



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112689533 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 201980058495.4

(22) 申请日 2019.09.09

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112689533 A

(43) 申请公布日 2021.04.20

(30) 优先权数据  
2018-169968 2018.09.11 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.03.08

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2019/035418 2019.09.09

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/054680 JA 2020.03.19

(73) 专利权人 株式会社 科特拉

地址 日本静冈县

专利权人 国立大学法人静冈大学

(72) 发明人 水上友人 斋藤祐介 间瀬畅之

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247

专利代理师 王潇悦 段承恩

(51) Int.Cl.

B01F 25/452 (2022.01)

B01F 23/232 (2022.01)

B01F 23/2373 (2022.01)

审查员 张晓芳

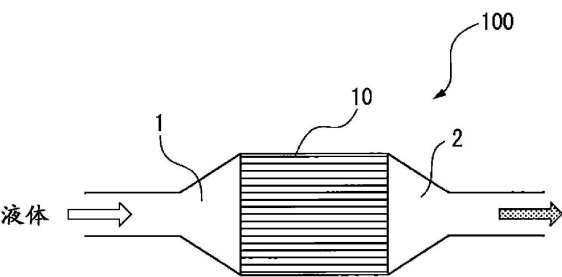
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

微泡产生装置和微泡产生方法

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种能够以简单结构产生微泡的微泡的制造装置。本发明的微泡产生装置 (100) 包含: 具有连续气孔的多孔质体 (10)、向所述多孔质体 (10) 供给液体并使所述液体流过所述连续气孔的液体供给部 (1)、以及使从所述连续气孔流过的液体排出的液体排出部 (2)。



1. 一种微泡产生方法,使用用于制造包含微泡的液体的微泡产生装置,  
所述微泡产生装置包含:  
具有连续气孔的多孔质体、  
向所述多孔质体供给液体并使该液体流过所述连续气孔的液体供给部、以及  
使从所述连续气孔流过的液体排出的液体排出部,  
在所述液体供给部和所述液体排出部中,存在选自流路、容器、泵、阀以及控制器中的一种以上,  
所述微泡产生方法包括:  
从所述微泡产生装置的所述液体供给部向所述多孔质体供给液体、以及  
使被供给的所述液体流过所述多孔质体的连续气孔,从所述液体排出部得到包含微泡的液体,  
向所述多孔质体供给的液体是溶存有气体的液体,  
通过使所述溶存有气体的液体流过所述多孔质体的连续气孔,因文丘里效应而压力降低,向所述多孔质体供给的液体中所溶存的气体以微泡形式产生,  
包含所述微泡的液体中所包含的微泡的平均粒径为100 $\mu\text{m}$ 以下。
2. 根据权利要求1所述的微泡产生方法,所述多孔质体是陶瓷制的。
3. 根据权利要求1所述的微泡产生方法,所述多孔质体的由彼尔姆气孔计测定的平均流量孔径为5 $\mu\text{m}$ 以上且100 $\mu\text{m}$ 以下。
4. 根据权利要求2所述的微泡产生方法,所述多孔质体的由彼尔姆气孔计测定的平均流量孔径为5 $\mu\text{m}$ 以上且100 $\mu\text{m}$ 以下。
5. 根据权利要求1所述的微泡产生方法,所述多孔质体的气孔率为40%以上且80%以下。
6. 根据权利要求2所述的微泡产生方法,所述多孔质体的气孔率为40%以上且80%以下。
7. 根据权利要求3所述的微泡产生方法,所述多孔质体的气孔率为40%以上且80%以下。
8. 根据权利要求4所述的微泡产生方法,所述多孔质体的气孔率为40%以上且80%以下。
9. 根据权利要求1~8中任一项所述的微泡产生方法,所述多孔质体是多孔质过滤基材,该多孔质过滤基材具有多个入口流路和多个出口流路,所述入口流路和所述出口流路被多孔质壁隔开。
10. 根据权利要求9所述的微泡产生方法,所述多孔质过滤基材的所述多个入口流路和多个出口流路分别大致平行地延伸存在且彼此相邻。
11. 根据权利要求9所述的微泡产生方法,所述多孔质壁的厚度为1.0mm以下。
12. 根据权利要求10所述的微泡产生方法,所述多孔质壁的厚度为1.0mm以下。

