

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B03C 3/14 (2006.01)

B03C 3/28 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00806175.0

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100357033C

[22] 申请日 2000.4.12 [21] 申请号 00806175.0

[30] 优先权

[32] 1999.4.12 [33] GB [31] 9908099.6

[86] 国际申请 PCT/GB2000/001329 2000.4.12

[87] 国际公布 WO2000/061293 英 2000.10.19

[85] 进入国家阶段日期 2001.10.12

[73] 专利权人 达尔文技术有限公司

地址 英国兰开夏

[72] 发明人 乔治·格里菲斯

杰弗里·N·W·盖伊

[56] 参考文献

DE518087 1931.2.9

US5234324A 1980.11.18

JP56010314A 1981.2.2

GB2308320A 1997.6.25

审查员 孙红花

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 张祖昌

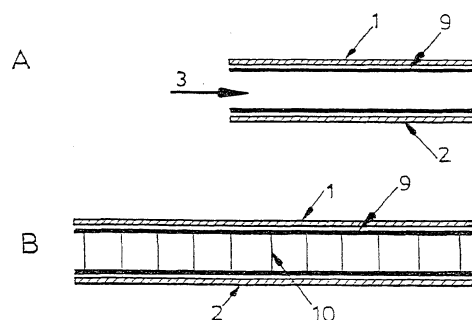
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 11 页

[54] 发明名称

空气净化设备

[57] 摘要

一种用于除去气流中携带的颗粒的颗粒沉积设备包括气流可相对较自由地通过的通道(10)的阵列,通道是在塑料壁之间提供的;用于迫使气流通过阵列的装置,所述塑料壁具有与其接触的导电材料(1,2)区域;以及用于交错地向绝缘的导电材料区域施加高和低电位以提供在阵列中的充电场所,从而从气流收集颗粒的装置。



1. 一种用于除去气流中携带的颗粒的颗粒沉积设备，包括一个通道阵列，气流可以相对较自由地通过所述通道阵列，所述通道是由塑料壁围住形成的；用于迫使气流通过所述通道的装置，所述塑料壁具有与其接触且在通道外的导电材料区域，所述通道阵列至少在导电材料的整个宽度上延伸，所述导电材料区域形成多个导电材料层；以及用于交错地向所述多个导电材料层施加高电位和低电位的装置，其用于在通道阵列中提供充电的场所，从而从气流收集颗粒。

2. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：所述通道是通过波形塑料板提供的，所述波形塑料板的相对表面上具有导电材料。

3. 如权利要求 2 所述的设备，其特征在于：波形塑料板上、下叠放。

4. 如权利要求 2 所述的设备，其特征在于：波形塑料板材以六角手风琴方式折叠。

5. 如权利要求 2 所述的设备，其特征在于：波形塑料板材形成螺旋。

6. 如权利要求 2 所述的设备，其特征在于：塑料板材形成同心阵列。

7. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：所述通道是通过塑料管并排放置形成的。

8. 如权利要求 7 所述的设备，其特征在于：所述塑料管是矩形截面的。

9. 如权利要求 7 所述的设备，其特征在于：所述管是圆形截面的。

10. 如权利要求 1 至 9 中任一项所述的设备，其特征在于：导电材料区域是高阻抗材料的，具有每平方 10^9 至 10^{11} 欧姆范围的薄膜电阻率。

11. 如权利要求 1 至 9 中任一项所述的设备，其特征在于：导电材料区域是低阻抗材料的，对于大约 50 微米厚的金属来说具有每平方米 0.1 至 1.0 欧姆的薄膜电阻率，对于 50 微米厚的碳涂料薄膜来说，

具有每平方 10 至 1000 欧姆的薄膜电阻率。

12. 如权利要求 2 或 3 所述的设备, 其特征在于: 交错的塑料板上分别具有高阻抗材料和低阻抗材料区域, 所述高阻抗材料具有每平方 10^9 至 10^{11} 欧姆的薄膜电阻率, 所述低阻抗材料对于大约 50 微米厚的金属来说具有 0.1 至 1.0 欧姆的薄膜电阻率, 对于 50 微米厚的碳涂料薄膜来说具有 10 至 1000 欧姆的薄膜电阻率。

13. 如权利要求 10 所述的设备, 其特征在于: 所述高阻抗材料是纤维素基材料。

14. 如权利要求 13 所述的设备, 其特征在于: 所述纤维素基材料是纸。

15. 如权利要求 10 所述的设备, 其特征在于: 所述高阻抗材料是涂料或墨。

16. 如权利要求 10 所述的设备, 其特征在于: 所述高阻抗材料是抗静电涂料。

17. 如权利要求 11 所述的设备, 其特征在于: 所述低阻抗材料是从金属板、金属膜、碳基膜和碳基涂料中选择的。

18. 如权利要求 1 所述的设备, 其特征在于: 除了连接于用于施加电位的部位以外, 所述导电材料从塑料壁的边缘向内间隔开来。

19. 如权利要求 1 所述的设备, 其特征在于: 所述塑料是聚丙烯、聚乙烯或其共聚物、聚氯乙烯、PET、PTFE 或聚碳酸酯。

20. 如权利要求 1 所述的设备, 其特征在于: 还包括用于在通道阵列之前使气流中的颗粒充电的装置。

21. 如权利要求 20 所述的设备, 其特征在于: 包括用于使气流中的颗粒充电的电晕放电装置。

22. 如权利要求 20 所述的设备, 其特征在于: 包括用于使气流中的颗粒充电的放射电离装置。

23. 如权利要求 20 所述的设备, 其特征在于: 包括波形塑料板和导电材料的交错层, 交错层的导电材料处于高和低电位, 其中, 导电材料从塑料板边缘向内间隔开来, 以引起高电压泄漏, 从而引起离子

泄漏，以便使进入设备的颗粒充电。

24. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：低电位的区域处于地电位。

25. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于：还包括用于使气流在离开阵列时电离的装置。

26. 如权利要求 25 所述的设备，其特征在于：用于使气流在离开阵列时电离的装置包括一个主电晕放电发射器和一个处于比主发射器低的电位的副电晕放电发射器。

27. 如权利要求 26 所述的设备，其特征在于：所述主发射器连接于高的负电位，副发射器接地。

28. 如权利要求 26 或 27 所述的设备，其特征在于：所述主发射器是一根具有尖锐尖端的针，所述尖锐尖端的曲率半径小于 0.1mm，所述副发射器是一根具有相对较钝尖端的针，所述相对较钝尖端的曲率半径为 0.5 至 2.0mm。

空气净化设备

技术领域

本发明涉及用于降低受限空间如工厂、棚室、温室、厅堂、购物商店或房间中的空悬微尘浓度的空气净化设备。

背景技术

高的空悬微尘浓度可能通过吸入悬浮颗粒而危害健康。

在农业中，在例如养禽棚、集中养猪棚等场合有高的空悬微尘浓度，工人和动物的健康都会受到危害。

在工业中，在许多加工如焊接、磨削、冶炼中以及在受限空间中使用内燃机都会产生在封闭空间中的高度污染的空悬微尘浓度。

在社会和家庭环境中，吸烟产生空悬微尘污染。打喷嚏可以产生细菌和病毒的空悬微尘。一年四季都会发现高浓度的产生变态反应的花粉。尘螨变态反应源颗粒会在铺床中产生，并作为空悬微尘进入空气。

传统的空气净化装置通过在过滤器中捕获颗粒（过滤式空气净化装置(FAC's)，或者通过在板上收集颗粒（静电除尘式空气净化装置(ESPAC's)从空气除去颗粒。过滤器或板用后可被处置，清洗或更换。

US 4234324 公开了一种静电空气滤清器，它包括间隔紧密的导电材料的平面电极，在平面电极边缘借助波纹间隔件隔开。

FAC's 的缺点是：

1. 过滤器的效率往往随时间显著下降。
2. 横跨过滤器的压降往往较高，因而需要强力风扇。
3. 强力风扇往往噪音大，消耗相当多的电力。
4. 过滤器需要定期更换。

ESPAC's 的优点是：

1. 压降较低。
2. 噪音低、功率低。
3. 可清洗的收集板。

ESPAC's 的缺点是：

1. 高电压金属收集板的屏蔽成本高。用户需要防护以免高压电源（一般为几千伏）的可能发生的电击。甚至当电源关断时，在板上存储的电荷也有触电危险。板需要卸下清洗，因而通常要设置保险互锁，以便在可接近板前使板自动放电。

2. 金属板间的电击穿和漏电会引起效率损失及产生臭氧。

3. 板需要相对较宽地间隔开来，以便减少板间空气中的电击穿，这使效率下降。

发明内容

本发明的目的是提供一种基本上没有 ESPAC's 的缺点的、用于从空气或气流中除去颗粒的实用设备。

按照本发明的第一方面，提供一种用于除去气流中携带的颗粒的颗粒沉积设备，包括一个通道阵列，气流可以相对较自由地通过所述通道阵列，所述通道是由塑料壁围住形成的；用于迫使气流通过所述通道的装置，所述塑料壁具有与其接触且在通道外的导电材料区域，所述通道阵列至少在导电材料的整个宽度上延伸，所述导电材料区域形成多个导电材料层；以及用于交错地向所述多个导电材料层施加高电位和低电位的装置，其用于在通道阵列中提供充电的场所，从而从气流收集颗粒。

按照本发明的第二方面，提供一种用于除去气流中携带的颗粒的颗粒沉积设备，包括一个气流可以相对较自由地通过的通道阵列，所述通道是由在具有电介质性质的塑料壁围住形成的；用于迫使气流通过所述阵列，从而颗粒从通道中的气流中被收集，其中所述通道是由上、下叠放的波形塑料板材提供的。

