



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103204610 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 01

(21) 申请号 201310160873. 4

(22) 申请日 2013. 05. 06

(73) 专利权人 河海大学

地址 210098 江苏省南京市西康路 1 号

(72) 发明人 侯俊 王沛芳 钱进 敖燕辉

王永泉

(74) 专利代理机构 南京君陶专利商标代理有限公司

公司 32215

代理人 沈根水

JP H04130071 A, 1992. 05. 01, 全文.

CN 102173512 A, 2011. 09. 07, 全文.

李正魁等. 固定化细菌技术及其在物理生态工程中的应用——固定化氮循环细菌对水生生态系统的修复.《江苏农业学报》. 2001, 第 17 卷(第 04 期), 第 248-252 页.

高阳俊等. 组合生态浮床在滇池入湖河流治理中的应用.《中国给水排水》. 2009, 第 25 卷(第 15 期), 第 46-48 页.

审查员 邹聪慧

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101774695 A, 2010. 07. 14, 全文.

CN 201195703 Y, 2009. 02. 18, 全文.

CN 101514052 A, 2009. 08. 26, 全文.

CN 1368480 A, 2002. 09. 11, 全文.

JP 2007020513 A, 2007. 02. 01, 全文.

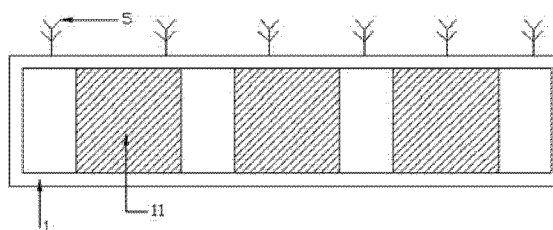
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

外加碳源复合深度净化生态浮床及其净化处理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种外加碳源复合深度净化生态浮床及其净化处理方法,净化生态浮床的结构包括由浮床框架、A 竹排,土工格栅、苯板、植物、尼龙扎带、球形骨架、纱网、淀粉 /PHB 共混物、固定杆、长方体石笼、B 竹排,其中 A 竹排、B 竹排用铁丝固定在框架上,植物 5 固定在苯板上,土工格栅包裹住苯板,尼龙扎带将土工格栅固定在框架上;在土工格栅的下部系一悬挂绳,纱网包裹住淀粉 /PHB 共混物,经纱网包裹住的淀粉 /PHB 共混物放入骨架中,骨架固定在固定杆上;长方体石笼用铁丝固定在框架上。本发明优点:具有取材方便,成本低廉,净化效率高,功效明显,管理方便等特点。



1. 外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是包括浮床框架、A竹排、土工格栅、苯板、植物、尼龙扎带、球形骨架、纱网、淀粉/PHB共混物、固定杆、长方体石笼、B竹排,其中,A竹排和B竹排都垂直设置,且设置于苯板和土工格栅之前,长方体石笼设置于苯板和土工格栅之后,A竹排、B竹排用铁丝固定在浮床框架上,植物固定在苯板上,土工格栅包裹住苯板,尼龙扎带将土工格栅固定在浮床框架上;在土工格栅的下部系一固定杆,纱网包裹住淀粉/PHB共混物,经纱网包裹住的淀粉/PHB共混物放入球形骨架中,球形骨架固定在固定杆上;长方体石笼用铁丝固定在浮床框架上,所述的固定杆下部固定在浮床框架上;所述的竹排为长0.02m,宽0.38m,高0.005m的竹片连接而成,各竹片之间间距为0.01m;使用前,竹片放入有效微生物菌剂溶液中浸泡30min,避光通风干燥;在长方体石笼底部铺一层10cm厚的石子,石子粒径为0.5mm,然后在石子上面铺一层由活性炭、零价铁、石英砂组成的混合物;其中零价铁占40%、活性炭30%、石英砂30%,这一层混合物18cm厚,然后在混合物上面继续铺一层10cm厚的石子。

2. 根据权利要求1所述的外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是所述的浮床框架是由50mmPVC管做成的,浮床框架的相应规格为 $2*1.2*0.4m$ ,50mmPVC管用三通接头连接在一起构成浮床框架。