## 微泡产生装置和微泡产生方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微泡产生装置和微泡产生方法。

### 背景技术

[0002] 微泡是指直径为 $100\mu\text{m}$ 以下的气泡,超微泡是指微泡中直径特别地为 $1\mu\text{m}$ 以下的气泡。由于它们的性质与通常的气泡不同,因此近年来在各个领域研究了其应用。

[0003] 作为微泡或超微泡的制造方法,主要可以举出旋转液流式、加压溶解减压式和微孔式。

[0004] 旋转液流式中,将液体以高速压入圆筒容器中,在内部形成高速旋转流,在其中心部产生压力下降部。在此,从圆筒容器下部的小孔导入气体,从上部的小孔导出气体时,可得到微泡。

[0005] 加压溶解减压式中,将气体加压并溶解到液体中。然后,通过将该液体急剧地排出到减压或常压的液体中,能够使溶解了的气体以微泡形式析出。

[0006] 微孔式中,从纳米级微孔向液体中喷出气体。

[0007] 另外,还研究了其他方式,例如专利文献1中,通过用泵对气体加压使其溶解到液体中,使该气液混物流过具有微孔路的金属过滤器,由此可得到经微细化的气泡。在此,该微孔路径的长度为 $30\text{mm}\sim 60\text{mm}$ 、且孔径为 $300\mu\text{m}$ 以下,成为规则的直线状流路。另外,专利文献1所记载的发明中,通过气液混合物从微孔路流过,气泡被剪切破坏,得到表面细致的微微泡。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献1:日本特开2017-217585号公报

### 发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种能够以简单结构产生微泡的微泡产生装置和微泡产生方法。

[0011] 本发明人发现,通过具有以下方案的本发明,能够解决上述课题。

[0012] 《方案1》

[0013] 一种微泡产生装置,包含:具有连续气孔的多孔质体、向所述多孔质体供给液体并使该液体流过所述连续气孔的液体供给部、以及使从所述连续气孔流过后液体排出的液体排出部。

[0014] 《方案2》

[0015] 根据方案1所述的微泡产生装置,所述多孔质体是陶瓷制的。

[0016] 《方案3》

[0017] 根据方案1或2所述的微泡产生装置,所述多孔质体的由彼尔姆气孔计测定的平均流量孔径为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下。

[0018] 《方案4》

[0019] 根据方案1~3中任一项所述的微泡产生装置,所述多孔质体的气孔率为40%以上且80%以下。

[0020] 《方案5》

[0021] 根据方案1~4中任一项所述的微泡产生装置,所述多孔质体是多孔质过滤基材,该多孔质过滤基材具有多个入口流路和多个出口流路,所述入口流路和所述出口流路被多孔质壁隔开。

[0022] 《方案6》

[0023] 根据方案5所述的微泡产生装置,所述多孔质过滤基材的所述多个入口流路和多个出口流路分别大致平行地延伸存在且彼此相邻。

[0024] 《方案7》

[0025] 根据方案5或6所述的微泡产生装置,所述多孔质壁的厚度为1.0mm以下。

[0026] 《方案8》

[0027] 一种微泡产生方法,包括以下步骤:

[0028] 从方案1~7中任一项所述的微泡产生装置的所述液体供给部向所述多孔质体供给液体;以及

[0029] 使被供给的所述液体流过所述多孔质体的连续气孔,从所述液体排出部得到包含微泡的液体。

[0030] 根据本发明,可以提供一种能够以简单结构产生微泡的微泡产生装置和微泡产生方法。特别地,根据本发明,即使不用泵加压也能够产生微泡。因此,本发明的微泡产生装置可以小型化,也可以在家庭中使用。而且,本发明的微泡产生装置能够使运转能量非常低,并且能够不产生噪音等地使用。同样地,本发明的微泡产生方法也可以在家庭中实施,具有能够以低运转能量实施等优点。

## 附图说明

[0031] 图1是本发明的装置的一方案的概略图。

[0032] 图2是本发明的装置的多孔质体的一方案的概略图。

[0033] 图3是表示实施例中使用的基材的平均流量孔径与微泡产生数的关系的图。

## 具体实施方式

[0034] 《微泡产生装置》

[0035] 本发明的微泡产生装置包含:具有连续气孔的多孔质体;向多孔质体供给液体并使该液体流过连续气孔的液体供给部;以及将从连续气孔流过的液体排出的液体排出部。