通道最好由波纹塑料片提供，波纹塑料片的相反表面上最好具有导电材料。例如，波纹塑料片可以彼此叠放、以六角手风琴方式折叠、形成螺旋、或形成同心阵列。

或者，通道也可以由并排布置的塑料管提供。塑料管可以是矩形横截面的，也可以是圆形横截面的。

通道也可以在波纹塑料片之间，或在平塑料片和波纹导电材料之间形成。

本发明中使用的塑料最好是聚丙烯、聚乙烯或其共聚物，不过其它塑料如 PVC、PET、PTFE 和聚碳酸酯也可适用。

对于本发明的第一方面来说，导电材料的区域最好是高阻抗材料的，但也可以是低阻抗材料的。交错的塑料片上可以具有分别是高阻

抗材料和低阻抗材料的区域。

高阻抗材料最好是纤维素基材料，例如，纸。交错的高阻抗材料包括涂料或墨或抗静电涂料。

低阻抗材料可以从金属片、金属薄膜、碳基薄膜和碳基涂料中选择。

导电材料最好除了准备连接施加电压的部位外从塑料壁的边缘向内间隔开来。

本发明的推荐实施例还包括在通道阵列前使气流中的颗粒充电的装置。这种装置可以是电晕放电装置或放射电离装置。

本发明第一方面的推荐实施例包括高、低电位的波纹塑料片导电材料层，其中导电材料从塑料片边缘向内间隔开来，以便引起高压泄漏，以及离子泄漏，从而使进入设备的颗粒充电。低电势的区域最好为地电位。

在本发明中使用的高阻抗材料最好具有每平方 10^9 至 10^{11} 欧姆范围的薄膜电阻率。

本发明第一方面的设备最好包括一个向高电位区域供电的高压电源，以及电源和绝缘高阻抗材料构成的那些区域之间的连接导线。

本发明的推荐实施例的设备还包括使气流当其离开阵列时电离的装置。使气流当其离开阵列时电离的装置最好包括一个主电放电发射器和一个电位低于主发射器的副电晕发射器。主发射器最好连接于高的负电位，而副发射器最好接地。主发射器最好是一根具有尖端的针，副发射器最好是一根具有相对较钝的尖端的针。

在本发明的第二方面的推荐实施例中，塑料壁在包含进设备之前被充电。塑料壁可以借助电极充电，电极向壁的相对两侧施加高的电压差。或者，塑料壁可以通过在较高温度下施加电场，然后在电场存在的情况下冷却至较低的温度的方式充电。塑料壁也可以通过使塑料壁在一侧上的高电位电晕放电和在另一侧的接地导电板之间移动而被充电。

在本发明第二方面的另一推荐实施例中，塑料壁可以由波形塑料

板材料的表面提供，充电可以借助使波形槽中注入导电液体，使波形槽内部连接地电位，并使板材料的外表面分别连接于负的和正的高电位的方式进行。

使塑料壁充电的另一种手段是使其在分别保持高、低电位的导电或半导体材料的辊之间输送。

另一种推荐的方式是，使壁的相对两侧导电并彼此电连接。使塑料壁导电可以通过涂布导电涂料或施加导电片材进行。

本发明的设备基本包括一系列间隔开来的板，这些板交替地处于高、低电位。高电位板与低电位板绝缘。高电位板相对于低电位板可以是正的或负的。低电位板可以构成一个板的直线间隔阵列或一个板的圆形间隔阵列或一个板的螺旋间隔阵列或其它适当的间隔阵列。高电位板是用特殊的高阻抗材料而不是用金属（金属是低阻抗材料（LIM））制成的。高电位板的高阻抗材料（HIM）使板升高至其全工作电位，但不致使其产生电击伤害。当高阻抗（HIM）的高电位板被人例如被用户触及时，电流被限制于一个不产生电击、对健康无害的低值。因此，串列的间隔开来的收集板无需在空气净化设备中为保护而隐藏起来，如果需要的话，可以安装在外部，从而便于接近和拆卸以便清洗。

高电位板需要接高压电源。按照本发明，设有一条专门的导线，以便连接于高阻抗材料（HIM）制成的高电位板。HIM导线可以按照传统的方式绝缘，但是，如果绝缘被破坏，由于来自导线内的电流的低限度，将不致产生电击伤害。

进入系列的间隔开来的板的空气一般借助电风扇通过板阵列吹送或抽吸。当其通过板时，充电颗粒（带正或负电）和任何电中性的颗粒都承受强电场，强电场使其吸附并收集在板上。板可以设计成可随意外置的或可清洗的。

在一个推荐实施例中，板的高电位和低电位组都是用 HIM 制成的。

在本发明的另一个推荐实施例中，高电位 HIM 板上覆盖有绝缘

薄膜。

在本发明的另一个推荐实施例中，高电位 HIM 板和低电位板都覆盖有绝缘薄膜。

在另一个推荐实施例中，高电位和低电位板之间的间隙是由空气可通过的绝缘塑料双壁波形板材占据的。

在另一个推荐实施例中，夹着绝缘塑料双壁波形板材的高电位和低电位板最初连接于高压电源，然后被断开连接。

本发明的颗粒收集设备可以是以一个电介质为基础的，电介质是一件显示耐久电荷的绝缘材料。电介质电荷可由表面电荷层、绝缘材料内的电荷、极化电荷或其组合构成。

如果薄膜电介质的极化和空间电荷在绝缘材料内各处不相互补偿的话，那么，薄膜电介质显示一个外部静电场。这种外部静电场在薄膜聚合物电介质制成的空气净化过滤器材料中得到利用。薄膜聚合物被充电以形成无纺过滤织物。当含有悬浮颗粒的空气穿过织物时，颗粒在其趋近电介质纤维时承受强静电场。这些力导致颗粒在纤维上的沉积。这种纤维状电介质聚合物过滤材料胜过传统纤维状过滤介质（例如微细玻璃纤维）的优点在于能够以相对较低的压降实现高的效率。

但是，对过滤介质还有进一步的要求，过滤介质应能够在甚至更低的压降下提供高的效率。

塑料板材，特别是双壁波形塑料板材可以预处理以赋予其电介质性质，该材料应用在空气净化收集设备中。适于制造这种板材的塑料包括聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、乙烯和丙烯的共聚物、PVC、PET、PTFE、聚碳酸酯及其它塑料。所使用的塑料最好提供使空气容易通过波形槽的通道，因而减小通过这种空气净化阵列的压降。在穿过的气流中的颗粒承受通道内的强电场。充电颗粒在电场中（借助所谓电泳过程）移向通道壁，粘附在通道壁上，从而被俘获。

由于通道中的电场是非线性的，因而未充电的或中性颗粒也（借助所谓介电泳）移向壁并被俘获。

虽然大多数电介体空气净化材料被制造得在聚合物薄膜表面上显示外部电场，但是，在本发明中则关注在塑料通道中的空间内使电场强度最大化。

附图说明

现在参阅以下附图进一步描述本发明。

图 1 示意地表示本发明的第一实施例；

图 2 示意地表示本发明的第二实施例；

图 3 示意地表示本发明的第三实施例；

图 4A 和 4B 示意地表示本发明的第四实施例；

图 5 示意地表示本发明的第五实施例；

图 6 示意地表示板的直线间隔阵列；

图 7 示意地表示板的圆形间隔阵列；

图 8 示意地表示板的螺旋间隔阵列；

图 9 示意地表示本发明的第九实施例；

图 10 示意地表示使气流中的颗粒充电的系统；

图 11 示意地表示本发明的第十实施例；

图 12 示意地表示本发明的第十一实施例；

图 13 示意地表示本发明的第十二实施例；

图 14 示意地表示为使气流中的颗粒充电而产生离子泄漏的系统；

图 15 示意地表示减小本发明设备的静电电击危险的系统；

图 16 和 17 示意地表示本发明的颗粒消除设备的操作；

图 18 示意地表示现有技术的静电空气净化器；

图 19 示意地表示本发明的第十三实施例；

图 20 表示本发明的第十四实施例；

图 21 示意地表示本发明设备的收集板的电介体充电的第一装置；

图 22 表示本发明设备的收集板的电介体充电的第二装置；

图 23 表示本发明设备的收集板的电介体充电的第三装置；

图 24 表示本发明设备的收集板的电介体充电的第四装置；

图 25 示意地表示本发明的第十五实施例；

图 26 示意地表示本发明的第十六实施例；

图 27 示意地表示本发明的第十七实施例；

图 28 示意地表示本发明的第十八实施例；

图 29 示意地表示按照本发明的充电颗粒检测器；

图 30 示意地表示按照本发明的颗粒污染测量装置。

具体实施方式

在下面对图 1 至 8 的描述中，为简化的缘故，相同的零件使用相同的标号，并详细描述各实施例之间的主要差别。

现在参阅图 1，颗粒清除设备包括至少两个板 1 和 2（为简单起见只画出二个板），所述板间隔开来，以便使空气或气体可在板间基本自由地流动。

处于高电位的板 1 是用高阻抗材料（HIM）构制的，或是覆盖着高阻抗材料。板无需很厚，1mm 或更小的厚度就适用于大多数用途。适当的高阻抗材料包括卡片、硬纸板、纸粘合纤维素带和一些其它材料，或者，板 1 可以是涂覆有 HIM 薄膜的绝缘塑料。这种涂覆材料包括某些塑料、某些专用涂料和某些抗静电涂料。适当的高阻抗材料（HIM）最好具有每平方（per square） 10^9 至 10^{11} 欧姆范围的薄膜电阻率。比较来说，低阻抗材料（LIM）一般具有对于大约 50 微米厚的金属来说的每平方，0.1 至 1.0 欧姆的薄膜电阻率，对于大约 50 微米厚的碳涂料膜来说的每平方 10 至 1000 欧姆的薄膜电阻率。绝缘体或绝缘材料的表面电阻一般在每平方 10^{13} 至 10^{16} 欧姆的范围内。

高压电源 4 借助特殊导线 5 连接于高压的板 1。导线 5 是由包有绝缘材料套的 HIM 导电芯部构成的。HIM 导线 5 需要有充分的导电性，以便向板阵列供应足以维持高电位的电流，但是，其导电性又不足以在绝缘材料破坏后引起用户触电。一系列材料可用来构制导线 5 的芯部，包括纤维素线或在高阻抗材料板中使用的类似材料。

板 2 是低压板，是由 HIM 构制的。板 2 通过传统的绝缘的金属导电芯的导线 6 连接于电源 4。板 2 处于低或地电位，不会产生电击伤害，因而也可以用导电更好的材料如金属、金属箔或碳涂覆塑料制成。

