



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201510820 U

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200920188023.4

(22) 申请日 2009.09.25

(73) 专利权人 安徽省利特环保技术有限公司

地址 230061 安徽省合肥市庐阳区长江中路  
369号 CBD 写字楼 19楼 C座

(72) 发明人 李保生 朱长效 卢荣胜 沈章诚  
袁玉梅

(74) 专利代理机构 合肥金安专利事务所 34114  
代理人 金惠贞

(51) Int. Cl.

B01D 50/00(2006.01)

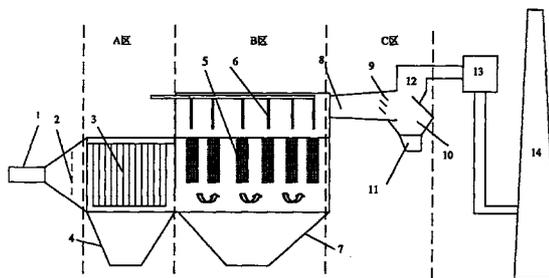
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

## (54) 实用新型名称

微细粒子除尘器

## (57) 摘要

本实用新型涉及用于工业烟尘治理的微细粒子除尘器。具体是通过对现有二级过滤方式的电袋复合除尘器改进,在滤袋除尘机构的出口与引风机的进口之间设有湍流涡旋机构,该湍流涡旋机构包括湍流涡旋室、烟尘入口管和烟尘出口管。湍流涡旋室为横截面为倒等腰梯形的斗状,其底部连接着灰斗室。经过第二级处理的含有较细颗粒物的烟尘进入烟尘入口管,经过导风板,使气流发生向下偏转,进入湍流涡旋室,较细颗粒物与湍流涡旋室内壁产生扩散和碰撞促使微细粒子沉淀,使微细颗粒物从烟尘中分离出来。本实用新型的微细粒子过滤效率可达 99.99% 以上,在除尘器本体阻力小于 1000Pa 情况下(其它条件相同),使用网孔为 5 $\mu$ m 孔径的阳极或阴极纤维滤袋,除尘器的出口浓度小于 15mg/Nm<sup>3</sup>。



1. 微细粒子除尘器,包括依次连通的静电除尘机构、滤袋除尘机构、引风机和烟囱,所述滤袋除尘机构包括均布排列的滤袋(5),其特征在于:

所述滤袋除尘机构的出口与引风机的进口之间,设有湍流涡旋机构,所述湍流涡旋机构包括湍流涡旋室、烟尘入口管(8)和烟尘出口管(12);

所述湍流涡旋室为横截面为倒等腰梯形的斗状,其一侧上部连接着烟尘入口管(8)的大端口,所述烟尘入口管为水平方向的喇叭管,其小端口连通着滤袋除尘机构的出口,其大端口内轴向均布设有两块以上的导风板(9),所述导风板(9)向下倾斜,与水平面之间的夹角为40-50度;湍流涡旋室另一侧上部连接着向上延伸的挡板(10e),所述挡板(10e)外侧连接着垂直向上延伸的烟尘出口管(12);所述烟尘入口管(8)与烟尘出口管(12)之间呈直角;湍流涡旋室的底部连接着灰斗室(11),湍流涡旋室与灰斗室(11)之间设有灰门(10c)。

2. 根据权利要求1所述的微细粒子除尘器,其特征在于:所述横截面为倒等腰梯形斗状的湍流涡旋室包括左连接板(10b)、灰门(10c)、右连接板(10d),右连接板(10d)的上部连接着挡板(10e),挡板(10e)向上延伸至与烟尘入口管中部相对应;左连接板(10b)与灰门(10c)之间的夹角为120-145度,灰门(10c)和右连接板(10d)之间的夹角为120-145度;右连接板(10d)与挡板(10e)之间的夹角为70-100度;挡板(10e)外侧与烟尘出口管的下端(10g)连接处之间的夹角为80-110度;湍流涡旋室的深度为烟尘入口管平均直径的二分之一,其宽度为烟尘入口管平均直径的三分之二;烟尘入口管的下部伸入湍流涡旋室内,其伸入的长度为湍流涡旋室宽度的1/10。

