



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111250264 A

(43)申请公布日 2020.06.09

(21)申请号 202010210287.6

(22)申请日 2020.03.24

(71)申请人 双良节能系统股份有限公司

地址 214444 江苏省无锡市江阴市临港新城利港西利路88号

(72)发明人 郑钦臻 吴刚

(74)专利代理机构 江阴市扬子专利代理事务所

(普通合伙) 32309

代理人 隋玲玲

(51)Int.Cl.

B03C 3/017(2006.01)

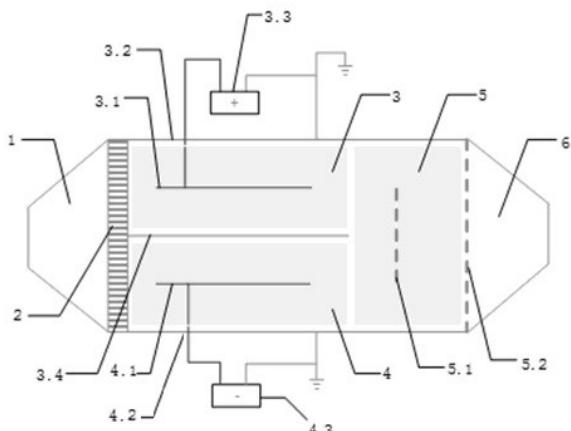
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种湿空气静电凝水的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及一种湿空气静电凝水的方法和装置,属于静电技术应用领域。它通过正极性和负极性电晕放电,使两个区域内分别产生大量的正、负电荷;湿空气分别进入独立的正极性电晕区和负极性电晕区使水分子分别携带正、负电荷;混合后携带正、负电荷的水分子在库仑力的作用下相互吸引而凝结;它还同时公开了一种湿空气静电凝水的装置,包括入口喇叭口、气流均布板、正电荷发生器、负电荷发生器,凝水器、出口喇叭口。本发明具有以下优点:在除湿的同时可对水蒸气进行回收利用,装置体积小、结构简单,易于安装,制造和运行成本低,使用安全性高。



1. 一种湿空气静电凝水的方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤一:通过正极性和负极性电晕放电,使两个区域内分别产生大量的正、负电荷;

步骤二:湿空气分别进入独立的正极性电晕区和负极性电晕区使水分子分别携带正、负电荷;

步骤三:混合后携带正、负电荷的水分子在静电场作用下相互吸引而凝结。

2. 根据权利要求1所述的一种湿空气静电凝水的方法,其特征在于:所述步骤一中的正极性电晕放电采用正极性高压直流电源驱动,负极性电晕放电采用负极性高压直流电源驱动。

3. 一种湿空气静电凝水的装置,其特征在于:包括进口喇叭口(1)、气流均布板(2)、正电荷发生器(3)、负电荷发生器(4)、凝水器(5)和出口喇叭口(6),形成整体外壳并接地;

所述进口喇叭口(1)和出口喇叭口(6)设置在外壳两侧;

所述气流均布板(2)设置在进口喇叭口(1)的进口端;

所述正电荷发生器(3)和负电荷发生器(4)并行排列,并沿气流方向设置在气流均布板(2)后端;

所述凝水器(5)沿气流方向设置在正电荷发生器(3)和负电荷发生器(4)的后端。

4. 根据权利要求3所述的一种湿空气静电凝水的装置,其特征在于:所述正电荷发生器(3)由正极性高压直流电源(3.3)驱动;

所述负电荷发生器(4)由负极性高压直流电源(4.3)驱动。

5. 根据权利要求4所述的一种湿空气静电凝水的装置,其特征在于:所述正极性高压直流电源(3.3)驱动多根阳极线(3.1);

所述负极性高压直流电源(4.3)驱动多根阴极线(4.1)。

6. 根据权利要求3所述的一种湿空气静电凝水的装置,其特征在于:所述正电荷发生器(3)为长方体,包括正电荷发生器壳体(3.2)、板电极(3.4)、阳极线(3.1)和正极性高压直流电源(3.3);

所述正电荷发生器壳体(3.2)与正极性高压直流电源(3.3)的低压端相连并接地;

所述阳极线(3.1)顺着气流方向布置于正电荷发生器(3)的中心,与正极性高压直流电源(3.3)的高压端相连;

所述负电荷发生器(4)为长方体,包括负电荷发生器壳体(4.2)、阴极线(4.1)和负极性高压直流电源(4.3),并与正电荷发生器(3)共用板电极(3.4);

