



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103203161 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 17

(21) 申请号 201310063999. X

B01D 53/86(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 02. 28

B01D 53/56(2006. 01)

(71) 申请人 煤炭科学研究总院

地址 100013 北京市朝阳区青年沟路 5 号

(72) 发明人 熊银伍 孙仲超 王鹏 梁大明

李雪飞 吴涛 李艳芳 肖宏生

郭良元 国晖 傅翔 刘春兰

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 关畅

(51) Int. Cl.

B01D 53/10(2006. 01)

B01D 53/76(2006. 01)

B01D 53/50(2006. 01)

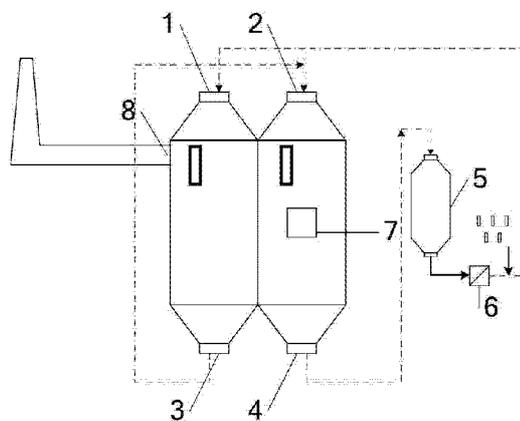
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种烟气联合脱硫脱硝脱汞装置及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种联合脱硫脱硝脱汞装置及其方法。该装置包括脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器；脱硫脱汞反应器的侧壁上设有烟气入口，与设置烟气入口相对的脱硫脱汞反应器的侧壁通过筛板与集气室 a 相连接，所述脱硫脱汞反应器的顶部设有脱硫脱汞反应器活性焦入口，其底部设有脱硫脱汞反应器活性焦出口；脱硝脱汞反应器的侧壁上设有烟气出口；脱硝脱汞反应器的顶部设有脱硝脱汞反应器活性焦入口，其底部设有脱硝脱汞反应器活性焦出口；脱硝脱汞反应器活性焦出口与脱硫脱汞反应器活性焦入口相连接，脱硫脱汞反应器活性焦出口与再生反应器相连接。本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞的方法利用本发明的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置，同时提高了脱硫、脱硝和脱汞效率，并可对 SO₂ 气体进行回收利用。



1. 一种联合脱硫脱硝脱汞装置,包括脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器;其特征在于:所述脱硫脱汞反应器的侧壁上设有烟气入口,与设置烟气入口相对的所述脱硫脱汞反应器的侧壁通过筛板与集气室 a 相连接,所述集气室 a 内设有喷 NH_3 装置,所述脱硫脱汞反应器的顶部设有脱硫脱汞反应器活性焦入口,其底部设有脱硫脱汞反应器活性焦出口;所述脱硝脱汞反应器的侧壁上设有烟气出口,且所述脱硝脱汞反应器的一个侧壁通过筛板与集气室 b 相连接,所述集气室 a 与所述集气室 b 相连通;所述脱硝脱汞反应器的顶部设有脱硝脱汞反应器活性焦入口,其底部设有脱硝脱汞反应器活性焦出口;所述脱硝脱汞反应器活性焦出口与所述脱硫脱汞反应器活性焦入口相连通,所述脱硫脱汞反应器活性焦出口与再生反应器相连通,所述再生反应器的出口分别与所述脱硫脱汞反应器活性焦入口和脱硝脱汞反应器活性焦入口相连通。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于:所述烟气入口设于所述脱硫脱汞反应器的中部;所述烟气出口设于近所述脱硝脱汞反应器的顶部处。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于:所述再生反应器与筛分装置相连通,所述筛分装置的合格粒径的出口分别与所述脱硫脱汞反应器活性焦入口和脱硝脱汞反应器活性焦入口相连通。