3. 根据权利要求1所述的微细粒子除尘器,其特征在于:所述烟尘入口管(8)为方形管,其长度约为直径的3-3.5倍,其内的导风板(9)位于距入口三分之二处。

4. 根据权利要求1所述的微细粒子除尘器,其特征在于:所述滤袋(5)的材料为阳极或阴极纤维材料。

## 微细粒子除尘器

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于大气污染治理环保设备,具体涉及一种用于工业烟尘治理,能高效过滤微细粒子的除尘器设备。

### 背景技术

[0002] 冶金厂、化工厂、水泥厂、垃圾焚烧、电解铝厂排放的烟尘中含有大量的微细粒子,微细粒子进入人体,会造成气管炎、心血管疾病、肺气肿、哮喘等疾病。据研究:微细粒子浓度每增加  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,人类的死亡率上升 15%,其中心脏病死亡率会提高 8% -18%。发展烟尘除尘技术是循环经济发展的方向,捕集的微细颗粒物可以作为化工建材生产的原料,减少微细颗粒物排放,有利于保护环境,有利于节能减排,降低对人体的危害。现有除尘技术主要有静电除尘和袋式除尘。

[0003] 静电除尘技术原理:冶金厂、化工厂、水泥厂、垃圾焚烧、电解铝厂排放的含微细粒子的烟尘进入静电除尘区,在约 10kv 电压下在阴极附近气体发生电离,产生大量的负电子,并且分布在电晕极附近形成电晕区。这些电子在电场作用下会向阳极(收尘极)运动。在运动中和颗粒物发生碰撞,附着在颗粒物上。颗粒物上附着的电子数量和颗粒物的大小成正比关系,颗粒物越大,其上附着的电子数目越多,在电场作用下颗粒物会被吸附到收尘极。微细粒子由于直径很小,与电子碰撞的几率较小,所带电荷较小,运动速度较快,不易电场被吸附。经过静电区的烟尘中占 85% 以上的微颗粒被吸附到收尘极上。当灰尘积累到一定程度时,采用湿式、声波、振打等清灰方式将收尘极上积累的灰尘落入灰斗中。

[0004] 袋式除尘技术原理:含细颗粒烟尘进入到袋式除尘区,滤袋对灰尘进行以下几个方面作用:(1) 筛滤作用。过滤器的滤料网眼一般为  $5-50 \mu\text{m}$ ,粉尘粒径大于网眼直径或粉尘沉积在滤料间的尘粒间空隙时,粉尘即被阻留。对于新织物滤料,由于纤维间的空隙远大于粉尘粒径,所以筛滤作用很小。但当滤料表面沉积大量粉尘形成粉尘层后,筛滤作用显著增强。(2) 惯性碰撞作用。一般粒径较大的粉尘主要依靠惯性碰撞作用捕集。当含尘气流接近滤料的纤维时,气流将绕过纤维,而较大的粒子(大于  $1 \mu\text{m}$ ) 在惯性作用下偏离气流流线,继续沿着原来的运动方向前进,撞击到纤维上而被捕集,所有处于粉尘轨迹临界线内的大尘粒均可到达纤维表面而被捕集。这种惯性碰撞作用,随着粉尘粒径及气流流速的增大而增强。因此,提高通过滤料的气流流速,可提高惯性碰撞作用。(3) 拦截作用。当含尘气流接近滤料纤维时,较细尘粒随气流一起绕流,若尘粒半径大于尘粒中心到纤维边缘的距离时,尘粒即因与纤维接触而被拦截。(4) 扩散作用。对于小于  $1 \mu\text{m}$  的尘粒,特别是小于  $0.2 \mu\text{m}$  的亚微米粒子,在气体分子的撞击下脱离流线,象气体分子一样作布朗运动,如果在运动过程中和纤维接触,即可从气流中分离出来。这种作用即称为扩散作用,它随流速的降低、纤维和粉尘直径的减小而增强。(5) 静电作用。许多纤维编织的滤料,当气流经过时,由于摩擦会产生静电现象,同时粉尘在输送过程中也会由于摩擦和其它原因而带电,这样会在滤料和尘粒之间形成一个电位差,当粉尘随着气流趋向滤料时,由于库仑力作用促使粉尘和滤料纤维碰撞并增强滤料对粉尘的吸附力而被捕集,提高捕集效率。