所述板电极(3.4)与正电荷发生器壳体(3.2)和负电荷发生器壳体(4.2)相连;

所述负电荷发生器壳体(4.2)与负极性高压直流电源(4.3)的低压端相连并接地;

所述阴极线(4.1)顺着气流方向置于负电荷发生器(4)的中心,并与负极性高压直流电源(4.3)的高压端相连;

所述正电荷发生器壳体(3.2)和负电荷发生器壳体(4.2)直接接触。

7. 根据权利要求3所述的一种湿空气静电凝水的装置,其特征在于:所述凝水器(5)包括设置在壳体内的第一层凝水网(5.1)和第二层凝水网(5.2);

所述第一层凝水网(5.1)的中心轴线在水平方向上与板电极(3.4)重合,且竖直方向长度与阳极线(3.1)和阴极线(4.1)之间的距离相等;

所述第二层凝水网(5.2)的面积与整体外壳的横截面面积相等;

两层凝水网均直接与正电荷发生器壳体(3.2)和负电荷发生器壳体(4.2)相连并接地。

一种湿空气静电凝水的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种湿空气静电凝水的方法和装置,属于静电技术应用领域。

背景技术

[0002] 现有技术下,环境空气湿度无论是对人们的生活还是生产,均有重要的影响。潮湿的环境容易滋生细菌、病毒,对人的健康带来严重威胁,而且长期生活在潮湿的环境中会诱发皮肤、关节及其他众多疾病;在生产活动和工业领域中,潮湿的环境严重干扰了机器、仪器、设备等各种生产工具的运行,如在科研、工业、医疗卫生、仪器仪表,商品储藏、地下工程以及电脑室、档案室、仓库等高湿度场所,导致仪表、电脑、电讯器材、药品、资料等受潮、锈蚀、霉烂而造成严重经济财产损失。

[0003] 目前常用的除湿方法主要有换热除湿法、压缩除湿法、转盘除湿法、液体吸收式除湿法、固体吸附式除湿法等,但是这些除湿方法难以对湿空气中的水蒸气进行回收利用。如转盘除湿法是将湿空气中的水蒸气由一个环境中转换到另一个环境中,而且除湿效果差;液体吸收法和固体吸附法难以将水蒸气与吸收剂或吸附剂分开,而且除湿成本较大;换热法和压缩法虽然具有较优的除湿效果,但是难以对水蒸气进行回收,比如工业冷却塔出口的白雾,虽然采用换热法可有效的消白,但是并没有节水的功效。因此,一种能够对水蒸气进行回收利用的湿空气除湿技术是十分有必要的。

[0004] 气态水液化微观表现为气态水分子间距的缩短,而电除尘技术是通过微粒荷电然后在静电场作用下使荷电微粒被捕集的过程,所以可利用电除尘原理,通过高压静电场使湿空气中的水蒸气液化。公开号CN2589860Y的中国专利利用静电除尘的原理公开了一种静电凝结式除湿机,技术核心为高压静电发生器,具体为电晕线和网状集水板,这两者之间施加高电压,潮湿空气分子在高压静电作用下由网状集水板收集凝结成水。该专利将水分子看做微粒,期望高压静电场对水分子具有捕集作用而凝水。但是在实际应用中发现只是对湿空气中已存在的雾滴具有一定捕集效果,对水蒸气作用影响不大。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决上述背景问题中提出的问题,提供一种湿空气静电凝水的方法和装置,它可适用于大风量、高湿度的湿空气条件,可以长时间持续运行,且效率高、成本低、运行安全可靠。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:一种湿空气静电凝水的方法,包括以下步骤:

步骤一:通过正极性和负极性电晕放电,使两个区域内分别产生大量的正、负电荷;

步骤二:湿空气分别进入独立的正极性电晕区和负极性电晕区使水分子分别携带正、负电荷;

步骤三:混合后携带正、负电荷的水分子在静电场作用下相互吸引而凝结。

[0007] 所述步骤一中的正极性电晕放电采用正极性高压直流电源驱动,负极性电晕放电采用负极性高压直流电源驱动。

[0008] 上述电晕区是指电晕放电的区域,在该区域中气体发生电离并产生大量的离子电荷,为水分子荷电提供了电荷来源。

[0009] 一种湿空气静电凝水的装置,包括进口喇叭口、气流均布板、正电荷发生器、负电荷发生器、凝水器和出口喇叭口,形成整体外壳并接地;

所述进口喇叭口和出口喇叭口设置在外壳两侧;

