



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103566675 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201310422533. 4

(22) 申请日 2013. 09. 16

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 吕洪 马建新 许潇 周伟

张存满 郝传璞

(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 46/54 (2006. 01)

B01D 53/02 (2006. 01)

H01M 8/04 (2006. 01)

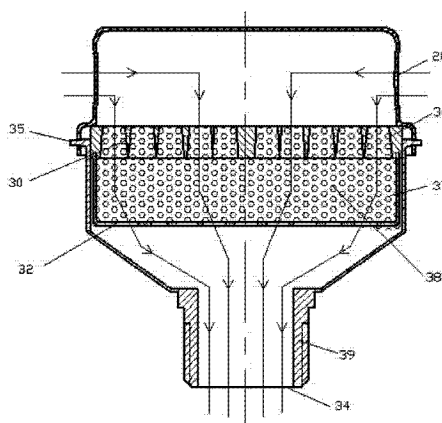
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种适用于燃料电池系统的阴极空气过滤器

(57) 摘要

一种适用于燃料电池的空气过滤器, 包括可拆卸式结构的过滤器外壳、位于过滤器外壳上的进气口与出气口、位于过滤器外壳中的内部滤芯, 内部滤芯包括物理过滤部分以及化学过滤部分, 物理过滤部分用于过滤颗粒物, 化学过滤部分包括位于化学过滤部分入口段的列管式滤芯、位于中间段的整体式滤芯以及位于出口段的多孔板, 列管式滤芯包括多个填充有化学吸附介质的列管, 多个列管径向排布, 多个列管与多孔板上的开孔交错分布。本发明所示的空气过滤器通过独特的列管和多孔板组合设计使滤芯内气体流动均匀, 化学吸附介质被利用充分, 吸附效率高, 而且结构紧凑, 适用于燃料电池系统使用。



1. 一种适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:包括可拆卸式结构的过滤器外壳、位于所述过滤器外壳中的内部滤芯、位于所述过滤器外壳上的进气口与出气口,所述进气口、内部滤芯以及出气口沿进气方向依次排列,所述内部滤芯包括物理过滤部分以及化学过滤部分,所述物理过滤部分用于过滤颗粒物,所述化学过滤部分包括位于化学过滤部分入口段的列管式滤芯、位于化学过滤部分中间段的整体式滤芯以及位于化学过滤部分出口段的多孔板,所述列管式滤芯包括多个填充有化学吸附介质的列管,所述多个列管多层环状排布,所述多孔板上设有多层环状排布的开孔,所述多个列管与所述多孔板上的开孔交错设置。

2. 根据权利要求1所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述每个列管为倒锥形列管,所述列管的出口端直径大于进气端直径;

优选的,所述倒锥形列管锥角的角度范围为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述化学过滤部分为整体式结构,所述列管式滤芯还包括用于布置所述列管的圆盘,所述多孔板为多孔的壳体的构件,所述圆盘与所述多孔板可拆卸连接,所述整体式滤芯位于所述列管式滤芯与所述多孔板组成的空间中;

优选的,所述圆盘的盘壁上设有多组凹槽,所述多孔板的环状壁面对应留有凸起,两者经由环状设置的凹槽与凸起连接。

4. 根据权利要求1所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述化学过滤部分中,所述整体式滤芯以及所述化学吸附介质的制作材料为多孔性、大比表面积材料;

优选的,所述多孔性、大比表面积材料为吸活性炭、活性氧化铝、分子筛、气凝胶、离子交换树脂、离子交换纤维中的一种或一种以上的组合;

进一步优选的,所述整体式滤芯的制作材料为经氮化、氨化、KOH、柠檬酸、氧化铜、氧化铈化学改性修饰的活性炭;

进一步的,所述整体式滤芯以及所述化学吸附介质外部还包裹一层无纺布。

5. 根据权利要求1所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述物理过滤部分包括粘贴于所述列管式滤芯前端的无纺布以及位于多孔板内侧的高效粉尘过滤膜。

6. 根据权利要求5所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述高效粉尘过滤膜为驻极体材料,以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;

优选的,所述驻极体材料为聚丙烯、聚四氟乙烯、环烯聚、六氟丙稀-聚四氟乙烯共聚物、聚三氟氯乙烯或聚酯。

7. 根据权利要求1所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述过滤器的进气口为相向对称设置的双开口。

8. 根据权利要求7所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述过滤器外壳包括上壳体以及下壳体,所述上下壳体活动连接,所述过滤器的双开口进气口设置在上壳体的侧面位置;