3. 根据权利要求1所述的外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是通过竹片中空洞将A竹排,B竹排固定在浮床框架上,两个竹排之间的距离为0.2m。

4. 根据权利要求1所述的外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是所述的苯板的规格为 $2*0.7*0.05m$ 。

5. 根据权利要求1所述的外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是所述的植物固定在苯板上,使用土工格栅包裹苯板,边缘处用尼龙扎带固定,同时,将土工格栅用尼龙扎带固定在浮床框架上。

6. 根据权利要求1所述的外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是所述的淀粉/PHB共混物,用玉米淀粉10g,木粉1g,90℃蒸馏水30g,NaCl 0.7g放入烧瓶中,机械搅拌;然后向浆液混合物中加入PHB 6.25g继续搅拌;搅拌后用0.5mol/L NaOH调节pH到9.5;加入0.8mL表氯醇,反应烧瓶移到50℃水浴锅中,机械搅拌5h;将泥浆倒入1L的蒸馏水中,然后离心机分离,沉淀产物清洗多次后,60℃烘干一夜;灌入模具中,将混合物用挤压机挤压成直径为3mm的固体小球,小球比表面积 $18.12cm^2/g$ 。

7. 根据权利要求1所述的外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是所述的复合深度净化的长方体石笼由铁丝制成的长\*宽\*高为 $0.4*0.15*0.38m$ 的所述的长方体石笼,其中网孔距离不超过0.1mm。

8. 根据权利要求7所述的外加碳源复合深度净化生态浮床,其特征是所述的复合深度净化的长方体石笼共有3个,间距0.1m,用铁丝固定在浮床框架上,在水流方向的浮床框架上系一重物以维系浮床整体的浮力。

9. 一种采用如权利要求1所述的外加碳源复合深度净化生态浮床的净化处理方法,其特征是该方法包括如下步骤:

1) 初级处理,污水流经A竹排,呈悬浮或漂浮状态的固体污染物被阻截,A竹排同时能降低水体流速,当水体流过A竹排到达B竹排时,水体的絮凝受B竹排的阻截作用沉淀下来,两个竹排之间形成絮凝沉淀区,同时竹排表面的微生物挂膜去除一小部分氮磷污染

物；

2) 二级处理, 当水体流过 B 竹排后, 被植物根部吸收, 同时球形骨架上附着的生物膜对污染物进行去除, 而球形骨架内部的淀粉 /PHB 共混物为反硝化细菌提供足够的碳源, 从而加强反硝化效率, 提高净化效率；

3) 三级处理, 当水体到达长方体石笼时, 零价铁吸附多种重金属和降解多种有机污染物, 对一些无机阴离子  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  也有去除效果；同时活性炭通过物理化学作用以及活性炭上生长的微生物的生物作用吸附水中的微生物及难以降解的重金属和有机污染物；此外, 水流缓慢流过时, 在活性炭滤料上生长有大量的微生物, 对水质进行深层净化。

## 外加碳源复合深度净化生态浮床及其净化处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种外加碳源与复合深度净化共结合式生态浮床及其净化处理方法,属于污水处理领域。

### 背景技术

[0002] 生态浮床是 20 世纪 70 年代兴起的一种处理污水的方式,运用无土栽培技术原理,将陆生植物经培育后引入水体种植,以高分子材料为载体和基质,采用现代农艺和生态工程措施综合集成的水面无土种植技术。通过植物在生长过程中对 N、P 等植物必须元素的吸收以及植物根系的吸附作用及其表面生物膜的水解代谢作用,使有机物及营养物质分解,并最终通过收获植物体的形式,将 N、P 等营养物质和吸附累积在植物体内和根系表面的微生物搬离水体,使污染物大幅度减少,从而提高水质,为高等水生生物的生存、繁衍创造条件。

[0003] 1988 年, Hoeger 首次提出将生态浮床用作水体生态修复技术,并阐述了浮床在德国湖泊的应用情况,至此,生态浮床才被用于改善水质,消除水体污染,开始得到广泛研究及应用。自 1991 年以来,我国利用生态浮床技术在大型水库、湖泊等不同水域,成功种植了 46 个科的 130 多种陆生植物,累积面积 10 余  $\text{hm}^2$ ,取得了较好的效果。

