



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101967023 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201010270147. 4

(22) 申请日 2010. 06. 02

(30) 优先权数据

0950397-0 2009. 06. 02 SE

(73) 专利权人 联合水业国际股份公司

地址 瑞士楚格

(72) 发明人 B·维利

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有

限公司 44205

代理人 冯剑明

(51) Int. Cl.

C02F 3/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2006014126 A1, 2006. 02. 09, 权利要求  
1、8-12, 第 6 页第 13 行至第 12 页第 6 行, 图 1-2.

US 6382237 B1, 2002. 05. 07, 权利要求  
1-18, 第 3 栏第 10-29 行、第 5 栏第 1 行至第 6 栏

第 2 行、第 6 栏第 59 行至第 8 栏第 53 行, 图 1.

US 3649533 A, 1972. 03. 14, 全文.

CN 1208720 A, 1999. 02. 24, 全文.

US 5006250 A, 1991. 04. 09, 全文.

审查员 潘菲

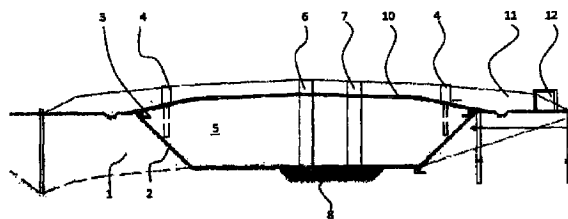
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

基于生物氧化和还原工艺的地下水净化设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于降低天然地下水或来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量的人造含水层。该系统包括一由形成反应区域 (5) 的填充材料填充的盆地 (1)、一供给管线 (3)、一个或多个卫星井 (4)、至少一个主井 (6) 和一泵抽井 (7), 其中供给管线 (3) 应用于盆地 (1) 的上部外边缘, 并且其中主井 (6) 经设置有调节阀的底部流出口与泵抽井 (7) 相连接, 以维持含水层中给定的水位。本发明还涉及一种用于净化水的方法。



1. 一种人造含水层,该人造含水层用于降低天然地下水、来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量,包括由形成反应区域(5)的填充材料填充的盆地(1)、供给管线(3)、一个或多个卫星井(4)、至少一个主井(6)和至少一个泵抽井(7),其特征在于,所述供给管线(3)应用于所述盆地(1)的上部外边缘,所述供给管线(3)由一穿孔管构成,待处理的水通过该穿孔管被供给并渗透进入所述反应区域,其中所述主井(6)经设置有调节阀(13)的底部流出口与泵抽井(7)相连接,以维持所述人造含水层中的给定水位。

2. 根据权利要求1所述的人造含水层,其特征在于,所述人造含水层的形状选自包括圆形、椭圆形、六边形、八边形和由周围地形决定的形状的一组形状。

3. 根据权利要求1所述的人造含水层,其特征在于,所述卫星井(4)以圆形图案布置在所述供给管线(3)的内侧。

4. 根据权利要求1所述的人造含水层,其特征在于,所述盆地的底部由不可渗透的薄片来覆盖以减少来自所述盆地的水的流失。

5. 根据权利要求1所述的人造含水层,其特征在于,所述盆地填充有天然的清洗后的或未清洗的材料,该材料用于地下水的净化。

6. 根据权利要求1所述的人造含水层,其特征在于,所述主井是竖直主井,该竖直主井包括一穿孔管,该穿孔管将所述人造含水层的填充材料阻隔在外,但是允许水渗透进入所述主井。

7. 根据权利要求1所述的人造含水层,其特征在于,在所述主井的顶部设置有一气密盖子。

8. 根据权利要求1所述的人造含水层,其特征在于,不可渗透的土工膜用作所述人造含水层上方的覆盖物。

9. 一种利用人造含水层降低天然地下水或来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量的方法,其中待处理的水通过供给管线(3)渗透进入由形成反应区域(5)的填充材料填充的盆地(1),在一个或多个卫星井(4)中被处理,并被输送至至少一个主井(6)和至少一个泵抽井(7),其中供给管线(3)应用于所述盆地(1)的上部外边缘,所述供给管线(3)由一穿孔管构成,其中已净化的水经所述主井(6)从所述人造含水层抽出,该主井经设置有调节阀的底部流出口与泵抽井(7)相连接,以维持所述人造含水层中给定的水位。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述主井(6)与周围大气接触,由此避免所述人造含水层中的任何负压。

11. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,水以圆形图案从所述卫星井流出进入所述反应区域,以允许所述反应区域间歇地恢复并对在所述区域中作用的微生物形成一平衡工作压力。

## 基于生物氧化和还原工艺的地下水净化设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于原水净化的人工建造的含水层,并且特别用于在人造含水层中形成至少一个反应区,来循环和净化地下原水,特别是用于饮用水用途,该人造含水层包括数个卫星井和至少一个抽取井。

### 背景技术

[0002] 由于地下水库——通常所说的天然含水层——被污染,水的净化变得越来越重要。

[0003] 一般地,水净化是首先使水和不同的氧化剂反应,然后使它渗透通过专门布置的砾石层、沙层和其他材料层,接着通过可选地设置有增压水泵站和 / 或水塔的管道系统将经净化的水输送给消费者。

[0004] 用于饮用或自来水制造的地下水和原水通常含有高量的铁、锰、砷、氟化物和其它微量元素。由于健康和味道的原因,在水被用于自来水(饮用目的)之前必须降低上述微量元素的高浓度水平。EP-A-0160774 描述了利用一用于氧化和沉淀铁和锰的区域,其中通过布置在抽取井周围的卫星井向该区域间歇地加入含有氧或产生氧的化合物的水。因此,水仅仅供给到少数几个卫星井,并且同时水从位置邻近的卫星井抽取出来。富含氧和无气泡的水被迫使进入卫星井。溶解氧的添加为存在于地下的微生物创造合适的生长环境,所述微生物以及化学和 / 或生化作用用于使在该区域 / 地下层中的铁和锰沉淀,其将用作用于去除砷、氟化物和其它微量元素的反应过滤器。铁氧化细菌有助于未处理水的亚铁的氧化。该反应以一定的(时间)间隔重复以获得纯水。然而,不仅铁和锰是问题,而且其它金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机源微污染物也需要被除去以制造有益健康的水,特别是在考虑自来水水质的时候。

[0005] 在较早的专利(US475304)中,使用另一种改进上述工艺的方法,其包括利用三个所谓的主井来运行,每个主井之间以线性距离 600 米到 1000 米布置。地下水从一口井里泵出,并且使部分水富集氧并补给到其它两口井。补给井周围的充氧水的圆形布置允许在补给再次发生之前抽回有限量的净化水。该系统具有在运行、能耗和去除铁之外其它微量元素的方面的几个缺点。此外,该系统不是人造含水层而是建造在天然含水层中。

[0006] EP-A-0154105 描述了借助在同样布置在一个或多个抽取井周围的注入井 / 卫星井之间形成的还原区域内的脱氮作用还原地下水中的硝酸盐。

[0007] 依据 EP-A-0154105 公开的方法和系统,可以认识到并获得形成氧化和还原区域的不同方法。一氧富集系统设置在卫星井中地面之上以覆盖井,因此给向上泵出的水在流回卫星井之前充氧。在这些井中,每一个井中都存在有分离器 / 分隔器,该分离器把井划分为上部和下部。压缩空气流入的实现是通过第一管进入井的上半部分,并通过第二管进入井的下半部分。水可以在一定的时间段内从井的上半部分泵出,之后可以在剩余时间段内从井的下半部分泵出。在公开内容中,水的供给限于一些井,以形成脱氮区域。因此,所有的含水层都不用于脱氮目的。

[0008] 先前已知在含水层中形成反应区,以在这些反应区中在围绕一个或多个抽取井布置的许多注入井或卫星井之间获得一氧化和沉淀区域或一还原区域,由此,在形成氧化和沉淀区域时,通过在两个注入井的水中引入氧、含氧气体或释氧化合物,在每一对相邻布置的注入井之间间断地或者连续地形成所需要的区域;或者在注入井中引入耗氧化合物以获得一还原区域,并由此将一个卫星井的水泵送到相邻卫星井中,从而在含水层中在两个卫星井之间形成一循环通路。

