的静电喷雾装置的示意图。

[0073] 在本实施方式中,静电喷雾装置 100 为以下结构。

[0074] 容器 101 由隔壁与外部分隔,不能够通过隔壁与外部进行物质的进出。容器 101 的形状可以为长方体,也可以为多面体、纺锤形、球形、流路状。此外,就容器 101 的尺寸而言,容器 101 的容积优选与试料气体的总流入量相比非常小。例如,在试料气体的总流入量为 300cc 的情况下,容器的容积优选为 6cc 以下。进一步,容器 101 的材料优选为吸附气体、内含气体较少的材料。最优选不锈钢、铝等金属,但是也可以采用玻璃、硅等其他的无机材料,并且也可以采用丙烯、聚对苯二甲酸乙二酯、特氟隆(注册商标)等塑料。此外,也可以将它们组合来构成容器。另外,容器 101 优选为坚固的结构,但是也可以为如气袋 (air bag)、球形管、软管 (flexible tube)、注射器等那样的柔软或具有可动性的结构。

[0075] 注入口 102 设置于容器 101 的一端。注入口 102 用于向容器 101 注入试料气体。就设置注入口 102 的位置而言,可以是能够快速将试料气体注入容器 101 的内部的位置。例如在容器 101 为长方体的情况下,注入口 102 更优选容器 101 的面中央部而非角部。另外,本发明对注入口 102 的形状、尺寸、材料不进行限定。注入口 102 的形状可以为如图 1 所示

的直管状,也可以是在中途设置有分支的形状。进一步,注入口 102 可以位于一个部位,也可以位于多个部位。

[0076] 排出口 103 设置于容器 101 的另一端。排出口 103 用于将装满容器 101 的试料气体中的剩余的试料气体排出。就设置排出口 103 的位置而言,可以是装满容器 101 的试料气体中的剩余的部分从容器 101 排出的部位。另外,本发明对排出口 103 的形状、尺寸、材料不进行限定。排出口 103 的形状可以为如图 1 所示的直管状,也可以是在中途设置有分支的形状。进一步,排出口 103 可以位于一个部位,也可以位于多个部位。

[0077] 雾化电极部 104 设置于容器 101 的内部。雾化电极部 104 可以位于容器 101 的内部的与试料气体接触的位置。例如,优选如图 1 所示的那样设置在容器 101 的底部中央。另外,雾化电极部 104 与容器 101 的相接面积越小,越能够抑制热传导,因而优选。

[0078] 雾化电极部 104 的形状优选为针状。针的长度优选为 3mm 以上 10mm 以下。此外,针的直径优选为 0.5mm 以上 1.0mm 以下。针的直径可以为从前端到根部均相同,也可以为前端比根部细。针的数量优选为 1 个,但是也可以为多个。

[0079] 进一步,雾化电极部 104 的材料优选为导热好的材料,最优选为金属。具体而言,可以为铜、黄铜、铝、镍、钨等单体金属,也可以为将两种以上的上述的单体金属组合而成的不锈钢这样的合金、金属间化合物。进一步,为了保护这些雾化电极部 104 的表面,可以以金、白金等化学上稳定的金属薄膜、其他的导热好的材料覆盖。

[0080] 第一冷却部 105 设置于雾化电极部 104 的附近。通过第一冷却部 105 冷却雾化电极部 104。另外,第一冷却部 105 最优选为热电元件,但是也可以为使用水这样的制冷剂的热管,也可以为空气热交换元件,也可以为冷却风扇。第一冷却部 105 的冷却面的表面面积越大越能够效率良好地冷却雾化电极部 104。从而,可以使第一冷却部 105 的大小为与雾化电极部 104 的接触面积最大的大小,也可以对第一冷却部 105 的冷却面的外周面实施凹凸加工,也可以在第一冷却部 105 的冷却面的外周面设置多孔体。第一冷却部 105 可以为一个,也可以为多个。

[0081] 另外,第一冷却部 105 优选与雾化电极部 104 直接接触,也可以使它们经由热传导性片、热传导性树脂、金属板、润滑脂 (grease) 等导热体接触。此外,第一冷却部 105 和雾化电极部 104 优选总是接触,但是也可以适当地进行物理或热分离。

[0082] 对置电极部 106 与雾化电极部 104 相对地设置。对置电极部 106 与雾化电极部 104 构成对而用于静电喷雾。对置电极部 106 与雾化电极部 104 的前端的距离优选 3mm 以上 4mm 以下。对置电极部 106 的形状最优选圆环状。在图 1 中,圆环状的对置电极部 106 以截面来表示。最优选在针状的雾化电极部 104 的延长线上具有圆环状的对置电极部 106 的中心。另外,对置电极部 106 的形状可以为长方形、梯形等多角形,只要开有如带电微粒通过的贯通孔那样的狭缝 106a 即可。另外,在本发明中,对对置电极部 106 的厚度不限定。进一步,在本发明中,贯通孔的截面面积、形状、数量不限定。

[0083] 对置电极部 106 的材料优选为金属。具体而言,可以为铁、铜、锌、铬、铝、镍、钨等单体金属,也可以为将两种以上的上述的单体金属组合而成的不锈钢或黄铜这样的合金、金属间化合物。进一步,为了保护该对置电极部 106 的表面,可以以金、白金等化学上稳定的金属薄膜、其他的导热好的材料覆盖。

[0084] 收集电极部 107 设置于对置电极部 106 的附近。此外,优选在收集电极部 107 与雾

化电极部 104 之间设置有对置电极部 106。进一步,收集电极部 107、对置电极部 106 的贯通孔和雾化电极部 104 优选设置在大致一直线上。收集电极部 107 优选设置于容器 101 的顶部,雾化电极部 104 优选设置于 101 的底部,对置电极部 106 优选设置在收集电极部 107 与雾化电极部 104 之间。收集电极部 107 用于通过静电力来收集被进行静电喷雾的带电微粒。

[0085] 收集电极部 107 的形状优选为针状。针的长度优选为 3mm 以上 10mm 以下。此外,针的直径可以为从前端到根部均相同,也可以为前端比根部细。另外,在本发明中,从收集电极部 107 的前端到对置电极部 106 的距离不限定。进一步,收集电极部 107 的材料优选为导热好的材料,最优选金属。具体而言,可以为不锈钢、铜、黄铜、铝、镍、钨等单体金属,也可以为将两种以上的上述的单体金属组合而成的合金、金属间化合物。此外,为了保护这些收集电极部 107 的表面,可以以金、白金等化学上稳定的金属薄膜、其他的导热好的材料覆盖。

[0086] 另外,收集电极部 107 的最前端的形状优选为使电场集中的形状,可以是圆锥形,也可以是四角锥形,也可以是三角锥形,也可以是其他尖锐的形状。此外,针状的收集电极部 107 最优选实心的,但是也可以如导管那样为中空的。收集电极部 107 可以为一个,也可以为多个。

[0087] 进一步,收集电极部 107 的前端优选朝向下方。通过收集电极部 107 的前端朝向下方,被进行静电喷雾的溶液受到重力而易于向前端移动,因而优选。

[0088] 第二冷却部 108 设置于收集电极部 107 的附近。第二冷却部 108 用于冷却收集电极部 107。另外,第二冷却部 108 最优选热电元件,但是也可以为使用水这样的制冷剂的热导管,也可以是空气热交换元件,也可以是冷却风扇。第二冷却部 108 的冷却面的面积越大越能够效率良好地冷却收集电极部 107。从而,可以使第二冷却部 108 的大小为与收集电极部 107 的接触面积最大的大小,也可以对第二冷却部 108 的冷却面的外周面实施凹凸加工,也可以在第二冷却部 108 的冷却面的外周面设置多孔体。第二冷却部 108 可以为一个,也可以为多个。

[0089] 另外,第二冷却部 108 优选与收集电极部 107 直接接触,也可以使它们经由热传导性片、热传导性树脂、金属板、润滑脂 (grease) 等导热体接触。此外,第二冷却部 108 和收集电极部 107 优选总是接触,但是也可以适当地进行物理或热分离。

[0090] 此外,第二冷却部 108 与第一冷却部 105 最优选能够独立地控制,但是也可以使第一冷却部 105 和第二冷却部 108 为一体。第一冷却部 105 和第二冷却部 108 的大小、种类、数量可以相同,也可以不同。

[0091] 在注入口 102 和排出口 103 优选设置有阀 109a 和阀 109b。优选通过该阀 109a 和 109b 使容器 101 能够封闭。另外,在本发明中,阀 109a 和 109b 的材料、位置、种类不限定。进一步,如果注入口 102 和排出口 103 的电导 (コンダクタンス) 非常小,则容器 101 能够获得与封闭大致相同的效果。

[0092] 图 2 ~ 图 4 为表示本发明实施方式 1 的试料气体的收集方法的说明图。另外,在图 2 ~ 图 4 中,对于与图 1 相同的结构要素,使用相同的符号,并将其说明省略。

[0093] 首先,在注入工序中,由水 201 和化学物质 202a、202b 构成的试料气体 203 通过注入口 102 注入到容器 101。图 2(a) 表示注入工序。另外,为了判断容器 101 的内部是否被

试料气体 203 充满,也可以在容器 101 的内部设置有试料气体检测部。该试料气体检测部可以为一个,也可以为多个。另外,在本发明中,试料气体检测部的种类、位置不限定。

[0094] 此外,在注入工序中,试料气体 203 的注入方法优选通过从注入口 102 侧加压来注入,但是也可以通过将排出口 103 侧减压来注入。

[0095] 进一步,在注入工序中,在向容器 101 注入试料气体 203 之前,优选在容器 101 的内部装满洁净的空气。另外,在容器 101 的内部也可以装满干燥氮气、其他的惰性气体,也可以装满具有与试料气体相同程度的湿度的标准气体、校正用气体。

[0096] 此外,在注入工序中,剩余的试料气体 203 从排出口 103 排出。

[0097] 注入工序中的试料气体 203 的注入和排出,由阀 109a 和阀 109b 控制。此外,在注入口 102 可以设置有用以防止异物混入到容器 101 中的捕集器 (trap)。

[0098] 另外,为了简便,在图 2(a) 中仅记载了化学物质 202a、202b 两种,但是试料气体 203 也可以包含两种以上的成分。

[0099] 接着,在第一冷却工序中,雾化电极部 104 由第一冷却部 105 进行冷却。图 2(b) 表示第一冷却工序。另外,在图 2(b) 中,为了表示第一冷却部 105 冷却雾化电极部 104 的状态,以与第一冷却部 105 连接的直流电源进行表示。但是,在本发明中,第一冷却工序不限定为将直流电源连接到第一冷却部 105。

[0100] 通过在上述注入工序之后进行第一冷却工序,能够抑制试料气体以外的冷却冷凝。在第一冷却工序中,优选按照雾化电极部 104 以外的部分例如容器 101 不会被冷却的方式减小热传导。为了减小热传导,最优选缩小雾化电极部 104 与容器 101 的接触面积。或者,也可以将热传导系数较小的材料插入到雾化电极部 104 与容器 101 的接触部。

[0101] 接着,在第一冷凝工序中,被冷却的雾化电极部 104 的外周面形成包含水 201 和化学物质 202a、202b 的第一冷凝液 204。图 2(c) 表示第一冷凝工序。

[0102] 另外,在该第一冷凝工序中,为了使第一冷凝液 204 的量不过剩,优选通过第一冷却部 105 适当控制雾化电极部 104 的温度。

[0103] 接着,在带电微粒化工序中,从第一冷凝液 201 形成多个带电微粒 205。图 3(a) 表示带电微粒化工序。另外,带电微粒的形态最优选为由数千个分子构成的微粒,但是也可以由 1 个~几百个构成的团 (cluster),也可以是数万个以上构成的液滴。此外,也可以为将上述两种混杂而成。

[0104] 此外,在带电微粒 205 中除了电中性的分子之外,也可以包含从化学物质来的离子或自由基。此外,也可以将它们混杂。带电微粒 205 优选带负电,但是也可以带正电。

