



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104043530 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 17

(21) 申请号 201410227903. 3

(22) 申请日 2014. 05. 27

(71) 申请人 汉王科技股份有限公司

地址 100193 北京市海淀区东北旺西路 8 号
汉王大厦

(72) 发明人 刘迎建 丁科 王龙达

(74) 专利代理机构 北京瑞盟知识产权代理有限公司 11300

代理人 刘昕

(51) Int. Cl.

B03C 3/04 (2006. 01)

B03C 3/53 (2006. 01)

B03C 3/34 (2006. 01)

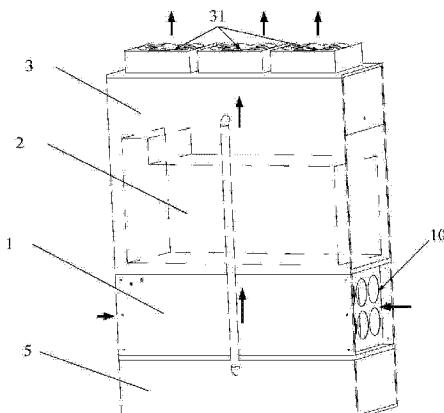
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

静电除尘装置

(57) 摘要

本发明提供一种静电除尘装置，包括：荷电腔室(1)，具有用于流入空气的进气口(10)；荷电模块，设置在荷电腔室(1)内，用于使空气中固体颗粒物荷电；和除尘腔室(2)，与荷电腔室(1)连通，在除尘腔室(2)内设置有多个间隔一定距离的导电板(20、21)，多个导电板(20、21)被交错地施加高电位和低电位，以在相邻的两个导电板(20、21)之间形成除尘电场，相邻的两个导电板(20、21)形成气流通道(22)，空气沿气流通道流动(22)流动，相邻两个导电板(20、21)中的一个用作集尘板，在集尘板两侧形成流动的水膜(23)，空气流经气流通道(22)时，空气中的带电固体颗粒物在除尘电场作用下吸附在水膜(23)上，并随水膜(23)流走。



1. 一种静电除尘装置,其特征在于,包括:

荷电腔室(1),其具有用于流入空气的进气口(10);

荷电模块,其设置在所述荷电腔室(1)内,用于使空气中固体颗粒物荷电;和

除尘腔室(2),其与所述荷电腔室(1)连通,在所述除尘腔室(2)内设置有多个间隔一定距离的导电板(20、21),所述多个导电板(20、21)被交错地施加高电位和低电位,以在相邻的两个所述导电板(20、21)之间形成除尘电场,

相邻的两个所述导电板(20、21)形成气流通道(22),包含带电固体颗粒物的空气从所述荷电腔室(1)进入除尘腔室(2)后,沿所述气流通道(22)流动,并且相邻两个所述导电板(20、21)中的一个用作集尘板,在所述集尘板两侧形成流动的水膜(23),空气流经所述气流通道(22)时,空气中的带电固体颗粒物在所述除尘电场作用下吸附在所述水膜(23)上,并随水膜(23)流走。

2. 如权利要求1所述的静电除尘装置,其特征在于,所述相邻导电板(20、21)之间的距离为0.5mm~4.5mm。

3. 如权利要求1所述的静电除尘装置,其特征在于,所述施加高电位的导电板(20)的两侧设置有绝缘板(24)或所述施加高电位的导电板(20)被绝缘材质包覆。

4. 如权利要求3所述的静电除尘装置,其特征在于,在相邻两个所述导电板之间设置有支撑板(25),所述支撑板(25)两端分别连接在所述用作集尘板的导电板(21)和所述绝缘板(24)上。

5. 如权利要求1-4任意一项所述的静电除尘装置,其特征在于,还包括喷淋装置(4),其设置在所述除尘腔室(2)上方,用于向所述除尘腔室(2)内喷淋水流,以在所述集尘板(21)的两侧形成流动的水膜(23)。

6. 如权利要求5所述的静电除尘装置,其特征在于,还包括集水腔(5),其与所述除尘腔室(2)和喷淋装置(4)连通,在所述集水腔室(5)内设置有循环泵(6),用于使清洗水在所述集水腔室(5)、喷淋装置(4)、集尘板(21)之间循环流动。

7. 如权利要求1所述的静电除尘装置,其特征在于,在所述荷电腔室(1)相对的两个侧壁上设置有多个所述进气口(10),以使空气从两侧进入所述荷电腔室(1)内。

8. 如权利要求1所述的静电除尘装置,其特征在于,还包括出风腔室(3),其设置在所述除尘腔室(2)上方,具有供空气流出的出气口(30),

在所述出风腔室(3)内设置有鼓风机(31),用于驱动空气从进气口(10)流入所述荷电腔室(1)中,并依次流经所述荷电模块和除尘腔室(2),经过除尘腔室(2)净化的空气从所述出气口(30)流出。