[0036] 例如如图1所示,本发明的微泡产生装置(100)中,从液体供给部(1)向多孔质体(10)供给液体,该液体从多孔质体(10)的连续气孔流过,从多孔质体(10)得到的包含微泡的液体从液体排出部(2)排出。

[0037] 本发明人发现,当液体流过柴油微粒过滤器(DPF)这样的多孔质体时,在该液体中产生微泡。认为这是由于液体从多孔质过滤基材这样的多孔质体流过时,压力因文丘里效应而降低,溶存于该液体中的气体以微泡形式产生。即,液体从通常的流路侵入到多孔质体

的细孔中时,根据伯努利定理,动压和静压的合计保持为一定,因此动压变得非常高,静压变得非常低。通过静压变低,溶存于液体中的气体以微泡形式产生。而且,认为微泡一旦形成就难以消失,因此即使包含微泡的液体返回到通常的流路,微泡仍会残留。

[0038] 再者,如果多孔质体的孔径一定程度地小,就足以产生微泡,即使孔径非常小,是否会相应地产生较多的微泡并不清楚。认为孔径具有一定程度的大小时,产生微泡的空间区域变宽,微泡的产生总数变多。

[0039] 根据本发明的微泡产生装置,即使不用泵加压也能够产生微泡。因此,本发明的微泡产生装置可以小型化,也可以在家庭中使用。而且,本发明的微泡产生装置能够使运转能量非常低,并且能够不产生噪音等地使用。

[0040] 作为本发明的微泡产生装置中使用的液体,只要是溶存有气体的液体就不特别限定。如果使用本发明的微泡产生装置,则可以由各种液体产生各种气体的微泡。所使用的液体可以通过预先加压等手段溶存有气体的液体。作为本发明的微泡产生装置中使用的液体,具体而言,可以举出水系液体(即例如自来水、纯水、去离子水等水);含有表面活性剂等的水溶液;甲醇、乙醇等亲水性液体等,也可以是有机溶剂。对于气体的种类,只要是能够溶存于所使用的液体中的气体,就不特别的限定,例如可以举出氧、氢等。

[0041] 可以通过改变多孔质体的孔径等,来产生各种直径的微泡。微泡的平均粒径例如可以是100 $\mu\text{m}$ 以下、50 $\mu\text{m}$ 以下、30 $\mu\text{m}$ 以下、10 $\mu\text{m}$ 以下、5 $\mu\text{m}$ 以下、3 $\mu\text{m}$ 以下、1 $\mu\text{m}$ 以下、500nm以下、300nm以下或100nm以下,可以是10nm以上、50nm以上、100nm以上、300nm以上或500nm以上。因此,由本发明的微泡产生装置得到的微泡可以是平均粒径为1 $\mu\text{m}$ 以下的超微泡。超微泡的平均粒径可以使用纳米粒子分析系统Nano Sight (Malvern公司)进行测定,微泡的平均粒径可以使用微型轨道PartAn SI (Microtrack Bell株式会社)进行测定。

[0042] 由本发明的微泡产生装置得到的微泡可用于各种用途,例如可用于洗涤、化学合成、杀菌及消毒、除臭、微粒吸附等用途。

[0043] <多孔质体>

[0044] 本发明中使用的多孔质体,只要是具有连续气孔且液体能够流过连续气孔的多孔质体就不特别限定。通过液体从连续气孔流过,液体的流速局部增加。即,认为该情况下的液体中,动压局部增加,静压局部降低,由此产生微泡。连续气孔可以是不规则形状。

[0045] 对于多孔质体的材质也不特别限定,例如可以举出多孔质金属、多孔质陶瓷、多孔质树脂等。其中,特别是从能够容易得到具有优选的连续气孔的多孔质体、特别是具有不规则形状的连续气孔的多孔质体的观点出发,可以优选使用陶瓷制的多孔质体。例如,作为陶瓷材料,特别地可以举出堇青石( $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ )、氧化铝、氧化硅、氧化锆、碳化硅等。

[0046] 只要能够产生微泡,多孔质体的孔径就不特别限定,例如,利用水银孔度计测定的平均细孔径可以为5 $\mu\text{m}$ 以上、8 $\mu\text{m}$ 以上、10 $\mu\text{m}$ 以上或15 $\mu\text{m}$ 以上,可以为500 $\mu\text{m}$ 以下、300 $\mu\text{m}$ 以下、100 $\mu\text{m}$ 以下、50 $\mu\text{m}$ 以下、30 $\mu\text{m}$ 以下、20 $\mu\text{m}$ 以下或15 $\mu\text{m}$ 以下。

