



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101439250 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

(21) 申请号 200810203557. X

(22) 申请日 2008. 11. 28

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 马建新 吕洪 杨代军 潘相敏

周伟 张存满 陈专 刘湃

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 吴林松

(51) Int. Cl.

B01D 46/00 (2006. 01)

B01D 46/52 (2006. 01)

B01D 53/04 (2006. 01)

B01D 53/74 (2006. 01)

B01D 53/82 (2006. 01)

H01M 8/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 20050076623 A1, 2005. 04. 14, 全文.

CN 101278432 A, 2008. 10. 01, 全文.

CN 1474712 A, 2004. 02. 11, 全文.

US 6051042 A, 2000. 04. 18, 全文.

US 5755842 A, 1998. 05. 26, 全文.

CN 101213697 A, 2008. 07. 02, 全文.

审查员 刘学禹

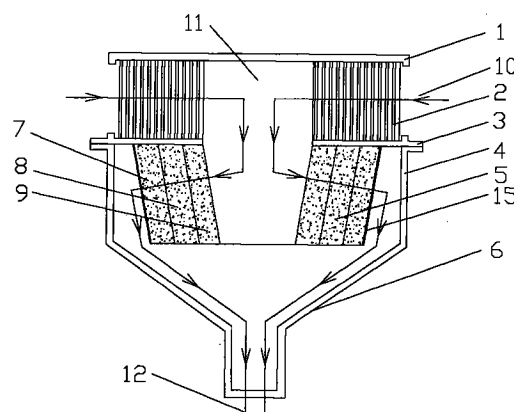
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

可用于燃料电池的空气过滤器

(57) 摘要

一种可用于燃料电池的空气过滤器,其包括过滤器外壳、物理过滤滤芯、化学过滤滤芯,物理过滤滤芯置于空气进口处,位于化学过滤滤芯的前端,两者通过密封挡板连接,中央设置共同的气流通道。该空气过滤器的滤芯由两部分组成,一部分用于物理过滤空气中颗粒污染物,另外一部分用于化学过滤空气中的有害化学气体 ( $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 和  $\text{C}_m\text{H}_n$ 等)。物理过滤部分用纸质材料或无纺布作为滤芯材料,化学过滤部分采用化学吸附剂为滤芯材料。化学过滤部分由多层结构组成,分别吸附不同的化学污染物,并且化学过滤部分为具有特定角度的空心圆锥体。此结构的主要优点是:进气充分,进气阻力小,气体在过滤器内部的流动速度分布较均匀,过滤效率高。



1. 一种用于燃料电池的空气过滤器,其包括过滤器外壳、物理过滤滤芯、化学过滤滤芯,其特征在于:物理过滤滤芯置于空气进口处,位于化学过滤滤芯的前端,物理过滤滤芯和化学过滤滤芯通过法兰连接,物理过滤滤芯和化学过滤滤芯的中央设置贯通物理过滤滤芯和化学过滤滤芯的气流通道。

2. 如权利要求1所述的用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:该化学过滤滤芯为空心圆锥体,其分为多层,每层采用不同的化学改性的吸附剂,且每层的内外层都通过金属滤网支撑;滤芯的最外层还包覆有滤除滤芯部分因气流冲刷带出的任何固体颗粒的高效粉尘过滤网。

3. 如权利要求2所述的用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:该化学过滤滤芯垂直方向倾角为 $0-90^{\circ}$ 。

4. 如权利要求2所述的用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:该化学过滤滤芯分为3层,分别为酸性气体过滤材料、碱性气体过滤材料和过滤CO和NO<sub>x</sub>的强氧化性材料;滤芯中采用的吸附剂为化学改性的多孔性、大比表面积材料的一种或一种以上。

5. 如权利要求4所述的用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:该多孔性、大比表面积材料为活性炭、活性氧化铝、分子筛、气凝胶、离子交换树脂、离子交换纤维。

6. 如权利要求2所述的用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:该高效粉尘过滤网采用聚丙烯、聚四氟乙烯、环烯聚COC、六氟丙稀一聚四氟乙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、聚丙烯PP或者聚酯的驻极体材料。

7. 如权利要求1所述的用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:过滤器外壳为塑料、铝或不锈钢金属制成。

