



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108333003 A

(43)申请公布日 2018.07.27

(21)申请号 201810023380.9

(22)申请日 2014.11.21

(62)分案原申请数据

201410670866.3 2014.11.21

(71)申请人 中国环境科学研究院

地址 100012 北京市朝阳区安外大羊坊8号

(72)发明人 陈炫 胡君

(74)专利代理机构 北京尚德技研知识产权代理
事务所(普通合伙) 11378

代理人 严勇刚

(51)Int.Cl.

G01N 1/24(2006.01)

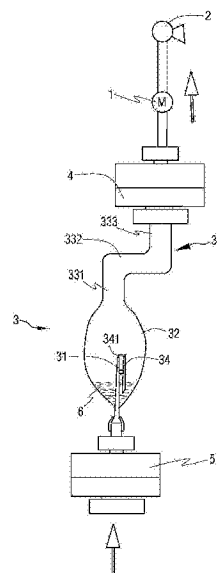
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于过氧化物的采集装置

(57)摘要

本发明提出了一种用于过氧化物的采集装置,由流量计,气泵,雾室,上固定器以及下固定器组成,所述雾室具有一个下部反应腔和一个上部连接颈口,所述上部连接颈口具有依次相互连通的一个下部垂直段、一个中部水平段以及一个上部垂直段,所述下部垂直段垂直连接所述下部反应腔的上部,所述上部垂直段垂直连接所述上固定器。本发明的雾室结构避免了现有雾液吸收装置捕集液聚集到上固定器的特氟龙膜上的缺陷,从而保证了上固定器的特氟龙膜具备持续的透过性能,有利于低浓度气态过氧化物的监测,提高了过氧化物在捕集液中的溶解度,提高了检测的灵敏度,有利于降低过氧化物的检测下限。



1. 一种用于过氧化物的采集装置,由流量计(1),气泵(2),雾室(3),上固定器(4)以及下固定器(5)组成,所述上固定器(4)和下固定器(5)将所述雾室(3)固定在中间,所述上固定器(4)的出口先后连接所述流量计(1)和气泵(2),待检测气体通过所述气泵(2)从所述下固定器(5)下方进入所述雾室(3)并通过所述雾室(3)中的喷气管(31)形成气与液的雾状捕集液,所述上固定器(4)中放有一张孔径为 $0.45\mu\text{m}$ 的特氟龙膜;其特征在于,所述雾室(3)具有一个下部反应腔(32)和一个上部连接颈口(33),所述上部连接颈口(33)具有依次相互连通的一个下部垂直段(331)、一个中部水平段(332)以及一个上部垂直段(333),所述下部垂直段(331)垂直连接所述下部反应腔(32)的上部,所述上部垂直段(333)垂直连接所述上固定器(4);所述雾室(3)中装有pH为8的水溶液作为捕集液;所述喷气管(31)呈下部大上部小的椎管状结构,所述喷气管(31)的末端具有一个先缩窄后扩张的喷气口(311);所述喷气管(31)的外侧壁固定支撑有一个吸液管(34),所述吸液管(34)的喷嘴(341)具有一个挡杆(3411),所述挡杆(3411)竖直跨越所述喷嘴(341)将所述喷嘴(341)分隔为水平并排的两半;所述喷气管(31)从所述下部反应腔(32)的底部穿设到所述下部反应腔(32)内,所述喷嘴(34)垂直于所述喷气管(31)的气流方向邻近所述喷气管(31)的末端设置。

一种用于过氧化物的采集装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种大气环境监测设备,尤其是一种可用于过氧化物的采集装置,该装置也可以作为模拟PM_{2.5}实验时的颗粒物发生器。