[0004] 然而在生态浮床的实际运用过程中,也存在一定问题;首先,部分河流水流流速较快,使得浮床植物的根部不容易固定,同时容易使根部表面的生物膜脱落,从而影响处理效果;其次,浮床植物只是作为营养物质存储的临时介质,最终必须从水体中移出才能去除污染物,而且浮床植物根部的吸收能力有限,对于污染较重的水体,导致传统的浮床处理工艺效果受到很大的限制;再次,浮床中附着的填料,由于反硝化细菌缺乏足够的碳源,使得脱氮过程受到明显的抑制,从而影响净化效果;最后,浮床植物及生物膜对有机物的降解能力有限,对难降解有机物的降解能力更是有限,同时若不及时收割植物及对填料载体进行处理,则植物体内的营养物质会重新释放到水体,生物膜也容易脱落,导致水体二次污染。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种外加碳源复合深度净化生态浮床及其净化处理方法,以改善传统浮床中浮床框架易受流速的影响和反硝化碳源不足,以及污染物特别是难降解污染物净化能力有限的问题。

[0006] 本发明的技术方案:外加碳源复合深度净化生态浮床,其结构包括由浮床框架、A 竹排,土工格栅、苯板、植物、尼龙扎带、球形骨架、纱网、淀粉 /PHB 共混物、固定杆、长方体石笼、B 竹排,其中 A 竹排、B 竹排用铁丝固定在浮床框架上,植物固定在苯板上,土工格栅包裹住苯板,尼龙扎带将土工格栅固定在浮床框架上;在土工格栅的下部系一固定杆,纱网包裹住淀粉 /PHB 共混物,经纱网包裹住的淀粉 /PHB 共混物放入球形骨架中,球形骨架固定在固定杆上;长方体石笼用铁丝固定在浮床框架上外加碳源复合深度净化生态浮床系统由竹排部分、生态浮床部分和长方体石笼部分依次连接而成;外加碳源复合深度净化生

态浮床系统由竹排部分、生态浮床部分和长方体石笼部分依次连接而成；所述的固定杆下部固定在浮床框架上；所述的竹排为长 0.02m，宽 0.38m，高 0.005m 的竹片连接而成，各竹片之间间距为 0.01m；使用前，竹片放入有效微生物菌剂溶液中浸泡 30min，避光通风干燥；在长方体石笼底部铺一层 10cm 厚的石子，石子粒径为 0.5mm，然后在石子上面铺一层由活性炭，零价铁，石英砂组成的混合物；其中零价铁占 40%，活性炭 30%，石英砂 30%，这一层混合物 18cm 厚，然后在混合物上面继续铺一层 10cm 厚的石子。

[0007] 外加碳源复合深度净化生态浮床的净化处理方法，包括如下步骤：

[0008] 1) 初级处理，污水流经 A 竹排，呈悬浮或漂浮状态的固体污染物被阻截，A 竹排同时能降低水体流速，当水体流过 A 竹排到达 B 竹排时，水体的絮凝受 B 竹排的阻截作用沉淀下来，两个竹排之间形成絮凝沉淀区，同时竹排表面的微生物挂膜去除一小部分氮磷污染物；

[0009] 2) 二级处理，当水体流过 B 竹排后，被植物根部吸收，同时球形骨架上附着的生物膜对污染物进行去除，而球形骨架内部的淀粉 /PHB 共混物为反硝化细菌提供足够的碳源，从而加强反硝化效率，提高净化效率；

[0010] 3) 三级处理，当水体到达长方体石笼时，零价铁吸附多种重金属和降解多种有机污染物，对一些无机阴离子  $\text{SO}_4^{2-}$ ， $\text{NO}_3^-$ ， $\text{PO}_4^{3-}$  也有去除效果；同时活性炭通过物理化学作用以及活性炭上生长的微生物的生物作用吸附水中的微生物及难以降解的重金属和有机污染物；此外，水流缓慢流过时，在活性炭滤料上生长有大量的微生物，对水质进行深层净化。