8. 如权利要求1所述的用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:该物理过滤滤芯由聚合膜、无纺布和纸质材料的一种或一种以上构成。

## 可用于燃料电池的空气过滤器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种过滤器,特别是涉及一种可用于车用燃料电池发动机的空气过滤器。

### 背景技术

[0002] 燃料电池是一种高效、环境友好的发电装置,它直接将储存在燃料和氧化剂中的化学能转化为电能。由于能源短缺和环境污染的问题,燃料电池的研究与工程开发越来越受到各国政府与科技人员的重视。燃料电池在可移动电源、家庭电源、分散电站和交通领域有很大的应用潜力。

[0003] 目前,多数燃料电池都采用空气作为氧化剂。但是,研究表明:空气中的颗粒物以及杂质气体(如  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  和  $\text{C}_m\text{H}_n$  等等)会降低燃料电池的性能,影响燃料电池的寿命。特别是对于燃料电池汽车,受到来自传统内燃机汽车排放的污染物的影响尤为严重。因此有必要设计合理的空气过滤装置,消除空气中的颗粒物以及杂质气体对车用燃料电池发动机的影响,延长车用燃料电池发动机的使用寿命,提高燃料电池汽车的动力性和经济性。

[0004] 安装空气过滤器必然会增加燃料电池空气端的进气阻力,降低燃料电池系统的效率。特别是对于车用燃料电池发动机而言,由于其工况变化很大,对空气需求量的瞬时变化也很大,过大的进气阻力可能会造成空气量的供给不足。因此,需要专门设计进气阻力小的燃料电池空气过滤器。

[0005] 目前,传统内燃机上的空气过滤器的主要功能是去除空气中的颗粒物,防止其对发动机汽缸造成的磨损,而不能去除空气中的化学污染物。因此,传统内燃机上的空气过滤器不能满足燃料电池系统的要求。必须对燃料电池用空气过滤器进行专门研究和设计。

[0006] 专利 US7, 101, 419B2 设计了一种用于低温催化反应过程的空气过滤器(图 1)。该空气过滤器既可以除去空气中的颗粒污染物,又可以除去空气中的化学污染物。空气由侧板 132 上的小孔 143 进入过滤器。侧板上的小孔具有去除如树叶、碎片等体积较大的污染物的作用。然后,空气进入除水器 144,其作用是除去空气中的水滴。图中部件 145 是一个收集水的装置,用于收集 144 中除去的水。146 为高效颗粒滤芯,此滤芯用于去除空气中微小的颗粒污染物。150 是用于吸附化学污染物的滤芯,其作用是用于除去空气中的化学污染物。但是,整个过滤器结构不够紧凑,而且空气气流在过滤器内的流动均匀性没有考虑,也没有采取具体措施减小过滤器的进气阻力。

[0007] 专利 WO 2005/091415 A2 设计了一种用于燃料电池系统(特别是质子交换膜燃料电池系统)的空气过滤器,此过滤器分为三个部分:颗粒污染物吸收部分、化学污染物吸附部分以及消音部分。其专门用于除去化学污染物的部分如图 2 所示。空气首先经过颗粒污染物吸收部分,除去空气中的颗粒污染物,然后进入吸附化学污染物的部分。在此部分中,利用浸渍或涂覆的方法将某种特定的吸附剂负载到该部分的支撑体上 33 和 34,当气体通过空气流道 35 时,空气中的化学污染物被吸收。滤芯折叠成褶皱状,因此进气阻力小。但是,由于该滤芯所负载的催化剂量较小,且制备工艺复杂,当用于大功率燃料电池系统时,

为了保证过滤效率,不仅会造成过滤器的体积过大,不符合安装要求,而且还需频繁更换滤芯,使用成本较高。

[0008] 专利 200610030291.4 设计了一种发动机空气净化器,特别是燃料电池发动机的空气净化器,如图 3 所示。主要由锥形进气通道 51、憎水性聚合膜 54、化学吸附层 56、金属滤网 57、锥形出气通道 59 组成。其中化学吸附层 61 主要用于除去空气中的颗粒污染物以及 CO, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> 等杂质气体。此专利的主要特点是设计了一种抽取式的整体型吸附剂,由此可以方便地对空气净化器中的吸附剂进行更换,并且其独特的流动通道设计使其同时具有消音功能。但是,此专利中的空气净化器没有考虑使用特定的材料除去空气中的不同的有害气体,而且没有考虑进气阻力和净化器本身体积因素。