作为一个实例，一个 13 个 HIM 板的阵列由 0.4mm 厚的纤维素

卡片构成，板间分开的距离为 4mm。按照通过阵列的气流距离，该阵列为 100mm 深。空气以 2.0m/s 的速度穿过阵列。高电位 HIM 板相对于低电位板保持 -13 直流千伏特。穿过阵列的空气每立方米含有大约 500 微米带负电荷的平均直径为 0.5 微米的盐颗粒。测定的捕获效率为 93 %。

在图 2（该图清楚起见未画出电源和连线）的实施例中，高电位 HIM 板 1 覆盖或涂覆绝缘材料 8。如果高、低电位板被污物或异物桥接，这可减少漏电或板上电位的损失。

绝缘材料 8 可以是一个或多个非导电涂料膜塑料带膜、热密封塑料膜或其它适当的绝缘材料。

低电位板 7 可以用高阻抗材料或金属导电材料、涂有导电碳涂料的材料、导电的含碳塑料或任何其它类似的适当材料构制。

在图 3 的实施例中，高电位板 1 和低电位板 7 都覆盖或涂覆绝缘材料 8。

高电位板是用覆盖绝缘材料 8 的高阻抗材料构制的。

低电位板可以由任何适当的高或低阻抗材料构制，板上覆盖绝缘材料 8。

使两组板绝缘的好处在于，即使板触碰在一起，也不致有高电位损失，因而不会丧失功能。

在图 4a 和 4b 的实施例中，高和低电位板由绝缘塑料的双壁波形板材 9 隔开。板材 9 可以由聚丙烯、聚乙烯、聚碳酸酯、P.T.F.E 或其它适当的绝缘材料制成。图 4a 表示穿过波形槽的气流。图 4b 表示与图 4a 成直角，好象空气流入纸页的视图。空气可以自由地流过塑料板材 9 的波形槽。槽壁 10 是板材 9 的整体部分。波形塑料板材 9 结构为刚性，本身可由多板阵列简单地构成。

高和低电位板的推荐材料是高阻抗材料（HIM），但是，由于双壁塑料波形板材 9 是良好的绝缘体，因而低阻抗材料也可以适用。

在图 4 的实施例中，颗粒的消除是通过在高电位板 1 和低电位板 2 之间施加连续的高电位而实现的。

作为一个实例，一个直径为 410mm、深度为 100mm 的圆形阵列使用一叠绝缘塑料双壁波形板材（IPTFSM）构制，板材用 HIM 制成的高和低电位板分开。IPTFSM 由聚丙烯构制，具有 4mm 的敞开的空气间距。IPTFSM 的壁厚为 0.4mm。所使用的 HIM 是厚度为 0.13mm 的粘合纤维素带。高电位 HIM 板相对于低电位板保持 -10 直流千伏特。（含有每立方米大约 500 微克的平均直径为 0.5 微米的盐颗粒的）空气以 1.8m/s 的平均速度穿过阵列。清洁空气输送率（CADR）测值为每小时 717 立方米。

在另一个实施例中（再次参阅图 4），一个初始高电位施加在两板之间，然后，断开高压电源。颗粒捕获效率可以想见会下降，但是，情况却并非如此。在板间产生的初始高电场强度似乎使波形塑料板材 9 构成一种在板材 9 内存储固定电荷的电介质材料。这种存储的固定电荷产生的电场强度足以使颗粒沉淀在板材 9 的波形槽壁上。

另一个实施例涉及到将叠放的阵列 11 用作一种无需预先处理波形板材 9 的空气净化收集设备。这种板材通常是通过挤压熔融塑料制成的，原料通常具有某种程度的电介质性质，无需任何进一步处理就显示清洁性能。

图 6，7 和 8 分别表示板的直线、圆形和螺旋的间隔阵列。在每种情形中，高电位板标号为 13，低电位板标号为 12。气流似乎流入纸页。

图 9 表示空气过滤器可以由双壁波形塑料板 10 制成的情形。板的外表面 30a 和 30b 涂覆或覆盖导电的或高电阻的电极材料。然后，按照六角手风琴的方式将板材折成重叠阵列的空气通道。一个外表面 30b 作为高电位侧，另一个外表面 30b 作为低电位侧。表面 30a 和 30b 适当地连接于高和低电位源，以便提供必要的电场，在波形槽内形成感应充电的场所，使空悬微尘颗粒可以从流过波形槽的气流中吸向波形槽。图中没有画出风扇或其它通过阵列抽吸或吹送空气的装置。

在本发明的各实施例中，在颗粒进入过滤阵列之前最好使其预先充电。这可以通过两个离子发射器 36，38 实现，这两个离子发射器放

置在本发明的空气过滤器的塑料气流出口导管中。一个发射器 36 具有一个锐利的尖端，其曲率半径一般小于 0.1mm，处于负的高电位，设置在离开具有钝的尖端（尖端的曲率半径一般为 0.5mm 至 2.0mm）的离子发射器 38 一个距离 Z 处。

由于发射器之间的高电场强度，两个发射器进入电晕发射。尖锐的发射器 36 大量发射负离子。钝的发射器 38 以较小的量发射正离子。负离子流基本中和正离子流。横过两发射器吹送空气的净效果导致了离开的负离子云。

这些离子离开空气净化机，趋向室内颗粒的扩散充电。借助离子发射器产生的空气离子吹入室内，在室内借助扩散充电向室内颗粒赋予小量电荷。当充电的颗粒被吸入空气净化机时，它们被板材的波形槽内的静电场捕获。最好将离子发射器放置在空气净化机内以减少局部沉积及减少静电电击的可能。外部离子发射器在发射器附近产生局部污物沉积，也可能对空气净化器的使用者造成静电损害。这与使用两个尖锐的发射器的情形形成对照。如果使用两个尖锐的发射器，那就会产生更大量的正离子。在出口气流中的正离子将有效地中和带负电荷的颗粒，因而降低在波形槽内捕获颗粒的效率。负离子化的最佳化（以及单极充电）是通过调节发射器电位、发射器尖端的曲率半径、距离 Z 和气流的方向及速度而实现的。

图 11 示意地表示的本发明的实施例中，绝缘双壁塑料板材被夹在电极材料层 42，44 之间的方形塑料绝缘管 40 的阵列所替代。

空气按照与空气流过板材的波形槽相同的方式流过方形管 40 的长度。方形槽最好借助连续塑料挤压工艺制造，管被切至适当的长度，以适应于不同的空气净化应用场合。如图所示，各根管与高和低电压电极材料 42，44 对准，以便夹住方形管。

或者如图 12 所示，可以使用圆形截面的塑料管 50，所述圆形塑料管也是夹在电极材料 42，44 之间。

现在参阅图 13，本发明的颗粒收集设备可以具有空气通道，空气通道设置在夹在分别处于高、低电位的电极材料 62、64 之间的波纹或

波状塑料板 60 的褶皱层中。

含有颗粒的空气是沿波纹抽吸或吹送的。这种布置使其本身容易形成折叠的矩形空气净化阵列或圆形空气净化阵列。

本发明的各推荐实施例可利用电极或电极材料的定位来提供通过塑料特别是波形塑料板阵列本身的颗粒充电，从而无需颗粒的外部充电。

图 14 表示电极材料 70 相对于波形塑料板材 72(只画出阵列中的一个板，波形槽在纸页上、下布置)的布置。距离 X, Y 和 Z 是蠕动距离，用于提供在电极夹层中的一个(高电位)电极与下一个(其上方或下面的低电位)电极的充分绝缘。

如果距离 Y 减小，那么，高压电流泄漏增加。通过适当选择距离和电压，可借助离子泄漏在阵列表面实现离子化。如果离子化布置得在空气净化阵列的空气入口表面产生，那么，中性颗粒恰在进入阵列前被充电。这样可提高捕获效率。如果离子化布置得在空气净化阵列的空气出口表面产生，这些离子被吹出，进入房间，在房间内，使颗粒被抽入和存留在空气净化阵列之前被充电。

为了减少由于处置本发明的颗粒收集设备的空气净化阵列而引起静电电击的可能性，图 15 表示波形塑料板的电极布置，其中电极是纸 80 制成的，覆盖有一铝箔连接带 82、两层纸(电涌封锁)82 和一铝箔接线片 86。纸层是高电阻材料，将电流限制在几微安。另一种方法利用直接连接在高和低电压电极之间的高电阻材料。电阻被调节至一个值，该值不会不适当的加载电源(并降低电压)，但是，一旦关断电源就会使空气净化阵列放电几秒钟。这样，使阵列快速变得安全以便处置。

图 16 表示用于室内环境的一种典型的完整的空气净化系统 100，图 17 表示在室内的空气净化系统 100，表示颗粒充电及收集。系统 100 具有一个呈波形塑料板及高、低电位电极(如图 4B 所示)形式的收集器 102 和一个风扇 104，该风扇用于沿箭头方向通过阵列抽吸空气。阵列和风扇被封闭在入口格栅 106 和出口格栅 108 之间。风扇后的电晕发射器 110 使离开收集器的空气电离。

在传统的静电空气净化器中，在两个平行的导电（通常为金属）板或电极 112, 114（图 18）之间存在基本均匀的电场。

在两板间穿过的带电颗粒受到一个力，（通过所谓电泳）移向两板之一，并附着其上。在两板间穿过的中性颗粒受到小的力或不受力，穿过而基本不被捕获。

在本发明的绝缘塑料双壁波形板材夹在高、低电位板或电极之间的实施例（图 4B）中，波形槽内的电场基本上是非线性的。

虽然在导电的或半导电的板上的电位是均匀的，但是，波形槽内的电场是非线性的。电场的非线性可能是由于塑料内电荷的不同位移，以及由于波形槽壁的作用的缘故。

穿过波形槽的带电颗粒受到电场作用，借助电泳而沉积。穿过波形槽的中性颗粒受到非线性电场作用，并（借助所谓介电泳过程）移动，并发生类似的沉积。

力借助颗粒的极性化和电场的非线性而作用在中性颗粒上，其结果是中性颗粒的运动和沉积。

因此，在这个实施例中，带电的和中性的颗粒都发生沉积。带电颗粒的沉积效率大于中性颗粒的沉积效率。但是，中性颗粒的沉积效率也是显著的。

在另一个实施例中，电极可密封在塑料板材中以防止水的浸入。这样，这种复合收集器可用水或洗涤剂定期清洗，并使其干燥，再次使用。

如图 19 所示，可以使电极 120 制成波纹或波状电极来替代波形板阵列，这种电极是使用塑料薄膜 122 隔开的。

空气通过波纹和塑料薄膜形成的夹层被吹送或抽吸。

为了说明的目的，半导体材料是指具有每平方大约 10^9 至 10^{11} 欧姆的薄膜电阻率的任何材料。

下面仅以举例的方式，对照图 4B 进一步描述本发明，说明在低的压降下具有高的效率。

选用塑料双壁波形板材，其每平方米 300 克，板厚 2.1 毫米、波形槽间距 2-7 毫米，壁厚 150 微米。该板被切割并使用 80g.s.m 的纸

电极组装成空气净化阵列。

该阵列的尺寸使气流输送深度为 70mm。一组电极接地，另一组保持在 - 12,000 伏特。

在检测室中形成每立方米大约 1 毫克的 0.5 微米的盐空悬微尘。如图 10 所示，颗粒充电是通过将室内空气吹在两个电极（一个处于地电位，另一个为 - 12KV），进行扩散充电而实现的。