4. 一种烟气脱硫脱硝脱汞的方法,包括如下步骤:利用权利要求 1-3 中任一所述的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置对待净化的烟气进行脱硫脱硝脱汞,得到符合排放标准的烟气;在所述待净化烟气进入所述脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器进行净化时,向所述脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器中循环加入活性焦。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于:待净化烟气的净化路线是:待净化的烟气从所述烟气入口进入至所述脱硫脱汞反应器内,与所述脱硫脱汞反应器内的活性焦接触;然后所述烟气进入所述集气室 a 内,与所述喷 NH_3 装置喷出的 NH_3 预混合后进入所述集气室 b 内,进而进入所述脱硝脱汞反应器内;所述烟气与所述脱硝脱汞反应器内的活性焦接触,然后从所述烟气出口排出达到符合排放标准的烟气;

所述活性焦的循环路线是:再生后活性焦和部分新鲜活性焦分别从脱硝脱汞反应器活性焦入口和脱硫脱汞反应器活性焦入口进入所述脱硝脱汞反应器和脱硫脱汞反应器内,所述活性焦依靠重力在所述脱硝脱汞反应器内自上而下移动并脱除烟气中的 NO_x 和汞,然后从所述脱硝脱汞反应器活性焦出口出来通过所述脱硫脱汞反应器活性焦入口进入至所述脱硫脱汞反应器内;所述活性焦依靠重力在所述脱硫脱汞反应器内自上而下移动并吸附烟气中的 SO_2 和汞;然后从所述脱硫脱汞反应器活性焦出口出来后进入所述再生反应器内进行活性焦的再生;再生后的活性焦和补充的新鲜活性焦分别从所述脱硝脱汞反应器活性焦入口和脱硫脱汞反应器活性焦入口进入到所述脱硝脱汞反应器和脱硫脱汞反应器内,开始新的循环。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法,其特征在于:所述烟气的温度为 $110^\circ\text{C} \sim 180^\circ\text{C}$ 。

一种烟气联合脱硫脱硝脱汞装置及其方法

技术领域

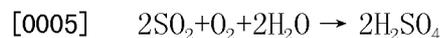
[0001] 本发明涉及一种烟气净化装置及其方法,具体涉及一种烟气联合脱硫脱硝脱汞装置及其方法。

背景技术

[0002] 燃煤烟气中的 SO_2 和 NO_x 所引起的酸雨和光化学烟雾等环境污染已成为影响人类生存环境的严重问题,而且重金属汞的污染控制也日益提上日程,随着近年来环保要求的提高,同时控制 SO_2 、 NO_x 和汞排放的要求更加紧迫。相对于单独应用传统的脱硫、脱硝和除汞技术,联合脱硫脱硝脱汞技术在经济性、资源利用效率方面具有优势,我国燃煤污染日趋严重,大力发展低费用、高效率的燃煤污染防治技术是当务之急,因此具有费用低、结构紧凑等优点的联合脱硫脱硝脱汞技术受到越来越多的重视。

[0003] 活性焦烟气联合脱硫脱硝脱汞技术是一种先进的干法烟气联合脱硫脱硝脱汞技术,该技术脱硫脱硝脱汞效率高,脱除过程基本不消耗水,适合在我国缺水地区推广应用;脱除产物可资源化,能够在一定程度上缓解目前我国硫资源短缺的现状;采用的煤基吸附剂以我国储量相对丰富的煤炭为主要原料,原料供应有充足保证。因此,该技术是一种适合我国国情、高效且经济的燃煤烟气污染联合控制技术。

[0004] 活性焦脱硫工艺原理是基于 SO_2 在活性焦表面的吸附和催化作用,烟气中的 SO_2 在 $110 \sim 180^\circ\text{C}$ 的温度下,与烟气中氧气、水蒸汽发生反应化学反应生成硫酸吸附在活性焦孔隙内,反应式如下:



[0006] 活性焦脱硝工艺原理是利用活性焦的催化特性,采用低温选择性催化还原反应(SCR)法,在烟气中配入少量 NH_3 ,促使 NO 发生选择性催化还原反应生成无害的 N_2 直接排放,反应方程式如下:



[0008] 活性焦脱汞是利用活性焦表面的官能团及其孔隙结构使汞吸附在活性焦的孔隙中。

[0009] 由于烟气中汞的浓度相比于烟气中的 SO_2 或 NO_x 浓度较低,汞的吸附脱除对 SO_2 与 NO_x 在活性焦上的吸附或反应基本没有影响,因此汞可以在活性焦脱硫时被脱除,也可在活性焦脱硝时被脱除;但是活性焦脱硝过程中需要喷入氨气,如果有 SO_2 存在会对脱硝产生一定的不利影响,因此活性焦脱硫与脱硝应该分开进行。

[0010] 吸附 SO_2 后的活性焦被加热再生时,释放出 SO_2 ,能够恢复脱硫活性,活性焦加热再生过程中释放出的富含 SO_2 ($\text{V}/\text{V}: 20\% \sim 40\%$) 气体可作为化工原料进行回收利用,其加工工艺均已非常成熟,根据市场需求可生产出多种含硫元素的商品级产品,如硫酸、单质硫、化肥、液体 SO_2 或其它含硫化工产品等,不对环境造成二次污染。

发明内容

[0011] 本发明的一个目的是提供一种烟气联合脱硫脱硝脱汞装置。

[0012] 本发明的另一个目的是提供一种利用上述装置进行联合脱硫脱硝脱汞的方法。

[0013] 本发明所提供的一种烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,包括脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器;所述脱硫脱汞反应器的侧壁上设有烟气入口,与设置烟气入口相对的所述脱硫脱汞反应器的侧壁通过筛板与集气室 a 相连接,所述集气室 a 内设有喷 NH_3 装置,所述脱硫脱汞反应器的顶部设有脱硫脱汞反应器活性焦入口,其底部设有脱硫脱汞反应器活性焦出口;所述脱硝脱汞反应器的侧壁上设有烟气出口,且所述脱硝脱汞反应器的一个侧壁通过筛板与集气室 b 相连接,所述集气室 a 与所述集气室 b 相连通;所述脱硝脱汞反应器的顶部设有脱硝脱汞反应器活性焦入口,其底部设有脱硝脱汞反应器活性焦出口;所述脱硝脱汞反应器活性焦出口与所述脱硫脱汞反应器活性焦入口相连通,所述脱硫脱汞反应器活性焦出口与再生反应器相连通,所述再生反应器的出口分别与所述脱硫脱汞反应器活性焦入口和脱硝脱汞反应器活性焦入口相连通。

[0014] 上述的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,所述烟气入口设于所述脱硫脱汞反应器的中部;所述烟气出口设于近所述脱硝脱汞反应器的顶部处。

[0015] 上述的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,所述再生反应器与筛分装置相连通,所述筛分装置的合格粒径的出口分别与所述脱硫脱汞反应器活性焦入口和脱硝脱汞反应器活性焦入口相连通。

[0016] 本发明提供的一种烟气脱硫脱硝脱汞的方法,包括如下步骤:利用上述的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置对待净化的烟气进行脱硫脱硝脱汞,得到符合排放标准的烟气;在所述待净化烟气进入所述脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器进行净化时,向所述脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器中循环加入活性焦。

[0017] 上述的方法中,待净化烟气的净化路线是:待净化的烟气从所述烟气入口进入至所述脱硫脱汞反应器内,与所述脱硫脱汞反应器内的活性焦接触;然后所述烟气进入所述集气室 a 内,与所述喷 NH_3 装置喷出的 NH_3 预混合后进入所述集气室 b 内,进而进入所述脱硝脱汞反应器内;所述烟气与所述脱硝脱汞反应器内的活性焦接触,然后从所述烟气出口排出达到符合排放标准的烟气;