背景技术

[0002] 大气中的氮氧化物和碳氢化合物等一次污染物,在阳光照射下可发生复杂的化学反应生成多种二次污染物,其中的过氧化物即为二次污染物中的一类污染物。过氧化物是光化学烟雾的重要组成成分,由于其具有强氧化性和高水溶性,不仅在光化学反应中起着重要作用、是影响酸雨形成的重要因素,而且是导致PM_{2.5}中的重要组分硫酸根(SO₄²⁻)生成的主要氧化剂。因此准确测定大气中过氧化物的浓度,对于控制及消减PM_{2.5}、酸雨和光化学污染非常重要。

[0003] 通常过氧化物在大气中的浓度非常低,一般低于 1×10^{-9} ,最高可达 7×10^{-9} ,同时由于过氧化物反应活性很高,因此大气过氧化物浓度的监测、尤其是大气过氧化物的采集是一项非常困难的工作,且可用于检测的设备也十分有限。

[0004] 《大气中过氧化物监测方法的研究及其应用》(浙江工业大学硕士学位论文,2013年,缪萍萍)中对于大气中过氧化物采样和分析方法进行了比较详细的介绍,其中关于检测方法的原理等进行了系统梳理,在此不再一一赘述,论文中的采样技术在此引用作为参考。

[0005] 本申请在该采样技术的基础上,特别对现有采集大气中过氧化物的雾液吸收装置进行了改进,以实现对接态过氧化物浓度更准确地检测。特别指出的是,现有雾液吸收装置是由科学家Cof er首次提出,《大气中过氧化物监测方法的研究及其应用》中提供了一种改进的类似的雾液吸收装置,如图1所示,其显示的是一种现有雾液吸收装置的结构示意图。图1所示现有雾液吸收装置通常由流量计1,气泵2,雾室3,上固定器4以及下固定器5组成。上下固定器4、5将雾室3固定在中间。下固定器5中放有两张孔径为 $1.0 \mu\text{m}$ 的特氟龙膜以去除空气中的空气动力学直径大于 $1.0 \mu\text{m}$ 的颗粒物。雾室3中装有磷酸作为大气过氧化物的捕集液6。上固定器4中放有一张孔径为 $0.45 \mu\text{m}$ 的特氟龙膜,以防止捕集液进入至流量计中。上固定器4出口先后连接流量计1和气泵2。

[0006] 通过气泵2提供的动力,含有过氧化物的大气样品从下固定器5进入雾室3,在雾室3中的喷气管31的末端喷气口周围形成负压,通过负压使雾室3中的捕集液6到达喷气管31末端的喷气口气流中形成雾状捕集液,从而使经由喷气管31进入雾室3中的大气样品中的过氧化物得以溶解于雾状捕集液6中。该装置可以增大从固定器5进入到雾室3的含过氧化物的样品与捕集液6的接触面积,使大气样品中的过氧化物可以尽可能完全地溶解于捕集液6中,提高了气态过氧化物的采样效率。形成的雾液在撞击雾室3的器壁后回流至雾室3的捕集液6中,从而形成了对过氧化物连续的捕集。

[0007] 图1所示现有雾液吸收装置存在如下缺陷,首先是通过喷气管31形成的雾状捕集液很容易沿着雾室3的器壁到达上固定器4,使捕集液附着到上固定器4的特氟龙膜上,恶化了特氟龙膜的透过性能,从而降低了过氧化物的采样流量,不利于低浓度气态过氧化物的

