[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
*B01D 53/80* (2006.01)
*B01D 53/78* (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310102918.9

[45] 授权公告日 2008 年 2 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100371054C

[22] 申请日 2003.10.24
[21] 申请号 200310102918.9
[30] 优先权
[32] 2002.10.24 [33] US [31] 10/279,425
[73] 专利权人 巴布考克及威尔考克斯公司
地址 美国路易斯安那州
[72] 发明人 J·J·弗罗特索斯
[56] 参考文献
US4343771A 1982.8.10
US5641338A 1997.6.24
US2645467A 1954.7.14
审查员 王东升

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
代理人 吴明华

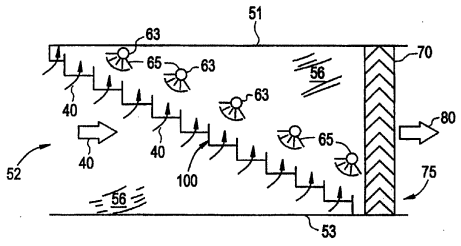
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

具有阶梯托盘的烟道气脱硫系统

[57] 摘要

提供一种阶梯形托盘以增加在烟道气脱硫室中有用的气体－稀浆接触面积。托盘重新引导水平流动的烟道气向上穿过托盘以增加与稀浆的接触面积和接触时间，从而在烟道气被排放到大气以前，从化石燃料燃烧的烟道气中除去 $SO_x$ 或者其它污染物。托盘也适合于在垂直塔系统中使用。



1．一种烟道气脱硫单元，包括：

腔室，具有限定其中的流动途径的底部、侧壁和进口及出口；

阶梯形多孔托盘，限定多个具有多孔底板的顶部开放隔间，托盘定位于腔室内并跨越流动途径；以及

喷射稀浆进入烟道气的装置，位于阶梯形托盘上方；

所述的稀浆喷射装置包括多个位于在腔室底部上方不同垂直高度的喷头。

2．按权利要求1所述的脱硫单元，其特征在于，托盘从进口向出口逐级成阶梯形向下，所述的稀浆喷射装置包括多个从进口到出口位于离底部逐级减少垂直距离上的喷头。

3．按权利要求1所述的脱硫单元，其特征在于，阶梯形托盘包括多个连接多孔板的垂直支架，所述的垂直支架包括垂直部分和垂直的下凸缘，各垂直支架的下凸缘连接至邻近的多孔板。