[0009] 发明内容

[0010] 本发明的目的在于克服现有的燃料电池空气过滤器存在的不足,提供一种用于燃料电池的空气过滤器,其成本低、效率高。

[0011] 为达到以上目的,本发明所采用的解决方案是:

[0012] 一种可用于燃料电池的空气过滤器,其包括过滤器外壳、物理过滤滤芯、化学过滤滤芯,物理过滤滤芯置于空气进口处,位于化学过滤滤芯的前端,物理过滤滤芯和化学过滤滤芯通过法兰连接,物理过滤滤芯和化学过滤滤芯的中央设置贯通物理过滤滤芯和化学过滤滤芯的气流通道。

[0013] 进一步,该化学过滤滤芯为空心圆锥体,其分为多层,每层采用不同的化学改性的吸附剂,且每层的内外层都通过金属滤网支撑;滤芯的最外层还包覆有滤除滤芯部分因气流冲刷带出的任何固体颗粒的高效粉尘过滤网。

[0014] 该化学过滤滤芯垂直方向倾角为 0-90°。

[0015] 该化学过滤滤芯分为 3 层,分别为酸性气体过滤材料、碱性气体过滤材料和过滤 CO 和 NO<sub>x</sub> 的强氧化性材料;滤芯中采用的吸附剂为化学改性的多孔性、大比表面积材料的一种或一种以上。

[0016] 该多孔性、大比表面积材料为活性炭、活性炭纤维、活性氧化铝、分子筛、气凝胶、离子交换树脂、离子交换纤维。

[0017] 该高效粉尘过滤网采用聚丙烯、聚四氟乙烯、环烯聚 COC、六氟丙稀—聚四氟乙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、聚丙烯 PP 或者聚酯的驻极体材料。

[0018] 过滤器外壳为塑料、铝或不锈钢金属制成。

[0019] 该物理过滤滤芯由聚合膜、无纺布和纸质材料的一种或一种以上构成。

[0020] 由于采用了上述方案,本发明具有以下特点:

[0021] 1. 化学过滤部分采用多层结构,依次过滤不同的有害气体,改善化学过滤的效果;

[0022] 2. 采用整体式滤芯,简化过滤器的装配以及方便滤芯的更换;

[0023] 3. 独特的空心圆锥体化学吸附滤芯设计,使其具有高效吸附有害气体和减小进气阻力的作用;

## 附图说明

[0024] 图 1 是专利 US 7,101,419 B2 中用于低温催化反应过程的空气过滤器示意图。

- [0025] 图 2 是专利 WO 2005/091415 A2 的燃料电池空气过滤器示意图。
- [0026] 图 3 是专利 200610030291.4 中设计的燃料电池空气过滤器示意图。
- [0027] 图 4 是本发明的一个较佳实施例的用于燃料电池的空气过滤器整体示意图。
- [0028] 图 5 是本发明的一个较佳实施例的用于燃料电池的空气过滤器分解示意图。
- [0029] 图 6 是本发明的一个较佳实施例的用于燃料电池的空气过滤器内部空气流动示意图。
- [0030] 图 7 是本发明的一个较佳实施例的用于燃料电池的空气过滤器滤芯整体示意图。
- [0031] 图 8 是本发明的一个较佳实施例的用于燃料电池的空气过滤器滤芯的剖面示意图。
- [0032] 标号说明：
- |                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| [0033] 1 物理过滤滤芯外壳                     | 9 整体式碱性气体化学吸附层 |
| [0034] 2 物理过滤滤芯                       | 10 过滤器进气口      |
| [0035] 3 化学过滤滤芯法兰                     | 11 物理过滤滤芯气流腔体  |
| [0036] 4 化学过滤滤芯外壳                     | 12 过滤器出气口      |
| [0037] 5 化学过滤滤芯                       | 13 内层不锈钢滤网     |
| [0038] 6 锥形出气通道                       | 14 外层不锈钢滤网     |
| [0039] 7 整体式 $\text{NO}_x$ 和 CO 化学吸附层 | 15 高效粉层过滤网     |
| [0040] 8 整体式酸性气体化学吸附层                 |                |