[0011] 与传统的生态浮床相比，本发明具有以下优点：

[0012] 1) 首先，带有一定间距的竹排 2 可以阻截呈悬浮或漂浮状态的固体污染物，以免堵塞填料载体，同时能够减小水体的流速；水体流经 A 竹排 2 后到达 B 竹排 12，受到 B 竹排 12 的阻挡作用，水流可以絮凝沉淀去除部分颗粒污染物；其次，经过有效微生物菌液强化处理后，竹片能有效促进水体中微生物的附着生长，具有挂膜速度快，生物活性高等优点，能吸附部分有机物及氮磷等污染物，同时在一定程度上起到抑制藻类生长的作用。

[0013] 2) 生态浮床与球形骨架相组合，显著增加了生态浮床的微生物数量，进一步提高了对水体中有机物，氮磷的去除能力。

[0014] 3) 球形骨架具有良好的生物亲和性，挂膜速度快，微生物种类丰富，构成细菌，原生动物，后生动物等食物链，使得生物膜内微生物之间共生和互生关系复杂，有利于微生物获取营养物质。

[0015] 4) 淀粉 /PHB 共混物具有吸水率低，浸出效果稳定，启动速度快，去除效果好等优点，能为反硝化细菌提供足够的碳源，从而加快反硝化速率，提高处理效果。

[0016] 5) 当水流经长方体石笼时，零价铁能有效吸附和降解多种重金属和有机污染物，对一些无机阴离子如  $\text{SO}_4^{2-}$ ， $\text{NO}_3^-$ ， $\text{PO}_4^{3-}$  等也有很好的去除效果；同时活性炭通过物理化学以及生物作用可以有效吸附水中的污染物质；此外，水流缓慢流过时，在活性炭滤料上生长有大量的微生物，对水质进行深层净化。

[0017] 6) 复合深度净化技术作为一种原位修复技术，反应介质消耗很慢，且能够长期有效运行，不需要运行费用，管理方便；此外，零价铁取材容易，价格低廉，吸收效果好；活性炭处理程度高，应用范围广，适应性强，可再生重复使用。

## 附图说明

[0018] 附图 1 是外加碳源复合深度净化生态浮床的剖面图。

[0019] 附图 2 是外加碳源复合深度净化生态浮床的俯视图。

[0020] 附图 3 是外加碳源复合深度净化生态浮床的主视图。

[0021] 图中的 1 是浮床框架、2 是 A 竹排、3 是土工格栅、4 是苯板、5 是植物、6 是尼龙扎带、7 是球形骨架、8 是纱网、9 是淀粉 /PHB 共混物、10 是固定杆、11 是复合深度净化的长方体石笼、12 是 B 竹排。

## 具体实施方式

[0022] 对照图 1, 2, 3, 外加碳源复合深度净化生态浮床, 其结构包括由浮床框架 1、A 竹排 2, 土工格栅 3、苯板 4、植物 5、尼龙扎带 6、球形骨架 7、纱网 8、淀粉 /PHB 共混物 9、固定杆 10、长方体石笼 11、B 竹排 12, 其中 A 竹排 2、B 竹排 12 用铁丝固定在浮床框架 1 上, 植物 5 固定在苯板 4 上, 土工格栅 3 包裹住苯板 4, 尼龙扎带 6 将土工格栅 3 固定在浮床框架 1 上; 在土工格栅 3 的下部系一固定杆 10, 纱网 8 包裹住淀粉 /PHB 共混物 9, 经纱网 8 包裹住的淀粉 /PHB 共混物 9 放入球形骨架 7 中, 球形骨架 7 固定在固定杆 10 上; 长方体石笼 11 用铁丝固定在浮床框架上。

[0023] 所述的浮床框架是由 50mmPVC 管做成的, 其相应规格为 2\*1. 2\*0. 4m, 50mmPVC 管用三通接头连接在一起构成浮床框架。

[0024] 所述的竹排为长 0. 02m, 宽 0. 38m, 高 0. 005m 的竹片连接而成, 各竹片之间间距为 0. 01m; 使用前, 竹片放入有效微生物菌剂溶液中浸泡 30min, 避光通风干燥; 通过竹片中空洞将竹排 2, 12 固定在浮床框架上, 两个竹排之间的距离为 0. 2m。