4．按权利要求1所述的脱硫单元，其特征在于，托盘包括：

支架，具有垂直部分和下凸缘；

第一多孔板，连接于邻近下凸缘的垂直部分；和

第二多孔板，与第一多孔板垂直和水平地隔开，并连接于下凸缘上方的垂直部分。

5．按权利要求4所述的脱硫单元，其特征在于，垂直部分穿成多孔。

6．一种具有增加的烟道气接触面积的水平烟道气脱硫单元，包括：

腔室，具有进口、出口、一对侧壁和底部；和

阶梯形多孔托盘，位于腔室内部并延伸在侧壁之间，形成多个具有多孔底板的顶部开放隔间，托盘从进口到出口逐级成阶梯向下；

还包括多个在托盘上方并跨越腔室延伸的喷头，喷头位于在腔室底部上方不同的垂直距离。

7．按权利要求6所述的脱硫单元，其特征在于，喷头布置成为使喷头位于从进口到出口在底部上方逐级减少的垂直距离上。

8．一种烟道气脱硫系统，包括：

腔室，具有底部、至少一个侧壁、气体进口及气体出口；

阶梯形托盘，限定多个具有多孔底板的顶部开放隔间，托盘从气体进口邻近

处逐级成阶梯向下；和

装置，位于阶梯形托盘上方，用于对穿过隔间的多孔底板向上流动的烟道气流喷射稀浆；

所述的阶梯形托盘包括多个连接水平多孔板的垂直支架；

所述的垂直支架包括垂直部分和垂直的下凸缘，各垂直支架的下凸缘连接至邻近的多孔板。

9．按权利要求 8 所述的烟道气脱硫系统，其特征在于，稀浆喷射装置包括多个位于阶梯形托盘上方离腔室底部不同垂直距离上的喷头。

10．一种烟道气脱硫系统，包括：

腔室，具有限定其中的流动途径的一个或多个侧壁、气体进口和气体出口；

阶梯形托盘，限定多个位于腔室内部并从腔室一个或多个侧壁跨越延伸的隔间，托盘包括：

支架，具有垂直部分和下凸缘；

第一多孔板，连接于邻近下凸缘的垂直部分；

第二多孔板，与第一多孔板垂直和水平地隔开，并连接于下凸缘上方的垂直部分；以及

阶梯形装置，位于阶梯形托盘上方，用于对穿过第一和第二多孔底板向上流动的烟道气流喷射稀浆。

11．按权利要求 10 所述的烟道气脱硫系统，其特征在于，垂直部分具有上凸缘。

12．按权利要求 10 所述的烟道气脱硫系统，其特征在于，垂直部分穿成多孔。

13．一种用于气体-液体接触装置的托盘，包括多个垂直和水平地隔开、水平地设置的多孔板；还包括：

具有下凸缘的垂直部分；

第一多孔板，连接于邻近下凸缘的垂直部分；和

第二多孔板，与第一多孔板垂直和水平地隔开，并连接于下凸缘上方的垂直部分。

14．一种用于气体-液体接触装置的托盘，包括多个垂直和水平地隔开、水平地设置的多孔板，所述的多孔板布置在沿托盘长度逐级减少的高度上，所述的垂直部分具有上凸缘。

15．一种用于气体-液体接触装置的托盘，包括多个垂直和水平地隔开、水平

地设置的多孔板，所述的多孔板布置在沿托盘长度逐级减少的高度上，所述的垂直部分穿成多孔。

# 具有阶梯托盘的烟道气脱硫系统

## 技术领域

本发明一般涉及工业燃烧过程领域，而特别涉及一种新颖和有效的、在释放进入大气以前从燃烧气体中除去污染物的装置和方法。

## 背景技术

对于许多不同目的，在工业过程中采用化石燃料燃烧。例如在发电站中通常燃烧煤和天然气以加热蒸汽。不幸，化石燃烧产生好几种对于环境有害的污染物。特别是，对于植物有害的“酸雨”的主要成份就是硫和二氧化氮化合物。

认识到$SO_x$和$NO_x$化合物造成的损害后，已经开发出各种不同的燃烧气体清洁系统以便在烟道气释放进入大气以前除去烟道燃烧气体中这些成份。

烟道气脱硫系统是这样的烟道气清洁系统之一。对于烟道气脱硫系统特性的一般性描述，读者可以参阅“蒸汽：其生产及应用”，第40版（Babcock & Wilcox公司，Barberton, Ohio, U.S.A.出版），一书的第35章，其文本内容综合在此作为参考，可以认为是全文摘录。

烟道气脱硫系统和其它液-气接触过程的设计和建造曾采用多孔金属盘以产生和支持液气混合或接触区域，其中垂直流动的气体向上通过这些孔而含有反应物的液体稀浆或溶液通过相同的孔落下。这样系统的例子在美国专利 No. 4,263,021 “气液接触系统”（授予Babcock & Wilcox公司）中描述，该文内容综合在此作为参考，可以认为是全文摘录。

图1在此阐明传统工艺中美国专利 No. 4,263,021 的烟道气清洁系统。诸如烟道气40的气体向上从进口55在5-20英尺/秒速度下通过竖立式塔50并与液体流动方向相反接触，液体为从靠近顶部通过一个或多个喷头68引入的液态稀浆65并且在塔的底部排出。一个或多个水平设置的多孔板，各由托盘60形成，定位在塔50的中间高度。各板设置有多个附着于板的垂直隔壁并使板的上表面布置区分成为多个大致面积相等而顶部开放的间隔室。

在液体和气体流量率、板的多孔布置和间隔尺寸正确地协调下，气体和液体将在间隔室中形成气化的液体团块，导致稳定的液体停顿并对于为吸收目的

的介质之间的充分化学交换促进其密切接触和足够的接触时间。经过清洁的气体 80 通过塔 50 继续上升，并在离开出口 75 前到达气雾分离器 70，而从气体消除的污染物与排出的液体一起除去。

第二种已知的烟道气脱硫系统在图 2 中阐明，其中水平流动的烟道气 40 用从安装在脱硫室 51 顶部喷头 67 引入的稀浆 65 处理。稀浆 65 基本是“横流”喷射，即横越流动方向，垂直于烟道气 40 流动方向。经过清洁的气体 80 在通过气雾分离器 70 后离开脱硫室 51。