## 具体实施方式

[0041] 以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

[0042] 本发明的空气过滤器主要由两部分组成：一部分是用于去除空气中的颗粒污染物，另一部分是用于去除空气中的有害气体污染物。具体包括：过滤器外壳、物理过滤滤芯、金属滤网、整体式化学过滤滤芯和高效粉尘过滤。其中，过滤器外壳可以用塑料、铝或不锈钢等金属制作而成。用于去除空气中有害气体的化学过滤滤芯由金属滤网作为支撑，整体式吸附剂可由活性炭、活性炭纤维、活性氧化铝、分子筛、气凝胶、离子交换树脂、离子交换纤维等多孔性、大比表面积材料中的一种或一种以上。以粒状活性炭为例，经  $\text{KOH}$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  或柠檬酸改性和酚醛树脂黏合后的原位炭化压制成型技术制成本实施例中所述整体式化学过滤滤芯 5，以除去空气中主要的杂质气体  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  和  $\text{C}_m\text{H}_n$  等。

[0043] 图 4 所示为本发明的一个实施例的空气过滤器的截面图，该空气过滤器由物理过滤部分 1、2、3，化学过滤部分 3、4、5 以及锥形出口 6 三部分共同组成。所述物理过滤部分包括外壳 1、纸质物理过滤滤芯 2 及连接法兰 3，外壳 1 与连接法兰 3 构成一个框架，纸质滤芯放置在框架内。所述化学过滤部分包括连接法兰 3，化学吸附层 4 及外壳 5，外壳 5 与连接法兰 3 构成一个框架，化学吸附层位于框架内，法兰 3 连接物理过滤部分与化学过滤部分。锥形出气通道 6 位于化学过滤部分的尾端。图 5 进一步说明了本发明中空气过滤器中各部件之间的位置关系以及各部件的形状。

[0044] 图 6 详细表达了本发明中空气过滤器是如何达到去除颗粒污染物和化学污染物的目的。图中的箭头表示空气的流动方向。含有颗粒污染物和化学污染物的空气由空气入口 10 进入物理过滤部分，经过物理过滤部分的过滤，空气中的颗粒污染物被除去，空气进

入过滤器腔体 11, 然后空气进入整体式化学过滤部分 5。化学过滤部分 5 由三层滤芯 7, 8, 9 组成, 每一层滤芯是由改性的活性炭成型而成, 对空气中的不同化学污染物, 活性炭的化学改性剂也不一样, 从而将空气中对燃料电池有害的不同化学物质滤除。最后, 经过过滤的空气通过锥形出气通道 6, 进入压缩机或鼓风机, 由压缩机或鼓风机将洁净的空气送入燃料电池系统。

[0045] 图 7 是本发明中空气过滤器化学过滤部分的示意图。为了方便空气过滤器的维护, 化学过滤部分做成整体式滤芯, 本实施例中的整体式滤芯采用了不同的表面改性剂修饰的活性炭, 分别用于除去空气中主要的杂质气体 ( $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  和  $\text{C}_m\text{H}_n$  等), 每层滤芯都采用整体式化学过滤层, 同时滤芯外层和内层都采用不锈钢滤网 14 作为支撑, 通过调整不锈钢滤网的形状可以改变滤芯的形状。此种方法不仅方便更换滤芯, 而且简化过滤器的生产工序。滤芯外层还包裹有高效粉尘 ( $<0.1 \mu\text{m}$ ) 过滤网 15, 其使用驻极体材料, 例如聚丙烯、聚四氟乙烯、环烯聚 COC、六氟丙稀—聚四氟乙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、聚丙烯 PP (共混) 及聚酯, 滤除滤芯部分因气流冲刷可能带出的任何固体颗粒及粉尘。

[0046] 图 8 是本发明中空气过滤器化学过滤部分的截面示意图。图中角  $a$  是化学过滤部分的倾斜角, 角  $a$  的大小在 0 到 90 度之间。根据燃料电池系统的功率不同, 对空气的需求量也不同, 因此空气过滤器的大小会有很大的变化。角  $a$  的大小可以根据燃料电池系统功率的大小进行设计。本实例针对 5KW 功率的燃料电池系统进行设计, 倾斜角为  $15^\circ$ , 这样既能减小空气通过活性炭的压降, 又可以满足活性炭高效吸附杂质气体的要求。