静电除尘装置

技术领域

[0001] 本发明涉及静电除尘技术，尤其涉及一种家用静电除尘装置。

背景技术

[0002] 随着生活水平的提高，人们对生活质量的要求越来越高，因而越来越重视空气质量，为此许多家庭都配备有家用空气净化器。目前常用的家用空气净化器包括过滤类净化器和静电类净化器。

[0003] 过滤类净化器是利用风机将空气抽入净化器内，然后通过内置的过滤网过滤空气。这种滤网式空气净化器一般采用 HEPA 滤网、活性炭滤网、光触媒（冷触媒、多远触媒）以及紫外线杀菌消毒等组合方法来处理空气，从而起到过滤粉尘、消除异味、消毒等作用。然而，这种净化器使用的时间长了，过滤网会聚集一些灰尘，在潮湿环境下过滤网会发霉长毛，进而演变为毒源，当空气经过过滤网时，会将有毒物质从机器里带出，这样不但不能起到净化空气效果反而会加重空气污染，所以过滤类净化器的过滤网不能长期使用，需要经常换洗，使用不方便并且成本比较昂贵。

[0004] 静电类净化器基本原理是先使空气通过荷电装置，使空气的灰尘粒子带电，然后使空气流过除尘电场，带电灰尘粒子在电场作用下吸附在除尘板上。图 1 为现有静电除尘装置除尘部的结构示意图，如图 1 所示，现有静电除尘装置除尘部包括两块金属板，高压金属板 a 和接地金属板 b，两块金属板之间形成除尘电场和空气流通的通道，带电灰尘粒子在除尘电场作用下吸附在金属板 a 或金属板 b 上。然而，这种除尘装置，也存在很多问题，比如：1) 由于除尘部由两块比较厚的金属板构成，成本比较高，且长时间使用后，作为集尘板的金属板 1 或 2 需要进行清洗，给使用者造成不便。2) 两块金属板之间的距离较长（大于 5mm）使得电场强度较弱，除尘效率较低。3) 由于通常情况金属板直接裸漏，从而使得空气容易被击穿，产生臭氧，而且如果空气湿度较高，极易产生电晕现象，这会产生大量臭氧。

发明内容

[0005] 本发明鉴于以上问题，提供了一种静电除尘装置，用于室内的空气净化，该静电除尘装置除尘效率高，并且由于采用水吸附除尘，只需更换清洗水即可，因而可长时间使用，且使用方便且成本较低。

[0006] 本发明提供一种静电除尘装置，其包括：荷电腔室（1），其具有用于流入空气的进气口（10）；荷电模块，其设置在所述荷电腔室（1）内，用于使空气中固体颗粒物荷电；和除尘腔室（2），其与所述荷电腔室（1）连通，在所述除尘腔室（2）内设置有多个间隔一定距离的导电板（20、21），所述多个导电板（20、21）被交错地施加高电位和低电位，以在相邻的两个所述导电板（20、21）之间形成除尘电场，相邻的两个所述导电板（20、21）形成气流通道（22），包含带电固体颗粒物的空气从所述荷电腔室（1）进入除尘腔室（2）后，沿所述气流通道流动（22）流动，并且相邻两个所述导电板（20、21）中的一个用作集尘板，在所述集尘板两侧形成流动的水膜（23），空气流经所述气流通道（22）时，空气中的带电固体颗粒物在所

述除尘电场作用下吸附在所述水膜(23)上，并随水膜(23)流走。

[0007] 本发明提供的静电除尘装置具有除尘装置除尘效率高的优点，并且由于采用水吸附除尘，只需更换清洗水即可，因而可长时间使用，使用方便且成本较低。

附图说明

- [0008] 图1是现有静电除尘装置除尘部的结构示意图；
- [0009] 图2是本发明一实施方式静电除尘装置的立体结构示意图；
- [0010] 图3是图2所示静电除尘装置的剖视图；
- [0011] 图4是图2所示静电除尘装置的荷电腔室的俯视图；
- [0012] 图5是图2所示静电除尘装置的除尘腔室的俯视图；
- [0013] 图6本发明一实施方式静电除尘装置的除尘部的结构示意图。

具体实施方式

[0014] 为使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图和具体实施方式对本发明提供的静电除尘装置进行详细描述。在这些附图中，对于相同或者相当的构成要素，标注相同标号。以下仅为本发明的静电除尘装置的最佳实施方式，本发明并不仅限于下述结构。

[0015] 图2是本发明一实施方式静电除尘装置的立体结构示意图；图3是图2所示静电除尘装置的剖视图；图4是图2所示静电除尘装置的荷电腔室的俯视图；图5是图2所示静电除尘装置的除尘腔室的俯视图。