优选的,所述上壳体沿圆周向 90° 度间隔开有四个凹槽,所述下壳体对应所述凹槽在连接处相应的设有四个凸缘,所述凸缘夹紧在凹槽内并旋转一定角度,以使得所述上、下壳体紧固连接;

进一步优选的,所述上壳体与所示下壳体的连接处设有密封圈。

9. 根据权利要求 1 所述的适用于燃料电池的空气过滤器,其特征在于:所述过滤器外壳的制作材料为铝合金、不锈钢、塑料的一种或一种以上的组合。

10. 根据权利要求 3 所述的适用于列管的圆盘,其特征在于:所述圆盘的制作材料为成型活性炭、铝合金、不锈钢、塑料的一种。

一种适用于燃料电池系统的阴极空气过滤器

技术领域

[0001] 本发明属于燃料电池领域,涉及一种适用于燃料电池系统的空气过滤器。

背景技术

[0002] 能源危机及环境污染问题的日益加剧,特别是近年来各国对温室效应造成全球气候变暖的重视,发展低碳经济已经势在必行。就汽车行业而言,开发清洁、高效的燃料电池汽车并进行商业化推广早已被各国政府及各大汽车厂商提上日程。

[0003] 质子交换膜燃料电池(PEMFC)大都采用空气作为氧化剂,空气中的污染物(如固态颗粒物、CO、 C_mH_n 、 NO_x 、 SO_2 和 H_2S 等)会对 PEMFC 的性能造成不良影响,甚至可能造成 PEMFC 运行中断。

[0004] 为了消除空气中有害气体对于燃料电池耐久性的影响,目前一种行之有效的方法是在燃料电池阴极加装具有化学吸附功能的空气过滤器,不仅可以过滤颗粒物,还可以有效吸附空气中的污染物。

[0005] 中国专利 CN101079489A 采用自主研发的具有良好性能的化学吸附材料以及整体式吸附剂与空气通道交替排列结构(11、12),化学吸附效率高,同时采用憎水性膜(4)有效滤除空气(如海边潮湿的空气)中的水分,并能很方便地将整体式吸附剂从支撑构架(5)内取出,进行活化处理或者更换吸附剂。但过滤器的结构较复杂,空气阻力较大。

[0006] 同济大学的最新燃料电池空气过滤器中国专利 CN102423581A 设计了一种适用于 5kW 燃料电池堆的空气过滤器。通过加装导流板分流气体,不仅提高了空气过滤效果,同时还具备消声功能。改进后的结构主要分为物理过滤部分 14、化学过滤部分 15 以及锥形出口 16 三部分。物理过滤部分包括第一外壳 17、物理过滤滤芯 18 及第一法兰 19。化学过滤部分包括第二法兰 20、化学过滤滤芯 21、导流板 22 及第二外壳 23。空气先通过物理过滤滤芯 18 过滤空气中的固体颗粒杂质,再经过化学过滤滤芯 21 过滤空气中的化学吸附杂质,最后气体通过锥形出口 16 进入鼓风机。但是该滤器结构不够紧凑,所占安装空间大;另外,过滤器装配困难,不利于滤芯的更换。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种适用于燃料电池系统的阴极空气过滤器,整体压力损失小、化学吸附效率高、具有一定消声作用,并且结构更加紧凑的适用于燃料电池系统的空气过滤器。

[0008] 为达到以上目的,本发明所采用的解决方案是:

[0009] 一种适用于燃料电池的空气过滤器,包括可拆卸式结构的过滤器外壳、位于所述过滤器外壳中的内部滤芯、位于所述过滤器外壳上的进气口与出气口,所述进气口、内部滤芯以及出气口沿进气方向依次排列,所述内部滤芯包括物理过滤部分以及化学过滤部分,所述物理过滤部分用于过滤颗粒物,所述化学过滤部分包括位于化学过滤部分入口段的列管式滤芯、位于化学过滤部分中间段的整体式滤芯以及位于化学过滤部分出口段的多孔

板,所述列管式滤芯包括多个填充有化学吸附介质的列管,所述多个列管多层环状排布,所述多孔板上设有多个环状排布的开孔,所述多个列管与所述多孔板上的开孔交错设置。

[0010] 所述每个列管为倒锥形列管,所述列管的出口端直径大于进气端直径;

[0011] 优选的,所述倒锥形列管锥角的角度范围为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

[0012] 所述化学过滤部分为整体式结构,所述列管式滤芯还包括用于布置所述列管的圆盘,所述多孔板为多孔的壳体的构件,所述圆盘与所述多孔板可拆卸连接,所述整体式滤芯位于所述列管式滤芯与所述多孔板组成的空间中;