监测。实际采集大气过氧化物时,由于其在大气中的浓度非常低,通常希望用采样流量尽量大的采样装置对其采集,同时也希望雾状捕集液的雾液的粒径尽量小而且分散,这样可以使过氧化物的采样效率达到最高。而图1中的雾室3由于其结构设计的问题,限制了采样流量以及雾液的分散性。因此需要对现有雾液吸收装置进行改进,以尽量增大过氧化物溶解到捕集液中的溶解度。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是提供一种用于过氧化物的采集装置,以减少或避免前面所提到的问题。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明提出了一种用于过氧化物的采集装置,由流量计,气泵,雾室,上固定器以及下固定器组成,所述上固定器和下固定器将所述雾室固定在中间,所述上固定器的出口先后连接所述流量计和气泵,待检测气体通过所述气泵从所述下固定器下方进入所述雾室并通过所述雾室中的喷气管形成气与液的雾状捕集液,所述上固定器中放有一张孔径为 $0.45\mu\text{m}$ 的特氟龙膜;所述雾室具有一个下部反应腔和一个上部连接颈口,所述上部连接颈口具有依次相互连通的一个下部垂直段、一个中部水平段以及一个上部垂直段,所述下部垂直段垂直连接所述下部反应腔的上部,所述上部垂直段垂直连接所述上固定器;所述雾室中装有pH为8的水溶液作为捕集液;所述喷气管呈下部大上部小的椎管状结构,所述喷气管的末端具有一个先缩窄后扩张的喷气口;所述喷气管的外侧壁固定支撑有一个吸液管,所述吸液管的喷嘴具有一个挡杆,所述挡杆竖直跨越所述喷嘴将所述喷嘴分隔为水平并排的两半;所述喷气管从所述下部反应腔的底部穿设到所述下部反应腔内,所述喷嘴垂直于所述喷气管的气流方向邻近所述喷气管的末端设置。

[0010] 本发明通过改进的雾室结构,避免了现有雾液吸收装置捕集液聚集到上固定器的特氟龙膜上的缺陷,从而保证了上固定器的特氟龙膜具备持续的透过性能,有利于低浓度气态过氧化物的监测。另外,本发明还进一步提供了优化的捕集液成分、改进的喷气管和吸液管的结构,大大提高了过氧化物在捕集液中的溶解度,有利于降低过氧化物的检测下限,提高了检测的灵敏度。

附图说明

[0011] 以下附图仅旨在于对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明的范围。其中,

[0012] 图1显示的是一种现有雾液吸收装置的结构示意图;

[0013] 图2显示的是根据本发明的一个具体实施例的一种用于过氧化物的采集装置的结构示意图。

[0014] 图3显示的是根据本发明的另一个具体实施例的喷气管以及吸液管的结构示意图。

具体实施方式

[0015] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图说明本发明的具体实施方式。其中,相同的部件采用相同的标号。

[0016] 如图2所示,其显示的是根据本发明的一个具体实施例的一种用于过氧化物的采

集装置的结构示意图,所述采集装置属于一种大气环境监测设备,可用于采集大气中的过氧化物,也可以作为模拟PM_{2.5}实验时的颗粒发生器。

[0017] 图示采集装置由流量计1,气泵2,雾室3,上固定器4以及下固定器5组成。所述上固定器4和下固定器5将雾室3固定在中间,上固定器4的出口先后连接流量计1和气泵2,下固定器5中放有两张孔径为1.0 μ m的特氟龙膜以去除空气中的空气动力学直径大于1.0 μ m的颗粒物。雾室3中装有捕集大气中过氧化物的捕集液6。上固定器4中也放有一张孔径为0.45 μ m的特氟龙膜,以防止捕集液6进入至流量计1中。含有过氧化物的大气样品通过气泵2从下固定器5下方进入雾室3并通过雾室3中的喷气管31形成气与液的雾状捕集液。

[0018] 关于雾液吸收装置的工作原理及过程可以参照背景技术部分引用的现有技术文献进行理解,本发明主要涉及的是对现有雾液吸收装置进行改进,因此本领域技术人员基于该现有技术能够很容易理解本发明,在此不再一一赘述。尤其地,正如背景技术部分所述,现有雾液吸收装置由于其结构设计的问题恶化了特氟龙膜的透过性能,从而降低了过氧化物的采样流量;另外,由于大气中的过氧化物浓度相对较低,需要想办法对现有雾液吸收装置进行改进,以增大大气样品中的过氧化物的溶解度,提高大气中过氧化物浓度的检测灵敏度。

[0019] 为解决上述问题,本发明提供了一种改进方案的用于过氧化物的采集装置,其通过改进雾室及其内部结构,调整雾状捕集液的形态,增大气体与捕集液6的接触面积,以此方式增大过氧化物气体的溶解度。