所述气流均布板设置在进口喇叭口的进口端;

所述正电荷发生器和负电荷发生器并行排列,并沿气流方向设置在气流均布板后端,既是正电荷和负电荷的发生装置,也是饱和湿空气的流经通道,属于水分子原位荷电装置,不需要额外的电荷源注入,简化了结构布置,有效的缩减了装置的体积。

[0010] 所述凝水器沿气流方向设置在正电荷发生器和负电荷发生器的后端。

[0011] 所述正电荷发生器由正极性高压直流电源驱动;

所述负电荷发生器由负极性高压直流电源驱动。

[0012] 所述正极性高压直流电源驱动多根阳极线;

所述负极性高压直流电源驱动多根阴极线。

[0013] 所述正电荷发生器为长方体,包括正电荷发生器壳体、板电极、阳极线和正极性高压直流电源;

所述正电荷发生器壳体与正极性高压直流电源的低压端相连并接地;

所述阳极线顺着气流方向布置于正电荷发生器的中心,与正极性高压直流电源的高压端相连;

所述负电荷发生器为长方体,包括负电荷发生器壳体、阴极线和负极性高压直流电源,并与正电荷发生器共用板电极;

所述板电极与正电荷发生器壳体和负电荷发生器壳体相连;

所述负电荷发生器壳体与负极性高压直流电源的低压端相连并接地;

所述阴极线顺着气流方向置于负电荷发生器的中心,并与负极性高压直流电源的高压端相连;

所述正电荷发生器壳体和负电荷发生器壳体直接接触。

[0014] 所述凝水器包括设置在壳体内的第一层凝水网和第二层凝水网;

所述第一层凝水网的中心轴线在水平方向上与板电极重合,且竖直方向长度与阳极线和阴极线之间的距离相等;

所述第二层凝水网的面积与整体外壳的横截面面积相等;

两层凝水网均直接与正电荷发生器壳体和负电荷发生器壳体相连并接地。

[0015] 当本发明的一种湿空气静电凝水的装置装置工作后,湿空气均匀地分别流经正、负电荷发生器,会对湿空气中的空气分子进行电离,分别产生大量的正、负电荷而被水分子捕获,携带异种电荷的水分子在混合器中充分混合而凝水,同时接地的凝水网进一步促进荷电水分子的凝结,凝水在重力作用下从入口喇叭口排出,实现了对湿空气中水蒸气的凝水以及回收。

[0016] 相比于现有技术,本发明一种湿空气静电凝水的方法和装置具有以下优点:

1、体积小、占地小、便于建造和安装,建造和运行成本低、效率高;

2、能够利用湿空气中干空气作为水蒸气的电荷来源形成凝水,不需要外界注入电荷来

源；

- 3、凝水效果高于只有同种电荷的静电凝水效果高10倍以上,凝水效率高;
- 4、能够长时间持续运行,放电输出电压低,运行安全稳定;
- 5、对湿空气温度、湿度的适用范围大;
- 6、易于多组正、负电荷发生器并用,其建造成本、运行成本远低于目前大型的空气除湿机。

附图说明

- [0017] 图1为本发明一种湿空气静电凝水的装置俯视示意图。
- [0018] 图2为本发明一种湿空气静电凝水的装置立面示意图。
- [0019] 图3为本发明一种湿空气静电凝水的装置的正电荷发生器和负电荷发生器的侧面示意图。
- [0020] 图4为本发明一种湿空气静电凝水的装置的凝水网的侧面示意图。
- [0021] 图5为本发明一种湿空气静电凝水的装置的另一种实施方式下正电荷发生器和负电荷发生器的侧面示意图。
- [0022] 其中：

1、进口喇叭口；2、气流均布板；3、正电荷发生器；3.1、阳极线；3.2、正电荷发生器壳体；3.3、正极性高压直流电源；3.4、板电极；4、负电荷发生器；4.1、阴极线；4.2、负电荷发生器壳体；4.3、负极性高压直流电源；5、凝水器；5.1、第一层凝水网；5.2、第二层凝水网；6、出口喇叭口。