水平系统并不采用诸如上面描述的多孔托盘气液接触装置。如图 2 所示的水平系统曾受到性能问题和由于气体及液体不良混合的限制所困扰。当较轻烟道气企图趋向顶部而较重液体反应物移动到反应室的底部并且混合不良或没有足够的接触时间时就发生分层现象。

有时由于空间的限制，在改建中需要采用水平烟道气脱硫系统。而在新建立的工厂中，有时为包括可用空间或高度限制等各种原因选用水平系统。

由于烟道气污染物所造成的损害和还没有创造出 100 %有效的烟道气脱硫系统等原因，一直需要一种从气体中除去大部分污染物的改进清洁系统。此外，在制造上更加有成本效益的系统并且在已经存在的化石燃料燃烧工厂中更容易改建的系统是十分需要的。由于在水平和垂直系统之间有效性的差别，很需要有一种更有效的水平烟道气脱硫系统。

发明内容

本发明目的是在水平烟道气脱硫系统的区域中建立改进的稀浆和烟道气混合，其中在气体流动的水平方向为有限的横截面。

本发明的另一个目的是在水平烟道气脱硫系统中改进气体-稀浆接触并增加该接触的有用面积。

本发明的又一个目的是提供一种具有阶梯稀浆喷射的水平烟道气脱硫系统，喷射是在烟道中通过在不同高度处的喷头引入。

本发明还有目的是克服与水平烟道气脱硫系统有关的性能问题。

本发明还有另一个目的是在垂直烟道气脱硫系统中减少压力降低和功率消耗。

相应地，在烟道气脱硫系统中设置可变垂直截面的、阶梯吸收托盘，以便建立起增加的烟道气和稀浆混合区域。在一个实施方案中，托盘包括“Z”形

支架、导向叶片和液体挡板的组合，这简化了托盘的制造和构造。“Z”形支架（同时作为结构上的支承）、气体导向叶片和液体保持装置的综合功能有助于尽量减少成本和在新建或重建应用中改进安装的方便性。

本发明这样解决曾经困扰这些类型的水平液-气反应室的性能问题，这些问题是由于因为烟道气停留在吸收室顶部而液体趋向于底部形成的分层现象造成气-液不良混合所引起。

在一个实施方案中，本发明提供一种烟道气脱硫单元，它包括具有由底部、侧壁、进口和出口所限定的流动通路的腔室。由阶梯形多孔托盘所限定的多个顶部开放并具有多孔底板的隔间设置在腔室内并且跨越流动通路。对烟道气喷射稀浆的装置位于阶梯形托盘的上面。

在另一个实施方案中，本发明提供具有扩大烟道气接触面积的水平烟道气脱硫单元，包括具有进口、出口、一对侧壁和底部的腔室。位于腔室内部的阶梯形多孔托盘在侧壁之间延伸而形成多个具有多孔底板的顶部开放的隔间。托盘从进口到出口逐级向下。

在又一个实施方案中，本发明提供一种烟道气脱硫系统，包括具有底部、至少一个侧壁、气体进口和气体出口的腔室。限定多个具有多孔底板的开放顶部隔间的阶梯形托盘从气体进口附近逐级向下。对通过隔间多孔底板向上流动的烟道气喷射稀浆的装置设置在阶梯形托盘的上面。

在还有一个实施方案中，本发明提供一种烟道气脱硫系统，包括具有由一个或更多的侧壁、气体进口、和气体出口所限定的流动通路的腔室。阶梯形托盘限定多个位于腔室内部并从一个或多个侧壁跨越该腔室的顶部开放隔间。托盘包括具有垂直部分和下凸缘的支承。第一多孔板连接在邻近下凸缘的垂直部分。垂直和水平地从第一多孔板隔开的第二多孔板连接在下凸缘上方的垂直部分。对通过第一和第二多孔板向上流动的烟道气流喷射稀浆的阶梯形装置设置在阶梯形托盘的上方。

在还有另一个实施方案中，本发明包括在气体-液体接触设备中使用的托盘，该设备包括多个垂直和水平隔开水平方向放置的多孔板。

作为发明特性的各种新颖特征特别在本文披露内容所附权利要求中指出并成为其一部分。为更好地了解本发明、其运行优点和通过使用所达到的特定目的，可参照附图和阐明本发明较佳实施方案的描述材料。