[0016] 如图2至图5所示，本实施方式的静电除尘装置100包括自下而上依次设置的荷电腔室1、除尘腔室2和出风腔室3，荷电腔室1、除尘腔室2和出风腔室3连通。在荷电腔室1相对的两个侧壁上设置有进气口10，在出风腔室3的顶部设置有出气口30和鼓风机31。如图1中箭头所示，在鼓风机31驱动下，空气从进气口10流入荷电腔室1内，在荷电腔室1内空气中的固体颗粒物被荷电，然后向上流动进入除尘腔室2内，在除尘腔室2内空气中带电的固体颗粒物在电场作用下吸附在集尘板上，净化后的空气向上流动进入出风腔室3，然后从出气口30流出。

[0017] 在本实施方式中，可选地，如图1所示，在荷电腔室1的左右两个侧壁上设置多个进气口10，空气通过进气口从两侧进入荷电腔室1内。如图2所示，在荷电腔室1的内部设置荷电模块11和12，荷电模块11和12分别靠近荷电腔室1两侧的进气口10设置，当空气从进气口10进入荷电腔室1内后，空气中的固体颗粒物在荷电模块11和12作用下带电。可选地，可使固体颗粒物带正电或负电。

[0018] 在本发明中，除尘腔室2内设置有除尘部，其包括多个间隔一定距离设置的导电板，该多个导电板被交错地施加高电位和低电位，即一个导电板施加高电位，相邻的另一个导电板则施加低电位，从而在相邻的两个导电板之间形成除尘电场。相邻的两个导电板之间形成气流通道，空气从荷电腔室1流入除尘腔室2后，流经该气流通道。相邻两个导电板中的一个用作集尘板，并且在集尘板两侧形成流动的水膜，空气在流经两个导电板之间的气流通道时，空气中的带电固体颗粒物在除尘电场作用下吸附在集尘板两侧的水膜上，并随水膜流走，从而实现空气净化。

[0019] 在本实施方式中,为了使施加高电位的导电板和施加低电位或接地的导电板隔开,设置有间隔板8,其采用梳状结构,通过间隔板8可将高压导电板20和低压导电板21隔开。

[0020] 图6本发明一实施方式静电除尘装置的除尘部的结构示意图。下面结合图6来具体说明本发明静电除尘装置100的除尘原理。

[0021] 如图6示,本实施方式中,除尘部包括多个交错排列的高压导电板20和低压导电板21,即,一个高压导电板20、一个低压导电板21(或者接地的导电板)、一个高压导电板20…这样交错设置。相邻的高压导电板20和低压导电板21之间间隔一定距离,每两个相邻的高压导电板20和低压导电板21形成一个供空气流过的气流通道22,即,除尘部包括多个并行设置的气流通道22,从荷电腔室1流入的空气向上流过该多个气流通道22。由于高压导电板20和低压导电板21分别施加有高电位和低电位,这样在相邻两个高压导电板20和低压导电板21之间形成了电场,当空气流经气流通道22时,空气中带电的固体颗粒物在该电场作用下吸附在其中一个导电板上,实现空气净化。

[0022] 在本实施方式中,低压导电板21用作集尘板,其两侧形成有流动的水膜23,并且高压导电板20施加正高压,比如7400V,低压导电板21接地,空气中的固体颗粒物在荷电模块作用下带正电后,当其经过气流通道22时,在电场作用下吸附在低压导电板21两侧的水膜23上,并随水膜流走从而实现空气净化。

[0023] 在本实施方式中,为了提高除尘效率,在高压导电板20上施加有很高的正电压,比如3000V~10000V,同时为了防止高压导电板20与低压导电板21两侧的水膜23导通(短路),在高压导电板20两侧设置有绝缘板24或被绝缘材质包覆,即,高压导电板20夹在两个绝缘板24之间,这样不仅可以防止高压导电板20与低压导电板21两侧的水膜23导通,而且由于绝缘板24的电阻率比较大,使得中间的导电板彼此之间绝缘,这样当高压导电板20加上高压时,与高压导电板20裸漏时(高压导电板裸漏时,电流较大,有大量臭氧产生)相比,高压导电板20与低压导电板21之间基本只有很小的电流产生,因而可以防止高压导电板20和低压导电板21之间的空气在3000V~10000V高压作用下被击穿,因此可在高压导电板20和低压导电板31之间形成稳定均匀的电场,并且高压导电板20和低压导电板21之间的距离d可以设置为很小的间隔,比如0.5mm~4.5mm,这样高压导电板20和低压导电板21之间电场就会很强,空气中带电的固体颗粒物就比较容易吸附在低压导电板21两侧的水膜23上,使得本实施方式的静电除尘装置的一次净化率会大大提高。可选地,绝缘板24可采用聚丙烯PP,聚乙烯PE或玻纤板等制成。此外,高压导电板20被绝缘之后,几乎没有臭氧产生。