使用空悬微尘监测器进行一系列实验，以便确定在空气穿过阵列的不同速度下盐颗粒的捕获效率。实验结果如下：

空气速度 (m/s)	捕获效率 (%)	压降 (帕)
0.5	99.99	3
1.0	99.97	7
2.0	99.95	14
3.0	99.23	27

在另一个实验中，简单地将塑料双壁波形板材制成空气净化阵列。

现在对照图 5 描述一个推荐实施例，其适用于塑料双壁波形板材 10 的电介质充电。

该实施例包括一个绝缘塑料双壁波形板材 9 的阵列 11。在这个实施例中，没有高、低电位板。作为替代，每个板 9 在高和低电压的电位板之间“被充电”，取出，然后叠放形成阵列 11。该阵列使流过它的颗粒沉积的效率取决于在板材 9 中存储的电介质电荷。在取出板材 9 及叠成阵列 11 之前通过施加很高的电位差可以存储大量电荷。

可卸的金属或半导电的平电极施加在板材 10 的顶部和底部上。高的电压差施加在两个电极上。充电充足时间之后，将高电压断开，从新形成的电介质板材卸下电极。

现在切割电介质板材，通过叠放板材简单形成一个空气净化阵列

200（见图5）。在波形槽内的电场实施流过波形槽的气流中的颗粒的滞留。无需外部电源来维持波形槽内的电场，这是由于塑料中的电介体电荷相对于时间来说是稳定的（寿命可达数年）。

在图20的实施例中，（在板材的电介体充电以后）最好将每个板10的两侧（空气净化阵列的所有板的所有侧面）电连接在一起。这样做是为了使波形槽内的电场强度最大化，从而使过滤效率最大化。

为了将每个板的两侧面电连接在一起，需要使所有的塑料板表面为导电或半导电的。这是在片的每个侧面上施加导电涂料膜或抗静电涂料，或附加纸或金属膜198实现的。

然后，使用金属丝202、导电带、半导体带、导电涂料、半导体涂料或类似装置将阵列中的所有板的导电表面连接起来。

当这样连接起来时，波形槽空间内的电场可被最大化，从而使颗粒捕获效率最大化。

现在借助下面的实例进一步描述图20的实施例。

选用乙烯和丙烯的共聚物制成的塑料双壁波形板材10。板重为每平方米300克，板厚为2.1毫米，波形槽间距为2.7毫米，壁厚为150微米。

设置纸电极夹住板材。一个电极接地，另一个电极连接于-33,000伏特的电位15分钟。将电极断开、卸下，将电介体充电的塑料板材切割并夹置在图20所示的阵列中。

电介体板材被切割，使气流输送深度为70毫米。使用空悬微尘监测器进行一系列实验，以便确定在空气穿过阵列的不同速度下捕获0.5微米的盐颗粒的效率。

使用浓度为每立方米大约1毫克的未充电的空悬微尘盐颗粒的实验结果如下：

空气速度 (m/s)	捕获效率 (%)	压降 (帕)
1	93	6
2	88	13
3	84	26
4	79	37
5	74	52

使用浓度为每立方米大约 1 毫克的带负电荷的空悬微尘盐颗粒的实验结果如下:

空气速度 (m/s)	捕获效率 (%)	压降 (帕)
1	99	6
2	99	13
3	99	26
4	98	37
5	96	52

塑料双壁波形板材 10 的电介质充电可以通过在较高温度下对板材施加电场, 然后在存在电场的情况下冷却至一个较低的温度。

图 21 表示使塑料双壁波形板材电介质充电的另一种装置, 它使用一根放置在板上方的高电位电晕线 210, 使一个接地的导电或半导体板放在板下面。塑料板被缓慢移动, 沿塑料板的长度进行充电。

在图 22 中, 塑料双壁波形板材 10 的电介质充电是使用放置在板上方的一个高电位电晕尖端发射器 214, 板下面设置接地的导电或半导体板 216 而实现的。塑料板缓慢移动, 沿塑料板长度进行充电。

为了实现在电介质材料中存储最大量的电荷, 通常最好横跨电介

体材料施加很高的电位差。所施加的电位差越高，在所施加的电位去除以后可得到的存储电荷越多。但是，电位差必须加以控制，这是由于如果电位差太高，会发生绝缘被击穿，从而减少电介体电荷。

塑料双壁板材 10 的波形结构使其本身被另一个图 23 所示的推荐装置电介体充电。波形槽内部经过或注有水或其它液体 220，已使所述液体适当地导电。现在暂时导电的波形槽内部被连接于地电位，塑料板的顶面和底面被覆盖导电或半导电电极 222，224。顶面电极 222 连接于一个适当高的负电位，底面电极 224 连接于一个适当高的正电位。按照这种方式，在板材的顶面和底面的绝缘材料中形成电介体电荷。

适当时间以后断开电极，从波形槽中放走导电液体，使波形槽干燥。按照这种方式，在波形槽中形成很高的电场强度。

将新形成的电介体波形板材切割并布置成前面表述的空气净化阵列。

如图 24 所示，塑料双壁波形板材 10 的电介体充电是通过将板材缓慢送过导电或半导电材料制成的辊 230，232 实现的。所述辊被保持适当的高和低电位。为了增加电荷的转送，所述辊是湿的，或用适当的导电液体处理过。

塑料双壁波形板材的电介体充电可以按照类似结合图 5 所述的方式实现，只是一个或两个可卸电极是湿的或用适当的导电液体处理过，以便增加电荷的转送。

除了塑料波形板材以外的材料可以有利地被电介体充电，然后用于构制本发明的空气净化阵列。图 25 表示了这种情形。如图所示，矩形截面管 300 借助两个平面电极 302，304 被电介体充电。电介体充电可以采用成批生产方式或者最好连续地进行。

或者，如图 26 所示，矩形截面管 300 借助两个 L 形截面的电极 306 被电介体充电。

图 27 表示圆形或椭圆形截面管 310 可借助适当形状的电极 312，314 被电介体充电。

电介质充电后，矩形或圆形截面塑料管 300 或 310 可被切割并分别如图 28 所示组装成空气净化阵列。

图 29 表示电介质充电的波形阵列（类似于图 20 所示的阵列）不是用作空气净化设备，而是用作带电颗粒检测器。进入波形槽 10 的带电颗粒承受横过波形槽的电场作用。颗粒移向壁，附着在壁上并放出其电荷。电荷移至电极 198。带正电的颗粒或离子移至波形槽的一侧，带负电的颗粒或离子移至另一侧。

通过保证极化的电介质充电的板材的正确取向，以及通过将交错的电极连接起来，可以测量两个电流，一个电流可归因于收集的正电荷（A1），另一个电流可归因于收集的负电荷（A2）。

这种阵列收集带电颗粒的能力可用于构造敏感的颗粒污染检测装置 400（见图 30）。下面简单描述这种装置。一根导电的管 402 具有一个入口格栅 404，并通至一个图 20 所示类型的电介质阵列 406。导电的管 402 接地。在管 402 内设有一根电晕发射针 408。超出阵列 406 设置一电扇 410 和一个出口格栅 412。阵列 406 通过一个电流表 A 接地，以便测量在阵列上收集的来自颗粒的电荷引起的电流。

风扇 410 将空气吸入装置内。所有气流经受单极电晕充电（在技术上称为电场充电）。当颗粒经过电晕充电器时，所有颗粒被充电。如果电晕电荷是负的，那么，所有颗粒被充负电荷，而不管进入的颗粒的电荷状况，即，进入电晕充电器的正的、中性的及负的颗粒都将带负电荷离开。

如果所有这些带负电荷颗粒被电介质充电的阵列 406 捕获，那么，从阵列流动的电流与进入装置的颗粒的密度成正比，并与通过装置的空气流量成正比。

这种装置具有胜过其它颗粒污染测量装置的一系列优点，包括灵敏度高（低的压降允许高的空气流动速率）、零状态稳定（无颗粒、无电流）、无漏电或干扰问题（收集阵列不连接于任何高电压）。

现在借助以下实例描述图 30 的实施例。

在室内产生烟的空悬微尘，并吸入 100mm 直径的圆形截面导电

管中。（空气速度为每秒 1.5 米）。空悬微尘经过一个保持 - 6,000 伏特的中央设置的绝缘针。来自针的电晕放电产生 4.5 微安的离子流，使进入的颗粒充电。所有高度流动的过度的负离子被包绕的导电管捕获。带电颗粒借助其低移动性沿气流被送入一个 70 毫米深的方形电介质充电的阵列。气流中的带负电荷颗粒在阵列中被捕获，使电流计测出电流。