[0009] 然而,在地球的某些区域天然层已经被污染物破坏或缺少带有合适材料成分的天然均匀层。由于这个原因,提出人造含水层,其中,所述人造含水层由一盆地(basin,凹地,水坑)构成,所述盆地通常覆盖有不可渗透的织物或薄片来提供一限定的体积。然后该盆地填充有砾石和沙,并设置有管道系统和井,以 a) 将地下水或任何其它原水加入到盆地, b) 形成所需的用于沉淀的反应区域和 c) 将已在盆地中处理过的水排出。

[0010] 本发明基于已知的名为 Vyredox 或 Nitredox 的原位工艺。人工建造的设备将在与天然的原位设备中形成的条件相同的条件下运行。本设备的底部利用不可渗透膜密封,以使该设备与天然地下含水层隔离开,并且使得可以利用特殊的来自自然界的清洗后的或未清洗的填充材料来尽可能快地形成用于扩展活性反应区域的理想条件,并且维持合适的流动条件和水文条件。

[0011] EP1436469 涉及卫星井管道的特定构造,还公开了人造含水层的用途,其中供应管布置在由砾石和沙制成的反应区域中向下一半的位置。

[0012] 为了克服由于较早的实施方式的堵塞引起的问题,提出如专利 EP1436469 论述的系统和方法。压力进水管引入到井的上半部分,同样也引入到井的下半部分。上半部分和下半部分通过引进一气囊体来限定,该气囊体用作分离器/分隔器。在每个半部分内,导管支承压进水管。在地面上,在每个井上方,设置一循环容器。最初,空气/水供给到井的上半部分,并且水被向上泵送到循环导管中以被除去空气。然后水由于重力流到气囊体下方、井的下半部分中。该工序可以在一个或多个卫星井中实施一特定的时间段。在另一个卫星井中,或者在剩余的时间段内,空气被压到气囊体下方、井的下半部分中。向上流的水直接进入曝气和去泡容器。该已去泡的水流回到井的上半部分中、接着通过井筛网、进入地下。

[0013] W02006/014126 公开了另一种在负压下工作并因此利用完全气密和水密外壳的人造含水层。此外,在该情况下,供应管布置在含水层中向下一半的位置,并且卫星井特殊设计。

[0014] 在 W02006/014126 专利申请中的进一步改进包括以圆形或矩形的方式布置多个卫星井以及在其中中心的一个抽取井。在靠近卫星井处布置有渗透系统。氧富集系统设置在地面上。这些井和渗透系统布置在人造含水层中,该人造含水层是通过在地下布置过滤材料来限定含水层的人造盆地而产生。需要密封所有的这些井和所有覆盖物。由于这一具体的组装,在人造含水层侧面处形成死区。死区的形成是由于在这些区域水不循环。在其典型的运行中,水在排至氧富集系统之前,通过可渗透筛网进入卫星井。充氧水再次进入卫星井并因此进入整个含水层。因此形成水的主流,即净化水进入位于中心的抽取井,并能够被泵出以加以利用。对于所提出的在负压下的运行,需要对含水层进行密封。活性区域与死区之间的不均一性造成了严重问题。在负压下运行是非常耗能的并且需要获得很高的技术

性密封。因此,它的能量和成本要求高。

[0015] 因此,在这些已知的结构中,尤其在供应管上方将会形成死区,该死区将会扰乱反应区域的活性,这是因为死区和反应区域之间的环境差异太大。

### 发明内容

[0016] 本发明涉及一种已经消除死区的人造含水层。因此,本发明涉及一种根据所附权利要求所述的用于降低天然地下水、来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属(metalloids)、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量的方法。在另一方面,本发明涉及一种实施该方法装置。

[0017] 根据本发明,提供一种用于降低天然地下水、来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量的人造含水层,包括由形成反应区域的填充材料填充的盆地、供给管线、一个或多个卫星井、至少一个主井和一泵抽井,其特征在于,所述供给管线应用于所述盆地的上部外边缘,并且其中所述主井经设置有调节阀的底部流出口与泵抽井连接,以维持含水层中的给定水位。