[0024] 如图5和图6所示,在本实施方式中,为了连接高压导电板20和低压导电板21,在相邻的高压导电板20和低压导电板21之间设置有支撑板25,其两端分别连接在低压导电板21和绝缘板24上。可选地,支撑板25为一个绝缘长条,粘贴在低压导电板21和绝缘板24上。

[0025] 为了在低压导电板21两侧形成水膜23,如图3所示,本实施方式的静电除尘装置还包括喷淋装置4,其设置在除尘腔室2和出风腔室3之间,位于高压导电板20和低压导电板21上方,用于向下喷淋水流,以在低压导电板21两侧形成水膜23。

[0026] 优选地,喷淋装置4上每一个出水孔对应一块低压导电板21,通过调节电压来控

制水柱的射程，确保在低压导电板 21 的表面形成水膜。

[0027] 可以理解的是，喷淋装置 4 也可以在绝缘板 24 和低压导电板 21 表面均形成水膜，换句话说，只要保证在低压导电板 21 的表面形成水膜即可。

[0028] 在本实施方式中，为了提高清洗水的利用率，还设置清洗水循环系统，其包括设置在荷电腔室下方的集水腔室 5、设置在集水腔室 5 内的循环泵 6、设置在外部连通集水腔室 5 和喷淋装置 4 的循环水管 7，以及连通集水腔室 5 和除尘腔室 2 的连通水管，这样集水腔室 5 内的清洗水在循环泵 6 作用下流入循环水管 7，并沿循环水管 7 向上流动进入喷淋装置 4，然后由喷淋装置 4 向下喷射，然后沿低压导电板 21 向下流动，并在低压导电板 21 两侧形成水膜 23，从低压导电板 21 两侧流下的水流先流入荷电腔室 1，再从荷电腔室 1 流入集水腔室 5 中，构成一个循环。

[0029] 可以理解的是，为了便于添加和更换清洗水，集水腔室 5 的腔室壁上可设置进水管和排水管，当清洗水污浊需要更换时，只要打开排水管将污水排出，然后通过进水管加入干净的清洗水即可。

[0030] 还可以理解的是，为了降低本发明的静电除尘装置的功耗，本实施方式中，荷电模块和高压导电板上均施加高电压、小电流，比如 7400V 的高压，100uA 的电流，其功率在 1 ~ 2 瓦之间，因此功耗很低，非常节能。

[0031] 本实施方式提供的静电除尘装置的动作过程如下：

[0032] 首先启动本发明的静电除尘装置，此时静电除尘装置的鼓风机 31、荷电模块和高压导电板 20 均通电，空气在鼓风机 30 作用下，沿图 2 中箭头所示方向依次通过静电除尘装置的各个模块。具体地，首先，空气从荷电腔室 1 两侧的进气口 10 进入荷电腔室 1 内。然后在荷电腔室 1 内在荷电模块作用下空气中的固体颗粒物转变为带正电的粒子，这些荷电的固体颗粒物随空气向上流动进入除尘腔室 2 内。在除尘腔室 2 内沿气流通道 22 向上流动，空气中带正电的固体颗粒物在电场作用下吸附在低压导电板 21 两侧的水膜 23 上，实现空气净化，净化后的空气向上流动进入出风腔室 3，然后从出气口 30 排出。与此同时，集水腔室 5 内的清洗水在循环泵 6 作用下，流入循环水管 7，并沿循环水管 7 向上流动进入喷淋装置 4，然后由喷淋装置 4 向下喷射，喷下的水流沿低压导电板 21 向下流动，在低压导电板 21 两侧形成吸附固体颗粒物的水膜 23，吸附在水膜 23 上的固体颗粒物随水膜 23 向下流走，通过连通水管进入集水腔室 5 内，这样就可将吸附水膜 24 上的固体颗粒物带走，因而使用过程中无需清洗低压导电板，只需更换清洗水即可，非常方便。

[0033] 本发明提供的静电除尘装置，其除尘部由多个交错排列的高压导电板和低压导电板构成，且由于高压导电板由绝缘板包覆，这样一方面可使高压导电板和低压导电板之间间距控制在很小的距离内，比如 0.5mm ~ 4.5mm，而无需担心高压导电板和低压导电板导通（短路）；另一方面还可在高压导电板上施加很高的电压，比如 3000V ~ 10000V，而无需担心击穿高压导电板和低压导电板之间的空气。因此，本发明提供的静电除尘装置，由于高压导电板和低压导电板之间间距很小，并且高压导电板上电压很高，因此高压导电板和低压导电板之间的电场很强，从而提高了空气中带电固体颗粒物的吸附比率，即，提高了本发明静电除尘装置的除尘效率。

[0034] 进一步地，由于除尘部由多个交错排列的高压导电板和低压导电板构成，也就是说除尘部形成有多个平行布置的除尘电场 / 气流通道，从荷电腔室流入除尘腔室的空气被