[0105] 带电微粒化的方法,最优选静电喷雾。这里,对静电喷雾的原理进行简单的说明。通过在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间施加电压,将第一冷凝液 204 输送到雾化电极部 104 的前端。在库伦力的作用下,第一冷凝液 204 的液面向对置电极部 106 方向呈圆锥状地隆起。该隆起的圆锥状的液体被称为泰勒圆锥。进一步,当在雾化电极部 104 的外周面冷凝进一步发展时,圆锥状的第一冷凝液 204 成长,电荷集中于第一冷凝液 204 的前端而库伦力增大。当该库伦力超过水的表面张力时,第一冷凝液 204 分裂、飞散,形成带电微粒 205。以上,为静电喷雾的原理。

[0106] 在带电微粒工序中,优选在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间施加 4kV 以上 6kV 以下的电压。

[0107] 另外,本发明不限定带电微粒 205 的直径,但是从带电微粒的稳定性的观点出发,优选 2nm 以上 30nm 以下。

[0108] 附加于带电微粒 205 的带电量最优选每一个微粒为与基本电荷量 ( $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ) 为相同的量,但是也可以比基本电荷量大。

[0109] 接着,在电压施加工序中,相对于对置电极部 106 对收集电极部 107 施加电压。图 3(b) 表示电压施加工序。本来,直径为 2nm 以上 30nm 左右的带电微粒 205 在静电力的作用下相斥,因此易于扩散,但是通过使收集电极部 107 的形状为针状,带电微粒 205 的大部分由于静电力的集中而容易集合于收集电极部 107 的前端附近。另外,在带电微粒 205 带负电荷的情况下,优选相对于对置电极部 106 对收集电极部 107 施加直流正电压。电压施加优选为连续地施加,但是也可以是脉冲电压。

[0110] 接着,在第二冷却工序中,由第二冷却部 108 来冷却收集电极部 107。图 3(c) 表示第二冷却工序。通过在上述电压施加工序之后进行第二冷却工序,能够将集中于收集电极部 107 的前端附近的带电微粒 205 冷却。

[0111] 接着,在第二冷凝工序中,在收集电极部 107 的前端附近,大部分带电微粒 205 被冷凝,生成第二冷凝液 206。图 4 表示第二冷凝工序。第二冷凝工序的结果是能够抑制第二冷凝液 206 扩散在收集电极部 107 的整个面上。

[0112] 另外,在本发明的实施方式中,收集电极部 107 优选由第二冷却部 108 将其冷却到水蒸气的结露点以下。也可以在收集电极部 107 的附近设置温度计来计量收集电极部 107 的温度。此外,也可以控制收集电极部 107 的温度。

[0113] 此外,在本发明的实施方式中,优选将收集电极部 107 加热,使第二冷凝液 206 蒸发。加热时的收集电极部 107 的温度优选为水的结露点以上。由此,能够防止在不需要时试料气体冷凝于收集电极部 107。

[0114] 进一步,在本发明的实施方式中,优选通过将施加于热电元件的电压的极性反转,将第二冷却部 108 的冷却面变成发热面。由此,能够加热收集电极部 107,因此能够简便地使第二冷凝液 206 蒸发。

[0115] 此外,在本发明的实施方式中,对置电极部 106 优选为水蒸气的结露点以上。通过将是对置电极部 106 保持在水蒸气的结露点以上,能够抑制带电微粒 205 冷凝于对置电极部 106 的外周面。为了将对置电极部 106 保持在水蒸气的结露点以上,也可以对对置电极部 106 设置加热机构。

[0116] 带电微粒 205 优选包含水 201 和作为试料气体的成分的化学物质 202a、202b。带电微粒中的水与试料气体的成分的重量比率可以与试料气体中的水与试料气体的成分的重量比率相同,也可以不同。

[0117] 此外,在本发明的实施方式中,试料气体的成分优选为挥发性有机化合物(特别是分子量为 15 以上 50 以下的挥发性有机化合物)。挥发性有机化合物优选酮类、胺类、醇类、芳香族烃类、醛类、酯类、有机酸、硫化氢、甲硫醇、二硫化物等。或者,也可以为这些物质或烷烃、烯烃、炔烃、二烯、脂环式烃、丙二烯、醚、羰基、碳负离子、蛋白质、多核芳香族、杂环、有机衍生物、生物分子、代谢物、异戊二烯、异戊间二烯化合物及其衍生物等。

[0118] 进一步,在本发明的实施方式中,优选对收集电极部 107 除电。例如在带电微粒 205 带负电的情况下,随着试料气体成分被收集于收集电极部 107,收集电极部 107 带负电。

在该带电量过剩的情况下,难以将带电微粒 205 收集于收集电极部 107 的前端附近,因此优选使其能够进行除电。另外,除电可以为总是进行,也可以适当地进行。

[0119] 此外,在本发明的实施方式中,收集电极部 107 优选能够接地。另外,在本发明中不限定接地方法。

[0120] 进一步,在本发明的实施方式中,优选在收集电极部 107 的前端 具备保持第二冷凝液 206 的贮存部。通过在收集电极部 107 的前端设置贮存部,能够抑制第二冷凝液 206 扩散于收集电极部 107 的整个面。作为贮存部,可以在收集电极部 107 的前端设置凹凸构造。通过设置凹凸构造,与液体的接触面积增加,能够保持第二冷凝液 206。此外,贮存部的形状可以为球形,可以为纺锤形,也可以为其他的多角体形。在贮存部为球形 的情况下,其直径优选为 1mm 以上 2mm 以下。此外,作为贮存部,也可以设置多孔体、纳米形态(ナノフォーム)、凝胶等吸水物质。或者,也可以对收集电极部 107 的前端的外周面进行亲水处理。作为亲水处理,可以将玻璃、氧化钛等亲水材料成膜,也可以吸附或结合在末端具有硅烷醇基、羧基、氨基、磷酸基等亲水基的有机分子。

[0121] 进一步,在本发明的实施方式中,优选在收集电极部 107 的前端具备化学物质检测部。另外,化学物质检测部可以是气相色谱仪,也可以是其他的化学物质检测器。例如,可以是 MOSFET(金属-氧化物-半导体场效应晶体管)、ISFET(离子感应型场效应晶体管)、双极晶体管、有机薄膜晶体管、光极(optode)、金属氧化物半导体传感器、石英微天平分析仪(QCM)、表面弹性波(SAW)元件、固体电解质气体传感器、电化学电池传感器、表面波等离子体共振(SPR)、LB膜传感器等传感器。或者,也可以是高速液体色谱仪、质量分析装置、核磁共振装置、LC-IT-TOFMS、SHIFT-MS 等。此外,化学物质检测部可以在一个部位,也可以在多个部位。进一步,在设置有多个化学物质检测部的情况下,该化学物质检测部可以为相同种类,也可以为多个种类组合。另外,在收集电极部 107 与化学物质检测部之间也可以设置 有助于输送第二冷凝液 206 的机构。

[0122] 此外,在本发明的实施方式中,也可以将试料气体收集方法用于生物分子分析装置。生物分子优选酮类、胺类、醇类、芳香族烃类、醛类、酯类、有机酸、硫化氢、甲硫醇、二硫化物等。或者,也可以为这些物质或烷烃、烯烃、炔烃、二烯、脂环式烃、丙二烯、醚、羰基、碳负离子、蛋白质、多核芳香族、杂环、有机衍生物、生物分子、代谢物、异戊二烯、异戊间二烯化合物及其衍生物等,也可以为来自生物的有机化合物。

[0123] 在本发明的实施方式中,以冷凝液不在收集侧的电极扩散的方式,在利用电压施加工序使带电微粒 205 向针状的收集电极部 107 的前端附近集中之后进行第二冷却工序,能够在第二冷凝工序中得到第二冷凝液 206。通过在电压施加工序之后进行第二冷却工序,与在第二冷却工序之后进行电压施加工序的情况相比,能够提高第二冷凝液 206 的浓度。

[0124] 另外,本发明的实施方式与利用静电喷雾的现有的负离子雾发生装置的方式有较大不同。即,现有的负离子雾发生装置的带电微粒的直径为几 nm~几十 nm,非常小。因此,纳米大小的带电微粒具有如下的性质:(1) 在空气中浮游 10 分钟左右,浮游时间较长;(2) 扩散性高。在适用于针对皮肤和头发的保湿器、除臭器的情况下,这些负离子雾的性质成为较大的优点。然而,在本发明的目的即化学物质收集的情况下,这些性质则变成缺点。因此,通常不会产生为了收集化学物质而利用生成纳米大小的带电微粒的静电喷雾法的想法。然而,如果使用记载于本实施方式中的方法,即使纳米大小的带电微粒具有浮游性、扩散性,

也能够高效地收集化学物质。

[0125] 进一步,在本发明的实施方式中,在将塑料用于容器 101 的材料的情况下,最优选特氟隆(注册商标),也可以是丙烯树脂、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、聚酯(Polyester)、氟树脂、PDMS 等。此外,在将塑料用于容器 101 的材料的情况下,更优选将金属薄膜涂敷于容器 101 的内壁。金属薄膜最优选低价且阻气性(gas barrier)优异的铝薄膜,但是也可以为其他的金属薄膜。此外,也可以将两种以上进行组合。

[0126] 此外,在本发明的实施方式中,在将无机材料用于容器 101 的材料的情况下,可以是石英玻璃、硼硅玻璃、氮化硅、氧化铝、碳化硅等无机物,也可以使用在硅表面形成有二氧化硅、碳化硅、氧化钽等的绝缘体薄膜的无机材料。此外,也可以将上述的两种以上进行组合。

[0127] 进一步,设置于注入口 102 和排出口 103 的阀 109a 和阀 109b 可以设定为对试料气体的流动进行控制的控制阀,控制阀可以为止回阀(单向阀),也可以为闭路阀(stop valve)。

[0128] 此外,在注入口 102 和排出口 103 可以设置对试料气体的流量进行测定的计测仪器。计测仪器可以为累计流量计,可以为质量流量计,也可以使用其他的流量计测仪器。

[0129] 进一步,在注入工序中,在对注入口 102 一侧加压的情况下,可以使用隔膜泵(diaphragm pump)、蠕动泵(peristaltic pump)、注射泵(syringe pump)等电动泵来注入,也可以使用注射器、吸水管(spuit)手动地注入。

[0130] 此外,在注入工序中,在对排出口 103 一侧减压的情况下,可以使用隔膜泵(diaphragm pump)、蠕动泵(peristaltic pump)、注射泵(syringe pump)等电动泵来注入,也可以使用注射器手动地注入。

[0131] 进一步,也可以在第一冷却部 105 和第二冷却部 108 的散热部设置散热风扇。或者可以对散热部进行水冷,可以进行空气冷却,也可以使用其他的冷却方法。此外,也可以将上述的两种以上进行组合。

[0132] 此外,对雾化电极部 104 最优选使用金属,但是也可以使用其他的表现为导电性良好、热传导性良好的材料。

[0133] 进一步,在本发明的实施方式中,雾化电极部 104 可以为一个,也可以为多个。在设置有多个雾化电极部 104 的情况下,可以如直线状等那样一维地配列,也可以如圆周状、抛物线状、椭圆状、正方格子状、斜方格子状、最密填充格子状、放射状、随机形状等那样二维地配列,也可以如球面状、抛物曲面状、椭圆曲面状等那样三维地配列。

[0134] 此外,对收集电极部 107 最优选使用金属,但是也可以使用其他的表现为导电性良好、热传导性良好的材料。

[0135] 此外,在本发明的实施方式中,收集电极部 107 可以为一个,也可以为多个。在设置有多个收集电极部 107 的情况下,可以如直线状等那样一维地配列,也可以如圆周状、抛物线状、椭圆状、正方格子状、斜方格子状、最密填充格子状、放射状、随机形状等那样二维地配列,也可以如球面状、抛物曲面状、椭圆曲面状等那样三维地配列。

[0136] (实施方式 2)

[0137] 图 5 ~ 图 7 为表示本发明的实施方式 2 的试料气体的收集方法的说明图。在图 5 ~ 图 7 中,对与图 1 ~ 图 4 相同的结构要素使用相同的符号,并省略其说明。

[0138] 首先,在注入工序中,由水 201 和化学物质 202a、202b 构成的试料气体 203 通过注入口 102 向容器 101 注入。图 5(a) 表示注入工序。另外,为了判断容器 101 的内部是否被试料气体 203 填满,可以在容器 101 的内部设置试料气体检测部。该试料气体检测部可以是一个,也可以为多个。另外,在本发明中,试料气体检测部的种类、位置不限定。