[0020] 具体来说,本发明首先对雾室的结构进行了优化,如图2所示,改进的雾室3具有一个下部反应腔32和一个上部连接颈口33,所述上部连接颈口33具有依次相互连通的一个下部垂直段331、一个中部水平段332以及一个上部垂直段333,下部垂直段331垂直连接下部反应腔32的上部,上部垂直段333垂直连接上固定器4。

[0021] 图2中改进的雾室结构,相较于图1现有技术来说,本发明提供了一种转折结构的上部连接颈口33,使得雾室3中的喷气管31形成的雾状捕集液不会如图1所示的那样可以沿着雾室3的器壁达到上固定器4,即雾状捕集液中的水最多可以到达中部水平段332,却很难沿着中部水平段332进一步向上进入上部垂直段333,因此本发明上述改进的雾室结构避免了现有雾液吸收装置捕集液聚集到上固定器4的特氟龙膜上的缺陷,从而保证了上固定器4的特氟龙膜具备持续的透过性能,有利于低浓度气态过氧化物的监测,提高了过氧化物在捕集液中的溶解度,有利于降低过氧化物的检测下限,提高了检测的灵敏度。

[0022] 进一步的,为提高待测气体的检测灵敏度,以排除干扰,发明人经过研究发现,由于待检测气体中的H₂O₂在PH小于5的液相中能够迅速氧化SO₂,同时又由于有机过氧化物在碱性条件下易分解,因此对捕集液进行了筛选研究,结果表明对于H₂O₂来说,pH为7和8的水去除SO₂的效果较好,而对于有机过氧化物来说,pH为7的水去除SO₂的效果较好。因此,在一个具体实施例中,优选pH为7的水溶液作为最佳捕集液,即雾室3中装有pH为7的水溶液作为捕集液6。

[0023] 进一步的,如图2所示,喷气管31从下部反应腔32的底部穿设到下部反应腔32内,喷气管31的外侧壁固定支撑有一个吸液管34,吸液管34的喷嘴341垂直于喷气管31的气流方向邻近所述喷气管31的末端设置。这种结构的好处是可以将喷气管31和吸液管34并排设计为一体,喷气管31的末端和吸液管34的末端位置相对固定,不至于由于装配误差而使得

二者间距过大或者过小,影响雾状捕集液的形态。

[0024] 为调整雾状捕集液的形态,增大待测气体与捕集液6的接触面积提高气体的溶解度,本发明进一步对雾室的喷气管31以及吸液管34的结构进行了改进,如图3所示,其显示的是根据本发明的另一个具体实施例的喷气管以及吸液管的结构示意图。如图,在改进结构中,吸液管34末端的喷嘴341具有一个挡杆3411,所述挡杆3411竖直跨越喷嘴341将所述喷嘴341分隔为水平并排的两半。当捕集液6在负压作用下从喷嘴341喷出时,由于挡杆3411的作用,将喷出的捕集液6打散成水平散开的两部分,不至于像现有技术那样直接冲击到气流中去。这样的好处是水平散开的捕集液6可以从气流的两侧同时通过负压吸附到气流的边缘,由于气流的边缘处于非常活跃的紊流状态,很容易将捕集液6通过空气动力直接雾化,大大增加了气体与捕集液6的接触面积,增大了待测气体的溶解度,提高大气中过氧化物浓度的检测灵敏度。

[0025] 需要指出的是,挡杆3411必需竖直布置而不能随意布置,因为只有竖直布置才能将捕集液6打散成水平散开的两部分,这样才能从气流的两侧同时受到空气动力的作用,也就是本发明改进的吸液管34可以充分利用气流的两侧的空气动力作用,而不是像现有技术那样直接冲入气流。现有技术直接将捕集液6冲入气流的方案,只能将捕集液6以很窄的范围喷射至雾室3的器壁上,很容易使捕集液6沿着器壁聚集到上固定器4的特氟龙膜上。而本发明改进结构的吸液管34通过挡杆3411将捕集液6的扩散角度增大,削弱了捕集液6的垂直动能,增大了捕集液6的水平动能,从而降低了捕集液6向上喷射的距离,使其不易于大量到达器壁的上端,同时水平动能的增大提高了捕集液的扩散范围,增加了气液混合的接触面积。