[0005] 电袋复合式除尘器是在静电除尘和袋式除尘基础上,发展起来的一种新的除尘设备,国外已经有很多的应用。国内也有多家单位采用了这种复合式除尘技术,内蒙古华电乌达热电有限公司华电乌达热电厂在 480t/h 循环流化床锅炉上开发应用的电袋复合式除尘器;西安热工研究院有限公司刘练波等研究开发出燃煤电厂静电布袋复合除尘器及一套气流分布试验台;天津水泥工业设计研究院林宏等开发的电-袋除尘器;福建龙净环保股份有限公司生产的龙净 FE 型电袋复合式除尘器等。

[0006] 但是由于这些电袋复合除尘器采用二级过滤方式,对于微细粒子的过滤效率有限,一部分的微细粒子还会透过滤袋逃逸出去,这部分粉尘尽管占有的质量比很小,但是粒子体积很小,数目仍然很大,对人的危害很大,需要进行进一步的过滤,而且一旦滤袋出现破损,很容易出现环境污染事故。

### 实用新型内容

[0007] 为了解决二级过滤方式的电袋复合除尘器存在的微细粒子透过滤袋逃逸的问题,本实用新型提供一种三级过滤方式的微细粒子除尘器。

[0008] 具体的改进技术方案如下:

[0009] 微细粒子除尘器包括依次连通的静电除尘机构、滤袋除尘机构、引风机和烟囱,所述滤袋除尘机构包括均布排列的滤袋 5。

[0010] 所述滤袋除尘机构的出口与引风机的进口之间,设有湍流涡旋机构,所述湍流涡旋机构包括湍流涡旋室、烟尘入口管 8 和烟尘出口管 12;

[0011] 所述湍流涡旋室为横截面为倒等腰梯形的斗状,其一侧上部连接着烟尘入口管 8 的大端口,所述烟尘入口管为水平方向的喇叭管,其小端口连通着滤袋除尘机构的出口,其大端口内轴向均布设有两块以上的导风板 9,所述导风板 9 向下倾斜,与水平面之间的夹角为 40-50 度;湍流涡旋室另一侧上部连接着向上延伸的挡板 10e,所述挡板 10e 外侧连接着垂直向上延伸的烟尘出口管 12;所述烟尘入口管 8 与烟尘出口管 12 之间呈直角;湍流涡旋室的底部连接着灰斗室 11,湍流涡旋室与灰斗室 11 之间设有灰门 10c。

[0012] 横截面为倒等腰梯形斗状的湍流涡旋室包括左连接板 10b、灰门 10c、右连接板 10d,右连接板 10d 的上部连接着挡板 10e,挡板 10e 向上延伸至与烟尘入口管中部相对应;左连接板 10b 与灰门 10c 之间的夹角为 120-145 度,灰门 10c 和右连接板 10d 之间的夹角为 120-145 度;右连接板 10d 与挡板 10e 之间的夹角为 70-100 度;挡板 10e 外侧与烟尘出口管的下端 10g 连接处之间的夹角为 80-110 度;湍流涡旋室的深度为烟尘入口管平均直径的二分之一,其宽度为烟尘入口管平均直径的三分之二;烟尘入口管的下部伸入湍流涡旋室内,其伸入的长度为湍流涡旋室宽度的 1/10。