[0139] 此外,在注入工序中,试料气体 203 的注入方法优选从注入口 102 一侧加压来注入,也可以对排出口 103 进行减压来注入。

[0140] 进一步,在注入工序中,在将试料气体 203 向容器 101 注入之前,优选容器 101 的内部由干净的空气填满。另外,容器 101 的内部可以由干燥的氮气、其他惰性气体填满,也可以由具有与试料气体同等程度的湿度的标准气体、校正用气体填满。

[0141] 此外,在注入工序中剩余的试料气体 203 从排出口 103 被排出。

[0142] 注入工序中的试料气体 203 的注入、排出由阀 109a、阀 109b 控制。此外,在注入口 102 也可以设置用于防止异物混入容器 101 的捕集器(trap)。

[0143] 另外,为简便起见,在图 5(a) 中,化学物质 202a、202b 仅记载有两种,但是试料气体 203 也可以包含两种以上的成分。

[0144] 接着,在第一冷却工序中,通过第一冷却部 105 对雾化电极部 104 进行冷却。图 5(b) 表示第一冷却工序。另外,在上述注入工序之后,通过第一冷却工序能够抑制试料气体以外的冷却冷凝。在第一冷却工序中优选,雾化电极部 104 以外的部分例如容器 101 热传导小,以使其不被冷却。为了降低热传导,最优选减小雾化电极部 104 与容器 101 的接触面积。或者也可以使热传导系数较小的材料介于雾化电极部 104 与容器 101 的接触部之间。

[0145] 在第一冷凝工序中,在被冷却后的雾化电极部 104 的外周面形成包含水 201 和化学物质 202a、202b 的第一冷凝液 204。图 5(c) 表示第一冷凝工序。

[0146] 另外,在该第一冷凝工序中,为了不使第一冷凝液 204 的量过剩,优选通过第一冷却部 105 对雾化电极部 104 的温度适当地进行控制。

[0147] 在本实施方式中,当通过第一冷凝工序充分地形成第一冷凝液 204 时,关闭阀 109a 和阀 109b。然后,在容器 101 与外部之间没有气体进出。因此,能够抑制容器 101 内的气流。

[0148] 接着,在带电微粒化工序中,从第一冷凝液 204 形成多个带电微粒 205。图 6(a) 表示带电微粒化工序。另外,带电微粒的形态最优选由几千个分子构成的微粒,但是也可以为 1 个~几百个构成的团(cluster),几万个以上构成的液滴。此外,也可以将上述的两种以上进行混合。

[0149] 在图 6(a) 中,将阀 109a 和阀 109b 涂黑是表示其关闭。

[0150] 此外,在带电微粒 205 中除了电中性的分子之外,也可以包含从化学物质来的离子或自由基。此外,也可以将它们混合。带电微粒 205 更优选负带电,但是也可以正带电。

[0151] 在带电微粒化工序中,在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间优选施加 4kV 以上 6kV 以下的电压。

[0152] 另外,本发明不限定带电微粒 205 的直径,但是从稳定性的观点出发,带电微粒的直径优选为 2nm 以上 30nm 以下。

[0153] 附加于带电微粒 205 的带电量最优选每一个微粒为与基本电荷量 ( $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ) 相同的量,但是也可以大于基本电荷量。

[0154] 接着,在电压施加工序中,相对于对置电极部 106 向收集电极部 107 施加电压。图 6(b) 表示电压施加工序。本来,直径 2nm 以上 30nm 左右的带电微粒 205 由于被静电力排斥而扩散,但是通过使收集电极部 107 的形状为针状,带电微粒 205 的大部分被静电力集中而易于向收集电极部 107 的前端附近集合。另外,在带电微粒 205 带负电荷的情况下,优选相对于对置电极部 106 向收集电极部 107 施加直流正电压。电压施加优选连续施加,但是也可以为脉冲的方式。

[0155] 接着,在第二冷却工序中,通过第二冷却部 108 对收集电极部 107 进行冷却。图 6(c) 表示第二冷却工序。在上述的电压施加工序之后,通过进行第二冷却工序,能够冷却向收集电极部 107 的前端附近集中的带电微粒 205。

[0156] 在第二冷凝工序中,在收集电极部 107 的前端附近,大部分带电微粒 205 被冷凝,生成第二冷凝液 206。图 7 表示第二冷凝工序。第二冷凝工序的结果是,能够抑制第二冷凝液 206 在收集电极部 107 的整个面上扩散。

[0157] 另外,在本实施方式中,在带电微粒化工序以后,将容器 101 封闭。从而,防止带电微粒 205 的运动被试料气体 203 流入时所产生的气流扰乱。这是因为,带电微粒 205 优选主要在静电力的作用下运动。其结果是,使得带电微粒 205 容易向收集电极部 107 的前端集合。

[0158] (实施方式 3)

[0159] 图 8~图 10 为表示本发明的实施方式 3 的试料气体的收集方法的说明图。在图 8~图 10 中,对与图 1~图 4 相同的结构要素使用相同的符号,并省略其说明。

[0160] 首先,在注入工序中,由水 201 和化学物质 202a、202b 构成的试料气体 203 通过注入口 102 向容器 101 注入。图 8(a) 表示注入工序。另外,为了判断容器 101 的内部是否被试料气体 203 填满,也可以在容器 101 的内部设置试料气体检测部。该试料气体检测部可以为一个,也可以为多个。另外,在本发明中,试料气体检测部的种类、位置不限定。

[0161] 此外,在注入工序中,试料气体 203 的注入方法优选从注入口 102 一侧进行加压来注入,但是也可以对排出口 103 一侧进行减压来注入。

[0162] 进一步,在注入工序中,在将试料气体 203 向容器 101 注入之前,优选容器 101 的内部由干净的空气填满。另外,容器 101 的内部也可以由干燥的氮气、其他惰性气体填满,也可以由具有与试料气体同等程度的湿度的标准气体、校正用气体填满。

[0163] 此外,在注入工序中剩余的试料气体 203 从排出口 103 被排出。

[0164] 注入工序中的试料气体 203 的注入、排出由阀 109a、阀 109b 控制。此外,在注入口 102 也可以设置用于防止异物混入容器 101 的捕集器(trap)。

[0165] 另外,为简便起见,在图 8(a) 中,化学物质 202a、202b 仅记载有两种,但是试料气体 203 也可以包含两种以上的成分。

[0166] 在本实施方式中,通过注入工序使试料气体 203 均匀地填满容器 101 后,关闭阀 109a 和阀 109b。由此,在容器 101 与外部之间没有气体进出。

[0167] 接着,在第一冷却工序中,通过第一冷却部 105 对雾化电极部 104 进行冷却。图 8(b) 表示第一冷却工序。另外,在上述的注入工序之后,通过进行第一冷却工序能够抑制试料气体以外的冷却冷凝。在第一冷却工序中优选,雾化电极部 104 以外的部分例如容器 101 热传导小,以使其不被冷却。为了降低热传导,最优选减小雾化电极部 104 与容器 101

的接触面积。或者也可以使热传导系数较小的材料介于雾化电极部 104 与容器 101 的接触部之间。

[0168] 在第一冷凝工序中,在被冷却后的雾化电极部 104 的外周面形成包含水 201 和化学物质 202a、202b 的第一冷凝液 204。图 8(c) 表示第一冷凝工序。

[0169] 另外,在该第一冷凝工序中,为了不使第一冷凝液 204 的量过剩,优选通过第一冷却部 105 对雾化电极部 104 的温度适当地进行控制。

[0170] 接着,在带电微粒化工序中,从第一冷凝液 204 形成多个带电微粒 205。图 9(a) 表示带电微粒化工序。另外,带电微粒的形态最优选由几千个分子构成的微粒,但是也可以为 1 个~几百个构成的团 (cluster), 几个万个以上构成的液滴。此外,也可以将上述的两种以上进行混合。

[0171] 此外,在带电微粒 205 中除了电中性的分子之外,也可以包含从化学物质来的离子或自由基。此外,也可以将它们混合。带电微粒 205 更优选负带电,但是也可以正带电。

[0172] 在带电微粒化工序中,在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间优选施加 4kV 以上 6kV 以下的电压。

[0173] 另外,本发明不限定带电微粒 205 的直径,但是从稳定性的观点出发,带电微粒的直径优选为 2nm 以上 30nm 以下。

[0174] 附加于带电微粒 205 的带电量最优选每一个微粒为与基本电荷量 ( $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ) 相同的量,但是也可以大于基本电荷量。

[0175] 另外,在本实施方式中,在第一冷却工序以后,将容器 101 封闭。从而,带电微粒 205 不会向容器 101 的外部流失。

[0176] 接着,在电压施加工序中,相对于对置电极部 106 向收集电极部 107 施加电压。图 9(b) 表示电压施加工序。本来,直径 2nm 以上 30nm 左右的带电微粒 205 由于被静电力排斥而容易扩散,但是通过将收集电极部 107 的形状设定为针状,带电微粒 205 的大部分被静电力集中而易于向收集电极部 107 的前端附近集合。另外,在带电微粒 205 带负电荷的情况下,优选相对于对置电极部 106 向收集电极部 107 施加直流正电压。电压施加优选连续施加,但是也可以为脉冲的方式。

[0177] 接着,在第二冷却工序中,通过第二冷却部 108 对收集电极部 107 进行冷却。图 9(c) 表示第二冷却工序。在上述的电压施加工序之后,通过进行第二冷却工序,能够冷却向收集电极部 107 的前端附近集中的带电微粒 205。

[0178] 在第二冷凝工序中,在收集电极部 107 的前端附近,大部分带电微粒 205 被冷凝,生成第二冷凝液 206。图 10 表示第二冷凝工序。第二冷凝工序的结果是,能够抑制第二冷凝液 206 在收集电极部 107 的整个面上扩散。

[0179] 另外,试料气体 203 为电中性,因此不仅在针状的收集电极部 107 的前端,还在侧面也不进行带电微粒化而是直接成为冷凝液。但是,在本发明的实施方式中,在第一冷却工序以后,将容器 101 封闭,因此不会有新的试料气体 203 流入。从而,试料气体 203 直接在收集电极部 107 上成为冷凝液的比例较少,能够抑制在收集电极部 107 的整个面上扩散。

[0180] 进一步,在本发明的实施方式中,带电微粒 205 不从容器 101 流出。此时,容器 101 中的带电微粒 205 的数量增多,因此第二冷凝液 206 集中于收集电极部 107 的前端。其结果是,能够抑制在收集电极部 107 的整个面上扩散。

[0181] (实施例 1)

[0182] 容器 101 由厚度为 0.5mm 的透明丙烯树脂制作。令容器 101 为 32mm×17mm×12mm 的长方体。以透明体制作容器 101 是为了能够观察冷凝液的形成过程,因此更优选。此外,容器 101 也可以为一体成型。

[0183] 注入口 102 在容器 101 的一端形成直径为 3mm 的贯通孔,连接有外径为 3mm 的硅胶管 (silicone tube)。另外,在本发明中,注入口 102 的形成方法并不限定。也可以在将容器 101 一体成型时同时地形成,也可以通过切削加工来形成,也可以使用干蚀刻、热压花、纳米压印等其他的一般的形成方法。

[0184] 排出口 103 在容器 101 的另一端形成直径为 3mm 的贯通孔,连接有外径为 3mm 的硅胶管。另外,在本发明中,排出口 103 的形成方法并不限定。也可以在将容器 101 一体成型时同时地形成,也可以通过切削加工来形成,也可以使用干蚀刻、热压花、纳米压印等其他的一般的形成方法。

[0185] 作为雾化电极部 104,将不锈钢制针设置在容器 101 的内部。不锈钢制针的长度为 3mm,直径最粗的部分为 0.79mm,最细的部分为 0.5mm。此外,在不锈钢制针的前端设置有直径为 0.72mm 的球,使得能够稳定地进行带电微粒化工序。进一步,在球的最前端设置有直径为 100 μm 的半球状的突起。雾化电极部 104 的一端连接有电压施加用的导线。另外,雾化电极部 104 设置在容器 101 的底部。此外,雾化电极部 104 的前端部设置为朝向上方。