附图简要说明

在形成本说明书一部分的附图中，所标示的参考数字指明图中相似或相应的零件：

图 1 是传统工艺垂直烟道气脱硫塔的侧视截面图；

图 2 是传统工艺水平烟道气脱硫室的侧视截面图；

图 3 是按照本发明水平烟道气脱硫室的侧视截面图；

图 4 是用于增加图 3 中腔室垂直截面积的挡板系统立体图；

图 5 是为制造图 4 所示托盘用替代的支承和板的立体图；

图 6 是综合图 4 中挡板系统的垂直烟道气脱硫塔的侧视截面图；

具体的实施方案

参照附图，其中相同或相似的元件用相同数字标注，图 3 阐明本发明一种具有多孔的、可变垂直截面、阶梯形吸收托盘 100 的水平烟道气脱硫室 51，以便增加在室 51 内气体-液体接触区域。托盘 100 布置成为从室 51 的进口 52 向出口 75 附近的气雾分离器 70 逐级向下。

托盘 100 在室 51 内提供稀浆 65 和烟道气 40 改进的混合区域。室 51 包括具有在气体流动水平方向而且是有限的横截面的区域。安装阶梯形多孔托盘可以在接触区域保留气体-稀浆混合物。烟道气 40 可以向上穿过托盘 100 而与从稀浆喷头 63 喷出的稀浆 65 接触。液体稀浆在与烟道气 40 混合并且除去诸如 $SO_x$ 和 $NO_x$ 之类的污染气体主要部分以后，依此向下穿过托盘 100。带有污染物的液体稀浆从室 51 的底部或下部 53 以任何方式排出。

此外，托盘 100 局部地引导烟道气 40 向上，由此增加可用的接触面积并延缓烟道气流动以改进稀浆接触。托盘 100 有效地改变气体-稀浆接触使其从横流（垂直途径）变成逆流（相反方向），这极大地改进脱硫室 51 的有效性。

以下将明白，水平气体脱硫室 51 典型地为长度大于宽度或高度，使气体流动途径的横截面积大大地小于室 51 的自顶向下面积。如图 4 所示，阶梯形托盘利用室 51 的长度，通过重新引导气体流动垂直地穿过托盘 100 的多孔板 120，产生充分增加的气体-稀浆接触表面面积。

再参照图 3，为充分利用托盘 100 所提供的增加气体-稀浆接触面积，稀浆喷头 63 也较佳地沿托盘 100 长度布置成为在不同高度上的阶梯形。阶梯形喷头 63 可保证阶梯形托盘 100 保持充分浸满稀浆 65 并且在室 51 中提供逆流喷

射。在烟道气 40 穿过托盘 100 和稀浆 65 喷淋后，经过清洁的烟道气带有一些稀浆穿过气雾分离器 70。气雾分离器以已知方式除去所携带液体稀浆小滴，并把从室 51 排出的稀浆返回其它稀浆池。

较佳的托盘 100 结构显示在图 4 中。所示托盘 100 通过连接多孔板 120 和“Z”形支架组成，该支架的功能同时作为支承、导向叶片和液体挡板。结构支架、气体导向叶片和液体保持设备的综合功能有助于尽量降低成本和改善安装的方便性。

各“Z”形支架具有一对上、下凸缘 112 及 111，各自分别连接到垂直部分 114 的上、下端。凸缘 111、112 引导到来的烟道气流动穿过多孔板从水平流动成为垂直流动。下凸缘 111 的先导边缘 111a 切分到来的烟道气 40 并联合附近的垂直部分 114 的下部引导烟道气 40。上凸缘 112 相似地在离开多孔板 120 后引导烟道气 40 返回水平下游流动。

通过用“Z”形支架 110 重新引导烟道气而造成的气流分裂可以用变化“Z”支架的尺寸来调整，以使气体-稀浆接触时间最大化，并同时防止由于对下游系统性能显著的负面冲击而产生的烟道气速度损失。