[0013] 烟尘入口管 8 为方形管,其长度约为直径的 3-3.5 倍,其内的导风板 9 位于距入口三分之二处。

[0014] 滤袋 5 的材料为阳极或阴极纤维材料。

[0015] 本实用新型除尘器工作时,含微细粒子的烟尘进入静电除尘区,在约 10kv 电压下在阴极附近气体发生电离,产生大量的负电子,并且分布在电晕极附近形成电晕区。这些电子在电场作用下会向阳极(收尘极)运动。在运动中和颗粒物发生碰撞,附着在颗粒物上。颗粒物上附着的电子数量和颗粒物的大小成正比关系,颗粒物越大,其上附着的电子数目

越多,在电场作用下颗粒物会被吸附到收尘极。微细粒子由于直径很小,和电子发生碰撞的几率很小,大部分不能带电,呈中性。经过静电区的烟尘中占质量比85%以上的微颗粒被吸附到收尘极上。当灰尘积累到一定程度时,采用湿式、声波、振打等清灰方式将收尘极上积累的灰尘落入灰斗中。

[0016] 从静电区出来的烟尘中较大的颗粒物已经被大部分的过滤。含细颗粒烟尘进入到袋式除尘区,滤袋对灰尘进行以下几个方面作用:(1) 筛滤作用。过滤器的滤料网眼一般为 $5\text{--}50\ \mu\text{m}$ ,粉尘粒径大于网眼直径或粉尘沉积在滤料间的尘粒间空隙时,粉尘即被阻留。对于新织物滤料,由于纤维间的空隙远大于粉尘粒径,所以筛滤作用很小。但当滤料表面沉积大量粉尘形成粉尘层后,筛滤作用显著增强。(2) 惯性碰撞作用。一般粒径较大的粉尘主要依靠惯性碰撞作用捕集。当含尘气流接近滤料的纤维时,气流将绕过纤维,而较大的粒子(大于 $1\ \mu\text{m}$ )在惯性作用下偏离气流流线,继续沿着原来的运动方向前进,撞击到纤维上而被捕集,所有处于粉尘轨迹临界线内的大尘粒均可到达纤维表面而被捕集。这种惯性碰撞作用,随着粉尘粒径及气流流速的增大而增强。因此,提高通过滤料的气流流速,可提高惯性碰撞作用。(3) 拦截作用。当含尘气流接近滤料纤维时,较细尘粒随气流一起绕流,若尘粒半径大于尘粒中心到纤维边缘的距离时,尘粒即因与纤维接触而被拦截。(4) 扩散作用。对于小于 $1\ \mu\text{m}$ 的尘粒,特别是小于 $0.2\ \mu\text{m}$ 的亚微米粒子,在气体分子的撞击下脱离流线,象气体分子一样作布朗运动,如果在运动过程中和纤维接触,即可从气流中分离出来。这种作用即称为扩散作用,它随流速的降低、纤维和粉尘直径的减小而增强。(5) 静电作用。许多纤维编织的滤料,当气流经过时,由于摩擦会产生静电现象,同时粉尘在输送过程中也会由于摩擦和其它原因而带电,这样会在滤料和尘粒之间形成一个电位差,当粉尘随着气流趋向滤料时,由于库仑力作用促使粉尘和滤料纤维碰撞并增强滤料对粉尘的吸附力而被捕集,提高捕集效率。

[0017] 在上述过滤基础上,本实用新型袋式除尘区的滤袋为阳极或阴极材料纤维材料制成,能够吸附带负电或正电的灰尘。如阳极纤维本身是带正电的,一方面可以吸附在静电区带有少量负电荷而未被过滤的颗粒物。普通的滤袋与气体摩擦产生静电的吸附作用,而本实用新型的滤袋所用材料是阳极或阴极纤维,其本身是带正电或负电,其对粉尘的吸附力比普通滤袋与气体摩擦产生的吸附作用要大的多,故对粉尘捕集率也会提高。经过袋式除尘区后的粉尘99.99%会被过滤掉。但是微细粒子过滤效率仍然小于99.95%,透过滤袋逃逸出去微细粒子尽管所占质量比很小,但是由于粒子体积小,数目仍然很大,对人的危害依然很大,需要进行进一步的过滤。