[0186] 作为第一冷却部 105,将热电元件设置在雾化电极部 104 的附近。热电元件的大小为 14mm×14mm×1mm。使用最大吸热为 0.9W,最大温度差为 69℃的热电元件。热电元件的冷却面被陶瓷材料覆盖。陶瓷材料在表面具有微细的凹凸、多孔体构造,因此能够高效地冷却接触的物体。另外,第一冷却部 105 与雾化电极部 104 经由热传导性膏连接。

[0187] 对置电极部 106 设置在与雾化电极部 104 的前端离开 3mm 的部位。对置电极部 106 使用形状为外径 12mm、内径 8mm、厚度 0.47mm 的圆环状的不锈钢板。在对置电极部 106 的一端连接有电压施加用的导线。

[0188] 作为收集电极部 107,将不锈钢制针设置在对置电极部 106 的附近。不锈钢制针的长度为长度为 3mm,直径最粗的部分为 0.79mm,最细的部分为 0.5mm。此外,在不锈钢制针的前端设置有直径为 0.72mm 的球。进一步,在球的最前端设置有直径为 100 μm 的半球状的突起。另外,收集电极部 107 的前端设置为朝向下方。收集电极部 107 的一端连接有电压施加用的导线。

[0189] 作为第二冷却部 108,将热电元件设置在收集电极部 107 的附近。热电元件的大小为 14mm×14mm×1mm。使用最大吸热为 0.9W,最大温度差为 69℃的热电元件。热电元件的冷却面被陶瓷材料覆盖。陶瓷材料在表面具有微细的凹凸、多孔体构造,因此能够高效地冷却接触的物体。另外,第二冷却部 108 与收集电极部 107 经由热传导性膏连接。

[0190] 接着,对静电喷雾装置的操作步骤进行说明。

[0191] 在注入工序中,将试料气体从注入口 102 注入容器 101。在本实施例中,容器 101 的容积为 6.5mL,以 500mL/分的流速注入试料气体。

[0192] 另外,在本实施例中,作为试料气体,使用将干燥氮气气体依次导入水和醋酸 0.3%水溶液、气泡后所得到的气体。

[0193] 在注入工序中,在将试料气体注入容器 101 之前,干燥氮气气体充满容器 101 的内

部。

[0194] 此外,在注入工序中,剩余的试料气体通过排出口 103 排出。

[0195] 接着,作为第一冷却工序,通过热电元件冷却雾化电极部 104。雾化电极部 104 的温度在动作之前为 26℃,30 秒后降低到 15℃。另外,雾化电极部 104 的温度测定是使用 K 型的热电偶来进行的。雾化电极部 104 的温度优选冷却到水的结露点以下。

[0196] 然后,在第一冷凝工序中,在热电元件动作开始 5 秒后,在雾化电极部 104 的外周面开始形成第一冷凝液 204。在第一冷凝液 204 的形成初始阶段时直径为 10 μm 以下的液滴,但是随着时间的经过,液滴成长,在热电元件动作开始 10 秒后获得充分的液量。另外,雾化电极部 104 中的第一冷凝液 204 的形成使用显微镜 (KEYENCE 公司制, VH-6300) 进行观察。

[0197] 接着,作为带电微粒化工序,使第一冷凝液 204 为多个带电微粒 205。带电微粒化 205 利用静电喷雾进行。另外,也如在上述的实施方式 1 中所述的那样,在静电喷雾的初始阶段产生电晕放电,但是本发明的带电微粒化工序中也可以包含该电晕放电。

[0198] 从带电微粒 205 的稳定性的观点出发,带电微粒 205 的直径优选为 2nm 以上 30nm 以下。带电微粒 205 优选每 1 个单独地存在,但是也可以多个接合。

[0199] 在带电微粒化工序中,在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间施加有 DC5kV。此时,使雾化电极部 104 为阴极,对置电极部 106 为阳极。即使以雾化电极部 104 为阳极,对置电极部 106 为阴极,也能够得到相同的效果,但是带电微粒工序比较不稳定。

[0200] 在带电微粒化工序中,在雾化电极部 104 的前端形成有被称为泰勒圆锥的圆锥形的水柱,从该水柱的前端释放包含化学物质的多个带电微粒。图 11 是对泰勒圆锥和带电微粒的生成进行说明的图。形成泰勒圆锥 301 的第一冷凝液 302 被依次向雾化电极部 104 的前端方向输送。从泰勒圆锥 301 的最前端即电场集中的部位形成有带电微粒 303。

[0201] 另外,在带电微粒化工序中,对流经雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间的电流进行计测。在过剩的电流流动的情况下,中断雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间的电压施加或使施加电压减少。

[0202] 接着,在电压施加工序中,在对置电极部 106 与收集电极部 107 之间施加 DC500V。通过电压施加工序,能够通过静电力将带电微粒 205 向收集电极部 107 的前端附近手机。另外,在本实施例中,相对于对置电极部 106 向收集电极部 107 施加正电压。施加在对置电极部 106 与收集电极部 107 之间的电压的大小优选 0V 以上 5kV 以下,进一步优选 0V 以上 500V 以下。另外,在带电微粒 205 带负电的情况下,最优选向收集电极部 107 施加正电压。

[0203] 接着,作为第二冷却工序,利用第二冷却部 108 冷却收集电极部 107。收集电极部 107 的温度在动作之前为 26℃,30 秒后降低到 15℃。另外,收集电极部 107 的温度测定是使用 K 型的热电偶来进行的。收集电极部 107 的温度优选冷却到水的结露点以下。通过在电压施加工序之后进行第二冷却工序,能够在收集电极部 107 的前端附近冷却大部分带电微粒 205。

[0204] 在第二冷凝工序中,使带电微粒 205 向收集电极部 107 的前端附近冷凝,得到第二冷凝液 206。另外,收集电极部 107 的温度优选根据第二冷凝液 206 的生成量来适当地进行控制。此外,从带电微粒 205 的寿命的观点出发,优选最迟在带电微粒工序开始 10 分后,开始第二冷凝工序。

[0205] 图 12(a) 是表示第二冷凝工序中的收集电极部 107 的状态的说明图, 图 12(b) 是最前端部的光学显微镜照片。如图 12(a) 和图 12(b) 所示, 能够将第二冷凝液 401 收集在收集电极部 107 的前端附近。另外, 静电力也施加于第二冷凝液 401 自身, 能够抑制液滴扩散。进一步, 收集电极部 107 的前端向着下方设置, 因此重力施加于第二冷凝液 401、能够抑制液滴扩散。

[0206] 在第二冷凝工序之后, 在收集电极部 107 的前端附近能够蓄积大约  $1\ \mu\text{L}$  的第二冷凝液 206。从注入工序到第二冷凝工序为止所需时间为 2 分钟。

[0207] 另外, 为了确认在第二冷凝液 206 中包含醋酸, 用注射器提取第二冷凝液 206, 进行气体色谱分析。在分析中, 使用 GL sciences 公司生产的 GC-4000。

[0208] 图 13 是第二冷凝液 206 的分析结果。纵轴表示醋酸的气体色谱的峰面积, 峰面积越大意味着包含在第二冷凝液 206 中的醋酸浓度越高。横轴是相当于对置电极部 106 对收集电极部 107 施加的电压  $V_c$ 。另外, 收集电压  $V_c$  的符号在以对置电极部为阴极、收集电极部为阳极的情况下为正。

[0209] 如图 13 所示, 在第二冷凝液 206 中包含醋酸。此外, 随收集电压  $V_c$  增大, 第二冷凝液 206 中的醋酸的浓度具有增大的倾向, 将  $V_c = 0\text{V}$  与  $V_c = 500\text{V}$  相比, 第二冷凝液 206 中的醋酸浓度变成大约两倍, 根据本发明, 也可知具有使进行静电喷雾后的溶液被浓缩等从属的效果。

[0210] 根据图 13 的结果, 表现为在电压施加工序之后更高效地进行第二冷却工序。在  $V_c = 500\text{V}$  时的结果与电压施加工序之后进行第二冷却工序的情况对应。在  $V_c = 0\text{V}$  时的结果与第二冷却工序之后进行电压施加工序的情况对应。在电压施加工序之后进行第二冷却工序的情况, 相比于在第二冷却工序之后进行电压施加工序的情况, 第二冷凝液 206 的浓度较高。因此, 优选电压施加工序之后进行第二冷却工序。

[0211] 另外, 分析条件如下所述。在分析柱 (column) 中使用毛细柱。毛细柱的内径为  $0.53\text{mm}$ , 长度为  $30\text{m}$ 。载气是氦气。炉温度是  $160^\circ\text{C}$ 。注入温度和氢火焰离子化检测器 (FID) 温度分别为  $250^\circ\text{C}$ 。

[0212] 分析之后, 从容器 101 取下收集电极部 107, 用甲醇清洗。

[0213] 此外, 为了将附着于收集电极部 107 的第二冷凝液 206 除去, 对收集电极部 107 进行加热。为了加热收集电极部 107, 使用热电元件。另外, 该热电元件使用与在第二冷却工序中冷却收集电极部 107 时相同种类的热电元件。在加热收集电极部 107 时, 施加于热电元件的电压的极性与冷却收集电极部 107 时翻转。

[0214] 进一步, 在带电微粒化工序或电压施加工序中, 进行收集电极部 107 的除电。除电通过将收集电极部 107 接地来进行。

[0215] 此外, 从注入工序起至第二冷凝工序为止, 对置电极部 106 的温度保持在水的结露点以上。由此, 不能看到在对置电极部 106 的外周面生成冷凝液的现象。

[0216] (实施例 2)

[0217] 省略关于与实施例 1 相同的结构要素的说明, 仅对静电喷雾装置的操作步骤进行说明。

[0218] 在注入工序中, 将试料气体从注入口 102 向容器 101 注入。在本实施例中, 容器 101 的容积为  $6.5\text{mL}$ , 以  $500\text{mL/分}$  的流速注入试料气体。

[0219] 另外,在本实施例中,作为试料气体,使用将干燥的氮气依次导入水和醋酸 0.3% 水溶液并气泡后所得到的气体。

[0220] 在注入工序中,将试料气体注入容器 101 之前,在容器 101 的内部充满干燥的氮气。

[0221] 此外,在注入工序中,剩余的试料气体通过排出口 103 排出。

[0222] 接着,作为第一冷却工序,通过热电元件对雾化电极部 104 进行冷却。雾化电极部 104 的温度在动作之前是 26°C,但是 30 秒之后降低到 15°C。另外,雾化电极部 104 的温度测量使用 K 型的热电偶来进行。雾化电极部 104 的温度优选被冷却到水的结露点以下。

[0223] 然后,在第一冷凝工序中,热电元件动作开始 5 秒之后在雾化电极部 104 的外周面开始形成第一冷凝液 204。在第一冷凝液 204 的形成初始阶段是直径 10  $\mu\text{m}$  以下的液滴,但是随着时间的经过液滴成长,热电元件动作开始 10 秒之后得到充分的液量。另外,雾化电极部 104 中的第一冷凝液 204 的形成使用显微镜 (KEYENCE 公司制, VH-6300) 进行观察。

[0224] 在开始带电微粒化工序之前,将设置于注入口 102 和排出口 103 的阀 109a 和 109b 关闭。由此,向容器 101 注入试料气体 203 的注入工序结束。

[0225] 接着,作为带电微粒化工序,使第一冷凝液 204 为大量带电微粒 205。带电微粒化 205 利用静电喷雾进行。另外,也如在上述的实施方式 1 中所述的那样,在静电喷雾的初始阶段,产生电晕放电,但是其也可包含在本发明的带电微粒化工序中。

[0226] 从带电微粒 205 的稳定性的观点出发,优选带电微粒 205 的直径为 2nm 以上 30nm 以下。带电微粒 205 优选每 1 个单独存在,但是也可以由多个结合而成。

[0227] 另外,在带电微粒化工序中,在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间施加有 DC5kV。此时,雾化电极部 104 为阴极,对置电极部 106 为阳极。

[0228] 在带电微粒化工序中,在雾化电极部 104 的前端形成被称为泰勒圆锥的圆锥形的水柱,从该水柱的前端释放出包含化学物质的大量的带电微粒。

[0229] 另外,在带电微粒化工序中,对在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间流动的电流进行测量。在流动有过剩电流的情况下,中断在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间的电压施加,或减少施加电压。