[0047] 另外,本发明人发现,由彼尔姆气孔计测定的平均流量孔径与微泡产生数存在高相关性。认为该平均流量孔径与存在于多孔质体中的连续气孔的最细部分的孔径的平均值相对应,该最细部分的孔径对微泡产生造成重大影响。由彼尔姆气孔计测定的平均流量孔径可以是3 $\mu\text{m}$ 以上、5 $\mu\text{m}$ 以上、8 $\mu\text{m}$ 以上、10 $\mu\text{m}$ 以上或15 $\mu\text{m}$ 以上,可以是500 $\mu\text{m}$ 以下、300 $\mu\text{m}$ 以下、

200 $\mu\text{m}$ 以下、100 $\mu\text{m}$ 以下、50 $\mu\text{m}$ 以下、30 $\mu\text{m}$ 以下或20 $\mu\text{m}$ 以下。

[0048] 多孔质体的气孔率只要能够有效地产生微泡就不特别限定,例如可以是30%以上、40%以上、50%以上或60%以上,可以是90%以下、80%以下、70%以下或60%以下。气孔率可以根据多孔质体的重量相对于多孔质体材质的理论实心体的重量的比例来求得。

[0049] 液体流过的多孔质体的厚度,只要能够有效地产生微泡就不特别限定,但考虑到流体的压力损失,可以是10mm以下、5.0mm以下、1.0mm以下、500 $\mu\text{m}$ 以下、300 $\mu\text{m}$ 以下或200 $\mu\text{m}$ 以下,可以是100 $\mu\text{m}$ 以上、200 $\mu\text{m}$ 以上或300 $\mu\text{m}$ 以上。

[0050] 多孔质体优选为具有多个流路且流路被多孔质壁隔开的多孔质基材。作为这样的多孔质基材,可以是流路大致平行地延伸存在且彼此相邻的、所谓直流型蜂窝基材。

[0051] 作为这样的直流型蜂窝基材,可以直接使用在制造汽车用废气净化催化剂等时使用的、在该领域中公知的蜂窝基材。

[0052] 另外,在这样的多孔质基材中,特别地可以举出多个流路由多个入口流路和多个出口流路构成,液体的实质全部量流入入口流路,从多孔质壁的连续气孔流过,并从出口流路流出的多孔质过滤基材。该情况下,能够以低的压力损失有效地使溶液流过多孔质壁。特别地,多孔过滤基材可以是多个入口流路和多个出口流路大致平行地延伸存在并且彼此相邻的、所谓壁流式蜂窝基材。

[0053] 作为这样的壁流式蜂窝基材,可以直接使用在制造柴油微粒过滤器(DPF)、汽油颗粒过滤器(GPF)等时使用的、在该领域中公知的蜂窝基材。

[0054] 在蜂窝基材的流路大致平行排列的截面中,将该截面的单位面积的流路数量称为单元数,该情况下,该单元数例如可以为300单元/ $\text{inch}^2$ 以上、500单元/ $\text{inch}^2$ 以上、800单元/ $\text{inch}^2$ 以上、1000单元/ $\text{inch}^2$ 以上或1200个单元/ $\text{inch}^2$ 以上,可以为2000单元/ $\text{inch}^2$ 以下、1500单元/ $\text{inch}^2$ 以下、1200单元/ $\text{inch}^2$ 以下、1000单元/ $\text{inch}^2$ 以下或800单元/ $\text{inch}^2$ 以下。

[0055] 蜂窝基材的多孔质壁的厚度可以为1.0mm以下、500 $\mu\text{m}$ 以下、300 $\mu\text{m}$ 以下或200 $\mu\text{m}$ 以下,可以为100 $\mu\text{m}$ 以上、200 $\mu\text{m}$ 以上或300 $\mu\text{m}$ 以上。