[0018] 本实用新型提出采用湍流结构来实现微细颗粒物的进一步的过滤,一方面提高微细粒子的捕集率;另一方面,大颗粒物在该结构中也会产生沉降。如果滤袋一旦破损,将会产生污染事故,该结构可以降低污染事故造成的危害。

[0019] 湍流结构的微细粒子过滤原理早在1950年富克斯在《气溶胶力学》中就有了描述,气溶胶粒子在湍流涡旋气体中的运动中产生扩散沉淀,并同实验证明了湍流对于微细颗粒物的沉淀。2000年美国Paul A. Baron, Klaus Welleke在《气溶胶测量原理、技术及应用》(张灿译,第二版,P119)中也描述了在管道湍流气流中可观测到三个粒子沉积区域,有一个区域是湍流扩散区,在该区域中粒子通过布朗运动由层流下层转移到管壁中,可以发现该区域中主要是微细粒子。

[0020] 本实用新型提出在较高风速情况下采用气流分布产生湍流涡旋结构,利用湍流涡旋对微细粒子产生扩散和碰撞机理,导致微细粒子沉降,从而实现微细粒子过滤。湍流除尘的另外一个作用是,而当滤袋破损时,烟尘中泄漏的大颗粒由于重力作用而产生沉淀,减小了滤袋破损造成的污染事故危害。当含有较细颗粒物的烟尘进入一个如图 2 所示的管道,经过分流板后,气体在分流板作用下在湍流室产生湍流,较细颗粒物则由于分流板的作用,前进方向发生改变,进入湍流室与涡旋结构发生扩散和碰撞,并且在这种涡旋结构中加速沉淀和凝聚,从而使烟尘中的较细颗粒物被进一步清除。

[0021] 现有的电袋复合除尘器微细粒子过滤效率为 99.95% 以下,使用本实用新型的湍流涡旋结构和阳极纤维或阴极纤维滤袋后过滤效率可达 99.99% 以上。在使用滤料网眼  $5\mu\text{m}$  孔径的滤袋和除尘器本体阻力小于 1000Pa 情况下(其它条件相同),现有电袋复合除尘器的出口浓度在  $20\text{mg}/\text{Nm}^3$  以上,而使用本实用新型后可以小于  $15\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。另外当滤袋出现破损时,烟尘中泄漏的大颗粒在湍流涡旋区也会由于重力作用而产生沉淀,减小了滤袋破损造成的污染事故危害。

[0022] 总之,本实用新型和现有的电袋复合除尘器相比,进一步提高了微细粒子的捕集效率,同时可减少滤袋破损造成的事故率。回收微细颗粒物不仅可以降低对人体健康的危害,还可以作为建材和化工的原料,对发展循环经济和实现节能减排都有积极的促进作用。目前只有定性的实验结果,还没有定量的测量数据。

#### 附图说明

[0023] 图 1 为本实用新型结构示意图,

[0024] 图 2 为湍流涡旋机构示意图,

[0025] 图 3 为图 2 的 A-A 剖视图,

[0026] 图 4 为图 2 的 B-B 剖视图,

[0027] 图 5 为图 2 的 C-C 剖视图。

#### 具体实施方式

[0028] 下面结合附图,通过实施例对本实用新型作进一步地说明。

[0029] 实施例:

[0030] 参见图 1,微细粒子除尘器包括依次连通的烟尘入口 1、静电除尘机构、滤袋除尘机构、引风机 13 和烟囱 14。烟尘入口 1 内设有匀流板 2;静电除尘机构内均布设有收尘板 3,其底部设有静电除尘灰斗 4;滤袋除尘机构包括均布排列的滤袋 5,滤袋 5 的材料为阳极或阴极纤维,滤袋除尘机构顶部设有反向脉冲清灰阀 6,其底部设有灰斗 7;在滤袋除尘机构的出口与引风机的进口之间设有湍流涡旋机构,该湍流涡旋机构包括湍流涡旋室、烟尘入口管 8 和烟尘出口管 12。