[0230] 接着,在电压施加工序中,在对置电极部 106 与收集电极部 107 之间施加 DC500V。通过电压施加工序,能够通过静电力将带电微粒 205 收集到收集电极部 107 的前端附近。另外,在本实施例中,相对于对置电极部 106 对收集电极部 107 施加正电压。在对置电极部 106 与收集电极部 107 之间施加的电压的大小优选为 0V 以上 5kV 以下,更优选 0V 以上 500V 以下。另外,在带电微粒 205 带负电的情况下,最优选向收集电极部 107 施加正电压。

[0231] 接着,使用第二冷却部 108 对收集电极部 107 进行冷却。收集电极部 107 的温度在动作之前为 26°C,30 秒后降低到 15°C。另外,收集电极部 107 的温度测定是使用 K 型的热电偶来进行的。收集电极部 107 的温度优选冷却到水的结露点以下。

[0232] 在第二冷凝工序中,使带电微粒 205 冷凝在收集电极部 107 的前端附近,得到第二冷凝液 206。另外,收集电极部 107 的温度优选根据第二冷凝液 206 的生成量进行适当控制。此外,从带电微粒 205 的寿命的观点出发,优选最迟到带电微粒工序开始 10 分钟为止开始第二冷凝工序。

[0233] 在第二冷凝工序之后,在收集电极部 107 的前端附近能够蓄积大约 1  $\mu\text{L}$  的第二冷

凝液 206。

[0234] (实施例 3)

[0235] 省略关于与实施例 1 相同的结构要素的说明, 仅对静电喷雾装置的操作步骤进行说明。

[0236] 在注入工序中, 将试料气体从注入口 102 向容器 101 注入。在本实施例中, 容器 101 的容积为 6.5mL, 以 500mL/ 分的流速注入试料气体。

[0237] 另外, 在本实施例中, 作为试料气体, 使用将干燥的氮气依次导入水和醋酸 0.3% 水溶液并气泡后所得到的气体。

[0238] 在注入工序中, 将试料气体注入容器 101 之前, 在容器 101 的内部充满干燥的氮气。

[0239] 此外, 在注入工序中, 剩余的试料气体通过排出口 103 排出。

[0240] 在开始第一冷却工序之前, 将分别设置于注入口 102 和排出口 103 的阀 109a 和 109b 关闭。由此, 向容器 101 注入试料气体 203 的注入工序结束。

[0241] 接着, 作为第一冷却工序, 通过热电元件对雾化电极部 104 进行冷却。雾化电极部 104 的温度在动作之前是 26°C, 但是 30 秒之后降低到 15°C。另外, 雾化电极部 104 的温度测量使用 K 型的热电偶来进行。雾化电极部 104 的温度优选被冷却到水的结露点以下。

[0242] 然后, 在第一冷凝工序中, 热电元件动作开始 5 秒之后在雾化电极部 104 的外周面开始形成第一冷凝液 204。在第一冷凝液 204 的形成初始阶段是直径 10 μm 以下的液滴, 但是随着时间的经过液滴成长, 热电元件动作开始 10 秒之后得到充分的液量。另外, 雾化电极部 104 中的第一冷凝液 204 的形成使用显微镜 (KEYENCE 公司制, VH-6300) 进行观察。

[0243] 接着, 作为带电微粒化工序, 使第一冷凝液 204 为大量的带电微粒 205。带电微粒化 205 利用静电喷雾进行。另外, 也如在上述的实施方式 1 中所述的那样, 在静电喷雾的初始阶段, 产生电晕放电, 但是其也可包含在本发明的带电微粒化工序中。

[0244] 从带电微粒 205 的稳定性的观点出发, 优选带电微粒 205 的直径为 2nm 以上 30nm 以下。带电微粒 205 优选每 1 个单独存在, 但是也可以由多个结合而成。

[0245] 另外, 在带电微粒化工序中, 在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间施加有 DC5kV。此时, 令雾化电极部 104 为阴极, 对置电极部 106 为阳极。

[0246] 在带电微粒化工序中, 在雾化电极部 104 的前端形成被称为泰勒圆锥的圆锥形的水柱, 从该水柱的前端释放出包含化学物质的大量的带电微粒。

[0247] 另外, 在带电微粒化工序中, 对在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间流动的电流进行测量。在流动有过剩电流的情况下, 中断在雾化电极部 104 与对置电极部 106 之间的电压施加, 或减少施加电压。

[0248] 接着, 在电压施加工序中, 在对置电极部 106 与收集电极部 107 之间施加 DC500V。通过电压施加工序, 能够通过静电力将带电微粒 205 收集到收集电极部 107 的前端附近。另外, 在本实施例中, 相对于对置电极部 106 对收集电极部 107 施加正电压。在对置电极部 106 与收集电极部 107 之间施加的电压的大小优选为 0V 以上 5kV 以下, 更优选 0V 以上 500V 以下。另外, 在带电微粒 205 带负电的情况下, 最优选向收集电极部 107 施加正电压。

[0249] 接着, 使用第二冷却部 108 对收集电极部 107 进行冷却。收集电极部 107 的温度在动作之前为 26°C, 30 秒后降低到 15°C。另外, 收集电极部 107 的温度测定是使用 K 型的

热电偶来进行的。收集电极部 107 的温度优选冷却到水的结露点以下。

[0250] 在第二冷凝工序中,使带电微粒 205 冷凝在收集电极部 107 的前端附近,得到第二冷凝液 206。另外,收集电极部 107 的温度优选根据第二冷凝液 206 的生成量进行适当控制。此外,从带电微粒 205 的寿命的观点出发,优选最迟到带电微粒工序开始 10 分钟为止开始第二冷凝工序。

[0251] 在第二冷凝工序之后,在收集电极部 107 的前端附近能够蓄积大约 1  $\mu$  L 的第二冷凝液 206。

[0252] 基于上述说明,对本领域的技术人员而言,能够了解到本发明的众多改良、其他实施方式。因此,上述说明仅应当被解释为例示,是以告知本领域的技术人员实现本发明的最佳的方式为目的而提供的。能够不脱离本发明的宗旨地、对该构造和 / 或功能的详细内容进行实质性变更。

[0253] 本发明的试料气体的收集方法适用于为了能够抑制静电喷雾后的溶液在收集电极上扩散而必须对试料气体中的微量的成分进行分析的用途。例如,监控大气污染、水质污染的监测装置或生物标志物(バイオマーカー)分析装置等,能够应用于环境领域、化学工业领域、食品领域、医疗领域等。

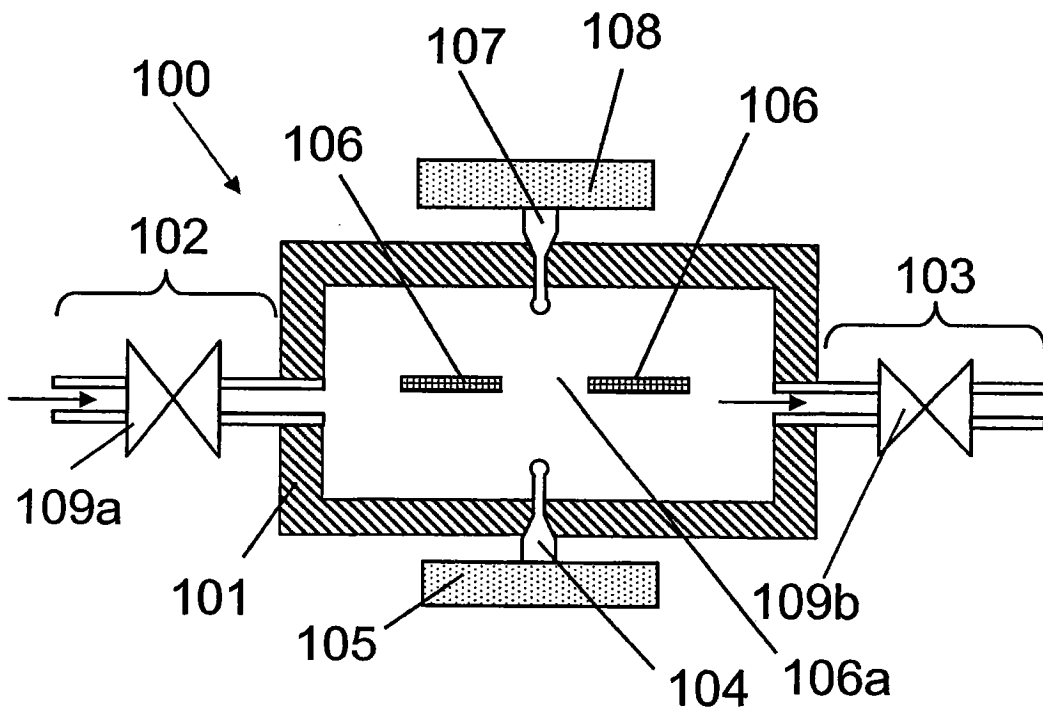
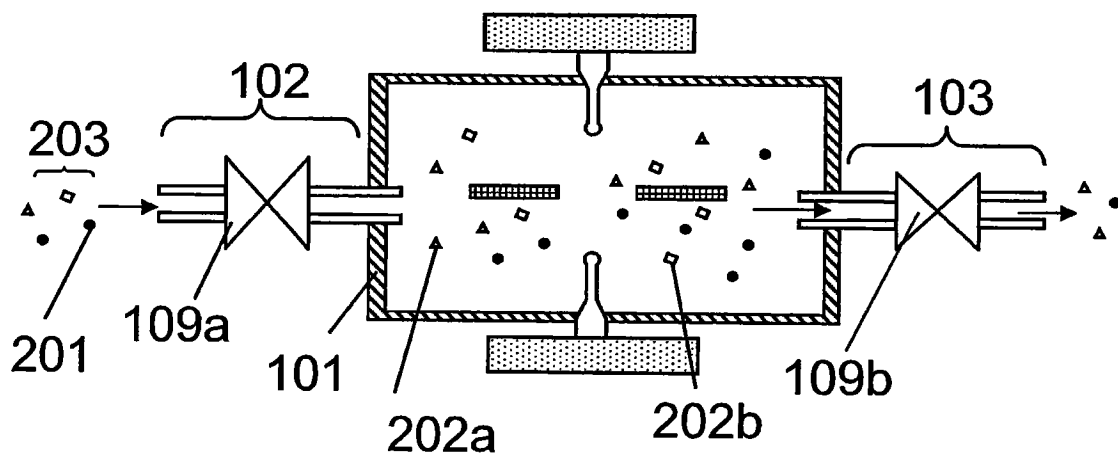
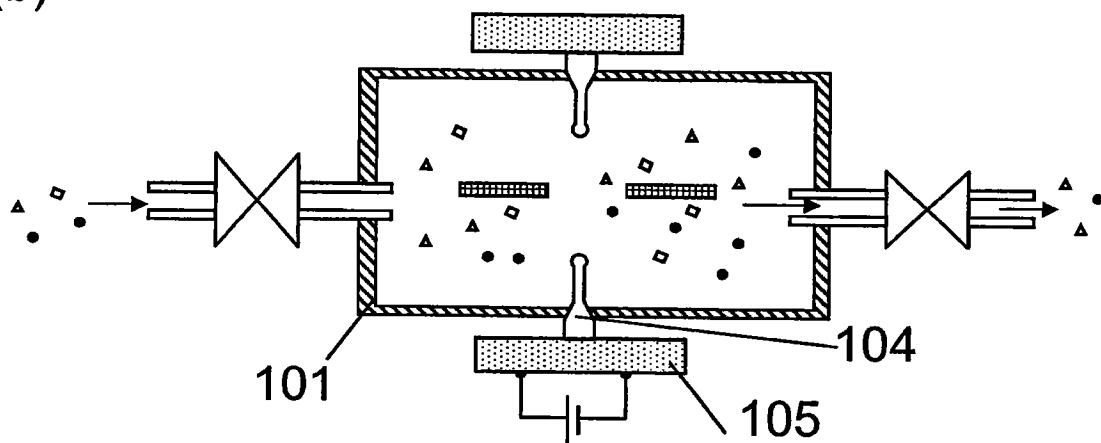


图 1

(a)



(b)



(c)