[0025] 所述的苯板的规格为 2\*0. 7\*0. 05m。

[0026] 所述的植物固定在苯板上, 使用土工格栅包裹苯板, 边缘处用尼龙扎带固定, 同时, 将土工格栅用尼龙扎带固定在浮床框架上。

[0027] 所述的淀粉 /PHB 共混物 9, 用玉米淀粉 10g, 木粉 1g, 90℃蒸馏水 30g, NaCl 0. 7g 放入烧瓶中, 然后机械搅拌。一段时间后向浆液混合物中加入 PHB 6. 25g 继续搅拌; 搅拌后用 0. 5mol/L NaOH 调节 pH 到 9. 5。加入 0. 8mL 表氯醇, 反应烧瓶移到 50℃水浴锅中, 机械搅拌 5h; 将泥浆倒入 1L 的蒸馏水中, 然后离心机分离, 沉淀产物清洗多次后, 60℃烘干一夜; 灌入模具中, 将混合物用挤压机挤压成直径为 3mm 左右的固体小球; 其中淀粉占 48%, PHB 占 30%, 木粉 5%, 添加剂 17%。其干重 0. 0296g, 比表面积 18. 12cm<sup>2</sup>/g。

[0028] 所述的在土工格栅下部系一固定杆, 将淀粉 /PHB 共混物用纱网包裹住后放入球形骨架内, 将球形骨架固定在固定杆上, 固定杆下部固定在浮床框架上。

[0029] 所述的复合深度净化的长方体石笼由铁丝制成的长 \* 宽 \* 高为 0. 4\*0. 15\*0. 38m 的所述的长方体石笼, 其中网孔距离不超过 0. 1mm; 在长方体石笼底部铺一层 10cm 厚的石子, 石子粒径为 0. 5mm, 然后在石子上面铺一层由活性炭, 零价铁, 石英砂组成的混合物; 其中零价铁占 40%, 活性炭 30%, 石英砂 30%, 这一层混合物大约 18cm 厚, 然后在混合物上面继续铺一层 10cm 厚的石子。

[0030] 本发明中共有 3 个长方体复合深度净化装置, 间距 0. 1m, 用铁丝固定在浮床框架上。

[0031] 在水流方向的浮床框架上系一重物以维系浮床整体的浮力。

[0032] 外加碳源复合深度净化生态浮床的净化处理方法,包括如下步骤:

[0033] 1) 初级处理,污水流经 A 竹排 2,呈悬浮或漂浮状态的固体污染物被阻截,A 竹排 2 同时能降低水体流速,当水体流过 A 竹排 2 到达 B 竹排 12 时,水体的絮凝受 B 竹排 12 的阻截作用沉淀下来,两个竹排之间形成絮凝沉淀区,同时竹排表面的微生物也可以挂膜去除一小部分氮磷等污染物;

[0034] 2) 二级处理,当水体流过 B 竹排 12 后,被植物根部吸收,同时球形骨架上附着的生物膜可以对污染物进行有效的去除,而球形骨架内部的淀粉 /PHB 共混物可以为反硝化细菌提供足够的碳源,从而加强反硝化效率,提高净化效率;

[0035] 3) 三级处理,当水体到达长方体石笼时,零价铁能有效吸附多种重金属和降解多种有机污染物,对一些无机阴离子如  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  等也有很好的去除效果;同时活性炭通过物理化学作用以及活性炭上生长的微生物的生物作用可以有效吸附水中的微生物及难以降解的重金属和有机污染物等;此外,水流缓慢流过时,在活性炭滤料上生长有大量的微生物,对水质进行深层净化。