[0031] 参见图 2,湍流涡旋室 10 为横截面为倒等腰梯形的斗状,其一侧上部连接着烟尘入口管 8 的大端口,烟尘入口管为水平方向的方形管喇叭管,其长度约为直径的 3-3.5 倍,其内的导风板 9 位于距入口三分之二处;其小端口连通着滤袋除尘机构的出口,其大端口内轴向均布设有两块以上的导风板 9,导风板 9 向下倾斜,与水平面之间的夹角为 40-50 度。参见图 3、图 4 和图 5,横截面为倒等腰梯形斗状的湍流涡旋室 10 包括左连接板 10b、灰门

10c、右连接板 10d,右连接板 10d 的上部连接着挡板 10e,挡板 10e 的上端 10f 向上延伸至与烟尘入口管 8 中部相对应;左连接板 10b 与灰门 10c 之间的夹角为 120 度(夹角范围为 120-145 度),灰门 10c 和右连接板 10d 之间的夹角为 120 度(夹角范围为 120-145 度);右连接板 10d 与挡板 10e 之间的夹角为 80 度(夹角范围为 70-100 度);挡板 10e 外侧与烟尘出口管的下端 10g 连接处之间的夹角为 90 度(夹角范围为 80-110 度);湍流涡旋室的深度为烟尘入口管平均直径的二分之一,其宽度为烟尘入口管平均直径的三分之二。烟尘入口管的下端 10a 伸入湍流涡旋室内,其伸入的长度为湍流涡旋室宽度的 1/10。烟尘入口管 8 与烟尘出口管 12 之间呈直角;湍流涡旋室的底部连接着灰斗室 11,湍流涡旋室 10 与灰斗室 11 之间安装有灰门 10c。

[0032] 从冶金厂、水泥厂、建材厂、化工厂、垃圾焚烧等厂锅炉窑炉出来的烟尘,在引风机 13 作用下,风速大于 0.3m/s 的烟尘进入微细粒子烟尘入口 1,经过匀流板 2 匀化作用,再进入静电除尘 A 区,其中的收尘板 3 用来吸附灰尘。当积累到一定时间,第一级工作状态从工作切换到清灰,灰尘落入静电除尘灰斗 4,清灰结束回到工作状态。经过第一级处理的烟尘,大部分颗粒物被过滤,进入到第二级袋式除尘 B 区,灰尘被阻挡在的阳极或阴极纤维滤袋 5 的表面。当灰尘积累到一定程度,设置在静电入口和袋式过滤出口的压力差到达设定阈值,第二级工作状态由工作切换到清灰状态,灰尘落入灰斗 7,清灰结束后返回到工作状态。

[0033] 经过第二级处理的含有较细颗粒物的烟尘进入烟尘入口管 8,经过导风板 9,使气流发生向下偏转,进入湍流涡旋室 10,微细颗粒物在湍流涡旋室 10 内与湍流涡旋结构相互作用,产生扩散和碰撞促使微细粒子向低流速区域沉淀,从而使烟尘中的较细颗粒物从烟尘中被分离出来,灰尘落入灰斗室 11。经过第三级处理后的净气经过烟尘出口管 12,由引风机 13 经烟囱 14 排放到大气中。