[0018] 特有地,所述卫星井可在所述供给管线内侧以圆形图案布置。

[0019] 特有地,所述供给管线可放置在离盆地外边缘有一距离的位置,该距离少于所述含水层直径的 1/4,优选少于所述直径的 1/50,优选少于所述直径的 1/60,更优选少于所述直径的 1/100。

[0020] 特有地,所述盆地底部可以用一不可渗透的薄片来覆盖以减少来自盆地的水的流失。

[0021] 特有地,所述盆地填充有天然的清洗后的或未清洗的材料,该材料通常用于净化地下水。

[0022] 特有地,所述卫星井被设置成竖直进入所述用于填充所述盆地的材料。

[0023] 特有地,所述供给管线可由穿孔管构成,要被处理的水通过穿孔管供给并被压出进入所述反应区域。

[0024] 特有地,所述主井是竖直主井,该竖直主井基本位于所述含水层的中部。

[0025] 特有地,所述主井是竖直主井,该竖直主井由穿孔管构成,该穿孔管将含水层的填充材料阻隔在外,但是允许水渗透进入该井。

[0026] 特有地,设置流出管以用于在所述主井和所述泵抽井之间形成连通,以将水从所述主井抽出。

[0027] 特有地,一非封闭盖子覆盖在所述主井的顶部。

[0028] 特有地,一不可渗透的土工膜可用作所述含水层上方的覆盖物。

[0029] 特有地,连接有一处理控制单元以用于控制所述含水层中水的进给。

[0030] 特有地,连接有一处理控制单元以用于控制来自所述主井的水的送出。

[0031] 根据本发明,提供一种利用人造含水层降低天然地下水或来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量的方法,其中待处理水通过供给管线渗透进入由形成反应区域的填充材料填充的盆地,在一个或多个卫星井中被处理,并输送到至少一个主井和一泵抽井,其中供给管线应用于盆地的上部外边缘,由此避免含水层中所谓的死区并提供更高度的净化,其中已净化的水从含水层经主

井抽出,该主井经设置有调节阀的底部流出口与泵抽井相连接,以维持含水层中给定水位。

[0032] 特有地,所述主井与周围大气接触,由此避免含水层中的任何负压。

[0033] 特有地,水以圆形图案从所述卫星井流出进入到所述反应区域中,以允许反应区域间歇地恢复并对在所述区域中作用的微生物形成一平衡工作压力。

[0034] 根照本发明,所解决的另一问题是维持实施含水层中水的净化的微生物的生长环境。因此,含水层不可干透,也就是完全排空(因此改变微生物周围的水文条件)。

[0035] 发明详述

[0036] 特别地,本发明涉及一种用于降低天然地下水、来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量的人造含水层,包括一由形成反应区域的填充材料填充的盆地,一供给管线,一个或多个卫星井,至少一个主井和一泵抽井,其特征在于供给管线应用于所述盆地的上部外边缘,并且其中所述主井经设置有调节阀的底部流出口与一泵抽井相连接,以维持含水层中的给定水位。

[0037] 所述卫星井可优选以圆形图案布置在供给管线内侧。

[0038] 特有地,未处理的原水或未处理的天然地下水现在注入该设备,通过其外边缘,由此在含水层中与该设备的卫星井的圆形布置相一致地形成一圆形水池。此外,使用若干个卫星井以将反应区域保持在对于相关微生物而言为最佳生长环境条件的可居住形式。

[0039] 本发明的另一方面涉及一种利用人造含水层降低天然地下水或来自地表水的经人工渗透后的地下水中金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机微污染物的含量的方法,其中待处理水通过供给管线渗透进入由形成反应区域的填充材料填充的盆地,在一个或多个卫星井中被处理,并传输至少一个主井和一泵抽井,其中供给管线应用于盆地的上部外边缘,由此避免含水层中所谓的死区并提供更高度的净化,其中已净化的水从含水层经主井抽出,该主井经设置有调节阀的底部流出口与泵抽井相连接,以维持含水层中的给定水位。