[0013] 优选的,所述圆盘的盘壁上设有多个凹槽,所述多孔板的环状壁面对应留有凸起,两者经由环状设置的凹槽与凸起连接。

[0014] 所述化学过滤部分中,所述整体式滤芯以及所述化学吸附介质的制作材料为多孔性、大比表面积材料;

[0015] 优选的,所述多孔性、大比表面积材料为吸活性炭、活性氧化铝、分子筛、气凝胶、离子交换树脂、离子交换纤维中的一种或一种以上的组合;

[0016] 进一步优选的,所述整体式滤芯的制作材料为经氮化、氨化、KOH、柠檬酸、氧化铜、氧化铈化学改性修饰的活性炭;

[0017] 进一步的,所述整体式滤芯以及所述化学吸附介质外部还包裹一层无纺布。

[0018] 所述物理过滤部分包括粘贴于所述列管式滤芯前端的无纺布以及位于多孔板内侧的高效粉尘过滤膜。

[0019] 所述高效粉尘过滤膜为驻极体材料,以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;

[0020] 优选的,所述驻极体材料为聚丙烯、聚四氟乙烯、环烯聚、六氟丙烯-聚四氟乙烯共聚物、聚三氟氯乙烯或聚酯。

[0021] 所述过滤器的进气口为相向对称设置的双开口。

[0022] 所述过滤器外壳包括上壳体以及下壳体,所述上下壳体活动连接,所述过滤器的双开口进气口设置在上壳体的侧面位置;

[0023] 优选的,所述上壳体沿圆周向 90° 度间隔开有四个凹槽,所述下壳体对应所述凹槽在连接处相应的设有四个凸缘,所述凸缘夹紧在凹槽内并旋转一定角度,以使得所述上、下壳体紧固连接;

[0024] 进一步优选的,所述上壳体与所示下壳体的连接处设有密封圈。

[0025] 所述过滤器外壳的制作材料为铝合金、不锈钢、塑料的一种或一种以上的组合。

[0026] 所述圆盘的制作材料为成型活性炭、铝合金、不锈钢、塑料的一种。

[0027] 由于采用上述方案,本发明的有益效果是:

[0028] 1、独特的列管和多孔板组合设计使滤芯内气体流动均匀,化学吸附介质被利用充分,吸附效率高;

[0029] 2、独特的进气方式、以及锥形列管设计使过滤器的整体压降小,同时具有消声功能;

[0030] 3、模块化的滤芯设计,便于过滤器滤芯的更换。

附图说明

- [0031] 图 1 是专利 CN101079489A 的燃料电池空气过滤器示意图；
- [0032] 图 2 是专利 CN102423581A 的燃料电池空气过滤器示意图；
- [0033] 图 3 是本发明的一实施例的燃料电池空气过滤器的三维截面图；
- [0034] 图 4 是图 3 所示实施例中燃料电池空气过滤器的外形结构图；
- [0035] 图 5 是图 3 所示实施例中燃料电池空气过滤器的气体流向示意图；
- [0036] 图 6 是图 3 所示实施例中燃料电池空气过滤器列管式滤芯正视剖面图；
- [0037] 图 7 是图 6 所示实施例中燃料电池空气过滤器列管式滤芯的仰视图；
- [0038] 图 8 是图 3 所示实施例中燃料电池空气过滤器多孔板正视剖面图；
- [0039] 图 9 是图 8 所示实施例中燃料电池空气过滤器多孔板的仰视图；
- [0040] 图 10 是图 3 所示实施例中燃料电池空气过滤器 Fluent 仿真 SO_2 穿透曲线图；
- [0041] 其中，上壳体 27、进气口 28、内部滤芯 29、列管 30、第一凹槽 31、多孔板 32、下壳体 33、出气口 34、凸缘 35、列管式滤芯 36、整体式滤芯 37、第二凹槽 40、环状壁面 41。

具体实施方式

[0042] 以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

[0043] 如图 3 至图 5 所示，本发明公开了一种适用于燃料电池的阴极空气过滤器，包括可拆卸结构的过滤器外壳、位于过滤器外壳上的进气口 28 与出气口 34、位于过滤器外壳中的内部滤芯 29，进气口 28、内部滤芯 29 以及出气口 34 沿进气方向依次分布，使得气体从进气口 28 进入后，能够经由内部滤芯 29 有效过滤后在通过出气口 34 排出。内部滤芯 29 包括位于内部滤芯 29 前部的物理过滤部分以及位于内部滤芯 29 后部的化学过滤部分，期中，物理过滤部分用于过滤颗粒物，化学过滤部分包括位于化学过滤部分入口段的列管式滤芯 36、位于中间段的整体式滤芯 37 以及位于出口段的多孔板 32，列管式滤芯 36 包括多个填充有化学吸附介质的列管 30 以及用于安放列管 30 的圆盘，多个列管 30 径向排布，呈环状多层排布，且列管 30 与多孔板 32 上的开孔交错分布，从而使气流在整个滤芯的化学吸附区域分布均匀，尽可能减小吸附死区。