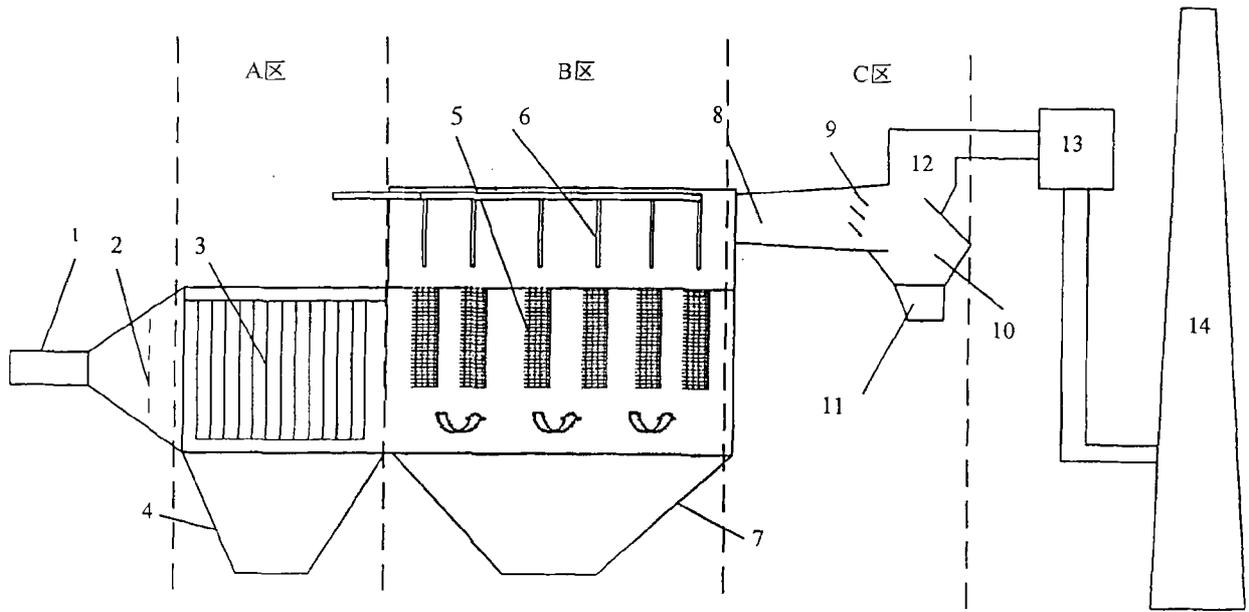


图 1

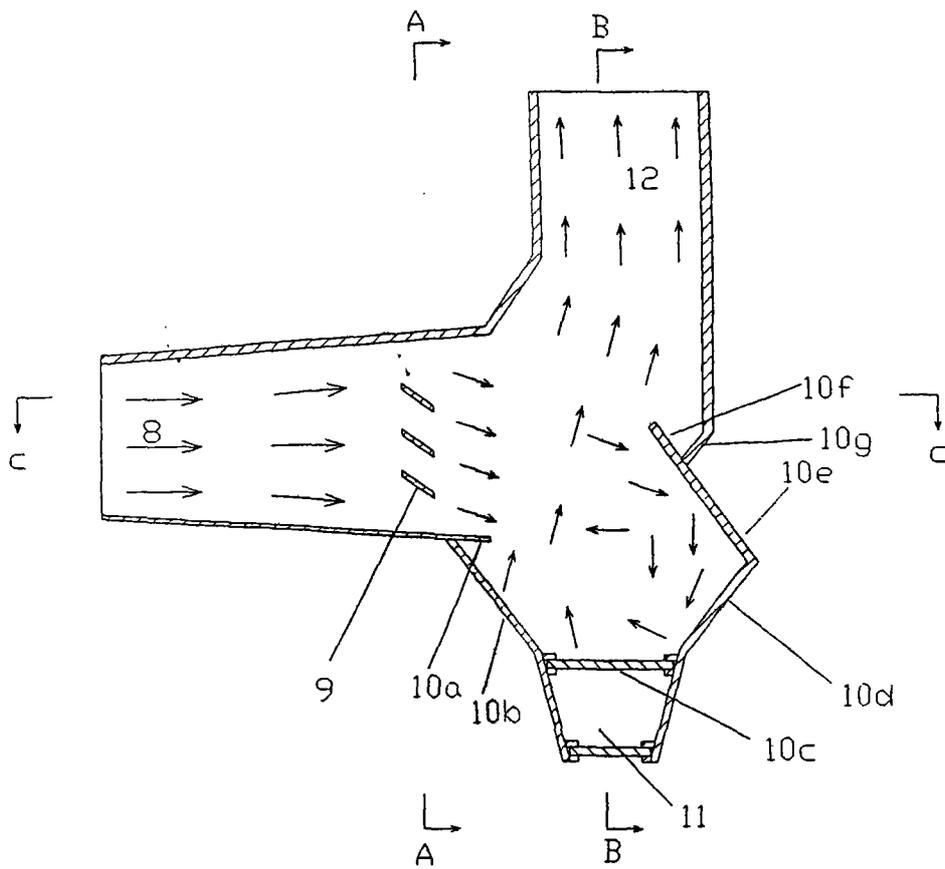


图 2

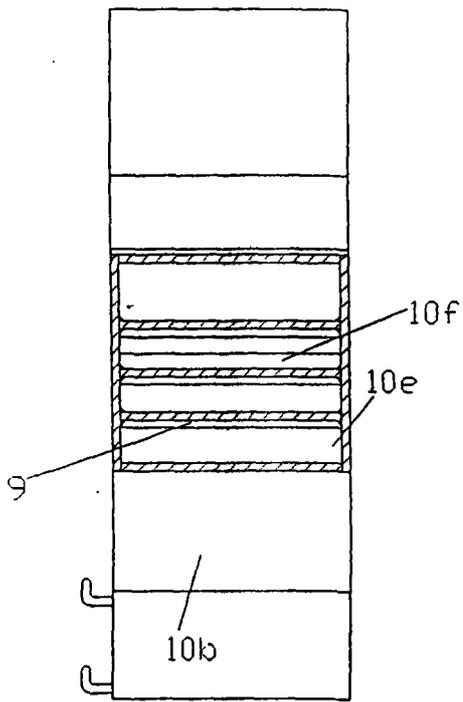