[0040] 所述主井可与周围大气接触,由此避免含水层中的任何负压。

## 附图说明

[0041] 下面结合示出本发明的优选实施例的附图更为详细描述本发明,其中

[0042] 图 1 示出本发明的含水层的剖面图;

[0043] 图 2 示出从根据图 1 的含水层上方得到的视图;以及

[0044] 图 3 示出主井和泵抽井的细部。

## 具体实施方式

[0045] 因而,本发明涉及一人工形成的盆地/凹地,其中完全用天然的清洗后的或未清洗的用于地下水净化的材料填充。该净化使得金属、类金属、硝酸盐、亚硝酸盐、杀虫剂和有机源微污染物的含量降低。为了净化处理,地下原水通过一外围渗透管被供给到盆地中。地下原水通过这一方式进入主井,所谓的反应区域——其中存在有氧、释氧物质或天然有机物。这一反应区域提供了自然存在的微生物进行化学和代谢反应的最佳环境。卫星井的运行维持反应区域内的最佳环境。净化水从主井底部流出进入泵抽井,允许含水层保持一直充满有水;称为“人造承压含水层”,并且在主井周围不存在有负压。本发明涉及一种在承压

含水层条件下使用数个卫星井以及至少一个主井和至少一个泵抽井的组合实施该方法的装置。

[0046] 本发明含水层由盆地 1 构成,该盆地通常深挖进地下,并在此具有从上方看为圆形的图案,且从其横截面看形成一截锥体。盆地的底部用不可渗透薄片 2 覆盖,以减少来自盆地的水的流失。用作供给管线的圆形渗透管线 3 布置在靠近盆地 1 的外部上部边缘。盆地 1 填充有天然的清洗后的或未清洗的通常用于净化地下水的材料。这样的材料通常是沙和砾石,并形成含水层的反应区域 5。在供给管线 3 的内侧,卫星井 4 形成圆形图案,以彼此之间基本相等的距离来布置。卫星井 4 布置成竖直进入所述材料中。供给管线 3 由一穿孔管构成,要处理的水通过该穿孔管被供给并被压出进入反应区域。

[0047] 在含水层的中部布置有一竖直主井 6,该井 6 由一穿孔管构成,该穿孔管将含水层的填充材料阻隔在外,但允许水渗透进入该井。主井经一泵抽井 7 排空,该泵抽井经一出水管 8 与主井 6 连通(见图 3)。主井 6 的底部出口到泵抽井 7 的开放由一调节阀 13 相应地控制,以维持含水层中总是高水位,从而使微生物生长条件最优化。主井 6 的顶部覆盖有一非封闭盖子 9,其允许周围的大气压力作用于主井 6 的水平面,因此避免系统内的任何负压。

[0048] 在泵抽井 7 中,布置有一个或多个泵(未示出)以用来供给与消费者、住宅、工业设施等连接的输送管线(未示出)。

[0049] 在含水层的顶部应用有不可渗透的土工膜 10 或其它覆盖物,以避免污染物从上方进入由填充材料构成的反应区域。任何这样的污染物——如果它们含有致使用于还原或氧化待去除产物的微生物群的生长受到伤害的化合物——都可能严重干扰反应区域的活性。接着,土壤层、砾石层或沙层 11 应用于土工膜 10 的顶部以将其保持在适当的位置。

[0050] 过程控制单元(PCU)12 与该系统相连接,以控制水的进给和送出,借助一个或多个邻近的卫星井以受控的方式将水从卫星井 4 引入到反应区域中。通常地,该引入以圆形图案模式实施,以允许反应区域间歇地恢复并对在所述区域中作用的微生物形成一平衡工作压力。PCU12 还控制水从主井 6 流出经泵抽井 7 进入分配管线。可以理解,PCU12 布置成在与地下水或地下原水供给装置相联系。

[0051] 在图中示出的人造含水层可包含超过 5000 立方米的体积,具有超过 30 米的半径和 8 米或 8 米以上的深度。这样的含水层可以持续很多年并服务于周围的人口和工业。根据通常使用的填充材料的颗粒尺寸,含水层每 24 小时的生产量估计为大约 2500 立方米的纯水。该生产量估计持续 100 年。