实验结果如下：

空悬微尘浓度 (微克/立方米)	来自阵列的电流 (毫微安)
1000	6.2
800	5.0
600	3.7
400	2.5
200	1.3
0	0.0

这些数字表示出在空悬微尘浓度和阵列收集的电流之间呈线性关系。

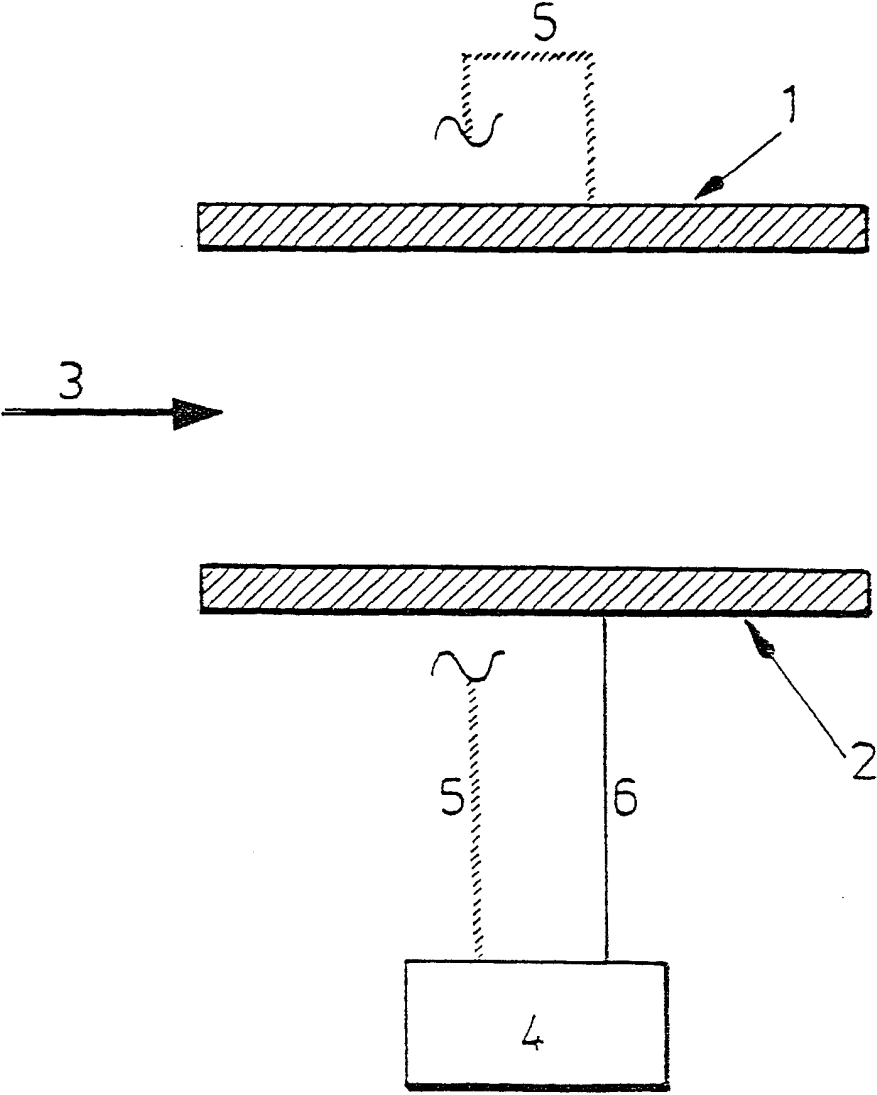
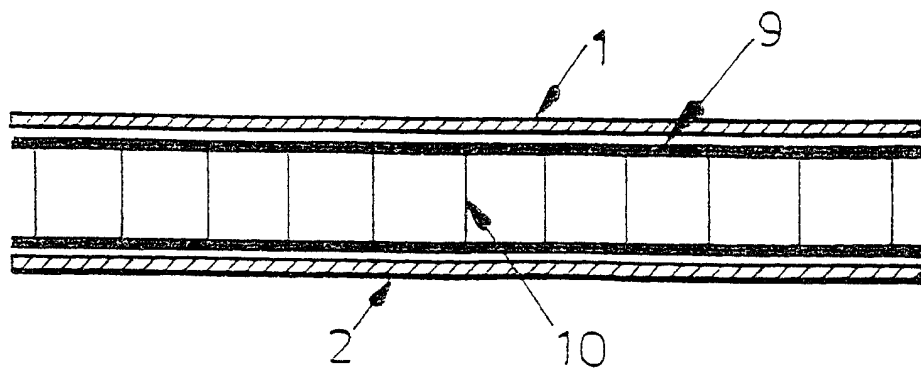
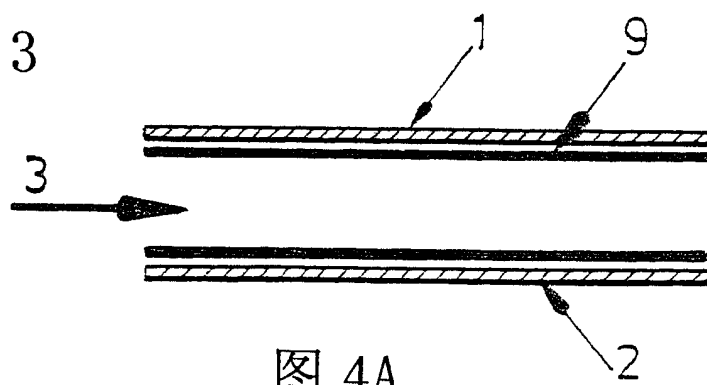
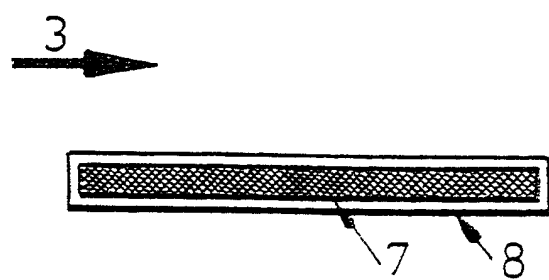
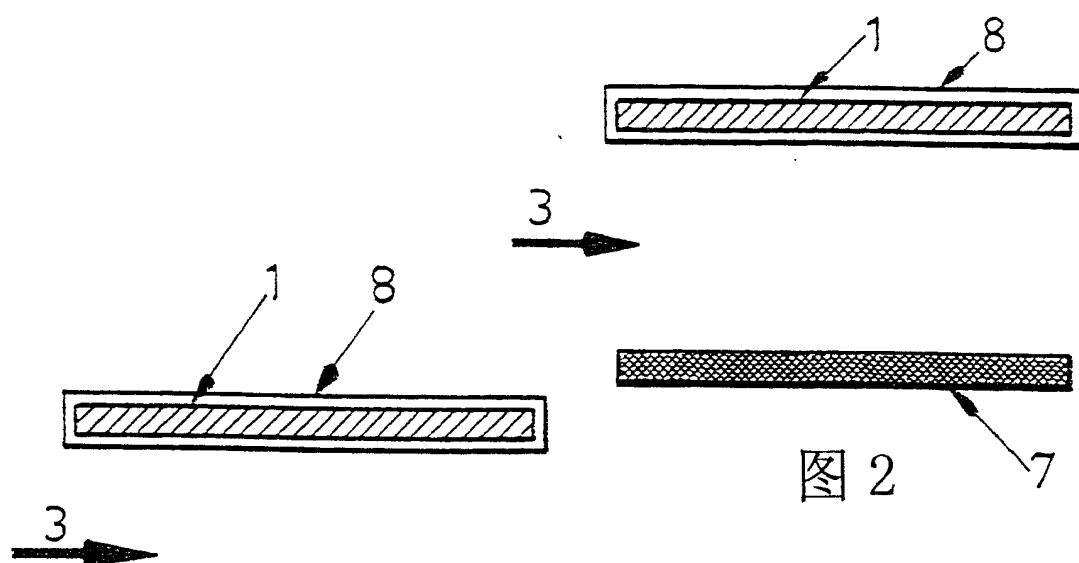