[0026] 进一步的,在吸液管34改进的基础上,由于捕集液6在挡杆3411的作用下增大了扩散角度,但是由于喷气管31的气流范围并未改变,可能出现的情况是,捕集液6被打散成水平散开的两部分之后,这两部分捕集液6与气流两侧的距离如果太远,则气流边缘的负压不足以将捕集液6吸附到气流的边缘,有可能导致操作失败。

[0027] 为解决这种可能出现的状况,在另一个优选实施例中,如图3所示,本发明对喷气管31的结构也进行了适应性的改进,即改进的喷气管31呈下部大上部小的椎管状结构,喷气管31的末端具有一个先缩窄后扩张的喷气口311。显然的,扩张状态的喷气口311扩大了气流的扩散角度,从而使得打散成水平散开的两部分的捕集液6可以有机会尽量与气流两侧接近,降低了操作失败的可能性,提高了设备的可靠性。

[0028] 特别的,由于喷气管31的改进是适应吸液管34的改进而提出的,二者存在关联性,本领域技术人员并不能从任何现有技术的基础上通过简单的叠加获得喷气管31适应吸液管34改进的技术启示,因而本实施例关于喷气管31以及吸液管34的改进并非简单的组合发明,二者相互关联所获得的技术效果并非简单的叠加,而是获得了出人意料的技术效果的。

[0029] 例如,喷气管31的改进目的是为了扩大气流的扩散角度,以适应液体的扩散角度的扩大,而不是简单的增加气流速度。并且,本发明在喷气管31的末端,先缩窄后扩张,使得气流在最后阶段受到剧烈的干扰,从而在气流的边缘形成剧烈的紊流,更加有利于将吸附到气流两侧边缘的捕集液6打散,大大增加了气体与捕集液6的接触面积,增大了待测气体的溶解度,提高大气中过氧化物浓度的检测灵敏度。

[0030] 综上所述,本发明通过改进的雾室结构,避免了现有雾液吸收装置捕集液聚集到

上固定器的特氟龙膜上的缺陷,从而保证了上固定器的特氟龙膜具备持续的透过性能,有利于低浓度气态过氧化物的监测。另外,本发明还进一步提供了优化的捕集液成分、改进的喷气管和吸液管的结构,大大提高了过氧化物在捕集液中的溶解度,提高了检测的灵敏度,有利于降低过氧化物的检测下限。

[0031] 本领域技术人员应当理解,虽然本发明是按照多个实施例的方式进行描述的,但是并非每个实施例仅包含一个独立的技术方案。说明书中如此叙述仅仅是为了清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体加以理解,并将各实施例中所涉及的技术方案看作是可以相互组合成不同实施例的方式来理解本发明的保护范围。