[0044] 为确保过滤器内气体流动均匀、减小流动阻力以及提高吸附效率，本发明通过三个方面进行改进。

[0045] 首先，内部滤芯 29 由物理过滤部分和化学过滤部分组成，物理过滤部分位于化学过滤部分的前端，物理过滤依靠粘贴与列管滤芯前端的无纺布以及位于出气口 34 侧多孔板内的高效粉尘过滤膜，确保过滤除去半径大于 2.5 微米的颗粒物。本实施例中，高效粉尘过滤膜为驻极体材料，可为聚丙烯、聚四氟乙烯、环烯聚、六氟丙稀—聚四氟乙烯共聚物、聚三氟氯乙烯、聚酯，以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] 化学过滤部分为整体式结构，列管 30 布置在圆盘上，多孔板 32 为多孔的壳体的构件，圆盘与多孔板 32 可拆卸连接，整体式滤芯 37 位于列管式滤芯 36 与多孔板 32 组成的空间中。这样当模块化的滤芯设计，便于内部滤芯 29 的更换。本实施例中，圆盘的制作材料为成型活性炭、铝合金、不锈钢、塑料的一种，圆盘的盘壁上设有多组凹槽，多孔板 32 的环状壁面对应凹槽留有凸起，两者通过环状设置的凹槽与凸起卡接连接。如图 6 所示，圆盘上开有第二凹槽 40，深度 2mm，如图 9 所示，对应圆盘上的第二凹槽 40，多孔板 32 的环状壁面 41 留有 2mm 盈余，可插入第二凹槽 40 内实现圆盘与多孔板 32 的紧固连接。

[0047] 同时,位于化学过滤部分入口段的列管滤芯包括径向规则排布的列管 30,列管 30 中内填充化学吸附介质,列管 30 与多孔板 32 上的开孔交错分布。如图 8 所示,多孔板 32 的开口同样呈环状排布,多孔板 32 上开孔圆心与列管开口圆心相互交错,从而有助于气流在整个化学吸附区域分布均匀,尽可能减小吸附死区。

[0048] 此外,为提高内部滤芯 29 的吸附量以及去除空气中不同性质的有害气体,整体式滤芯 37 与化学吸附介质采用活性炭、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,并进行氮化、氯化处理、KOH、柠檬酸、氧化铜、氧化铈等化学改性修饰,以去除空气中微量的 SO_2 、 NH_3 、 NO_x 和 C_mH_n 等有害气体。本实施例中,列管 30 中填充的化学吸附介质为无纺布包裹的且经化学改性修饰的活性炭,厚度为 30mm。

[0049] 其次,列管 30 采用倒锥形结构,列管 30 的出口端直径大于进气端直径,锥度范围为 5° 至 10° 不等,起到抑制噪声及气流平滑过渡的作用。图 6 和图 7 分别是本发明的燃料电池空气过滤器列管式滤芯 36 正视剖面图及仰视图。列管 30 环状排布,圆盘直径为 20mm,列管 30 呈锥形,锥度 5° 至 10° 不等,长度为 10mm。随着环形直径的增大,相应的列管 30 排布数量也增多,整个圆盘的开孔率近 50%。

[0050] 本发明所示的内部滤芯 29 结构,当不设置整体式滤芯 37 时,列管式滤芯 36 和后多孔板 32 形成一个扩张室,同时,由于列管 30 为倒锥形设计,因此,该扩张室和多孔板对噪声都有很好抑制作用。

[0051] 最后,过滤器进气口 28 为对称开口的进气口,以减缓进入过滤器的气流波动。本实施例中,可拆卸结构的过滤器外壳包括上壳体 27 和下壳体 33,过滤器外壳的制作材料为铝合金、不锈钢、塑料的一种或一种以上的组合。对称开口的进气口 28 设置在上壳体 27 上,出气口 34 设置在下壳体 33 上,上下壳体之间可拆卸连接,便于拆装更换滤芯。且上壳体 27 与所示下壳体 33 之间设有密封圈。图 4 所示为本发明一个实例的空气过滤器外部结构图。上壳体 27 圆周向 90° 度间隔开有四个凹槽 31,而下壳体 33 在连接处相应的设有四个凸缘 35,通过把凸缘 35 夹紧在第一凹槽 31 内并旋转一定角度,使过滤器上下外壳连接紧固。这种装配方式拆装简易,操作起来简单可靠。