[0056] 图2是本发明的装置中使用的多孔质体(10)的一方案的概略图,该多孔质体(10)具有多个入口流路(11)和多个出口流路(12),入口流路(11)和出口流路(12)被多孔质壁(13)隔开,并且多个入口流路(11)和多个出口流路(12)分别大致平行地延伸存在且彼此相邻。在该多孔质体(10)(多孔质过滤基材)中,液体从入口流路(11)流入,该液体从多孔质壁(13)的连续气孔流过时,产生微泡。然后,包含微泡的液体从出口流路(12)流出。再者,图2是概略图,由于制图的关系,用非常少的单元数表示了多孔质体(10)。

[0057] <液体供给部和液体排出部>

[0058] 本发明的装置中使用的液体供给部,只要能够向多孔质体的连续气孔供给液体,就不特别限定。对于液体排出部,也是只要能够将从多孔质体的连续气孔流过后的液体排出,就不特别限定。

[0059] 在液体供给部和液体排出部中,也可以适当地存在用于使液体流过的流路、用于贮存液体的容器、用于压送液体的泵、用于控制液体流量的阀以及用于自动控制泵和/或阀的控制器等。本领域技术人员可以根据微泡产生装置的用途、使用场所等设计合适的结构。

[0060] 《微泡产生方法》

[0061] 本发明的微泡产生方法包括:从如上所述的微泡产生装置的液体供给部向多孔质

体供给液体；以及使被供给的液体流过多孔质体的连续气孔，从液体排出部得到包含微泡的液体。

[0062] 关于本发明的微泡的制造方法的各结构，可以参照关于本发明的微泡产生装置说明过的各结构。

[0063] 在以下的实施例中更具体地说明本发明，但本发明并不限于此。

[0064] 实施例

[0065] 将表1所述的市售的各种多孔质过滤基材设置在烧杯之上，使其入口流路的长度方向变为铅垂。从入口流路滴下蒸馏水，仅通过重力使蒸馏水流过多孔质过滤基材。将从多孔质过滤基材流过后的蒸馏水从出口流路排出，收集到烧杯中。然后，使用纳米粒子分析系统Nano Sight (Malvern公司)测定了烧杯中收集到的蒸馏水所含的微泡的产生数(FB产生数)。

[0066] 作为比较例，使用二轮车用的排气净化催化剂所用的市售的直流型金属基材，与上述同样地测定了微泡的产生数。

[0067] 另外，各基材的平均流量孔径由彼尔姆气孔计测定。具体而言，使用Porous Material有限公司制的彼尔姆气孔计，采用泡点法在WetUP/DryUP (Galwick/空气)的条件下，将曲折因子(Tortuosity Factor)设为0.715进行测定。再者，关于平均细孔径和气孔率，使用了多孔质过滤基材的销售商示出的数值，这些是采用上述方法测定的值。

[0068] 将各例的结构和结果示于下表1：

[0069] 表1

[0070]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	比较例1
材质	多孔质陶瓷	多孔质陶瓷	多孔质陶瓷	多孔质陶瓷	金属
形式	壁流	壁流	壁流	壁流	直流
单元数[/inch <sup>2</sup> ]	260	260	220	300	400
壁厚[μm]	330	330	152	203	40
平均流量孔径[μm]	12.94	9.35	8.80	18.39	0
平均细孔径[μm]	20	13	13	19	0
气孔率[%]	58	58	48	65	0
FB产生数[10 <sup>7</sup> /ml]	3.64	2.61	1.80	5.21	0.79

[0071] 当使用比较例1的直流型金属基材的情况下，微泡的产生数为所使用的纳米粒子分析系统的检测极限水平的数，因此不产生微泡。相对于此，实施例1~4中，微泡的产生数显著变高。

[0072] 图3表示实施例1~4和比较例1的平均流量孔径与微泡产生数的关系。平均流量孔径与存在于多孔质体中的连通孔的最细部分的孔径的平均值相对应，该平均流量孔径与微泡产生数存在高的相关性。