[0032] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化、修改与结合,均应属于本发明保护的范畴。

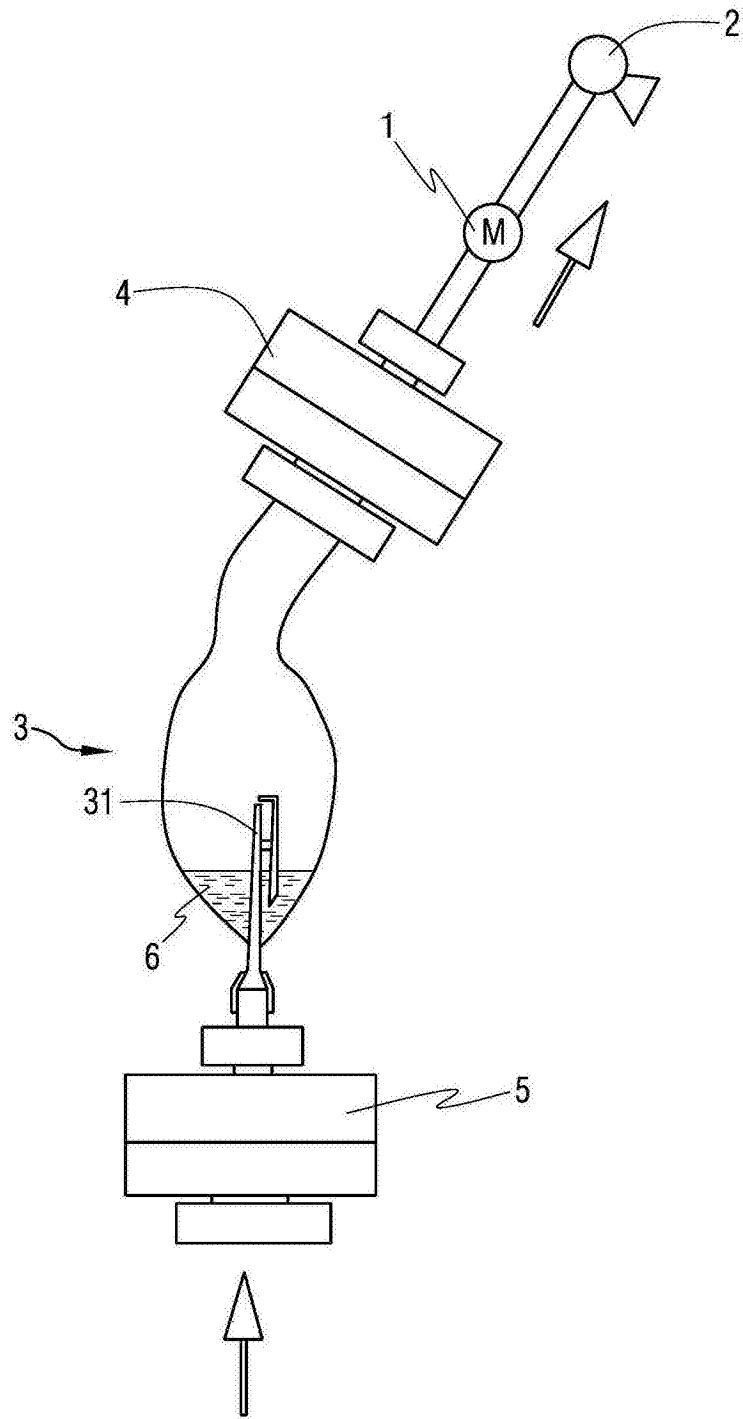