[0052] 取决于人造含水层的直径(其可以从 5 到 7 米直到 50 米或 50 米以上)生产量在  $100\text{m}^3$ – $5000\text{m}^3$ /天的范围变化。

[0053] 多于一个原水井(从含水层/含水层群抽出原水)可以用于从天然含水层/含水层群抽水,并将水供给到通入人造含水层的供给管线中。

[0054] 多于一个主井和泵抽井(生产井)可被用于从人造含水层泵抽经净化的水。

[0055] 地下原水通过这一方式进入主井 6,所谓的反应区域 5——其中存在有氧、释氧物质或天然有机物。这一反应区域提供自然存在的微生物用于化学和代谢反应的最佳环境。卫星井 4 的运行维持该反应区域内的最佳环境。净化水从主井底部的流出进入泵抽井,允许含水层保持一直充满有水;称为“人造承压含水层”,并且在主井周围不存在负压。

[0056] 该设备的运行是这样的：未处理的天然地下原水或来自地表水的经人工渗透后的地下水渗透通过正好位于该设备边缘的水平布置的管路进入该设备，以避免死水区域（所谓的死区）。这里，管路布置成离直径 35 到 40 米的含水层的最外边缘有少于 1 米的距离。在人造含水层具有更小直径的情况下，所述管路距离所述边缘将比 1 米更近，例如 0.5 米或更小，以避免在含水层内形成任何死体积。在第二内部平行布置中，放置若干个卫星井，用来形成相关微生物最理想的生活环境条件。在该设备的中心是主井，其用作集水井，在不用任何泵的情况下，水通过主井底部的开口流到邻近的泵抽井 7。这使操作者能够维持含水层在承压的状态并且没有负压出现，并且由于这个原因，在含水层内所有材料完全浸湿在水中。底部出口至泵抽井 7 的开放由调节阀相应地控制，以维持含水层一直在高位。主井被不可渗透的土工膜或其它材料覆盖，并且该井的顶部是对大气变化开放的，因此含水层不是完全不透气的。为了去除颗粒，例如在满是灰尘的区域，可以在主井的顶部结构中放置一空气过滤器。该泵抽井装备有一泵和一水位控制装置。

[0057] 因而，供给管线 3 放置在离外边缘有一距离的位置处，该距离少于含水层直径的 1/40，优选少于直径的 1/50，优选少于直径的 1/60，更优选少于直径的 1/100。

[0058] 本发明的主要主张是：该设备运行，避免任何所谓的死区，由于受控的流出量使含水层一直作为承压含水层运行，所以不需要在顶部密封，并且我们将不用在主井周围实施任何负压。含水层的布置可以是任何形式。

[0059] 上述人造含水层的设计已经示出为一圆形盆地，但显然可以应用任意形式，有时形式是可以借助自然环境和其所允许的条件而预知的。因此，该人造含水层可以是圆形、椭圆形、六边形、八边形或采取任何由周围地形决定的形式。

[0060] 优点：

[0061] 1. 没有负压措施：根据本发明公开的该系统没有任何水位降低，更好地利用填充材料，并且使水以较低且更恒定的速度进入主井，这大大降低了主井被小颗粒堵塞的风险。