[0018] 所述活性焦的循环路线是:再生后活性焦和部分新鲜活性焦分别从脱硫脱汞反应器活性焦入口和脱硝脱汞反应器活性焦入口进入所述脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器内,所述活性焦依靠重力在所述脱硝脱汞反应器内自上而下移动并脱除烟气中的 NO_x 和汞,然后从所述脱硝脱汞反应器活性焦出口出来通过所述脱硫脱汞反应器活性焦入口进入至所述脱硫脱汞反应器内;所述活性焦依靠重力在所述脱硫脱汞反应器内自上而下移动并吸附烟气中的 SO_2 和汞;然后从所述脱硫脱汞反应器活性焦出口出来后进入所述再生反应器内进行活性焦的再生;再生后的活性焦和补充的新鲜活性焦分别从所述脱硝脱汞反应器活性焦入口和脱硫脱汞反应器活性焦入口进入到所述脱硝脱汞反应器和脱硫脱汞反应器内,开始新的循环。

[0019] 上述的方法中,所述烟气的温度可为 $110^\circ\text{C} \sim 180^\circ\text{C}$ 。

[0020] 上述方法中,所述活性焦可为以无烟煤、烟煤或褐煤的一种或几种为原料生产的活性焦。

[0021] 上述方法中,所述活性焦在所述脱硝脱汞反应器内的下移速度可根据 NO_x 浓度进

行调整,具体可调整为在所述脱硫脱汞反应器内的下移速度的 $1/10 \sim 1$ 之间。

[0022] 本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置具有如下优点:

[0023] (1) 由于脱硝是将活性焦作为催化剂使用,而烟气中汞的浓度又较低,很长时间都不会达到吸附饱和;而烟气是先脱硫脱汞后脱硝脱汞,因此脱硝脱汞反应器内的活性焦会受到少量残留 SO_2 的影响,因此综合这两个原因来考虑,可以使脱硝脱汞反应器内活性焦下移速度较脱硫脱汞反应器慢,这样可以保证活性焦能保持较为稳定的脱硝效率,也极大的降低了脱硝脱汞反应器内活性焦的再生循环,节省了大量的能量,而且由于下移速度慢也降低了活性焦之间的摩擦,减少了活性焦破碎,大大提升了活性焦的使用寿命。

[0024] (2) 由于从脱硝脱汞反应器出来的活性焦只吸附了少量的 SO_2 , 远远没有达到饱和,因此可以返回脱硫脱汞反应器再利用继续脱硫脱汞,不将从脱硝脱汞反应器出来的活性焦送入再生反应器,可以大大节省活性焦再生需要的热能,同时也降低了再生系统的负荷。

[0025] (3) 脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器的主体结构简单,容易加工,烟气与活性焦为错流形式,气体阻力较小,有利于脱硫脱硝脱汞效率的提高;脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器内部结构简单,可减少活性焦摩擦,降低活性焦的破碎量,且可使烟气与活性焦接触充分,有利于脱硫脱硝脱汞效率的提高。

[0026] (4) 脱硫的同时将烟气中的汞一同脱除,未被脱除的汞可以在脱硝的同时二次脱除,大大提高了汞的脱除效率;而且这种工艺不用单独再配一个脱汞系统,相比于工业上独立使用的脱汞装置,大大节省了环保费用,也节省了装置的占地,提高了企业的经济效益。

[0027] (5) 脱硫脱汞反应器出来的烟气,残留少量 SO_2 , 可以在脱硝脱汞反应器内二次脱除,实现了精脱硫,极大的提升了 SO_2 脱除效率,大大降低了烟气排入大气的 SO_2 浓度,可以有效控制 SO_2 的排放总量。

[0028] (6) 工艺污染物脱除效率高, SO_2 脱除效率 $\geq 95\%$, NO_x 脱除效率 $\geq 70\%$, 汞脱除效率 $\geq 70\%$ 。

[0029] 本发明提供的一种烟气联合脱硫脱硝脱汞的方法,由于该方法利用本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,同时提高了脱硫、脱硝和脱汞效率,并可对 SO_2 气体进行回收利用。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置的结构示意图。

[0031] 图 2 为本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置的脱硫脱汞反应器的结构示意图。

[0032] 图 3 为本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置的脱硝脱汞反应器的结构示意图。

[0033] 图 4 为本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置的脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器内活性焦与烟气的流动方向示意图。