图1

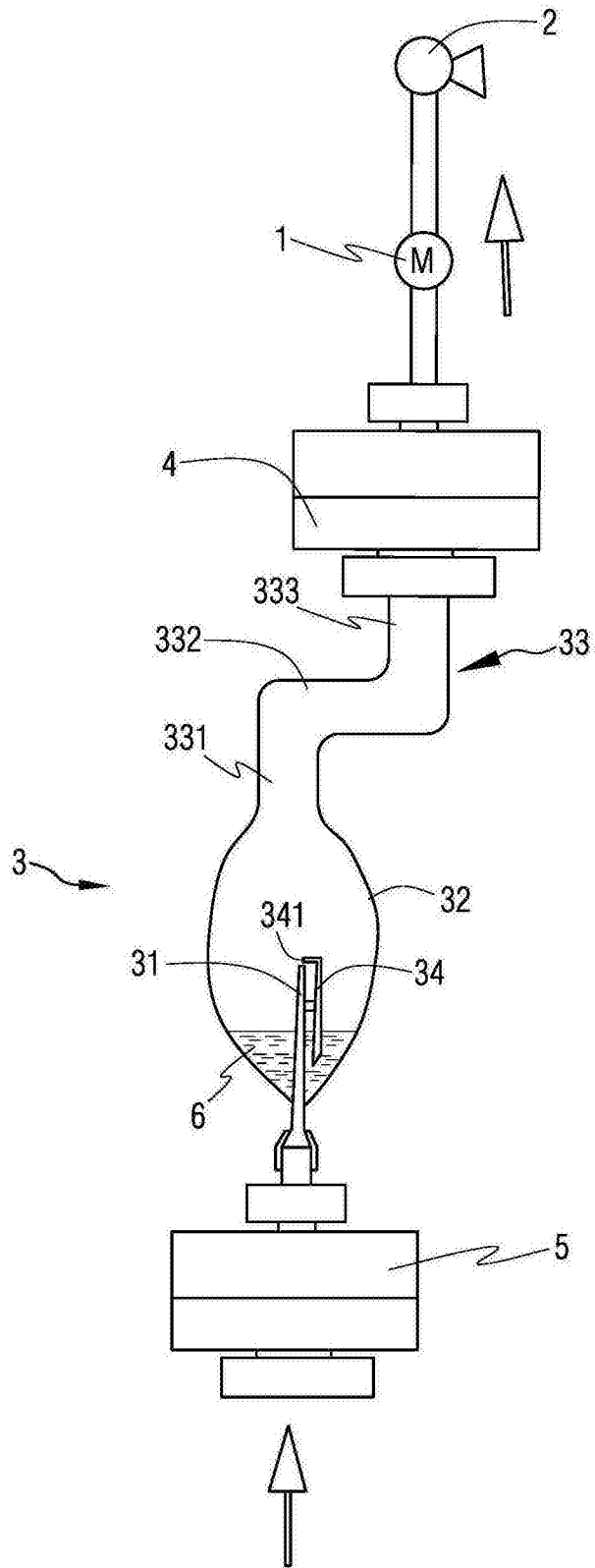


图2

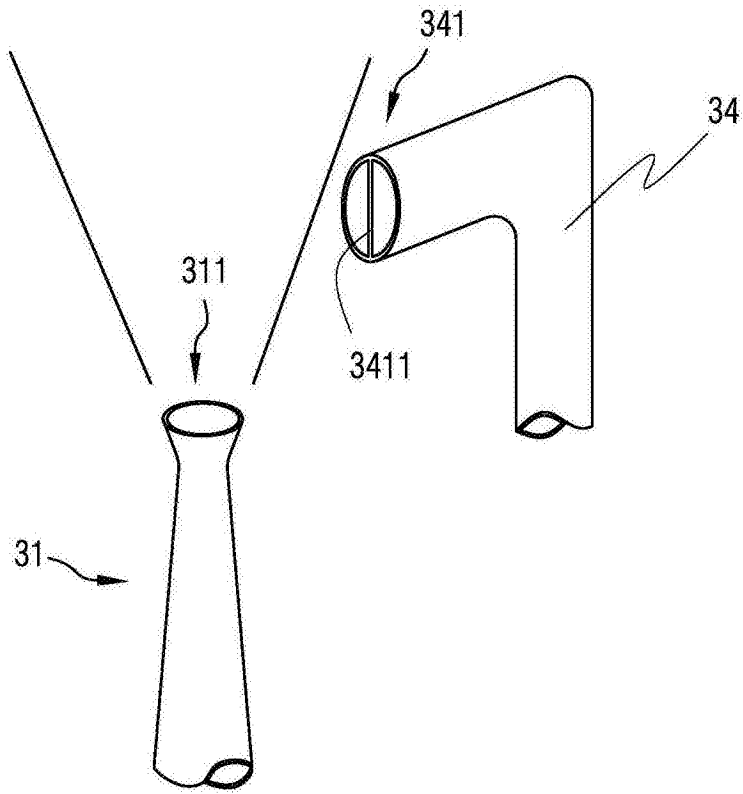


图3