图 3

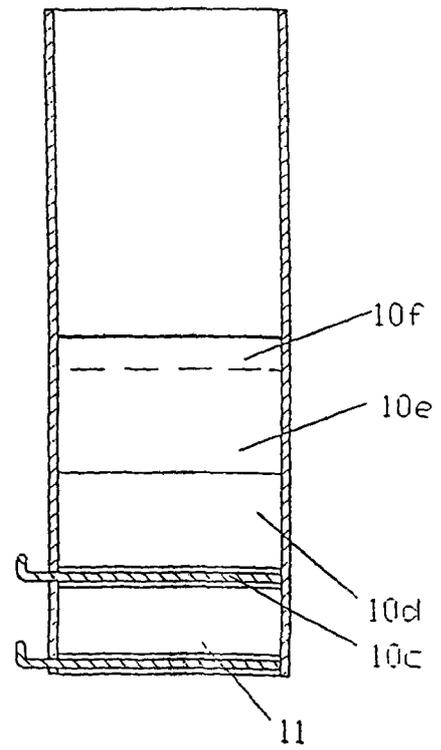


图 4

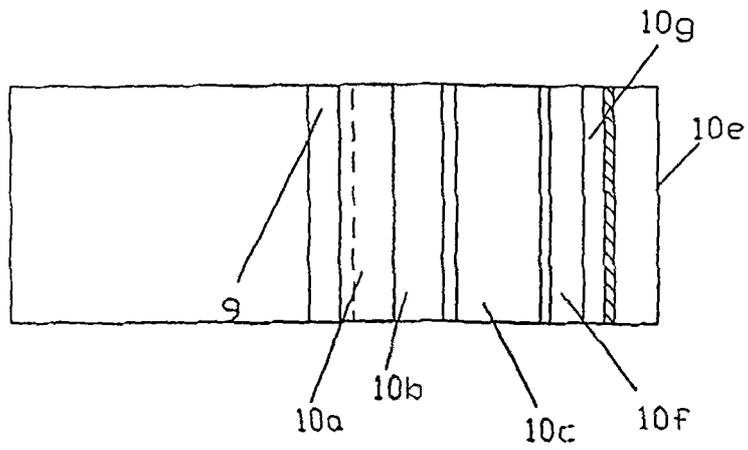


图 5