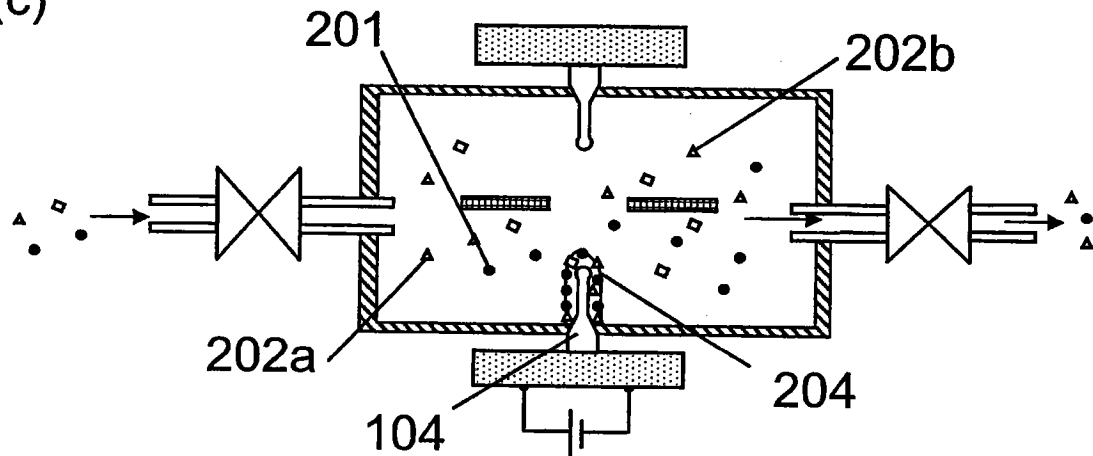


图 2

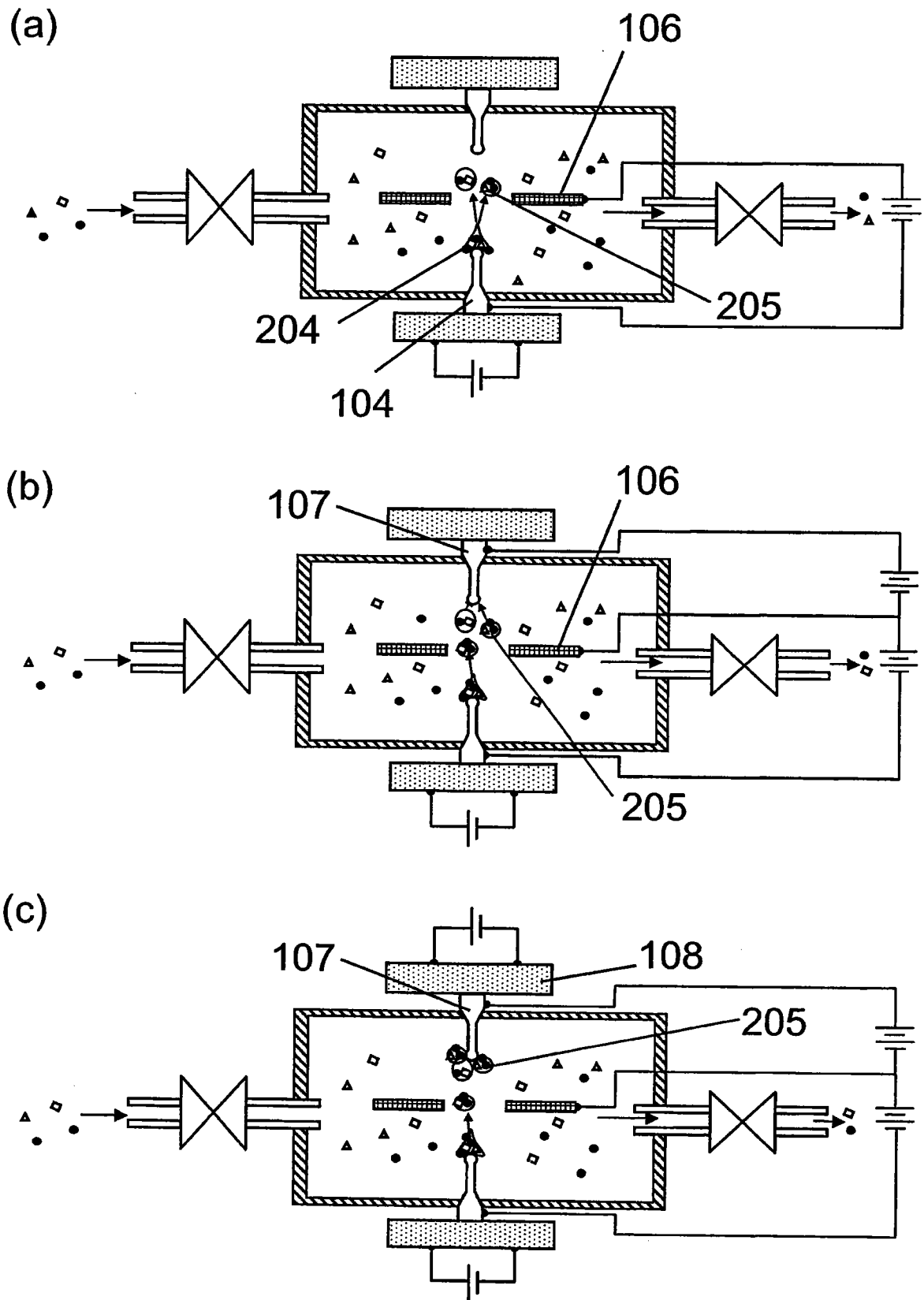


图 3

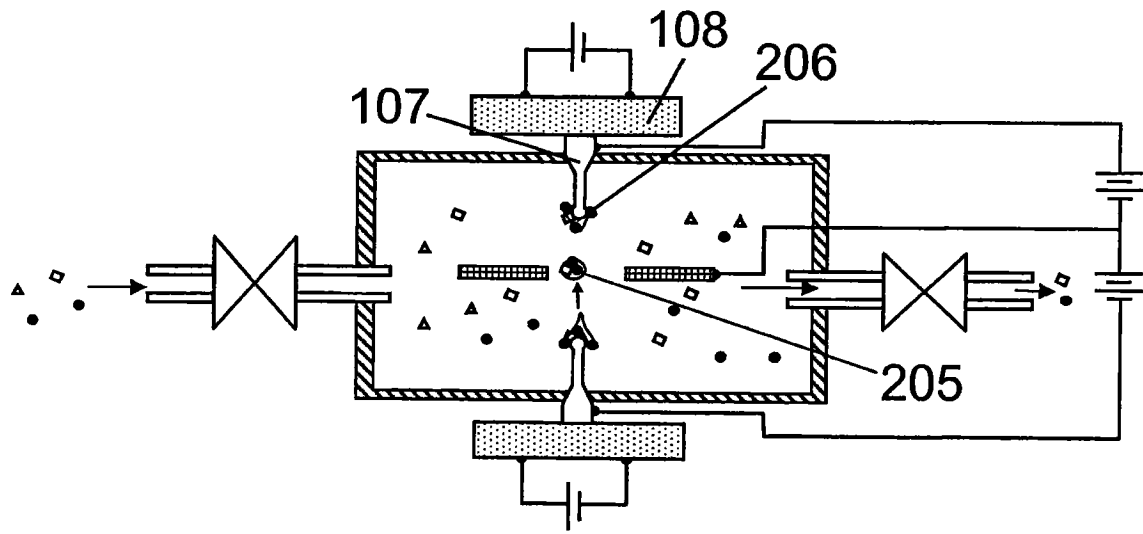
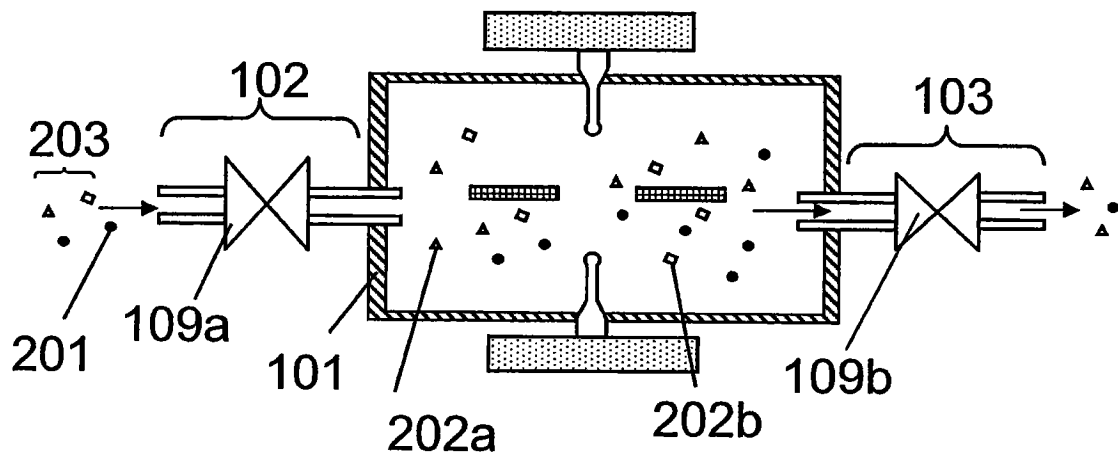
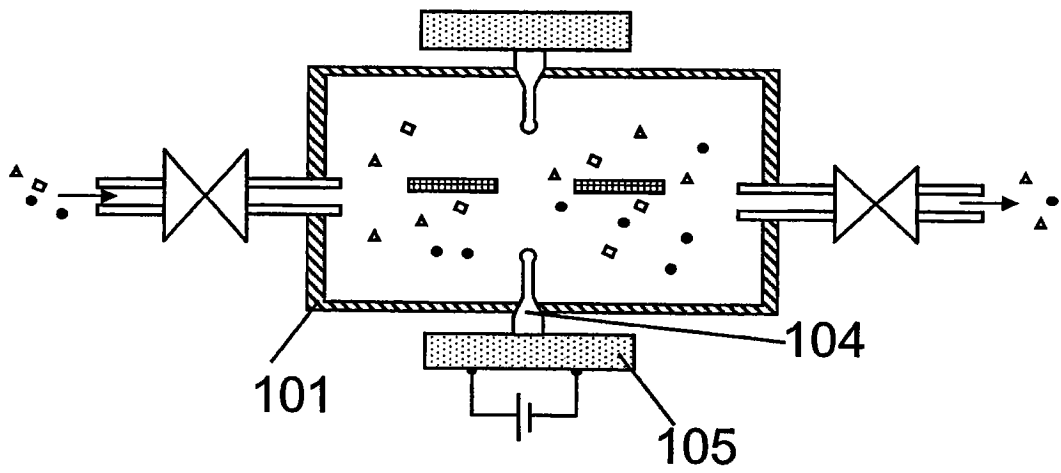


图 4

(a)



(b)



(c)