具体实施方式

- [0023] 下面结合附图和具体实施例对本发明加以说明：

如图1~4所示，一种湿空气静电凝水的装置，包括进口喇叭口1、气流均布板2、正电荷发生器3、负电荷发生器4、凝水器5和出口喇叭口6，形成整体外壳并接地；

所述进口喇叭口1和出口喇叭口6设置在外壳两侧；

所述气流均布板2设置在进口喇叭口1的进口端；

所述正电荷发生器3和负电荷发生器4并行排列，并沿气流方向设置在气流均布板2后端；

所述凝水器5沿气流方向设置在正电荷发生器3和负电荷发生器4的后端。

[0024] 在本实施例中，所述的进口喇叭口1为湿空气的进气口，缩口与扩口的流通面积变化比 $\leq 1:4$ ，入口喇叭口的坡度 ≤ 45 ，采用不锈钢金属材质；

所述的气流均布板2置于进口喇叭口1的扩口端，气流均布板2的阻力 $\leq 20\text{Pa}$ ，采用聚四氟乙烯材质，为疏水性，不易造成凝水积累。

[0025] 在本实施例中，所述的正电荷发生器3和负电荷发生器4并列布置，且置于气流均布板2后端，既是正电荷和负电荷的发生装置，也是饱和湿空气的流经通道，属于水分子原位荷电装置，不需要额外的电荷源注入，简化了结构布置，有效的缩减了装置的体积；

所述正电荷发生器3由正极性高压直流电源3.3驱动；

所述负电荷发生器4由负极性高压直流电源4.3驱动。

[0026] 所述正极性高压直流电源3.3驱动多根阳极线3.1；

所述负极性高压直流电源4.3驱动多根阴极线4.1。

[0027] 所述正电荷发生器3为长方体,包括正电荷发生器壳体3.2、板电极3.4、阳极线3.1和正极性高压直流电源3.3；

所述正电荷发生器壳体3.2与正极性高压直流电源3.3的低压端相连并接地；

所述阳极线3.1顺着气流方向布置于正电荷发生器3的中心,与正极性高压直流电源3.3的高压端相连；

所述负电荷发生器4为长方体,包括负电荷发生器壳体4.2、阴极线4.1和负极性高压直流电源4.3,并与正电荷发生器3共用板电极3.4；

所述板电极3.4与正电荷发生器壳体3.2和负电荷发生器壳体4.2相连；

所述负电荷发生器壳体4.2与负极性高压直流电源4.3的低压端相连并接地；

所述阴极线4.1顺着气流方向置于负电荷发生器4的中心,并与负极性高压直流电源4.3的高压端相连；

所述正电荷发生器壳体3.2和负电荷发生器壳体4.2直接接触。

[0028] 在本实施例中,所述正电荷发生器壳体3.2可以由4块尺寸为 $a \times b$ 的长方形不锈钢平板构成尺寸为 $a \times a \times b$ 的长方体气流通道,通过金属导线与正极性高压直流电源3.3的接地端相连,长方体气流通道易于安装,而且易于与所述的进口喇叭口1和出口喇叭口6无缝连接；

所述阳极线3.1为不锈钢金属丝,直径 $\leq 1\text{mm}$,沿着气流方向置于长方体气流通道的中心,通过金属导线与所述的正极性高压直流电源3.3的高压端相连；

在本实施例中,所述负电荷发生器壳体4.2可以由4块尺寸为 $a \times b$ 的长方形不锈钢平板,构成了尺寸为 $a \times a \times b$ 的长方体气流通道,通过金属导线与负极性高压直流电源4.3的接地端相连,长方体气流通道易于安装,而且易于与所述的入口喇叭口和出口喇叭口无缝连接；所述阴极线4.1为不锈钢金属丝,直径 $\leq 1\text{mm}$,沿着气流方向置于长方体气流通道的中心,通过金属导线与负极性高压直流电源4.3的高压端相连；

在本实施例中,由于电晕放电发生后离子个数远大于湿空气中水分子个数,足以使水分子荷电,为了提高电能利用率,优选的,所述的正极性高压直流电源3.3的输出电压 $\geq 10\text{kV}$,输出电流 $\geq 2\text{mA}$,输出频率 $50\text{Hz} \sim 300\text{Hz}$;所述负极性高压直流电源4.3的输出电压 $\geq 15\text{kV}$,输出电流 $\geq 2\text{mA}$,输出频率 $50\text{Hz} \sim 300\text{Hz}$,保持较低输出电流运行的情况下,所需输出电压随之降低,节约电耗,而且使用安全性高,绝缘要求降低,缩小了安全距离,空间利用率高；

在本实施例中,所述的正电荷发生器3和负电荷发生器4共用的板电极3.4是尺寸为 $a \times b$ 的长方形不锈钢平板;上述长方形不锈钢平板尺寸 $50\text{mm} \leq a \leq 100\text{mm}$;