[0052] 以下结合针对 7kW 燃料电池系统设计的阴极空气过滤器结构对本发明的工作原理进行说明。

[0053] 过滤器外壳由铝合金制作而成;用于去除空气中固体颗粒物的物理过滤部分可使用无纺布材料;粉尘高效过滤网采用极化的聚四氟乙烯膜;化学吸附介质采用大比表面积颗粒活性炭;整体式滤芯 37 采用的是浸渍 KOH 和柠檬酸活化改性后的颗粒状活性炭,并通过无纺布袋式填充包裹,用以去除空气中的主要杂质气体 SO_2 、 NO_x 、 HN_3 和 H_2S 等。

[0054] 如图 5 所示,含有颗粒污染物和化学污染物的空气从过滤器上壳体 27 上两个 180° 对称的入口 28 进入过滤器内部,先通过列管式滤芯 36,无纺布置于滤芯外层,首先起到物理过滤的作用,滤除掉颗粒污染物。列管 30 内填充活性炭作为化学吸附滤芯,可以吸附空气中的有害气体。随后空气由列管 30 进入整体式滤芯 37 的化学吸附区域,整体式滤芯 37 填充了活性炭作为化学吸附介质,活性炭外部包裹无纺布,用以滤除空气中的杂质气体。多孔板 32 前放置一层极化的聚四氟乙烯膜,用于过滤经气流冲刷可能产生的活性炭微细颗粒,最后洁净空气由多孔板 32 穿过滤芯,从出口 34 流出过滤器,由压缩机或鼓风机将其

送入燃料电池系统。

[0055] 图 10 为通过 Fluent 仿真所得的 SO_2 穿透曲线图。经试验,该过滤器在空气中 SO_2 浓度达到 0.175PPm 条件下,可以使用 1500 小时才失效。

[0056] 上述对实施例的描述是为了便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域的技术人员显然可以较容易的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,不脱离本发明的范畴可做出相应的改进和修改,这都应该在本发明的保护范围之内。