各多孔板 120 具有多个通过板 120 的小孔或穿孔 125，其尺寸可以在采用稀浆向下排出时，容许烟道气在最小速度下穿过。“Z”形支架 110 和多孔板 120 延伸在室 51 的侧壁 56 之间，基本上使所有室壁之间的面积均被托盘 100 沿其长度占据并跨越烟道气 40 的流动途径。

“Z”形支架安装时，其下凸缘 111 的角 113 固定在多孔板 120 之一的前边上，而第二多孔板 120 连接至大约垂直部分 114 的中间。这样，“Z”形支架 110 和多孔板形成顶部开放的下降楼梯形状，其中多孔板 120 由侧壁 56 和各邻近“Z”形支架 110 的垂直部分 114 至少一部分所限定。

图 5 阐明一种为托盘 100 使用的可替代的 L-形支架 110a。L-形支架 110a 仅具有下凸缘 111，而垂直部分 114 的上边是空着的。当气流离开托盘时该支架不能重新引导气流趋向一边或另一边。

托盘 100 和阶梯形稀浆喷头 63 解决了水平液体-气体反应室（诸如烟道气脱硫室 51）的性能问题，这是由于分层现象造成不良的液体-气体混合的结果，而分层是由于较轻的烟道气 40 停留在吸收室 51 的顶部和液体稀浆 65 趋向于底部。

采用可变垂直截面的阶梯形吸收托盘 100，通过在流动截面上建立均匀的

压力降，可有效地在水平气体流动液体-气体接触装置中减少或消除气体-稀浆分层现象。此外，可变垂直截面的阶梯形吸收托盘 100，通过在仅存在横向流动交换区域建立起反向的液体-气体交换，提供了改进的液体-气体接触区域。

在水平烟道气脱硫室 51 中采用可变垂直截面的阶梯形吸收托盘 100，由于改进的气体-稀浆接触而不增加现有吸收剂容器的尺寸或增加液体对气体的比例，导致增加的吸收剂效率和性能。实际上，由于大大地改善了气体-稀浆的接触有可能减少液体对气体的比例。这是由于在托盘 100 和腔室侧壁 56 所限定的隔间内建立起均匀的液体压头，其中所有要求处理的烟道气 40 必须穿过侧壁 56 以便离开室 51。这一重要的效果是产生加大的液体-气体接触面积和增加的液体-气体接触时间，这样对于给定液体-气体比例就提高了系统的效率。

可变垂直截面的阶梯形吸收托盘 100 的存在，由于对气雾分离器 70 改进了流动分布，也导致增加气雾分离器 70 的效率和减少维护保养。

在许多现有水平流动洗涤器改装中安装阶梯形托盘 100 将使这些系统的业主/操作者提高除去 $SO_x$ 效率，而不会由于提高效率而增加运行成本。结果是空气更清洁而不增加运行成本。

可变垂直截面的阶梯形吸收托盘 100 可以应用在传统湿式石灰石烟道气脱硫系统以外的其它形式使用其它反应剂和气体的液体-气体系统。

在现存水平系统中不安装托盘 100 时，唯一改进水平气体流动洗涤器效率的替代方法是一种具有加大尺寸的新烟道气脱硫室 51，由此减少气体速度和/或容纳更多稀浆喷射以增加液体-气体比例。这基本上是一台新洗涤器而对于业主和/或操作者而言并不划算，他们维护水平气体流动系统并且希望从其现有系统中获得增加性能效率的利益。并且水平流动途径的横截面积不能象采用托盘 100 那样提高，而且也不能实现反向流动气体-稀浆接触的效益。

用于制造托盘 100 部件的材料包括用于多孔板 120 和“Z”形支架 110 的不锈钢和/或镍合金钢。替代材料也可以使用诸如塑料或玻璃纤维。包覆材料可以用来在托盘 100 上建立反应表面和需要的阻力。包覆材料需要以这样的方式设置，即跨越吸收剂室的水平距离形成阶梯，从而建立起可变的垂直横截面以改进液体-气体接触。