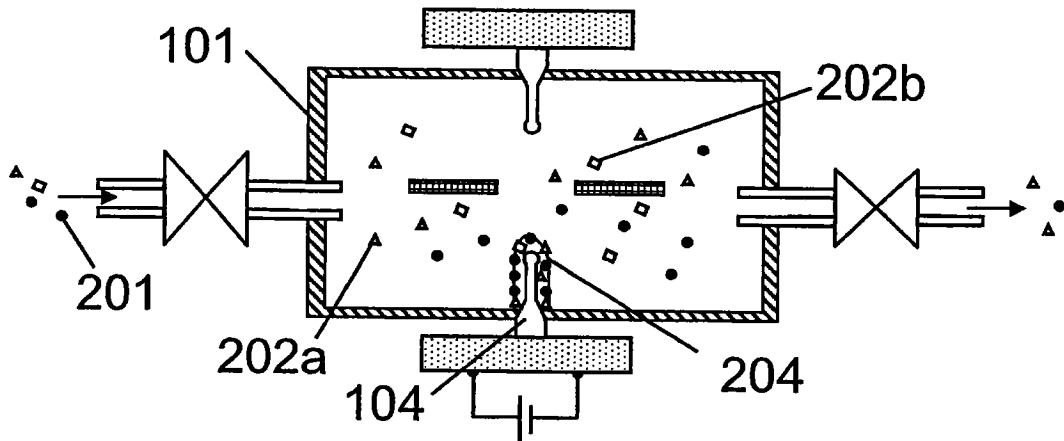


图 5

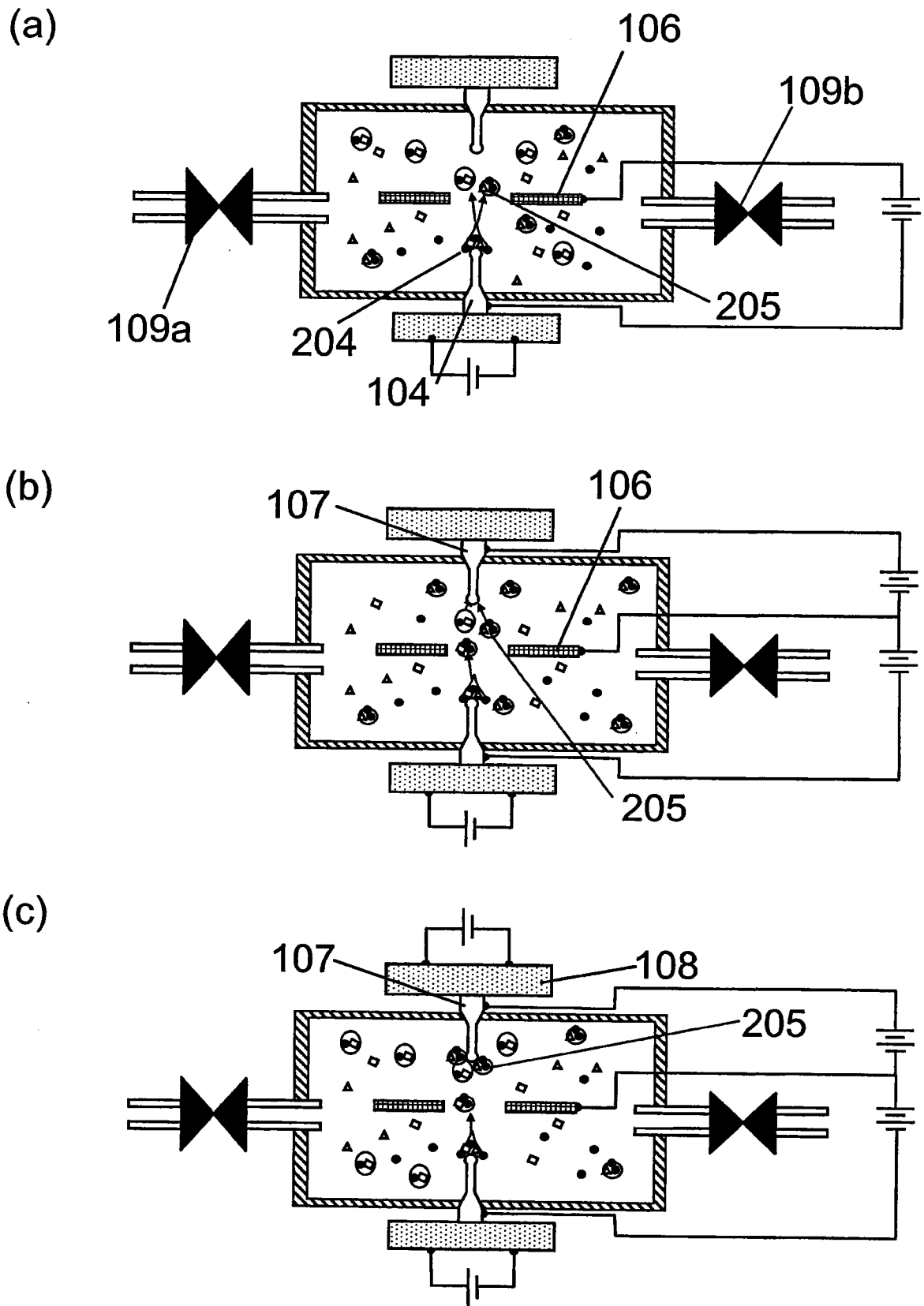


图 6

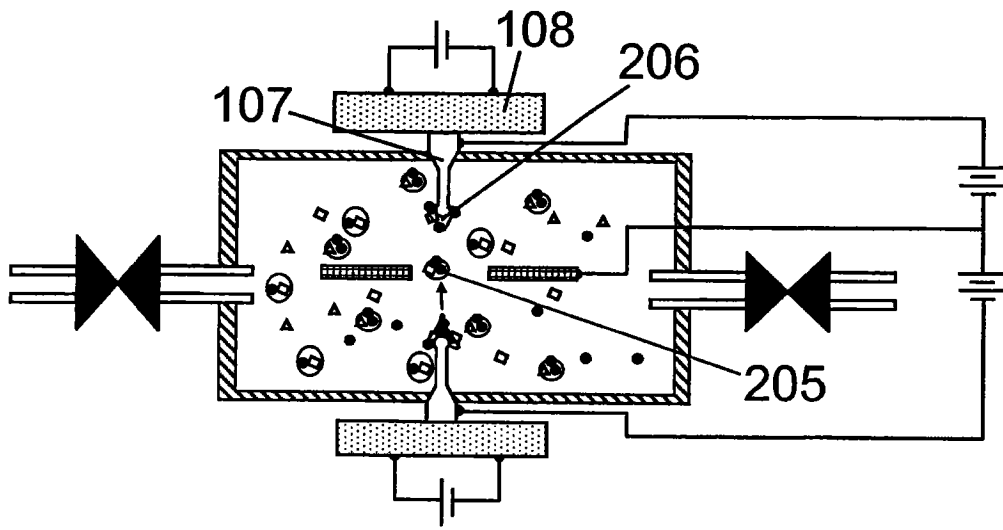
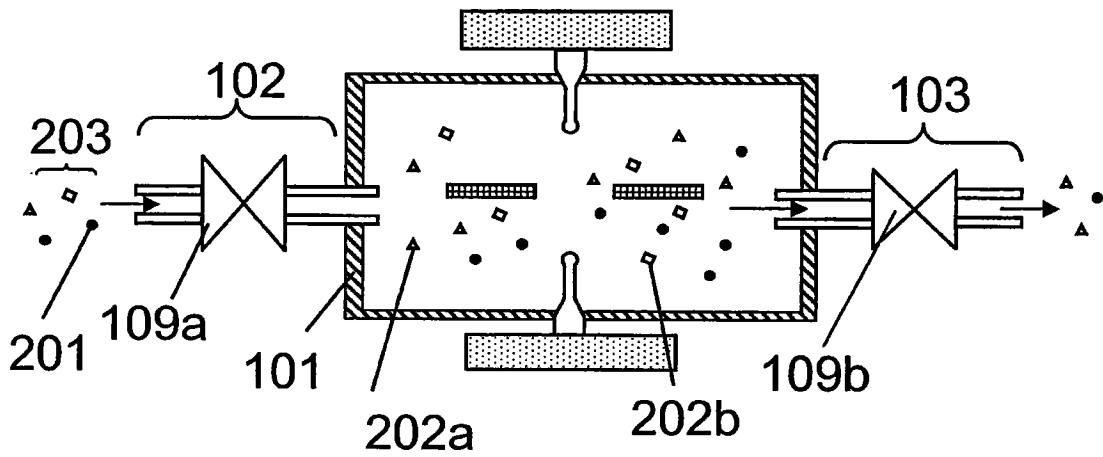
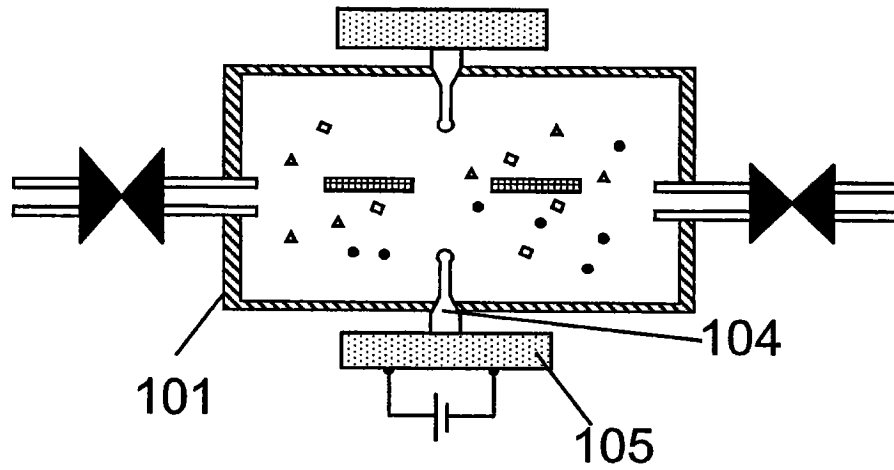


图 7

(a)



(b)



(c)

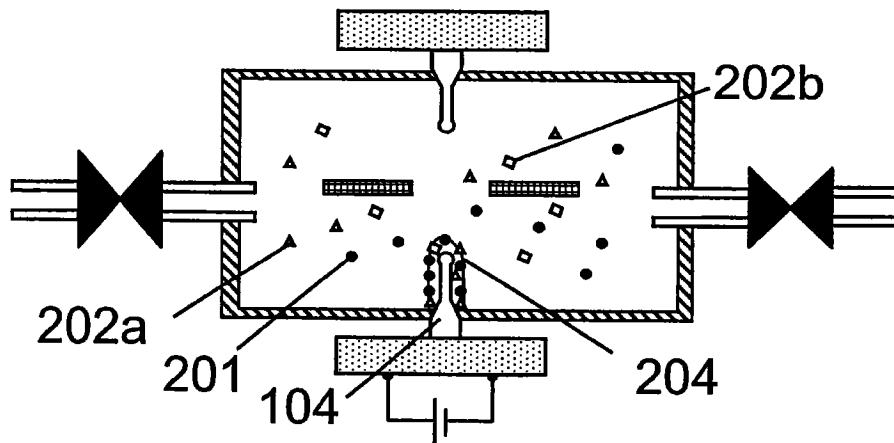
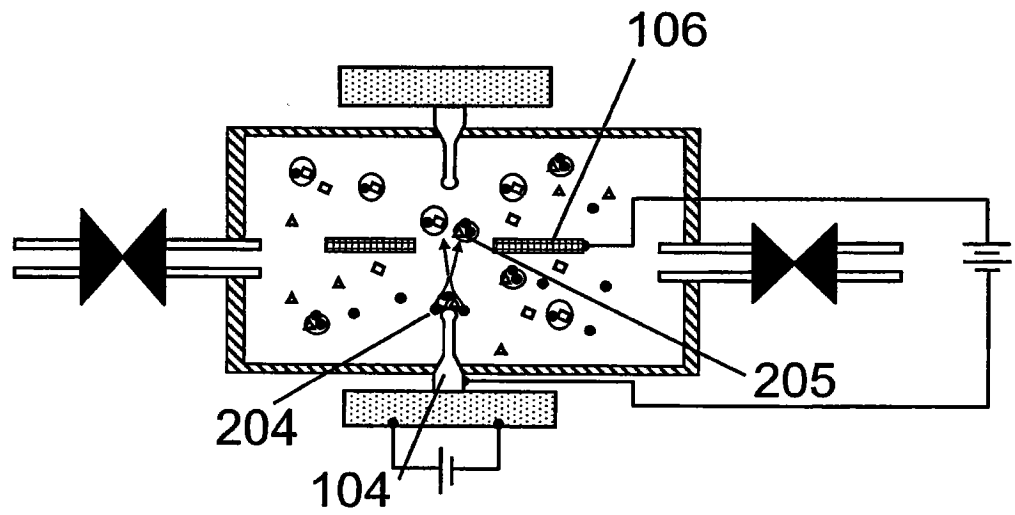
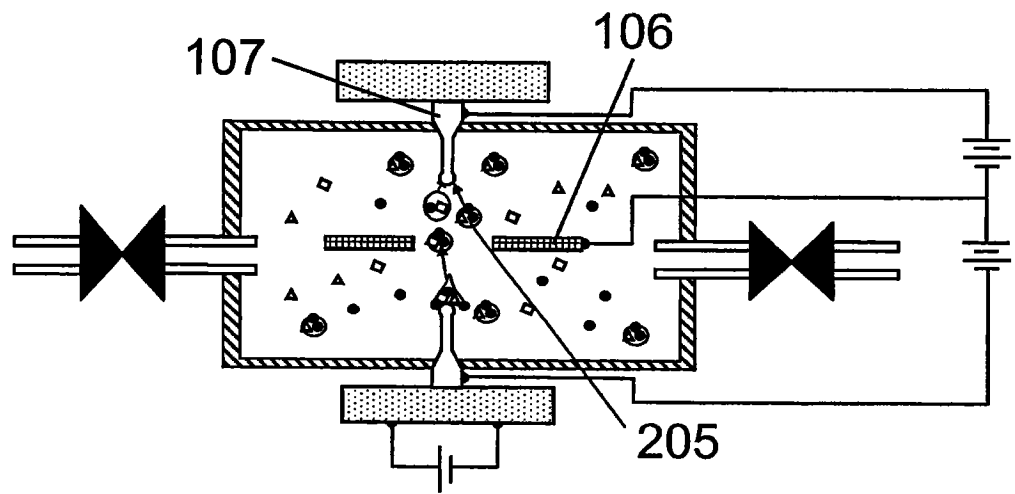