图 1



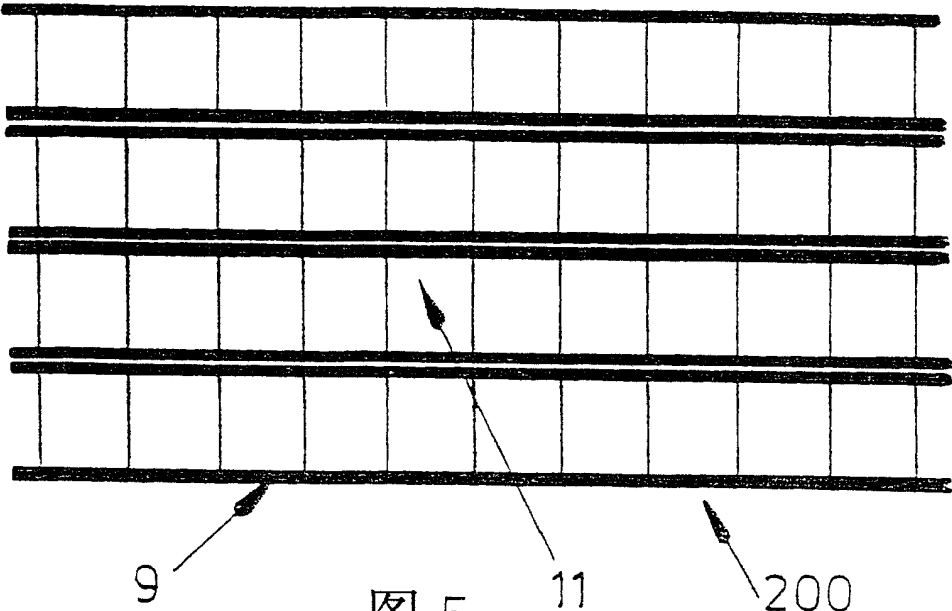


图 5

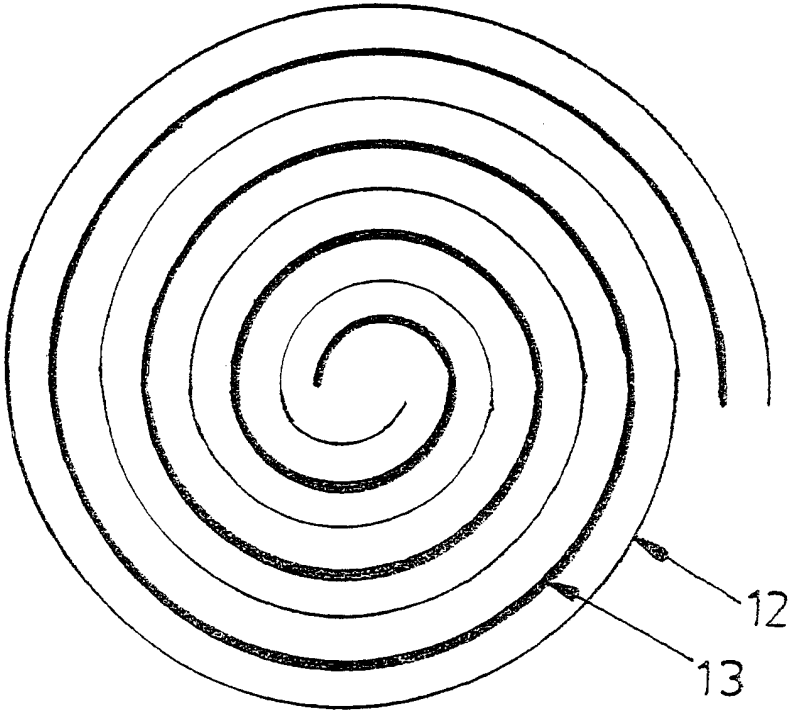


图 8

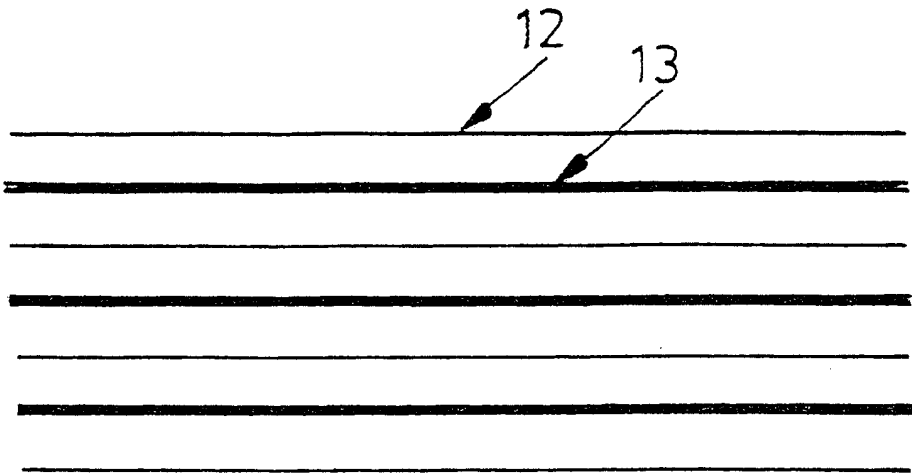


图 6

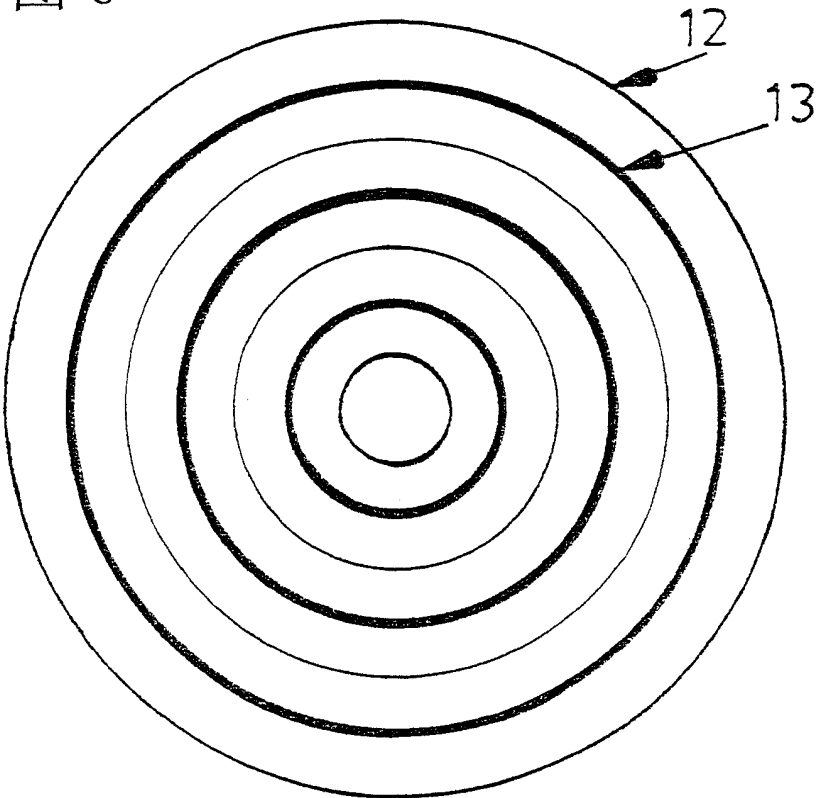
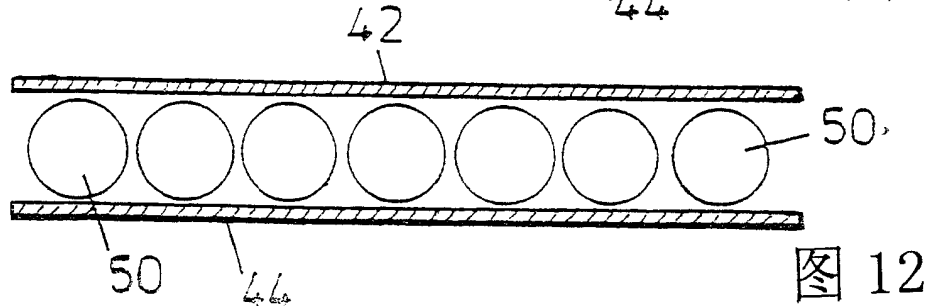
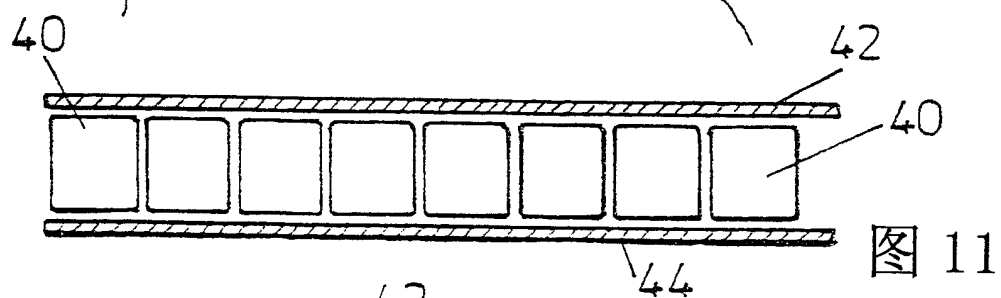
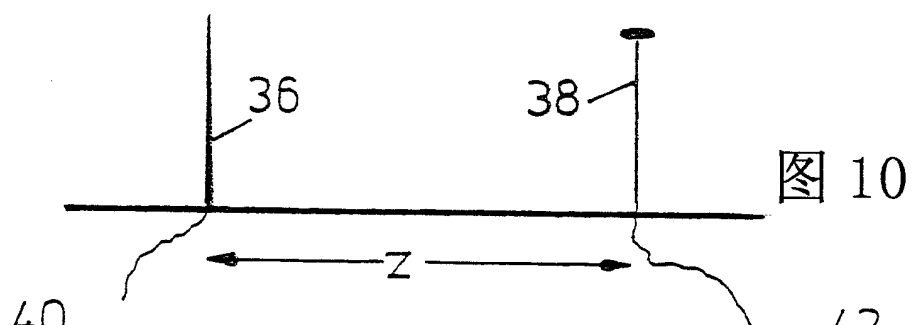
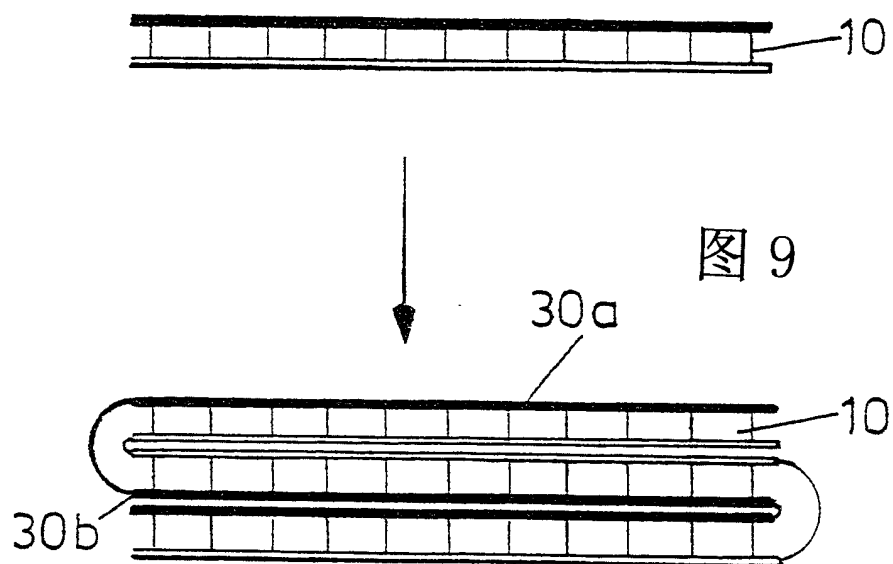