具体实施方式

[0034] 下述实施例中所使用的实验方法如无特殊说明,均为常规方法。

[0035] 下述实施例中所用的材料、试剂等,如无特殊说明,均可从商业途径得到。

[0036] 本发明下述实施例所用的活性焦购买于科兴炭业有限责任公司。

[0037] 本发明下述实施例中烟气中 SO_2 与 NO 采用北京北分麦哈克分析仪器有限公司生产的 SO_2 与 NO 红外线分析仪,型号为 QGS-08B。将脱硫脱硝脱汞之后的烟气分别引入分析仪器,分析仪器自动测定烟气中 SO_2 和 NO 浓度,然后将信号传给计算机将数据保存下来。汞分析仪器采用俄罗斯 Lumex 公司的 RA-915M 汞分析仪。测定烟气污染物初始浓度与脱硫脱硝脱汞后的浓度,通过计算即可得到脱除效率。

[0038] 本发明提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,其结构如图 1 所示,其中的脱硫脱汞反应器和脱硝脱汞反应器的结构示意图分别如图 2 和图 3 所示,图中各标记为: I 脱硝脱汞反应器、II 脱硫脱汞反应器、1 脱硝脱汞反应器活性焦入口、2 脱硫脱汞反应器活性焦入口、3 脱硝脱汞反应器活性焦出口、4 脱硫脱汞反应器活性焦出口、5 再生反应器、6 筛分装置、7 烟气入口、8 烟气出口、9 集气室 a、10 集气室 b。

[0039] 该装置包括脱硫脱汞反应器 II 和脱硝脱汞反应器 I,脱硫脱汞反应器 II 的侧壁的中部处设有烟气入口 7,与烟气入口 7 相对的脱硫脱汞反应器 II 的侧壁通过筛板与集气室 a9 相连接,集气室 a9 内设有喷 NH_3 装置,脱硫脱汞反应器 II 的顶部设有脱硫脱汞反应器活性焦入口 2,其底部设有脱硫脱汞反应器活性焦出口 4;脱硝脱汞反应器 I 的侧壁上近其顶部处设有烟气出口 8,且该脱硝脱汞反应器 I 的一个侧壁通过筛板与集气室 b10 相连接,集气室 a9 和集气室 b10 相连通;脱硝脱汞反应器 I 的顶部设有脱硝脱汞反应器活性焦入口 1,其底部设有脱硝脱汞反应器活性焦出口 3;脱硝脱汞反应器活性焦出口 3 与脱硫脱汞反应器活性焦入口 2 相连通,脱硫脱汞反应器活性焦出口 4 与再生反应器 5 相连通,再生反应器 5 的出口与筛分装置 6 相连通,筛分装置 6 的合格粒径的出口分别与脱硫脱汞反应器活性焦入口 2 和脱硝脱汞反应器活性焦入口 1 相连通,经过再生的活性焦经过筛分装置 6 的合格粒径的出口得到合格粒度的活性焦,再生后的活性焦和补充的新鲜的活性焦通过脱硝脱汞反应器活性焦入口 1 和脱硫脱汞反应器活性焦入口 2 分别进入到脱硝脱汞反应器 I 和脱硫脱汞反应器 II 内,进入下一个循环。

[0040] 该装置的脱硫脱汞反应器 II 和脱硝脱汞反应器 I 的内部活性焦与烟气的流动方向示意图如图 4 所示,待净化的烟气自烟气入口进入至脱硫脱汞反应器 II 内,然后进入集气室 a 中,与喷 NH_3 装置喷出的 NH_3 混合后进入至集气室 b 中,然后进入脱硝脱汞反应器 I 内,最后通过烟气出口排出;活性焦在脱硫脱汞反应器 II 和脱硝脱汞反应器 I 内均通过重力自上而下移动,在移动过程中与烟气接触。