当 $a < 50\text{mm}$ 极易容易导致板电极和线电极之间发生火花放电而运行不稳定；

当 $a > 100\text{mm}$ 增大了板电极和线电极之间的距离和放电难度,需要额外增加输出电压方可实施,提高了电耗,而且增加了运行的不稳定性；

所述长方形不锈钢平板尺寸 $2a \leq b \leq 4a$; $b \geq 2a$ 为了保证气体的充分电离使水分子充分荷电,而 $b \leq 4a$ 是防止荷电的水分子被所述的板电极捕集而流逝电荷,同时也节约了设备成本。

[0029] 所述凝水器5包括设置在壳体内的第一层凝水网5.1和第二层凝水网5.2；

所述第一层凝水网5.1的中心轴线在水平方向上与板电极3.4重合，且竖直方向长度与阳极线3.1和阴极线4.1之间的距离相等；

所述第二层凝水网5.2的面积与整体外壳的横截面面积相等；

两层凝水网均直接与正电荷发生器壳体3.2和负电荷发生器壳体4.2相连并接地。

[0030] 在本实施例中，所述的第一层凝水网5.1和第二层凝水网5.2均为不锈钢金属网，与壳体相连，且目数采用300目，沿气流方向布置。

[0031] 在本实施例中，为了保证电晕放电的顺利进行及所述的电荷发生器产生足够的离子电荷，湿空气的温度 $\leq 95^{\circ}\text{C}$ ；对于一组正、负电荷发生器的使用，湿空气的总流量 $\leq 3.6ab \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{h}$ ；

为了提高湿空气处理流量，本发明可进行n组所述的正、负电荷发生器同时并用，多组并用可以增强荷电水分子在混合器的湍流强度，促进凝水作用，n组正、负电荷发生器并用的凝水量S将远大于 $n \times a$ ，上述a指的是一组正、负电荷发生器使用的凝水量。

[0032] 一种湿空气静电凝水的方法，包括以下步骤：

步骤一：通过正极性和负极性电晕放电，使两个区域内分别产生大量的正、负电荷；

步骤二：湿空气分别进入独立的正极性电晕区和负极性电晕区使水分子分别携带正、负电荷；

步骤三：混合后携带正、负电荷的水分子在静电场作用下相互吸引而凝结。

[0033] 上述电晕区是指电晕放电的区域，在该区域中气体发生电离并产生大量的离子电荷，为水分子荷电提供了电荷来源；

上述正极性电晕放电采用正极性高压直流电源驱动，负极性电晕放电采用负极性高压直流电源驱动；

在本实施例中，为了使进入正极性电晕区和负极性电晕区的水分子含量相同，湿空气分别进入正极性电晕区和负极性电晕区前应进行气流组织优化，两个电晕区进口断面上的气流速度均方根 $\delta \leq 0.15$ ；

为了防止凝水的积累造成爬电、电源短路等不稳定现象，以及实现凝水的回收，气流走向与水平面的角度 $\geq 75^{\circ}$ 。

[0034] 在本实施例中，本发明的一种湿空气静电凝水方法是启动上述装置，接通正极性高压直流电源3.3和负极性高压直流电源4.3后，正电荷发生器3和负电荷发生器4分别产生大量的正电荷和负电荷，湿空气由进口喇叭口1通过气流均布板2均匀地进入正电荷发生器3和负电荷发生器4，湿空气中的水分子分别荷上正电荷和负电荷，然后进入凝水器5，由于第一层凝水网5.1和第二层凝水网5.2接地为零电势，与阳极线3.1和阴极线4.1之间形成静电场，驱使荷电的水分子聚集在凝水网上，在凝水网表面正、负电荷的水分子相互吸引而凝结成水，从而实现湿空气的静电凝水。

[0035] 在本实施例中，在正电荷发生器3和负电荷发生器4在关闭的条件下，体积流量为5L/min、干球温度为85°C的饱和湿空气进入本发明所述的一种湿空气静电凝水装置，1h后通过自然冷凝得到300ml的冷凝水；启动正电荷发生器3和负电荷发生器4，正极性高压直流电源3.3以输出电压10kV、输出电流2mA、输出频率50Hz的参数运行，负极性高压直流电源4.2以输出电压15kV、输出电流2mA、输出频率50Hz的参数运行，1h后得到冷凝水1100ml，单

位能耗的凝水产率为16ml/W。

[0036] 实施例2：

如图5所示,本实施例区别于实施例1,正电荷发生器3和负电荷发生器4分别采用N根阳极线3.1和阴极线4.1;