多孔板 120 和“Z”形支架 110 之间的连接当用金属制成时可以通过螺栓或焊接。对于玻璃加强塑料结构，可以用螺栓、胶合或融熔固定。

阶梯形喷头 63 可以用橡胶衬垫和涂覆的钢管、各种塑料、耐火材料或不锈

钢建造。

液体喷射不必限于稀浆65，可以按工艺过程或者改进系统清洁效率的需要引进诸如溶液、干燥的固体或气体产品等反应剂。

而如图6所示，托盘100也可以用在垂直烟道气脱硫系统。阶梯形托盘100可以典型地应用于圆筒形塔50系统，该系统通过从侧壁56安装托盘延伸跨越烟道气40的进口55形成阶梯而利用垂直气体流动。在该实施方案中，托盘的功能是作为对于进口5的转向叶片，由此减少压力降低和功率消耗。附加的优点是由于阶梯形配置造成的较低喷射高度而减少泵送功率消耗，因为托盘100沿阶梯形对角线增加接触表面的面积而不是沿水平或垂直方向而整个塔50可以较短地建造。

以上已经说明和描述了特定的实施方案和/或本发明的细节以阐明本发明原理的应用，应理解该发明可以如权利要求所描述的更全面地予以实施，或者如本行业熟练人员（包括任何和所有相当者）更全面实施而不偏离这些原则。例如，穿孔可以只包括水平方向或既有垂直又有水平方向，视要求气体分布效果而定。