图 7



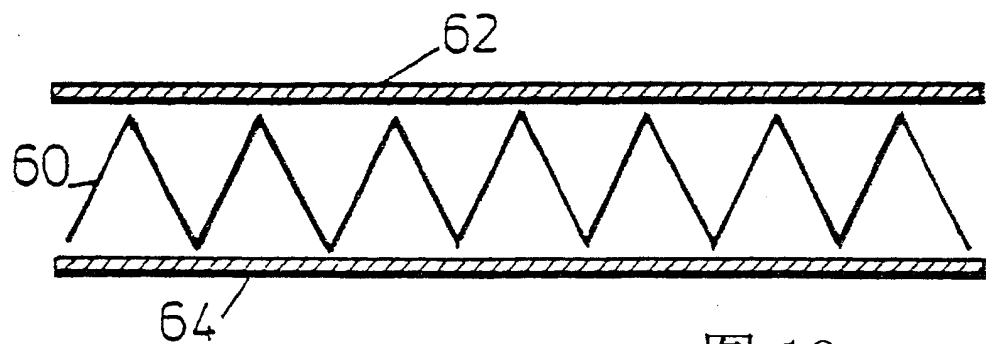


图 13

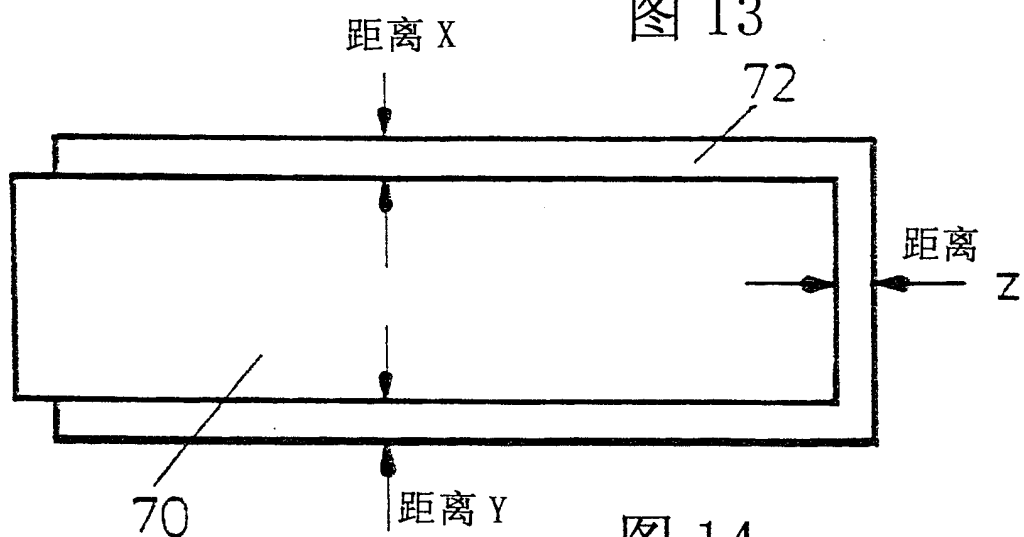


图 14

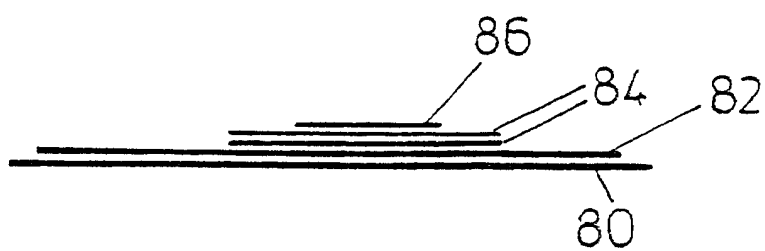


图 15

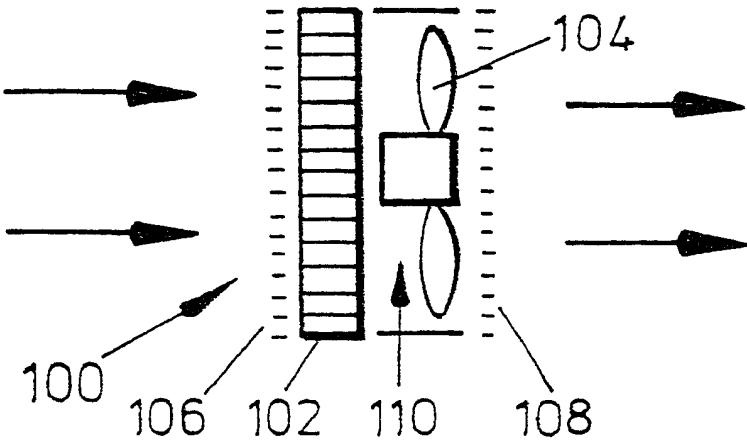
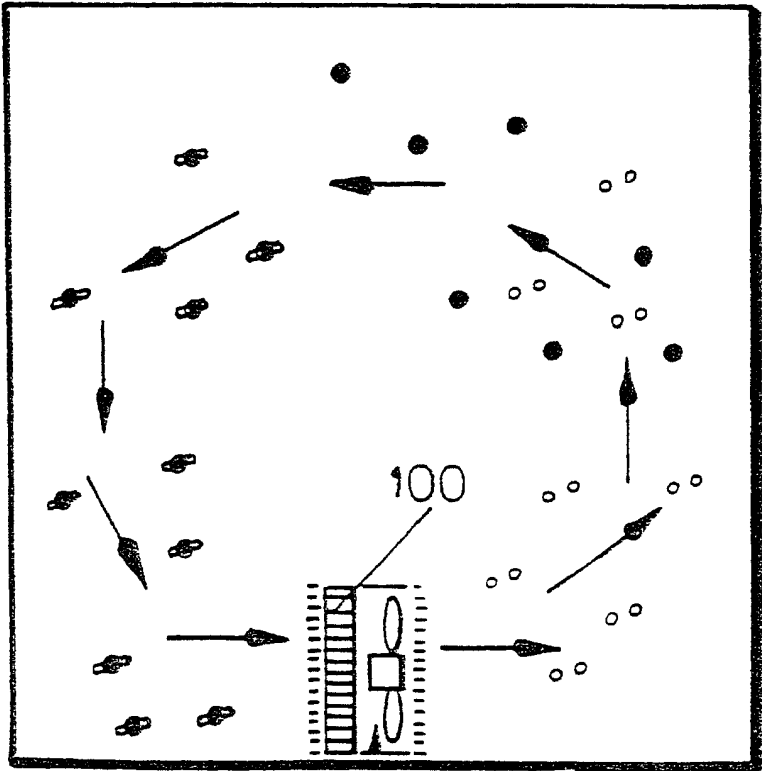


图 16



○⁰ - 自由离子

● - 颗粒

☁ - 带电颗粒

图 17

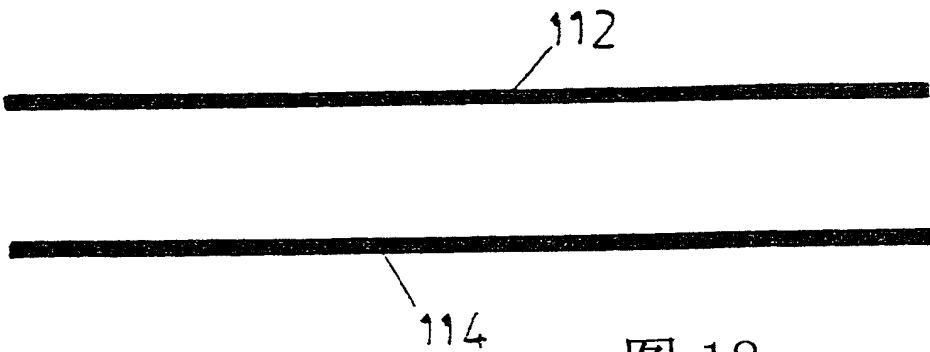


图 18

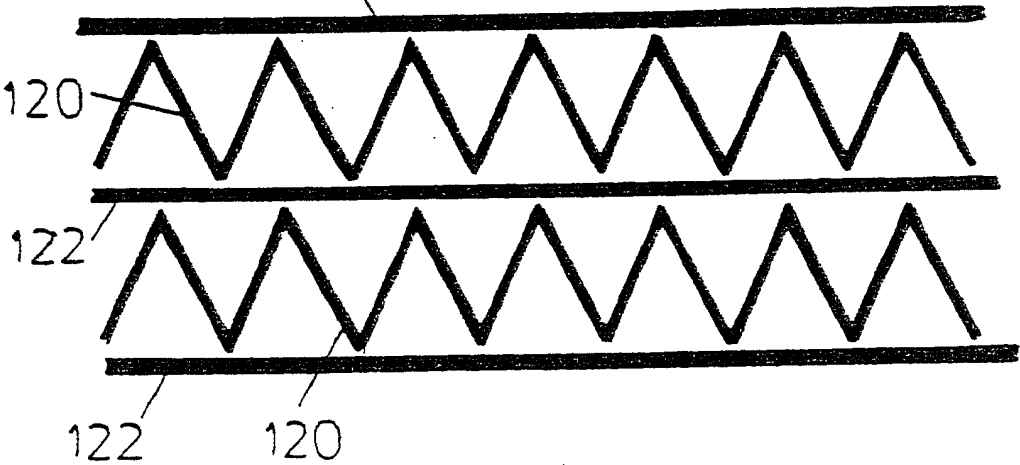
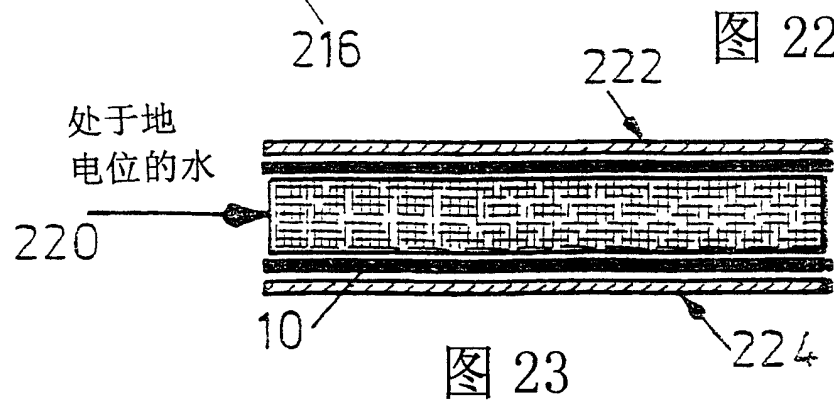
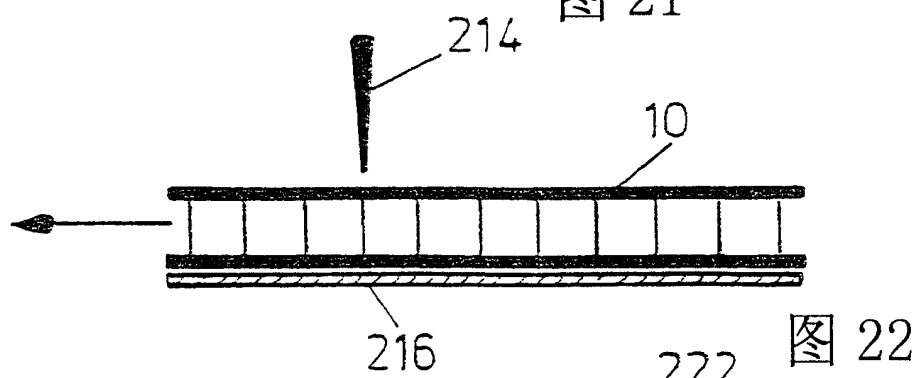
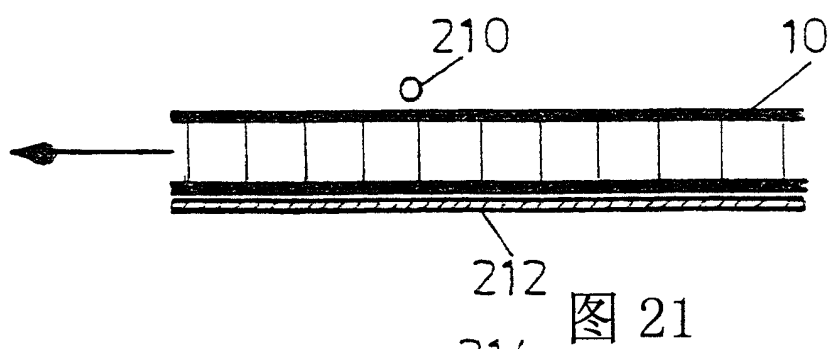
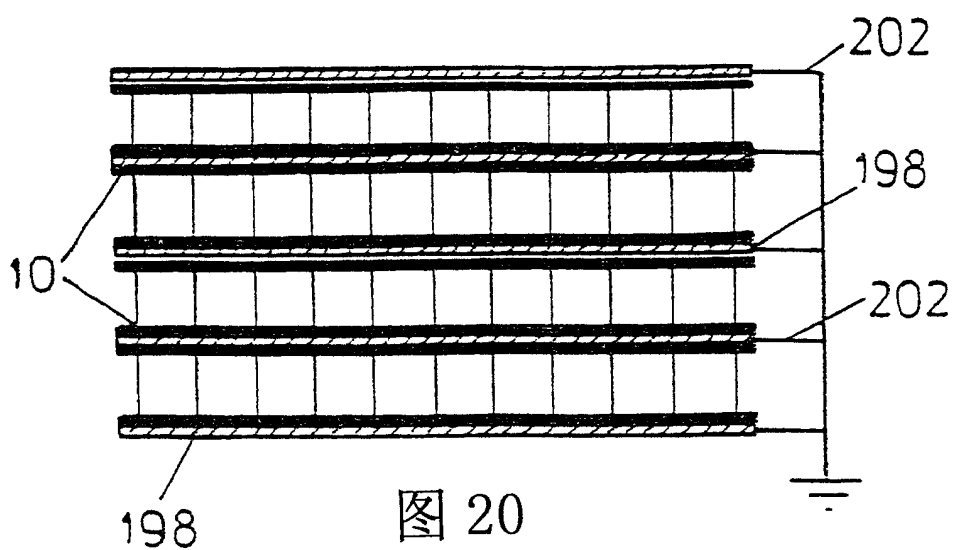