[0047] 化学过滤滤芯采用空心圆锥体, 锥角的大小可根据空气过滤器的尺寸大小以及燃料电池功率大小而改变。将化学过滤滤芯设计成此形状有以下三个优点:

- [0048] 1. 可以使空气尽量垂直进入化学过滤滤芯, 减小空气经过滤芯的压降。
- [0049] 2. 可以使空气在过滤器腔体内流速比较均匀, 提高化学过滤滤芯对杂质气体的吸附效率。
- [0050] 3. 空心圆锥体的滤芯可以增大空气与吸附剂接触的有效面积, 从而提高滤芯的吸附效率, 减小过滤器的体积。

[0051] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改, 并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此, 本发明不限于这里的实施例, 本领域技术人员根据本发明的揭示, 对于本发明做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

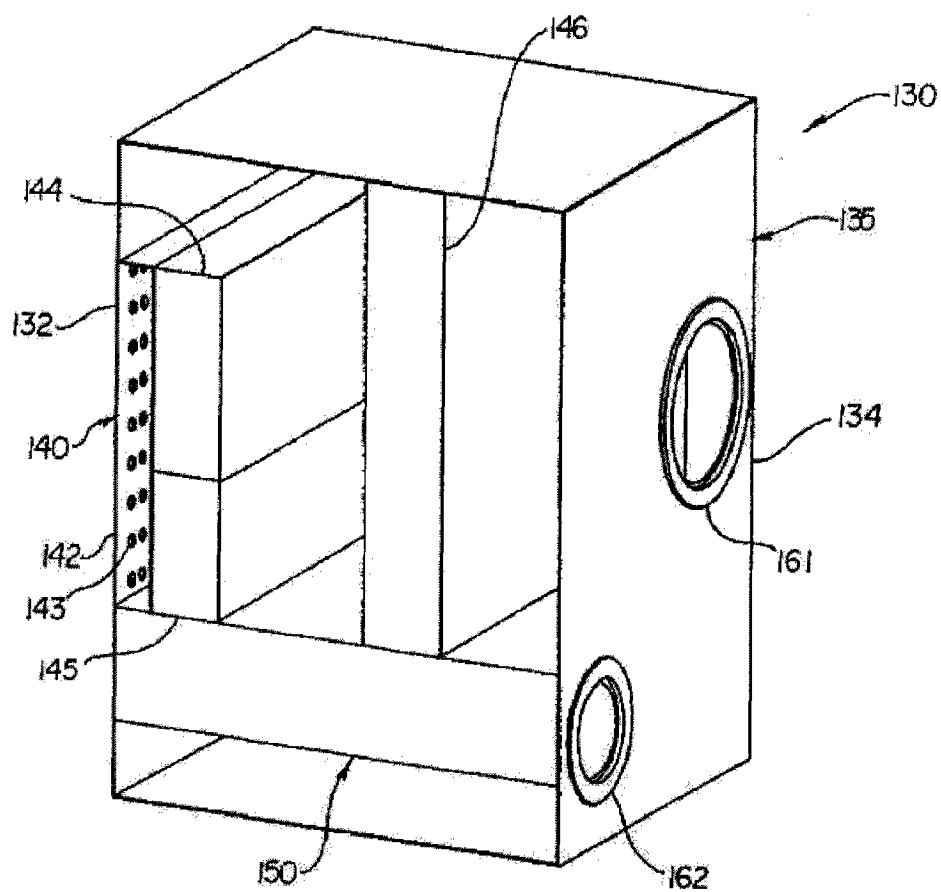


图 1

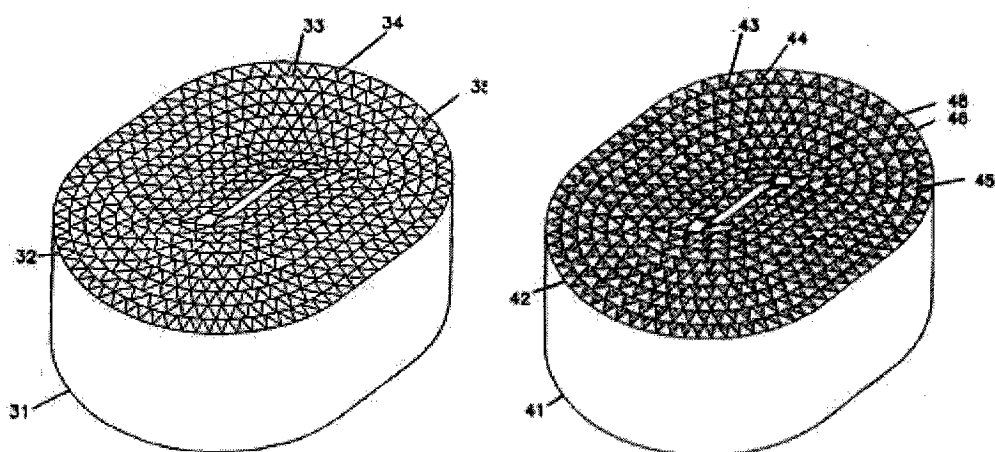


图 2

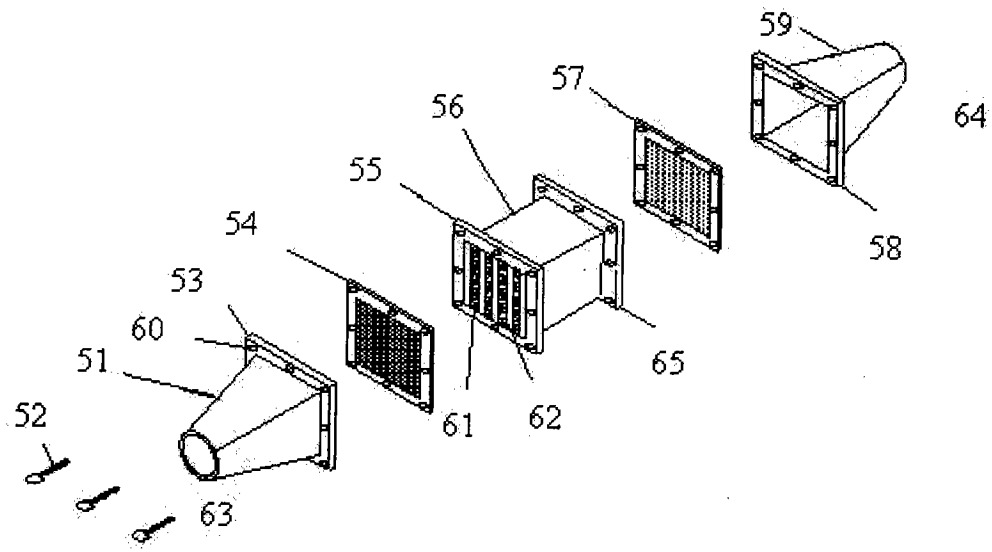


图 3

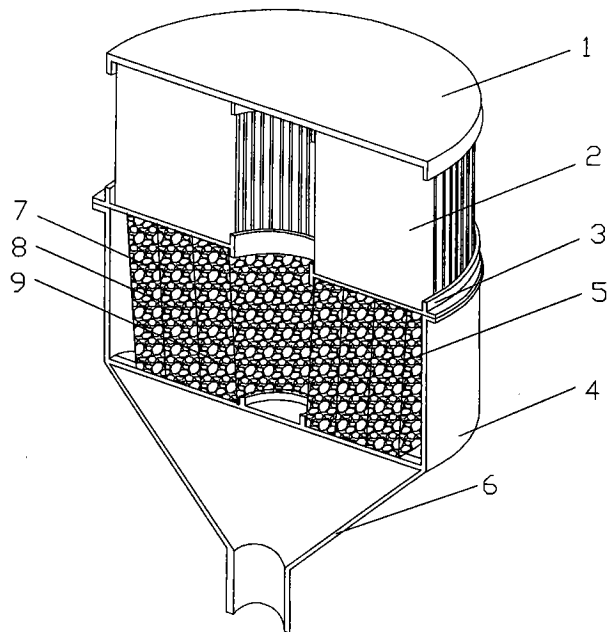