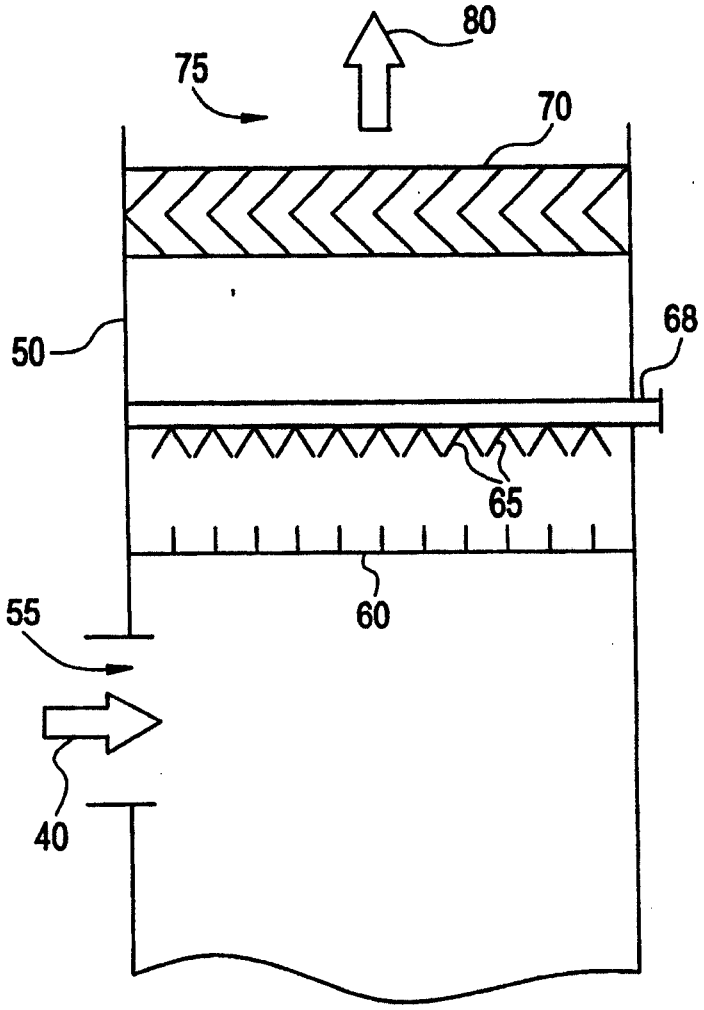



图 1

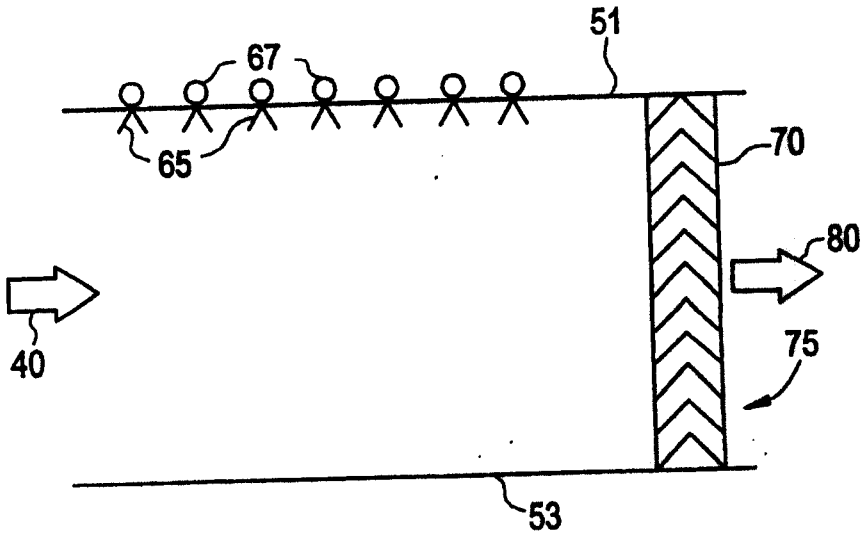

51
67
65
70
80
40
75
53

图 2

现有技术

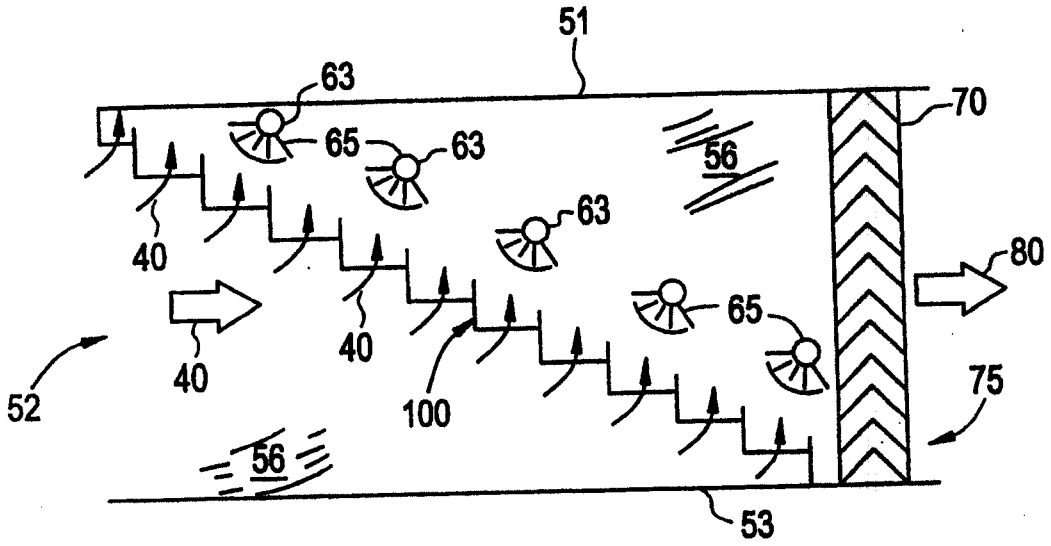

51
63
65
63
56
70
63
40
80
65
40
40
52
75
100
56
53

图 3