[0041] 用上述提供的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置进行脱硫、脱硝和脱汞,具体过程为:将初装活性焦 500t 分别从脱硝脱汞反应器活性焦入口 1 和脱硫脱汞反应器活性焦入口 2 加入到脱硝脱汞反应器 I 和脱硫脱汞反应器 II 中;活性焦依靠重力在脱硝脱汞反应器 I 内自上而下移动并脱除烟气中的 NO_x 和汞,然后从脱硝脱汞反应器活性焦出口 3 出来通过脱硫脱汞反应器活性焦入口 2 进入至脱硫脱汞反应器 II 内;活性焦依靠重力在脱硫脱汞反应器 II 内自上而下移动并吸附烟气中的 SO_2 和汞;然后从脱硫脱汞反应器活性焦出口 4 出来后进入再生反应器 5 内进行活性焦的再生;再生后的活性焦和补充的新鲜活性焦分别从脱硝脱汞反应器活性焦入口 1 和脱硫脱汞反应器活性焦入口 2 进入到脱硝脱汞反应器 I 和脱硫脱汞反应器 II 内,开始新的循环;将待净化烟气 (SO_2 浓度为 $3000\text{mg}/\text{Nm}^3$, NO_x 浓度为 $400\text{mg}/$

Nm^3 , 汞的浓度 $20 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, 烟气的温度为 120°C) 从烟气入口 7 加入至该装置的脱硫脱汞反应器 II 中与活性焦接触, 以脱除烟气中的 SO_2 和汞, 控制烟气流速为 $80000\text{Nm}^3/\text{h}$; 然后将烟气引入集气室 a9 后与喷 NH_3 装置喷出的 NH_3 预混合后进入集气室 b10 内, 然后进入脱硝脱汞反应器 I 内与活性焦接触, 以脱除烟气中的 NO_x 和汞, 以及进一步精脱硫; 然后从烟气出口 8 排出达到符合排放标准的烟气。整个过程 SO_2 脱除效率为 98%, NO_x 脱除效率为 75%, 汞的脱除效率为 80%。