图 8

(a)



(b)



(c)

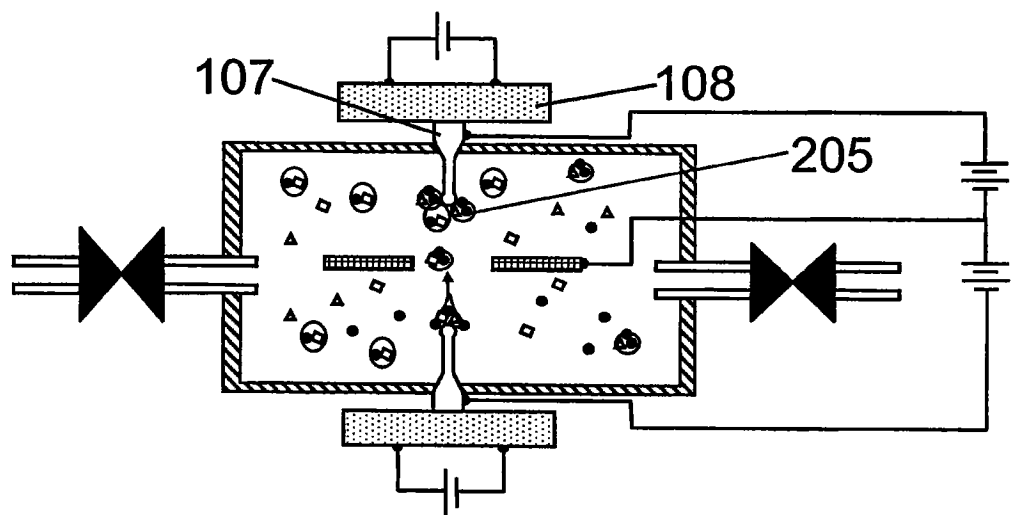


图 9

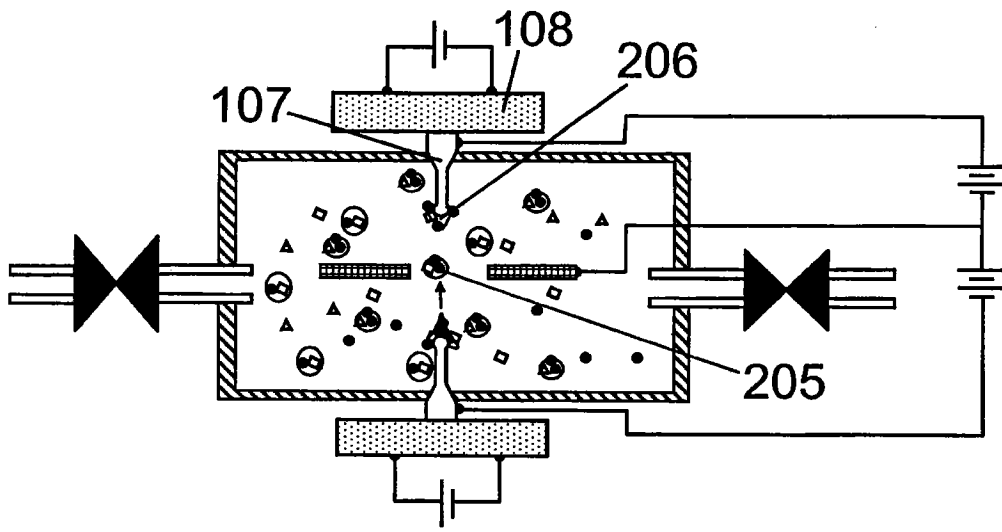


图 10

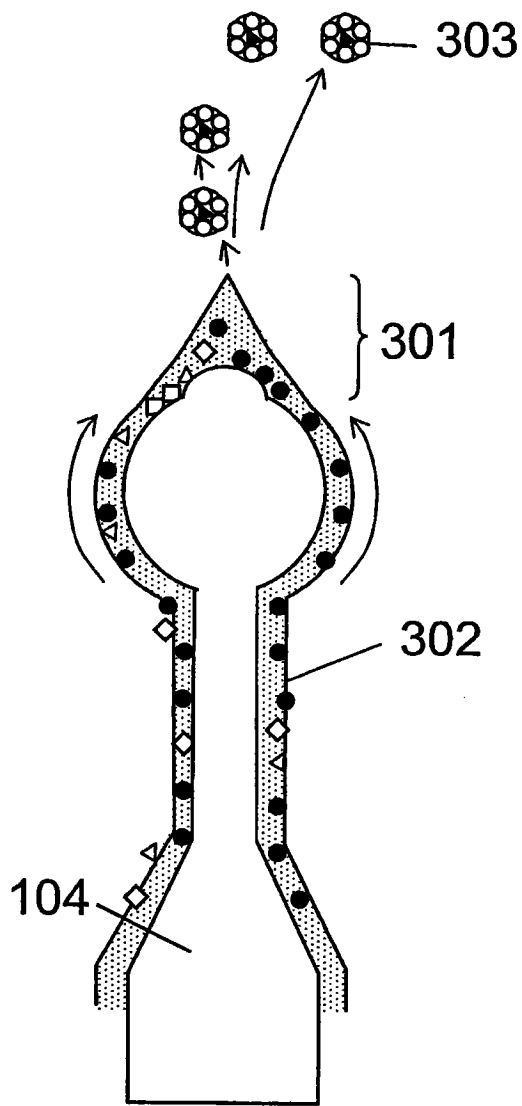


图 11

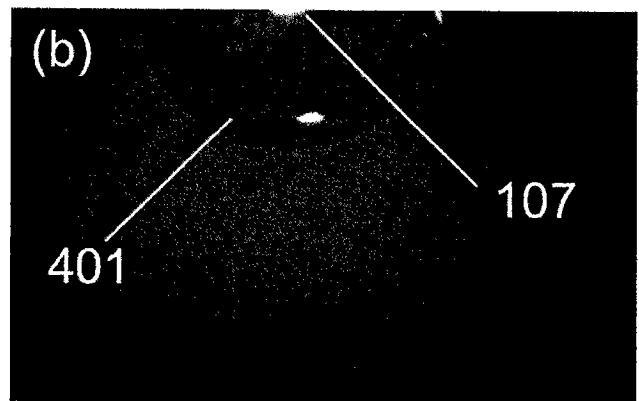
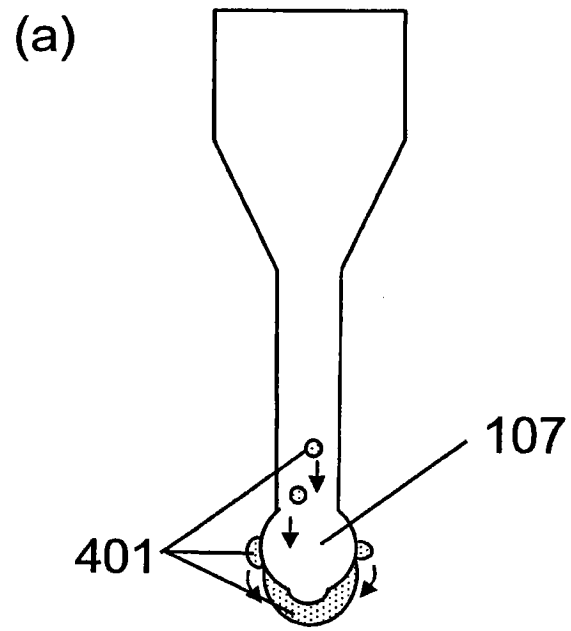


图 12

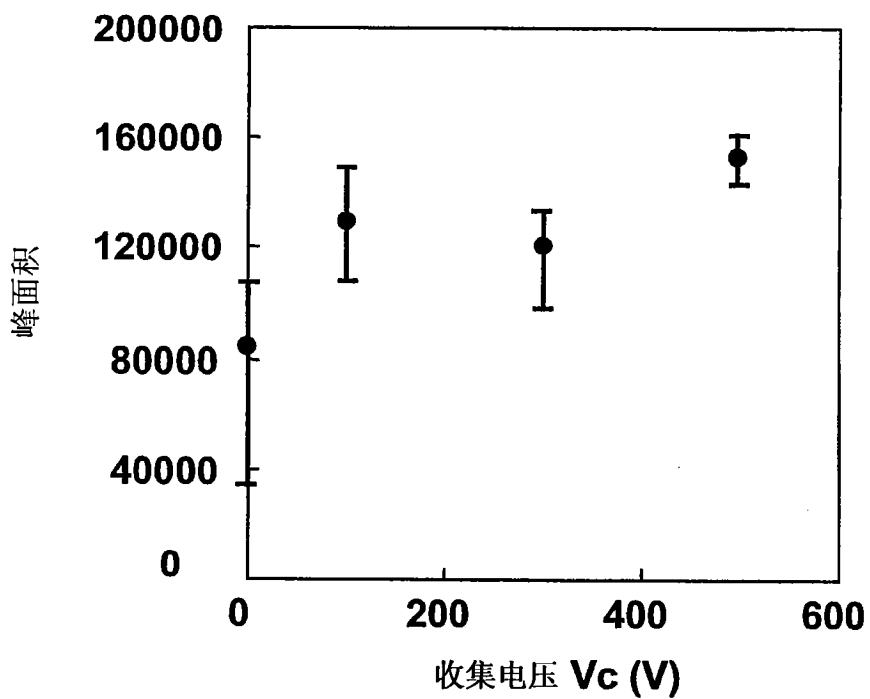


图 13

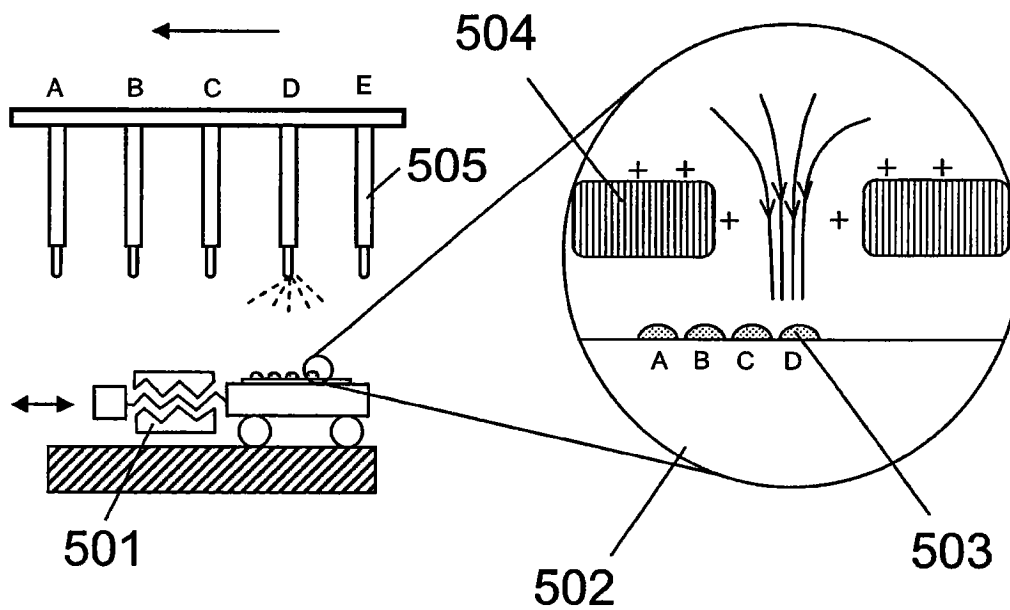


图 14