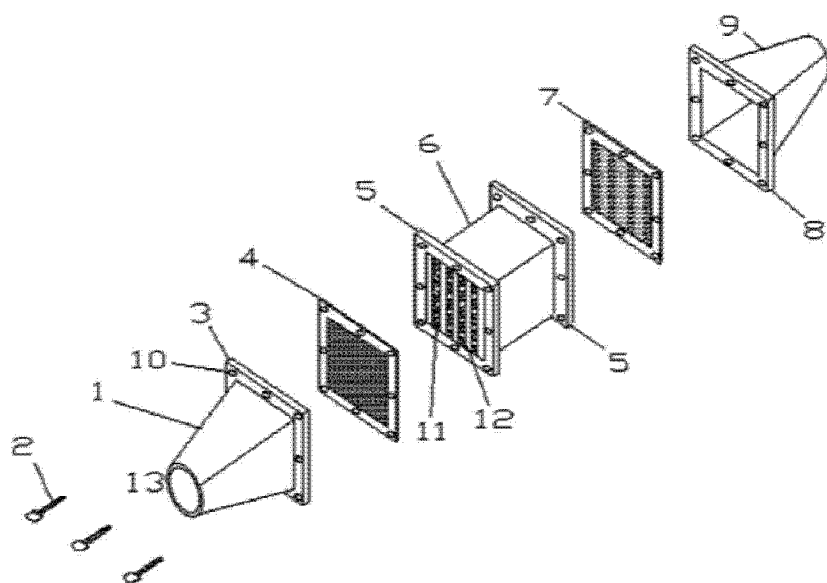


图 1

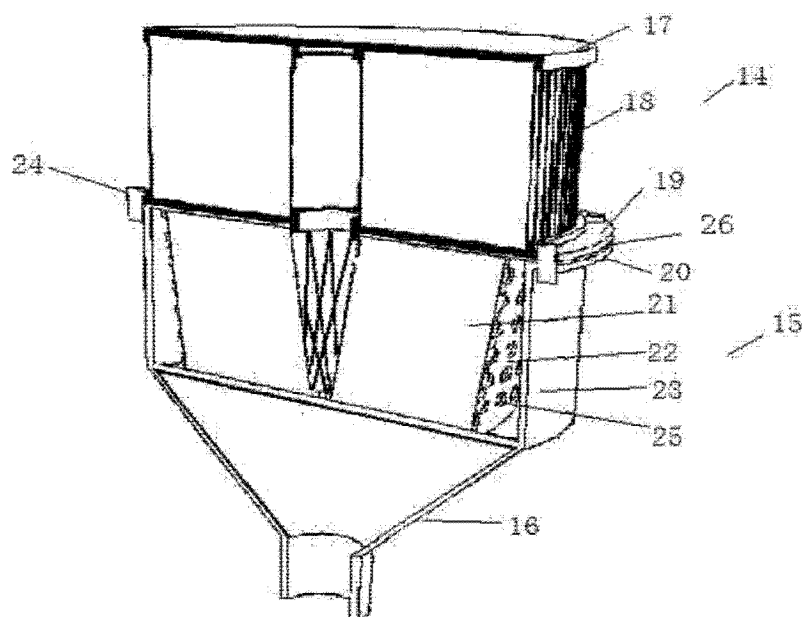


图 2

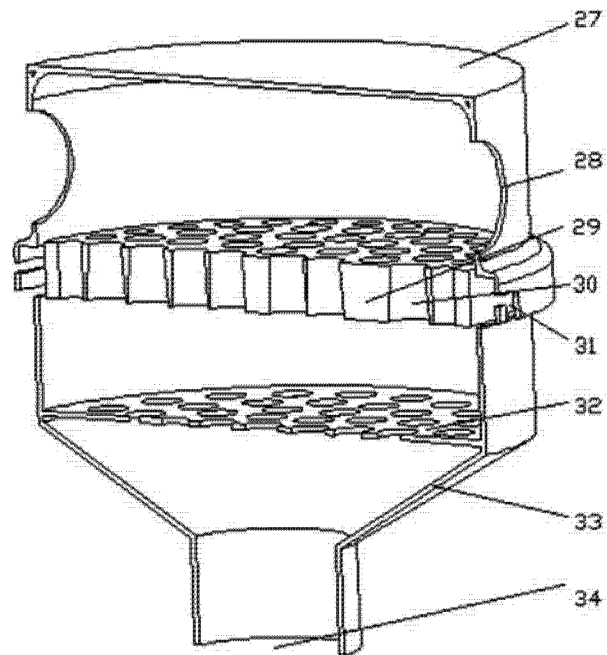


图 3