图 19



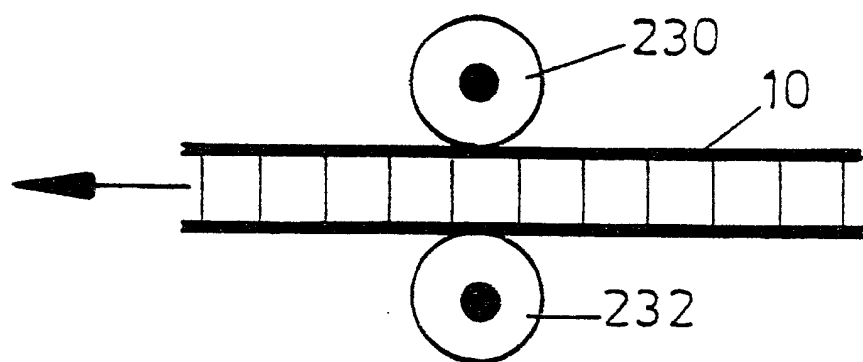


图 24

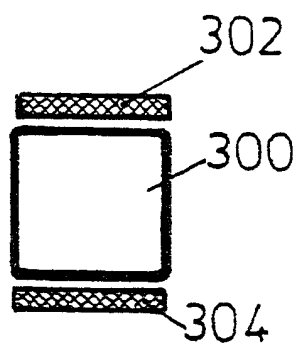


图 25

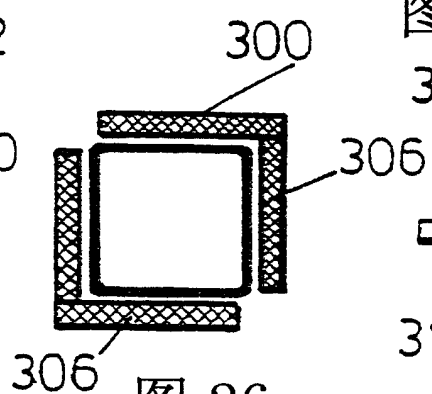


图 26

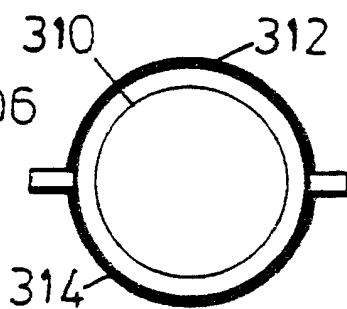


图 27

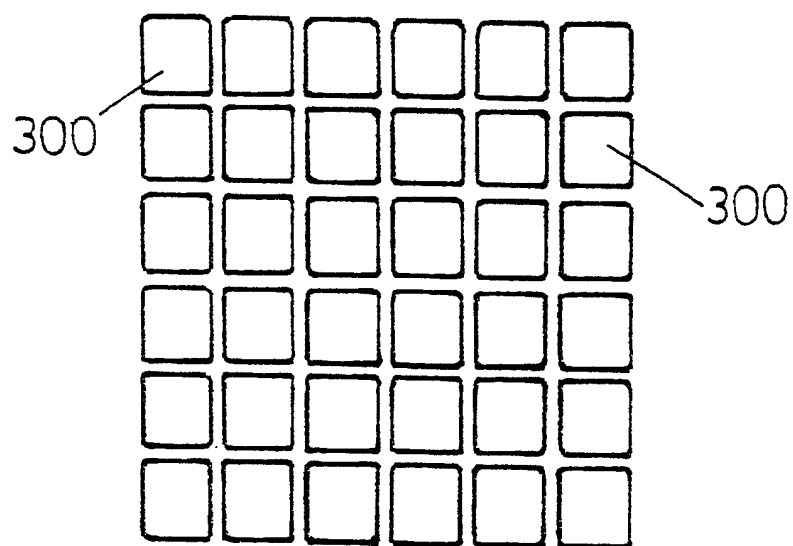


图 28

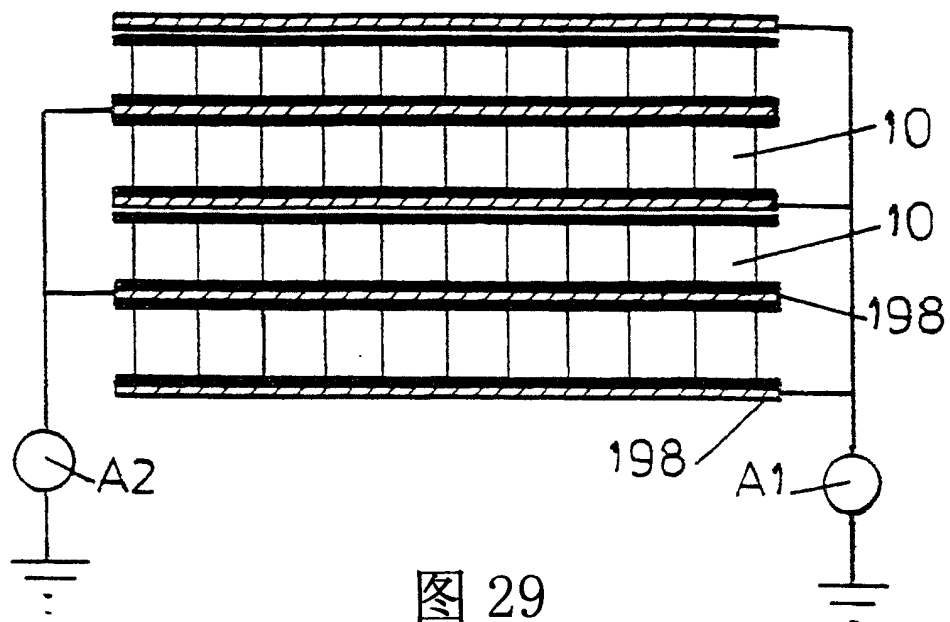


图 29

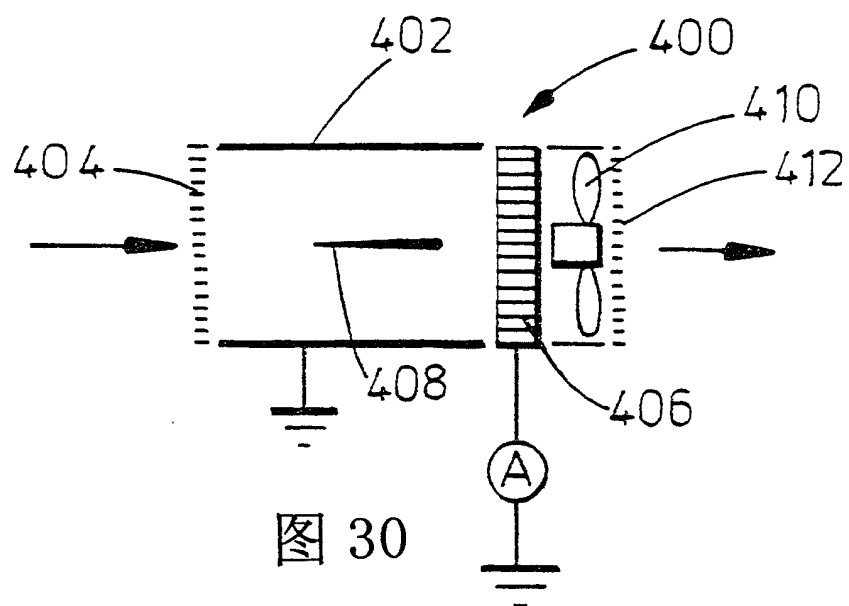


图 30