图 4

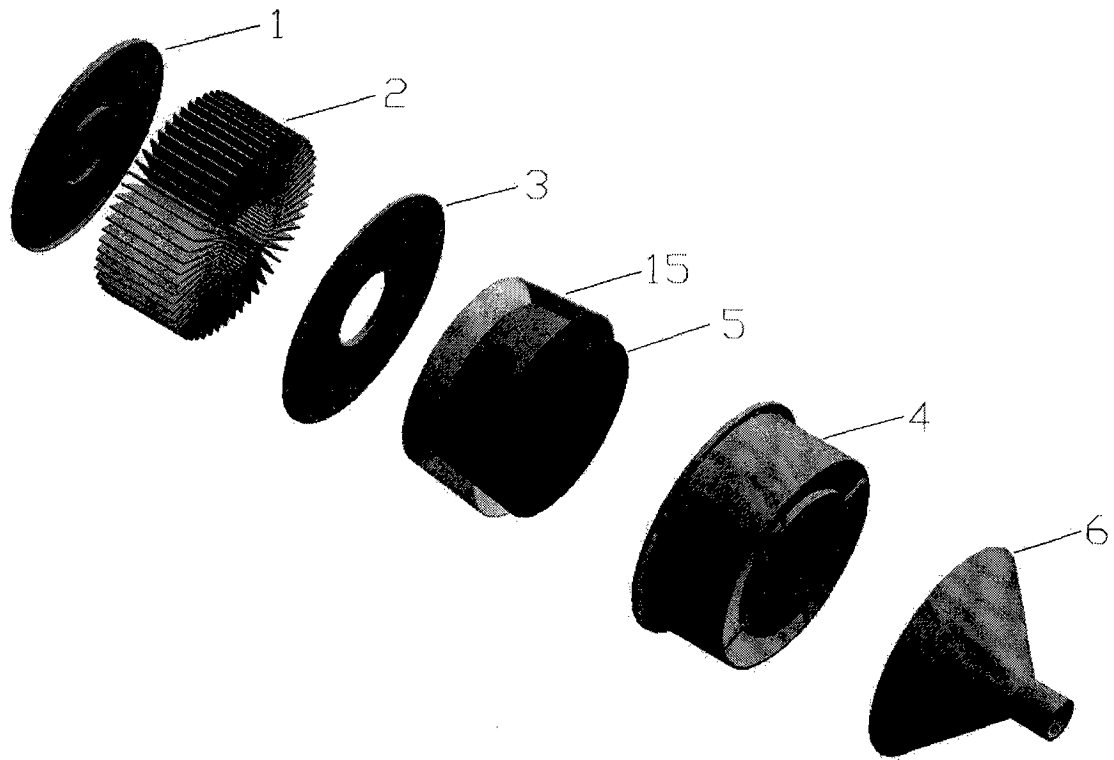


图 5

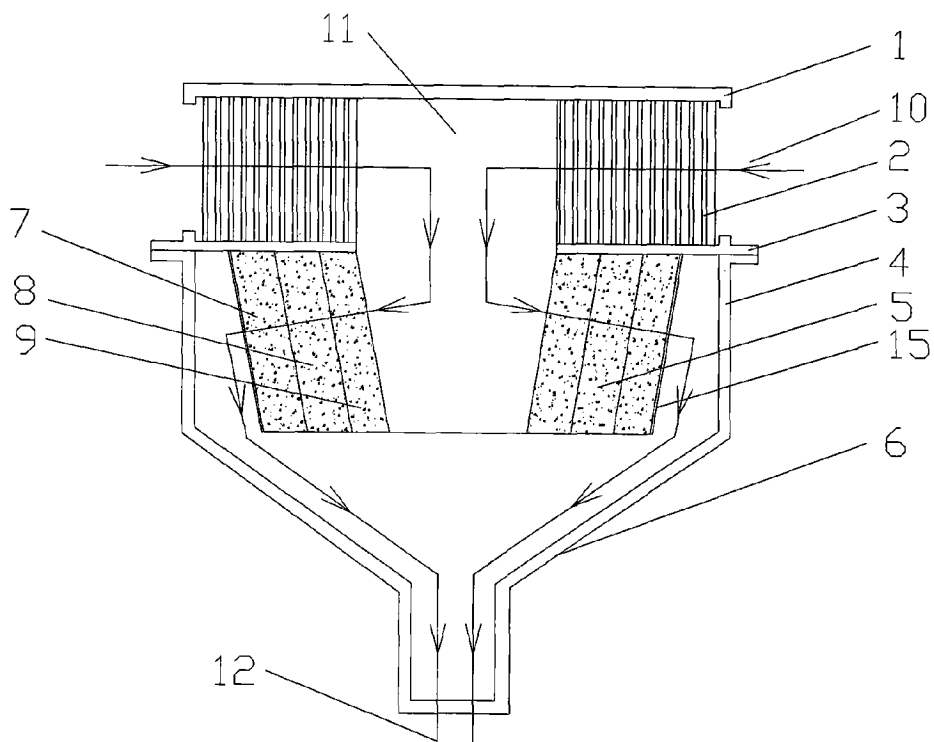


图 6

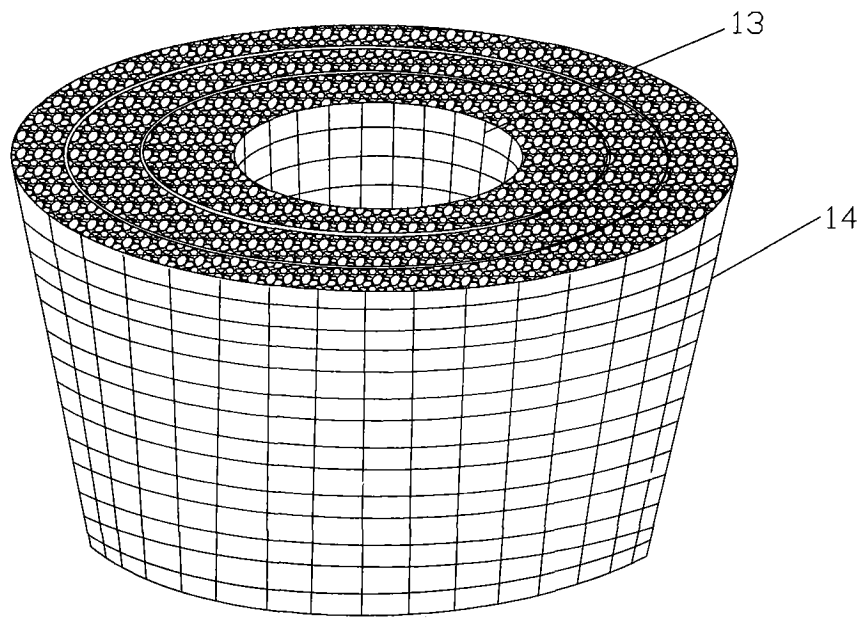


图 7

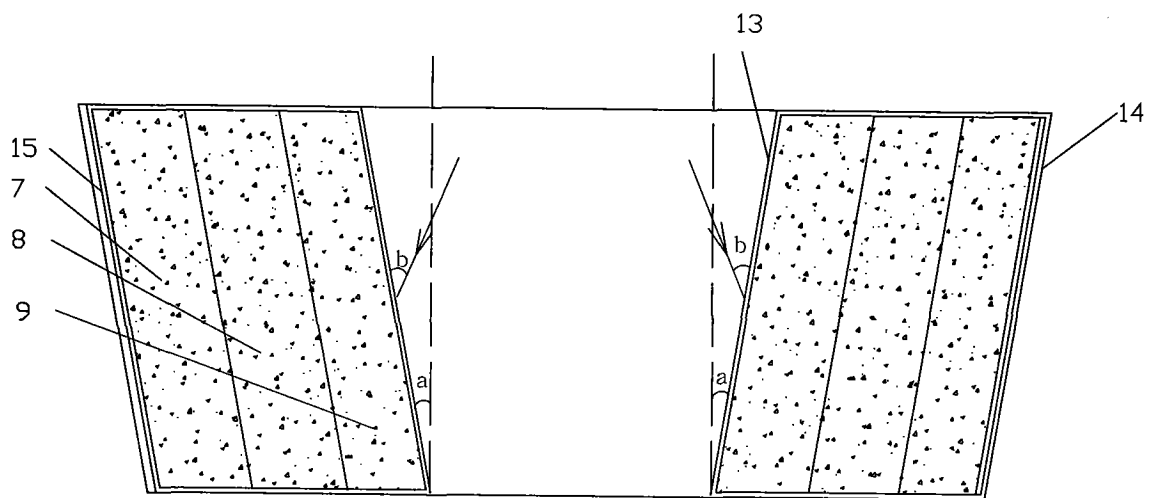


图 8