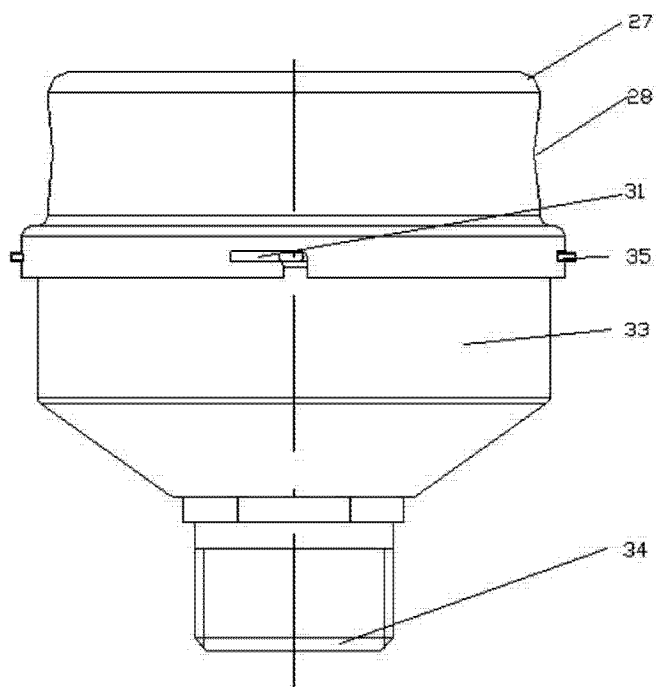


图 4

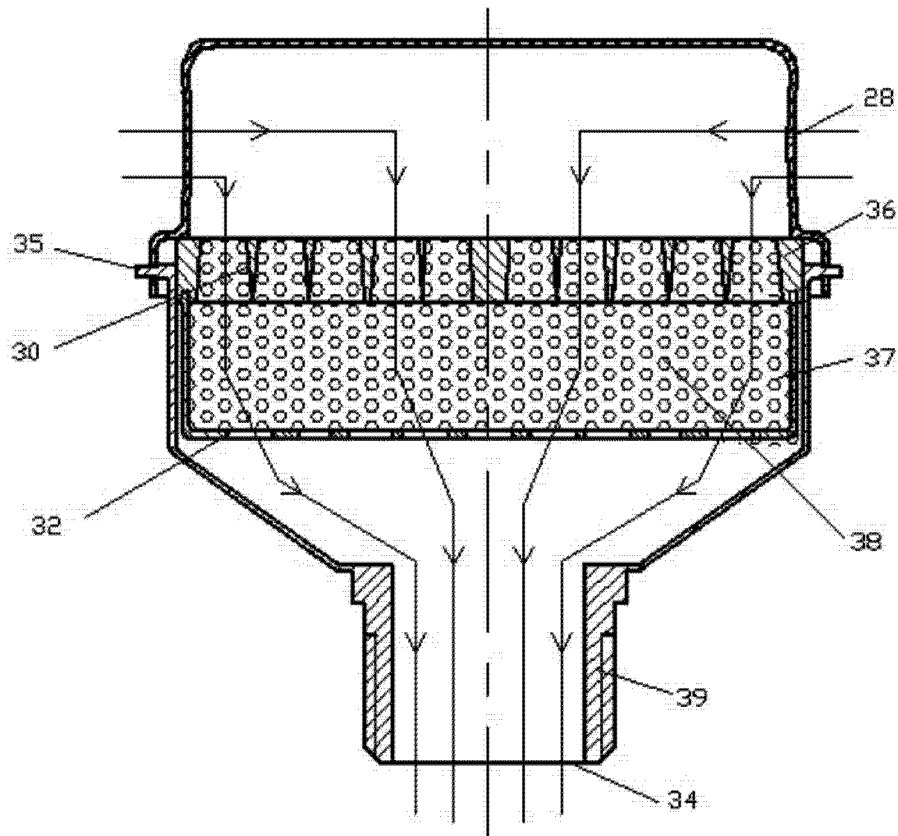


图 5

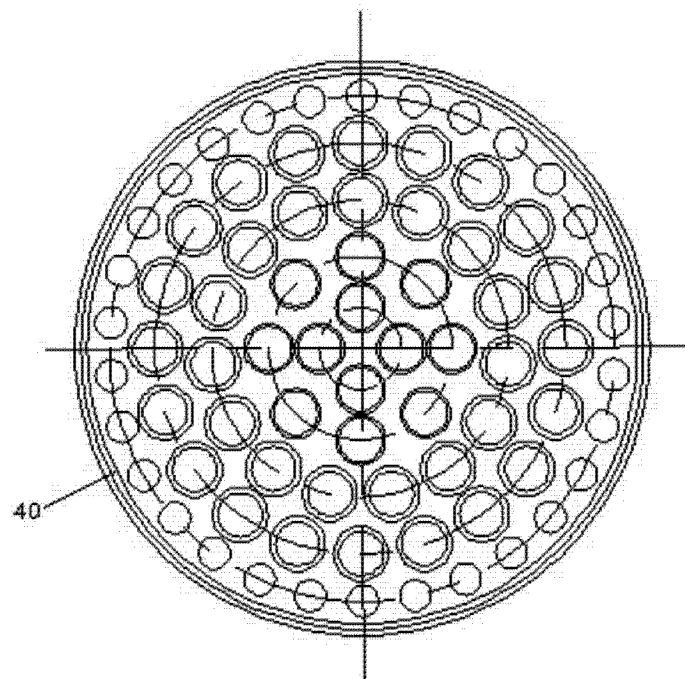


图 6