分配到各个气流通道中，并在流经各自的气流通道时，由形成在各个气流通道中的除尘电场中完成除尘。即，本发明除尘腔室中设置有多个除尘电场，而每个除尘电场只处理流入除尘腔室的空气的一小部分，因此每个除尘电场的除尘效率都大大提高，从而大大提高了本发明静电除尘装置的一次除尘效率（空气只通过除尘装置一次除尘后的净化率）。

[0035] 进一步地，由于高压导电板由绝缘板包覆，因此使用过程中不会击穿高压导电板和低压导电板之间的空气，也不易发生电晕现象，因此在使用过程中臭氧产量非常少，使得本发明的静电除尘装置安全无害。

[0036] 此外，本发明提供的静电除尘装置，由于利用形成在低压导电板两侧的水膜吸附空气中的固体颗粒物，并且固体颗粒物可随水膜流走，从而取代了更换滤网（HEPA）的方式，大大降低了空气净化成本，比较适合家庭、办公场所使用；在使用过程中无需更换任何部件，只需更换除尘用水即可，使得使用更加方便快捷。

[0037] 为了证明本发明静电除尘装置的除尘效率很高和臭氧产生量很低，做了如下实验：1.5m³的密闭的玻璃房间，空气的PM2.5值为50 μg/m³，荷电模块荷电电压：6000伏特，高压导电板集尘电压7400伏特；比较使用图1所示结构的传统静电除尘装置与本发明使用密集并行布置的多个水吸附小间距集尘电场的静电除尘装置的一次空气净化效率和一次臭氧产生量，以说明本发明的静电除尘装置的一次空气净化效率和一次臭氧产生量较传统除尘装置得到大幅度改善，详见下表一：

[0038] 表1 传统集尘电场与水吸附小间距多层次密集集尘电场实验对比

[0039]

	传统集尘电场（集尘板宽度：150mm，高压极板与接地极板之间的距离：速度	密集并行布置的多个水吸附小间距集尘电场（集尘板宽度：150mm，高压极板与接地水膜之间的距离：5.5mm）	水吸附小间距多层次密集集尘电场（集尘板宽度：150mm，高压极板与接地水膜之间的距离：2.0mm）
--	--------------------------------------	---	---

[0040]

(m/s)	5.5mm)					
	空气净化效率（一次净化率）	一次臭氧产生量(ppm)	空气净化效率(一次净化率)	一次臭氧产生量(ppm)	空气净化效率(一次净化率)	一次臭氧产生量(ppm)
0.5m/s	73%	0.03	83.97%	0.00	99.99%	0.00
1.0m/s	72.2%	0.03	83.9%	0.00	99.99%	0.00
1.5m/s	70%	0.03	83.1%	0.00	99.98%	0.00
2.0m/s	69%	0.03	82.3%	0.00	99.93%	0.00
2.5m/s	65%	0.03	80.6%	0.00	99.72%	0.00
3.0m/s	59%	0.03	75.7%	0.00	99.69%	0.00
3.5m/s	50%	0.03	72.5%	0.00	99.25%	0.00

[0041] 其中集尘板宽度指的是集尘板沿着出风方向的尺寸，比如图1中为集尘板的横向尺寸，图4中为集尘板的纵向尺寸。

[0042] 通过表1中数据的分析，相同电压，相同极板宽度，相同高压极板与接地极板距离的情况下，水吸附小间距多层次密集集尘电场的接地水膜吸附灰尘的能力要强于传统集尘

电场的集尘板，并且没有臭氧产生；由于水吸附小间距多层次密集集尘电场的高压极板与接地水膜之间的距离可以控制的很小，所以对极板间距离为 5.5mm 和 2.0mm 进行实验对比，从数据上进行分析，间距越小，一次净化效率越高。

[0043] 在另一个压力实验中，通过净化烟雾弹产生的烟雾，说明水吸附小间距多层次密集集尘电场的集尘模块净化效率远远超过传统的静电除尘装置。该实验条件为：1) 空间：1.5m³ 的密闭的玻璃房间；2) 空气质量：1 颗烟雾弹燃烧所产生的 PM2.5 值为 1100 μ g/m³。实验结果如下：

[0044] 表 2 烟雾弹攻击实验对比

[0045]

烟雾弹：数量（颗）	传统集尘电场（集尘板宽度：150mm，高压极板与接地极板之间的距离：5.5mm）：净化时间t(s)	水吸附小间距多层次密集集尘电场（集尘板宽度：150mm，高压极板与接地极板之间的距离：2.0mm）：净化时间t(s)
第1颗	96	43
第5颗	100	45
第10颗	110	47
第50颗	200	65
第100颗	无效	79
第200颗	无效	82