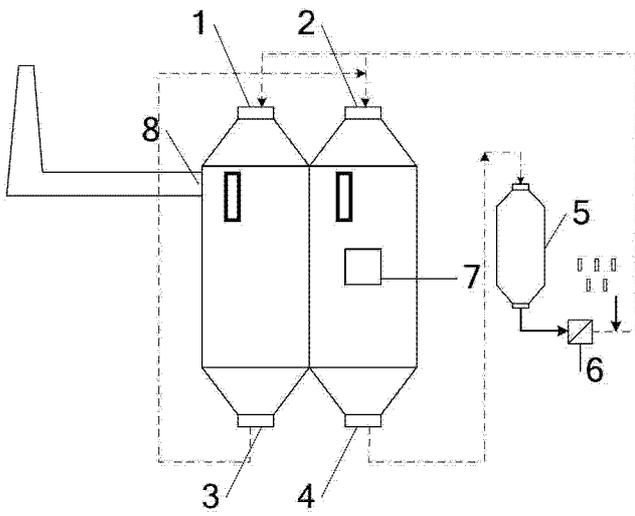


图 1

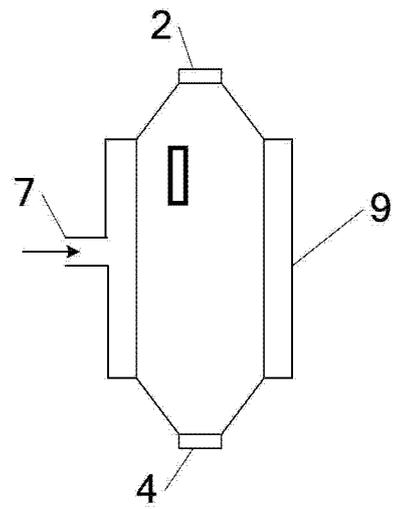


图 2

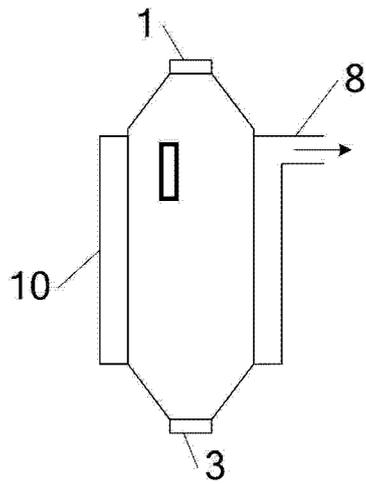


图 3

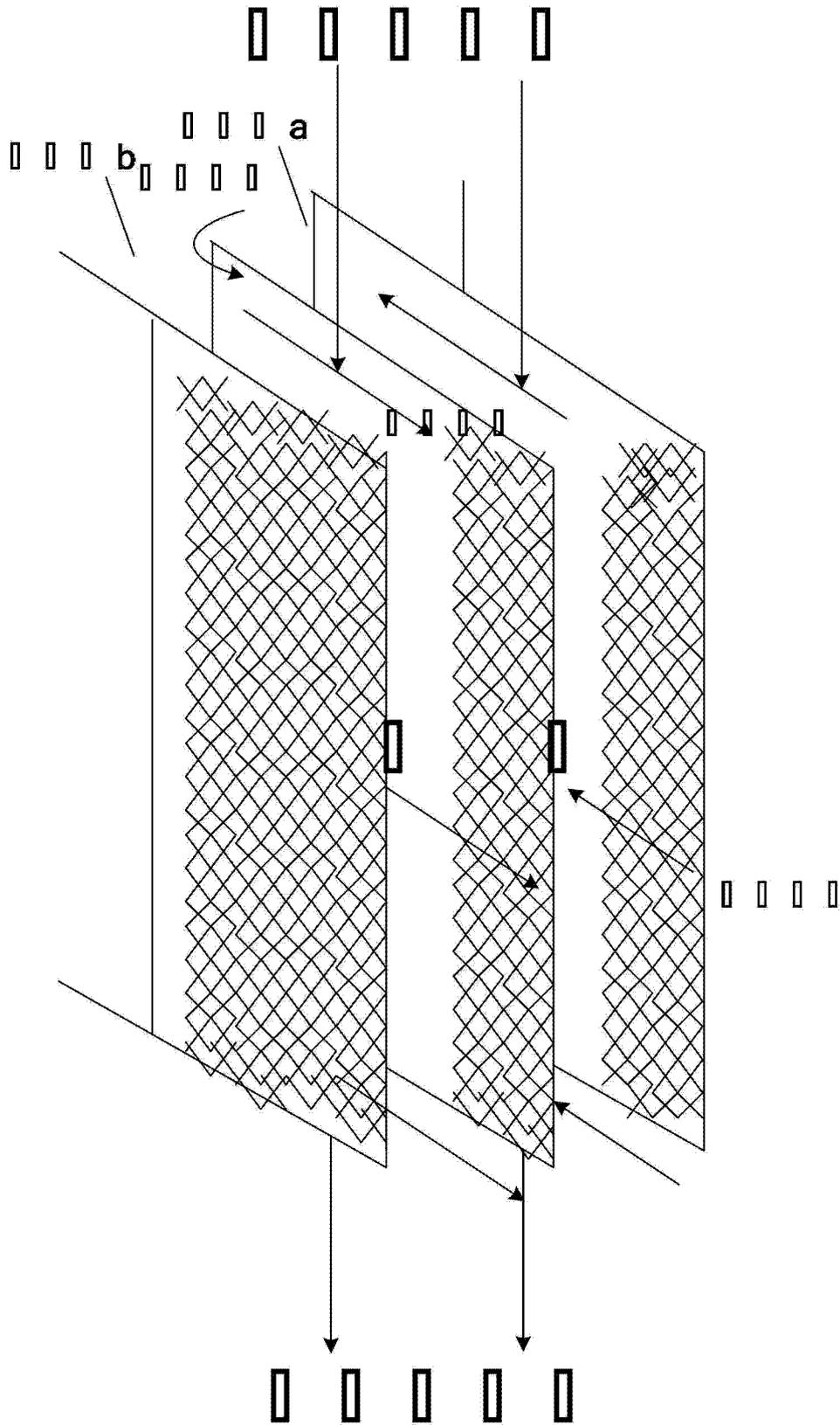


图 4