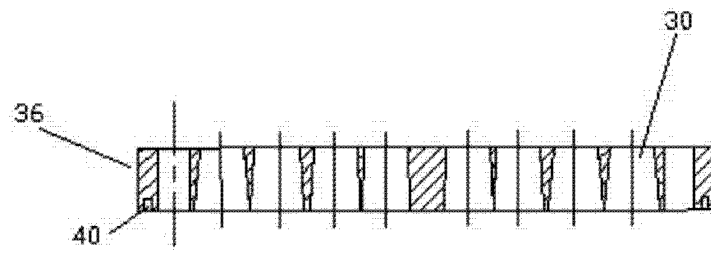


图 7

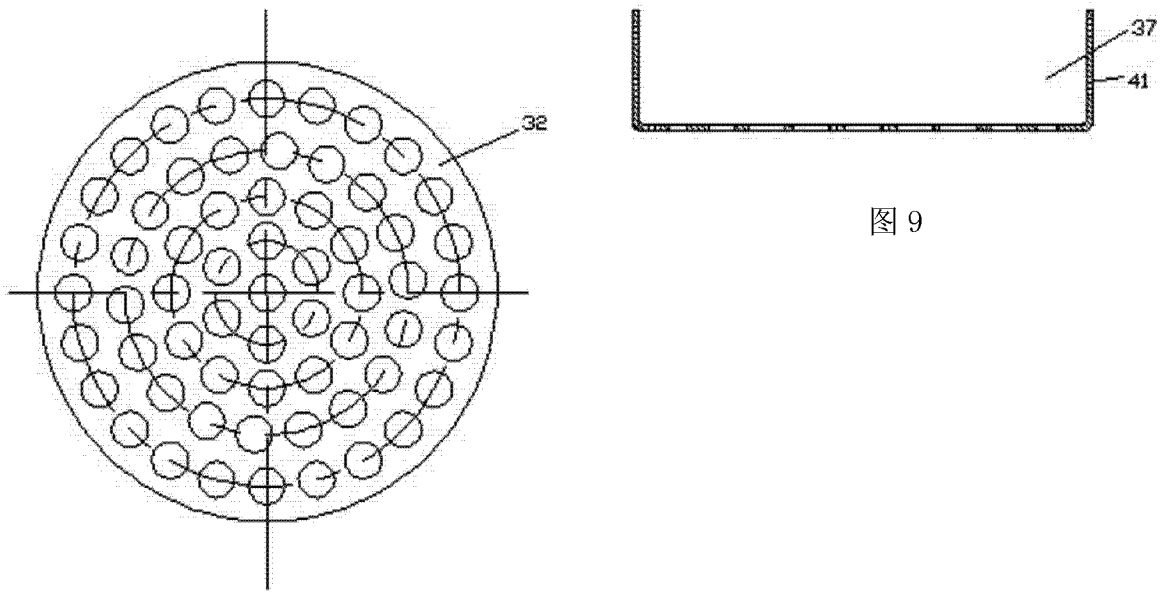


图 9

图 8

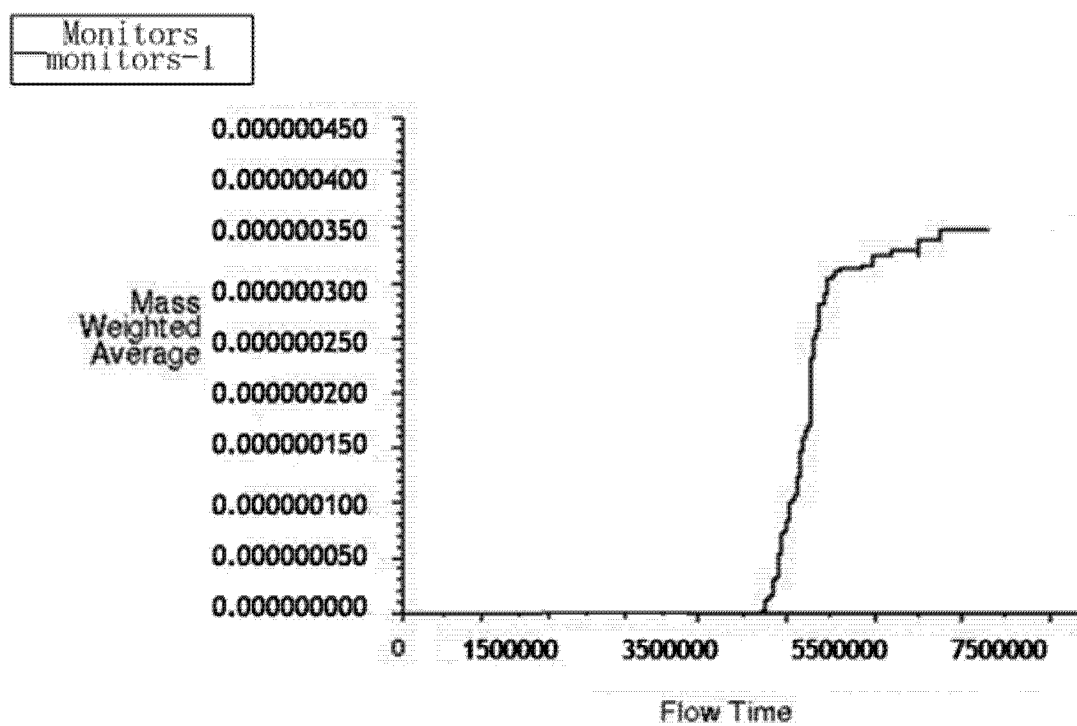


图 10