[0062] 2. 没有死区措施：根据本发明公开的该系统没有其中水一直静止且可能发生无法控制的细菌生长（这可能破坏水质）的区域。

[0063] 3. 不需要密封以避免主井周围的负压。

[0064] 4. 根据本发明公开的系统，主井连同所谓的泵抽井的使用，确保在人造含水层运行时间内一直是同样的水速，并因此在过滤和总体净化效果方面获得更好的性能。



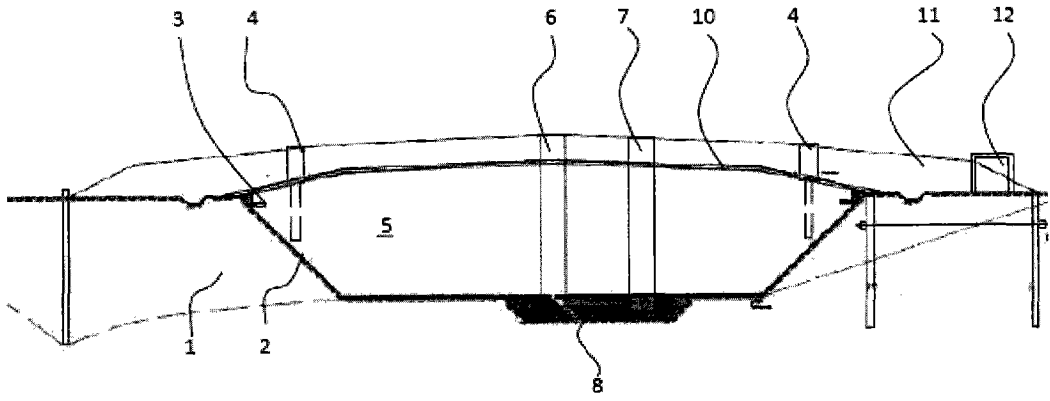


图 1

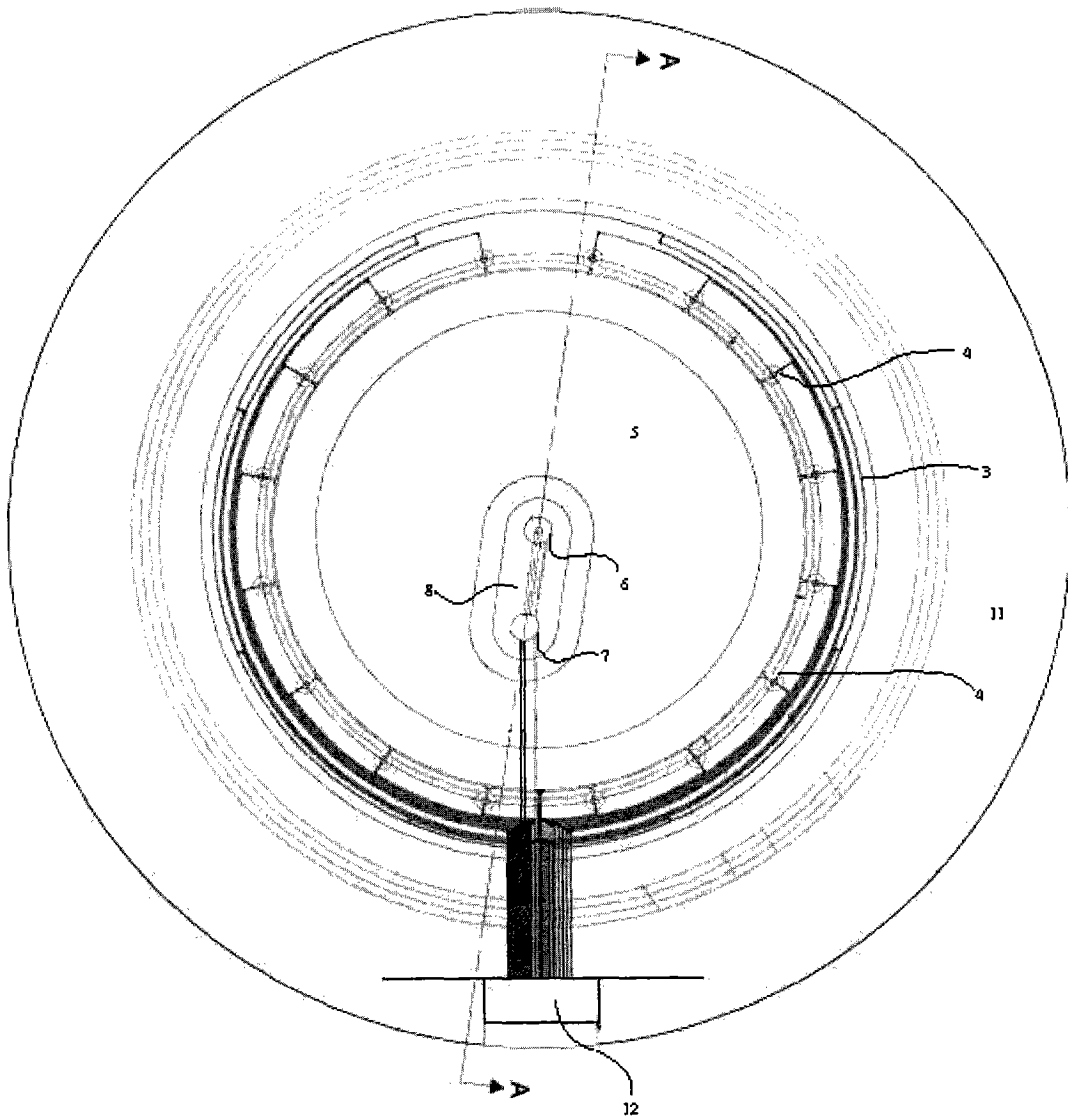


图 2

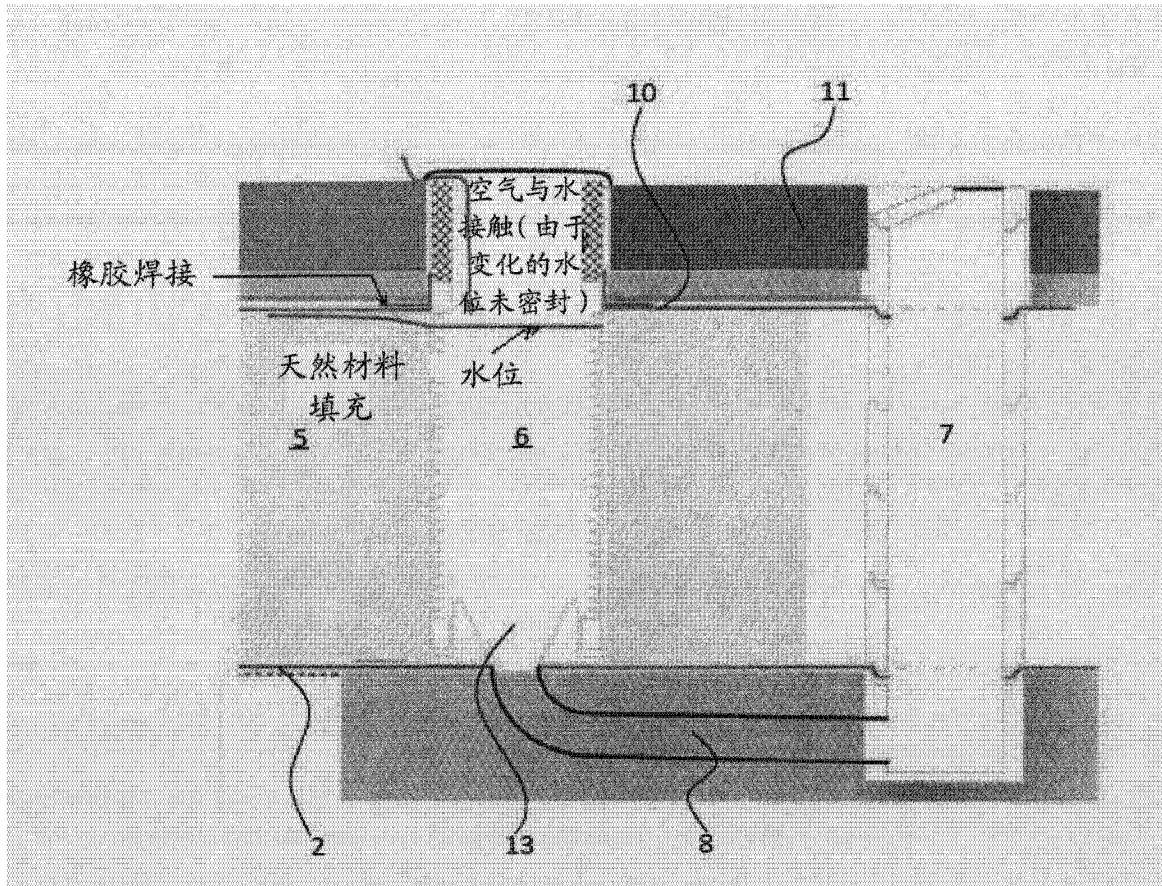


图 3