[0046] 通过对表 1 与表 2 的数据分析，可以看出水吸附小间距多层次密集集尘电场的净化效率要远远超过传统集尘电场。

[0047] 又用一个实验来验证水吸附小间距多层次密集集尘电场的集尘电场在相同风速、不同的导电性薄膜宽度的条件下的空气净化效果，出风口速度越小，导电性薄膜越宽，空气净化效果越好，如下表三所示：

[0048] 表 3 为水吸附小间距多层次密集集尘电场电场宽度与空气的速度的关系：

[0049]

出风口速度 (m/s)	小间距多层次密集集尘电场 (集尘板宽度 (mm))	空气净化效率 (一次净化率)
0.5m/s	35	99. 99%
0.5m/s	75	99. 99%
0.5m/s	150	99. 99%
1.0m/s	35	99. 9%
1.0m/s	75	99. 99%
1.0m/s	150	99. 99%
1.5m/s	35	99. 5%
1.5m/s	75	99. 93%
1.5m/s	150	99. 98%
2.0m/s	35	99. 0%
2.0m/s	75	99. 7%
2.0m/s	150	99. 9%

[0050] 需要说明得是,虽然在上述实施方式中荷电模块使固体颗粒物带正电,但是在实际应用中,并不局限于此,例如荷电模块也为可使空气中的固体颗粒物带负电的装置,此时,可使高压导电板用作集尘板,并在其两侧形成水膜,或者在高压导电板上施加负高压,从而可使带负电的固体颗粒物仍然吸附在低压导电板的水膜上。