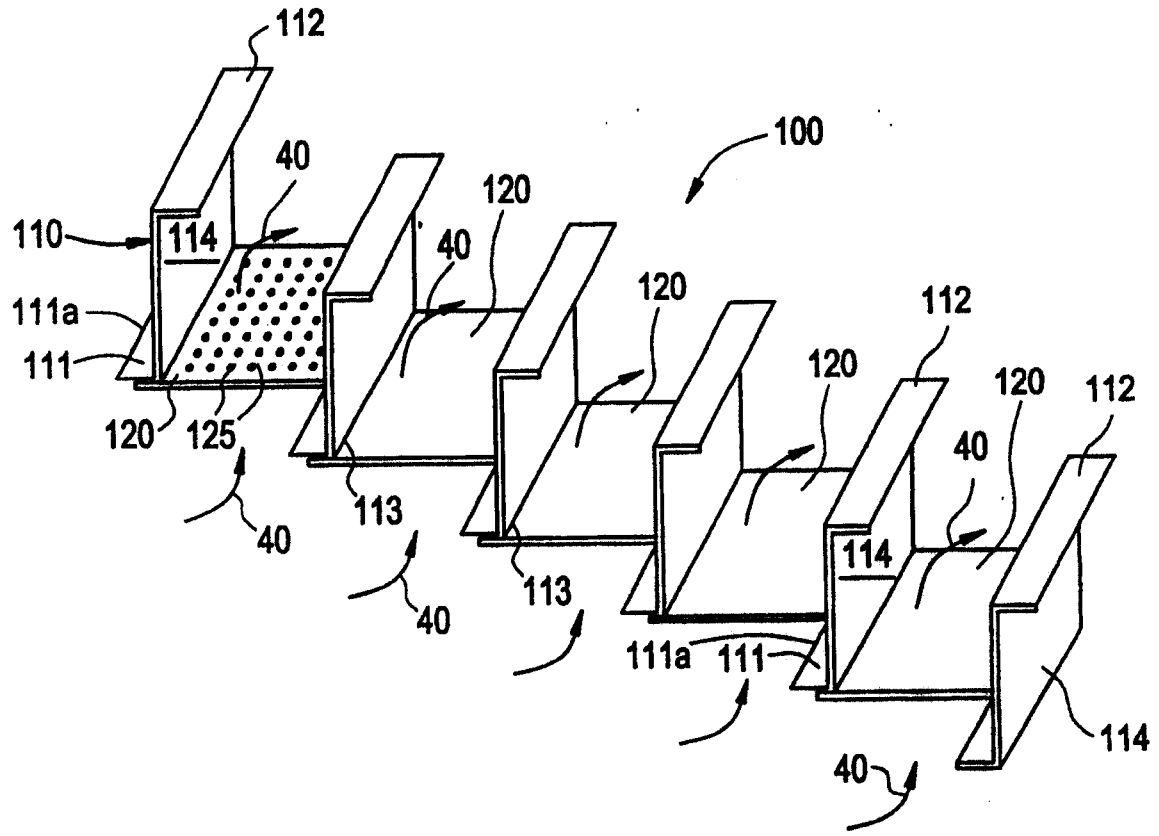

112
100
40
120
110
114
40
111a
120
111
120
112
120
120
112
120
125
40
40
113
40
113
114
111a
111
114
40

图 4

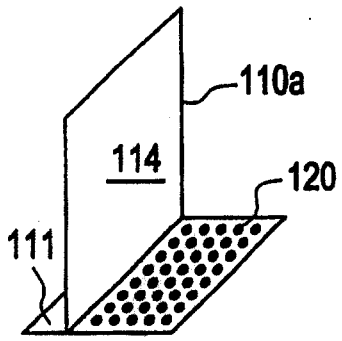



图 5

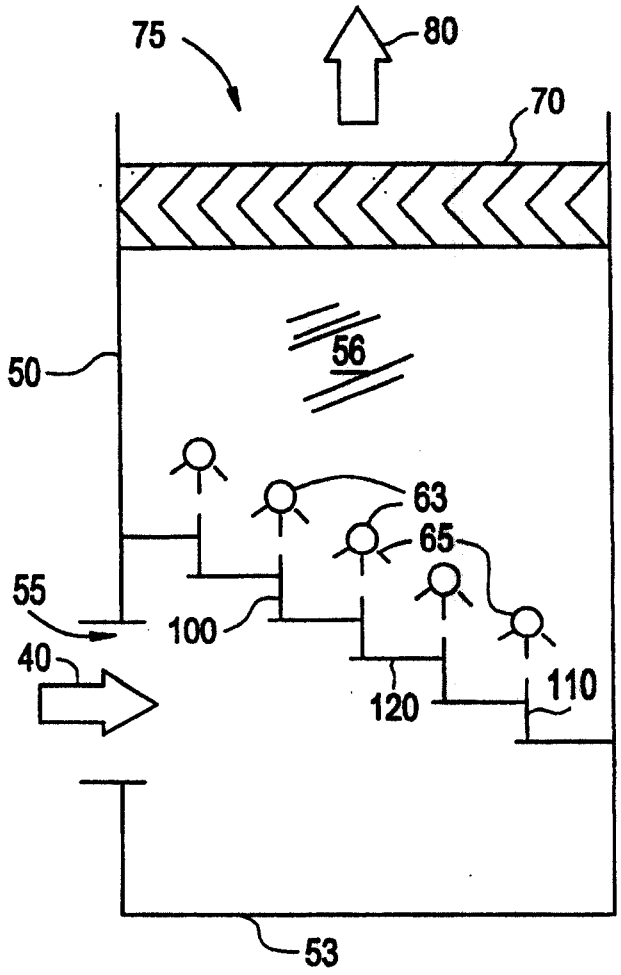



图 6