N根阳极线3.1以并联的方式与正极性高压直流电源3.3的高压端相连;

N根阴极线4.1以并联的方式与负极性高压直流电源4.3的高压端相连。

[0037] 本实施例的优势在于正电荷发生器3和负电荷发生器4运行更高的功率,以提高湿空气的处理流量,以及提高单位能耗的凝水产率。

[0038] 实施例2的其他技术特征以及技术方法均与实施例1相同。

[0039] 以上仅是本发明的具体应用范例,对本发明的保护范围不构成任何限制,凡采用等同变换或者等效替换而形成的技术方案,均落在本发明权利保护范围之内。

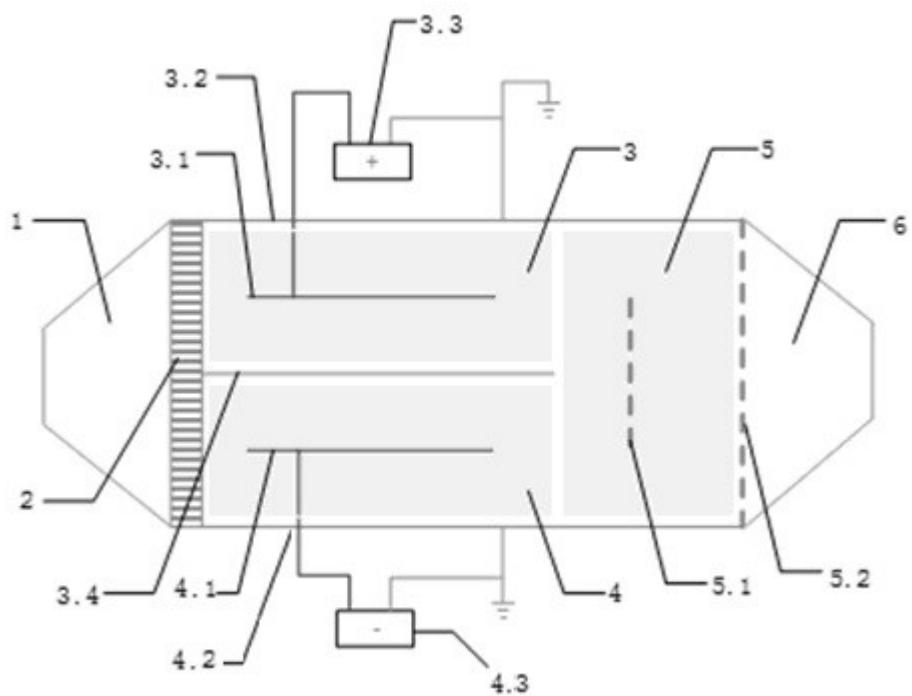


图1

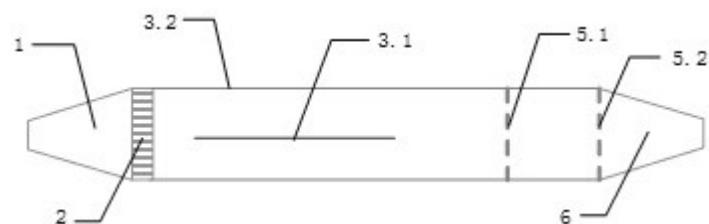


图2

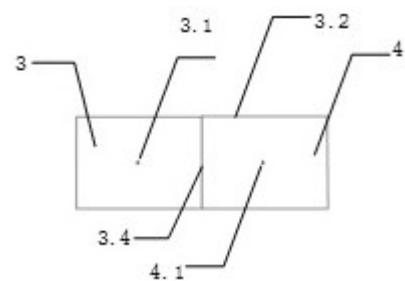


图3

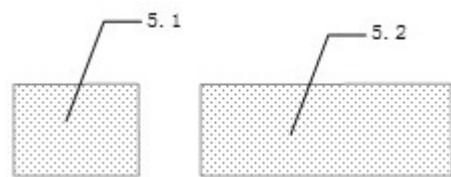


图4

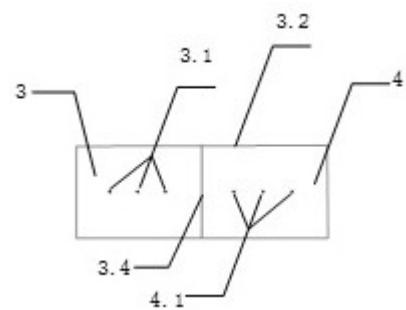


图5