[0051] 以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护区间。

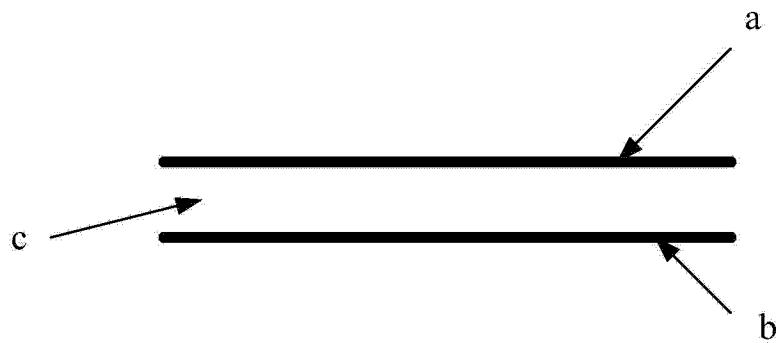


图 1

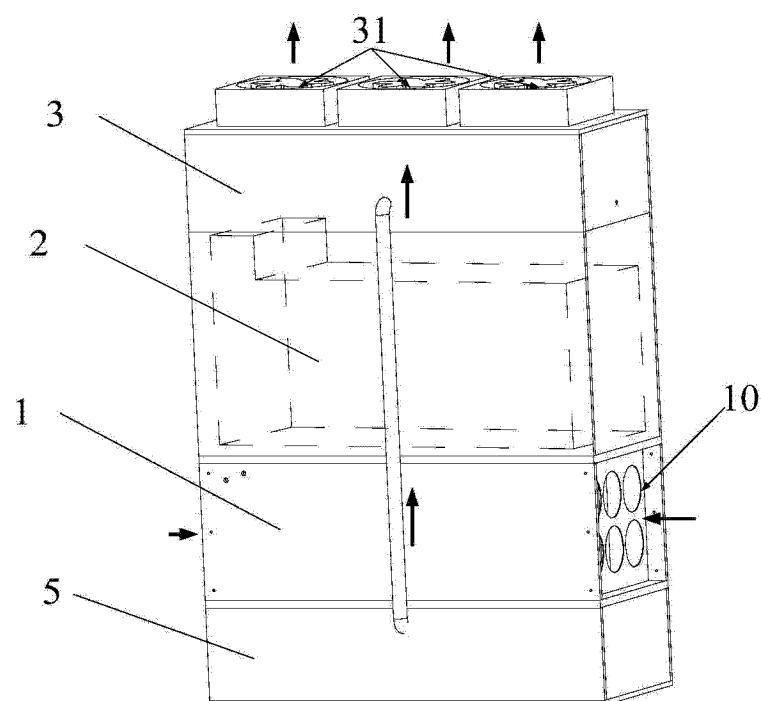


图 2