[0073] 再者，实施例1~4中得到的微泡的粒径为100~400nm左右，是超微泡。

[0074] 附图标记说明

[0075] 1 液体供应部

[0076] 2 液体排出部

[0077] 10 多孔质体

- [0078] 11 入口流路
- [0079] 12 出口流路
- [0080] 13 多孔质壁
- [0081] 100 微泡产生装置



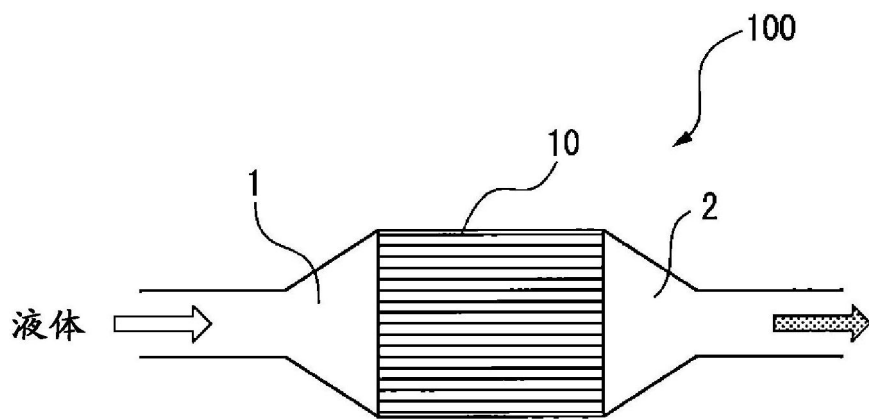


图1

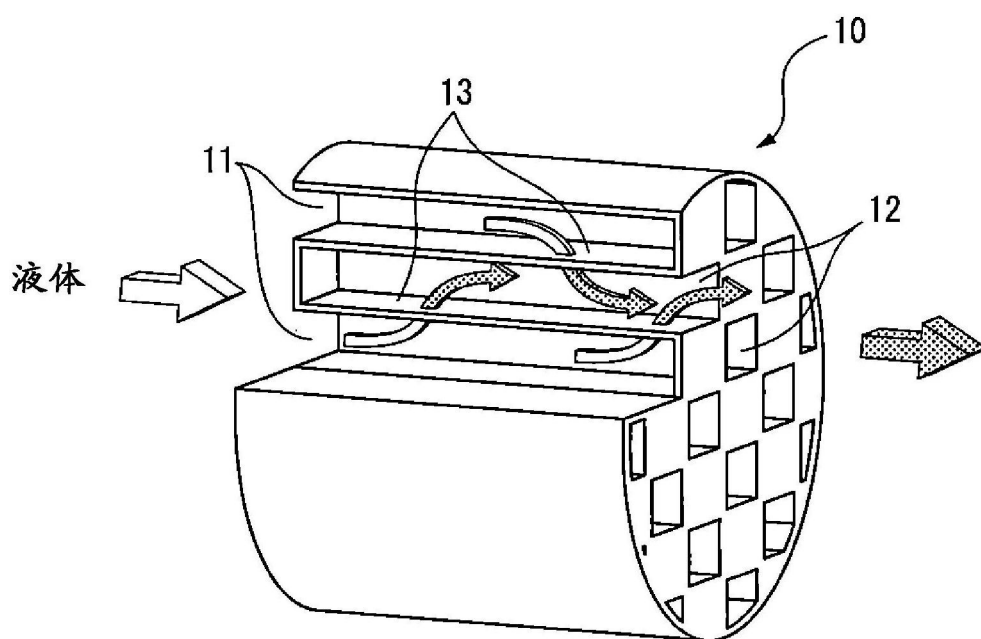


图2

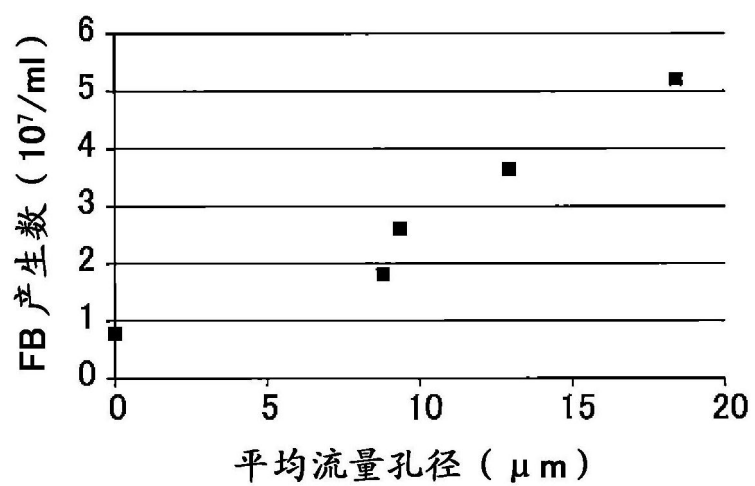


图3