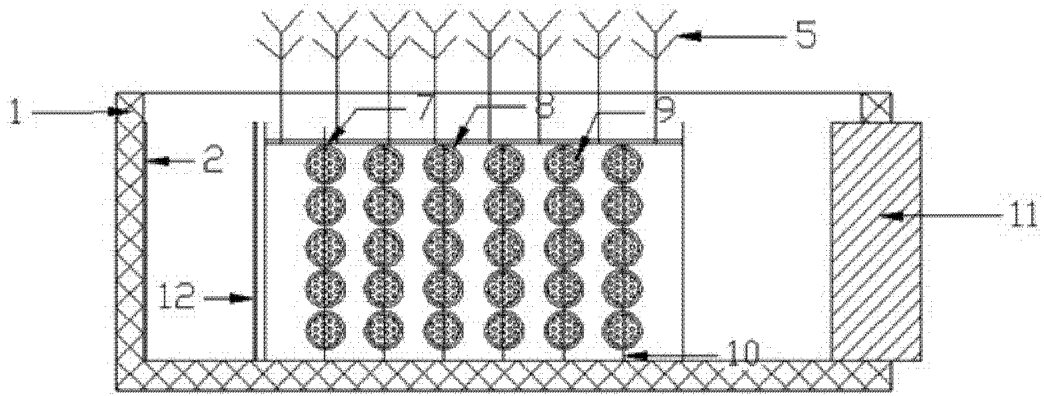


图 1

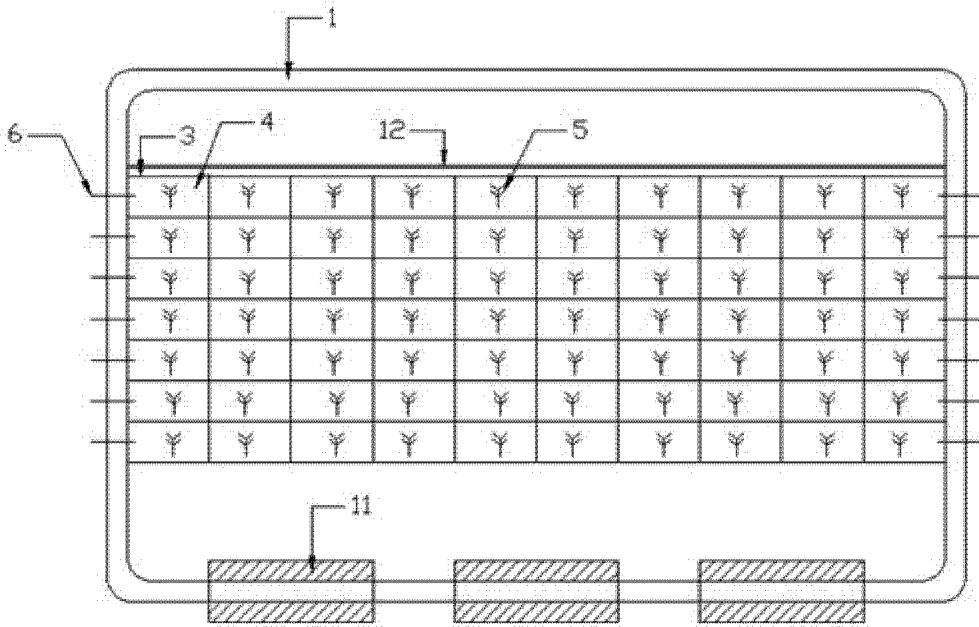


图 2



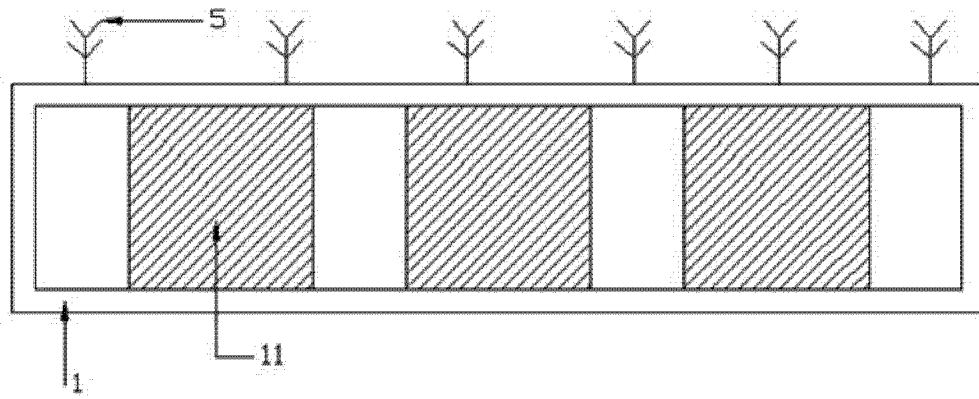


图 3