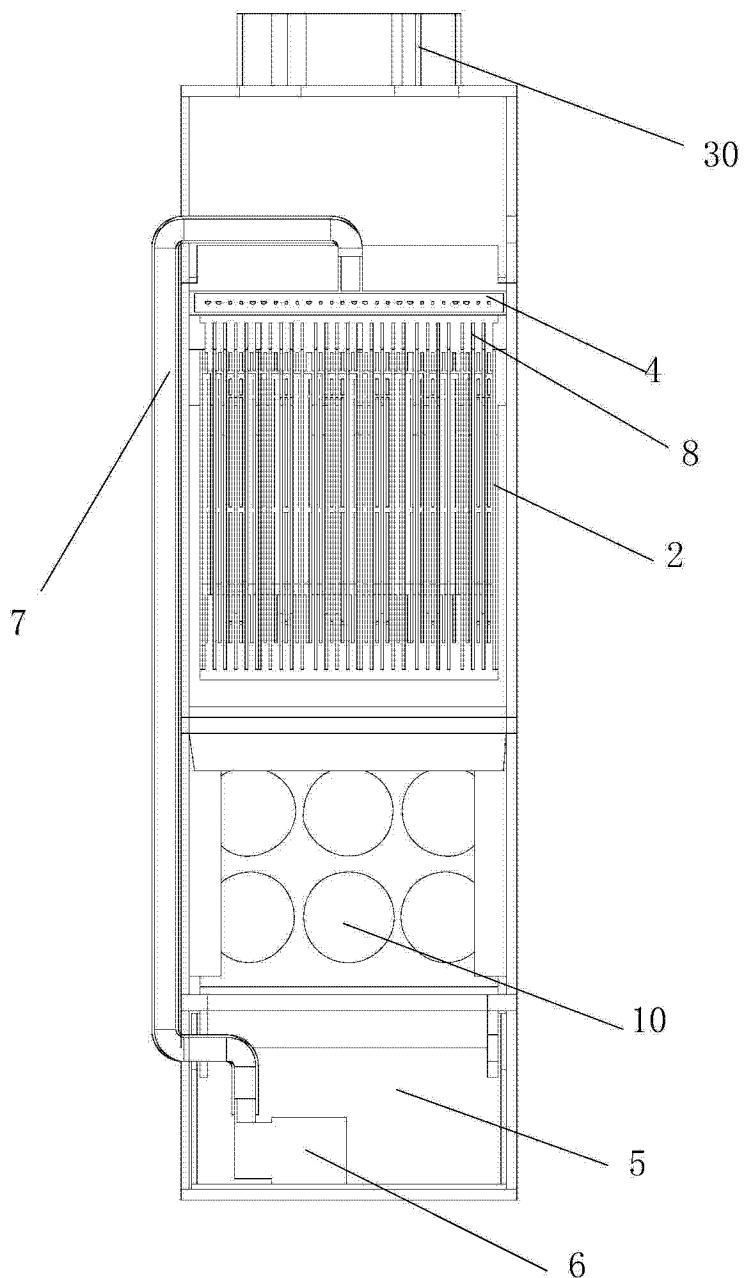


图 3

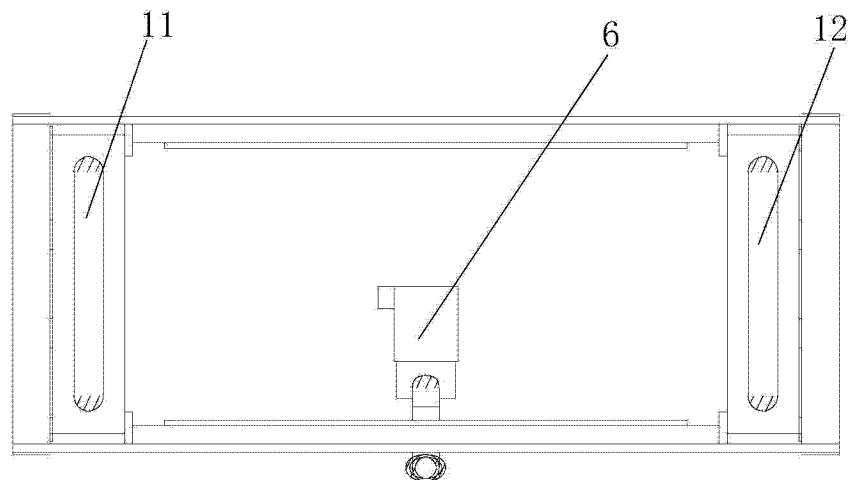


图 4

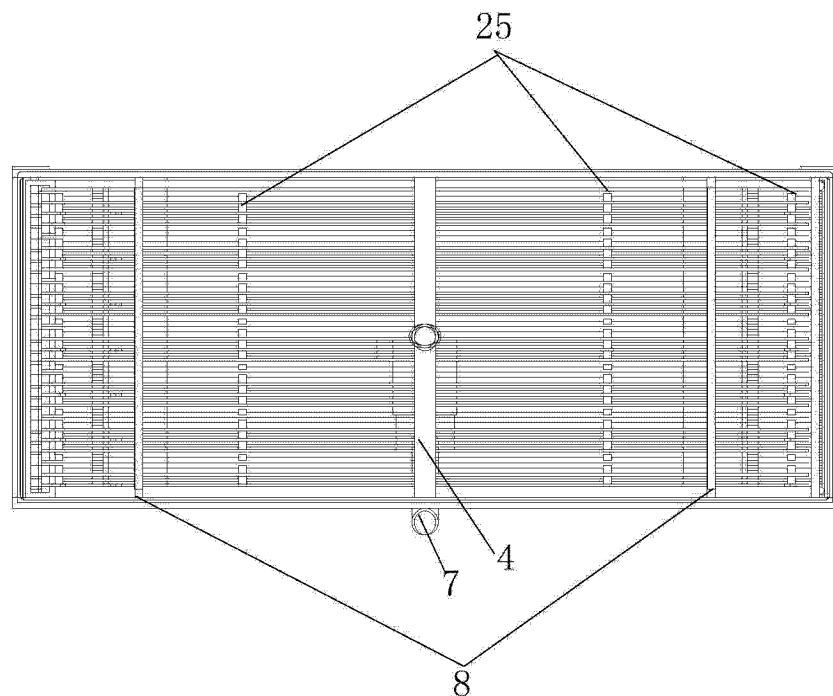


图 5

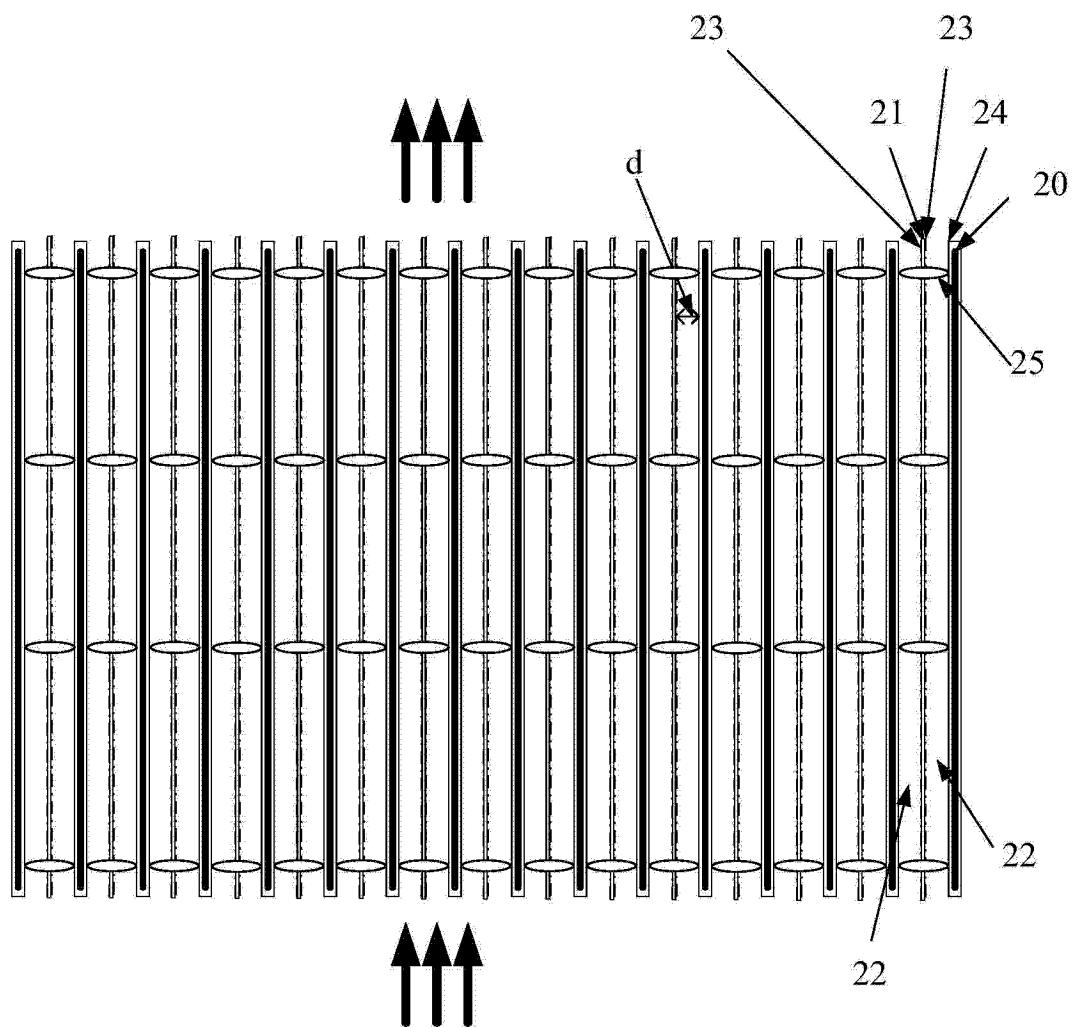


图 6