

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B09B 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01111000.7

[45] 授权公告日 2006年1月11日

[11] 授权公告号 CN 1235688C

[22] 申请日 2001.3.6 [21] 申请号 01111000.7

[30] 优先权

[32] 2000.3.7 [33] NL [31] 1014573

[71] 专利权人 DSM IP 财产有限公司

地址 荷兰海尔伦

[72] 发明人 M·W·J·普卢姆

审查员 程晋美

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有
限责任公司

代理人 肖善强

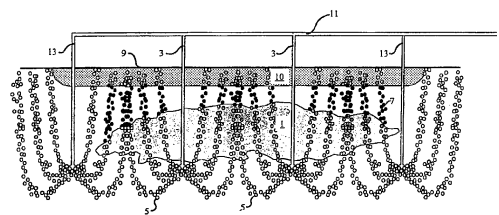
权利要求书1页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

从土壤脱除污染物的方法

[57] 摘要

本发明涉及借助解吸气从土壤脱除污染物的方法，其包括：(a)将解吸气注入污染物水平和/或其下的土壤中，(b)采用解吸气挥发所述污染物，使得其升至位于污染物上面的地面，(c)收集并进一步处理挥发的污染物，在沿受污染区域的边界的土壤中提供气体隔离。



1. 一种从土壤脱除污染物的方法，其包括：
 - (a) 将解吸气注入污染物水平和/或其下的土壤中，
 - 5 (b) 采用解吸气挥发所述污染物，使得其升至位于污染物上面的地面，
 - (c) 收集并进一步处理挥发的污染物，
其特征在於：在沿受污染区域的边界的土壤中提供气体隔离。
2. 根据权利要求1的方法，其特征在於：借助安装在受污染区域
10 周围的封闭回路中的基本垂直的导管，通过将隔离气体注入土壤形成气体隔离。
3. 根据权利要求1或2的方法，其特征在於：设定隔离气体在所述隔离上面的流出分布从而在土壤中以所需方向设定所得的气体流动。

从土壤脱除污染物的方法

5 技术领域

本发明涉及从土壤脱除污染物的方法，具体地说，本发明涉及在解吸气的帮助下从土壤中脱除污染物的方法。

背景技术

10 由 EP-A-429.137 可知这种方法。

本公开书描述了通过将空气注入污染物位置的土壤中从而从土壤脱除挥发性污染物的方法。注入的空气通过土壤升至地面并且在其上升的通道中夹带所述污染物。在这种已知的方法中，紧挨地面的土壤层由生物活性物质组成，其中污染物在它们的上升通道中被
15 收集并被原地降解。

在这种方法中遇到的一个问题是：注入空气与挥发性污染物不仅垂直运动并且在其运动中还存在水平部分。因此，部分污染物可以到达生物活性层的地面外，由此扩散至周围的大气中，而没有在所述层中降解。为了防止这种情况的发生，本专利申请指出：可以
20 如在受污染区域的周围挖渗透渠或者在地面采用气密盖。还可以在待清洁位置的周围安装板桩。这种沟渠必须绕污染区域的整个边界挖出并由此具有较大的长度。对于待施加气密层的区域也是如此。这些措施较为昂贵，妨碍了当地其它人的工作如生产活动，并且还必须在后续阶段中复原，这又需要活动和其它费用。

25 另一种已知的方法遇到相同的问题，在这种方法中与注入空气一起上升的污染物在生物活性的上层不会被降解而在地面上被收集，例如在隔离(screen)下面并被输送到设备用于如焚化或以另一种方式转变为无害物质。

发明内容

本发明的目标是提供一种方法，从而以一种经济并且具有吸引力的方式防止由于注入空气流至可以回收所述污染物的区域的外面导致的污染物扩散。

- 5 本发明提供了一种从土壤脱除污染物的方法，其包括：
- (a) 将解吸气注入污染物水平和/或其下的土壤中，
 - (b) 采用解吸气挥发所述污染物，使得其升至位于污染物上面的地面，
 - (c) 收集并进一步处理挥发的污染物，

10 其特征在于：在沿受污染区域的边界的土壤中提供气体隔离。

由于将气体隔离安装在污染区域边界外面的土壤中，所以根据本发明这个目标可以实现。

15 此处的气体隔离可以理解为一种绕污染区域周围连续延伸的从地面下的某一深处上行的气体流动。人们已经发现：不能或实际上不能使污染物横向移动从而通过这种气体隔离，所述污染物在被气体隔离包围的区域内的地面上被脱除。

20 在上面提到的 EP 申请书中的参考文献顺便提到还可以将解吸气注入污染物的附近，但是其中没有提及以气体隔离的方式对此加以实施，或者用其代替挖渠或者采用气密性物质以防止污染物的扩散的可能性。

25 本发明方法的另一个优点为：它还可以用于污染物全部或部分位于挥发污染物不可渗透层的下面的情形，例如混凝土或沥青地面(通常在工厂或其它生产环境中或在贮罐的周围可以找到它们)。在这种情况下将气体隔离安装在不可渗透部分的外面，随后还可包围挥发性污染物可以到达地面的可渗透区域。通过控制沿气体隔离流动的注入气体的流速和/或压力，可以所需的方向、尤其以被气体隔离包围区域的可渗透部分的方向推动污染物。夹带了挥发污染物的解吸气可以达到地面并且当出现这种现象时，可以用现有的或施加的生

物活性层进行处理。如果施加生物活性层，其厚度最大值优选在最靠近不透气层区域的未覆盖部分。这对此处土壤的透气性产生有利的影响，它对土壤中以生物活性层为方向的气体流动具有良好的影响。通过包围未覆盖区域的部分气体隔离可以防止进一步水平扩散。

5 在本发明方法中提供的气体隔离因此不仅可以将污染物限制在所选的区域内还可对挥发性杂质达到地面的位置产生影响。随后可以设定气体流出所述隔离的分布，从而可以在土壤中按所需方向设定所得气流。

根据本发明的方法，空气可以用作解吸气，如果需要，采用氧化性组分如臭氧或其它气体组分。如果需要在厌氧条件下操作，也可以采用氮气。用于空气隔离的气体(此后称为隔离气体)可以为与解吸气相同的气体。出于价格的考虑，作为隔离气体来说空气通常为最具吸引力的选择。

10

如 EP-A-429.137 中的方法，在本发明的方法中采用一或多根中空管从而将加压的解吸气(优选空气)注入污染物下方。尽可能均匀，优选以最佳的等边三角形的常规方式(因为人们发现它提供最均匀的清洁)，将所述导管布置在待清洁的区域。选择导管的出口位置使解吸气的最大可能部分通过受污染的土壤到达地面。至少一部分导管的出口位于污染物中或其下。当解吸气流过受污染的土壤时，污染物挥发并被夹带至地面。如果污染物由具有足够高蒸气压的挥发性物质(如丙烯腈、苯、甲苯、二甲苯、丙酮、苯乙烯、苯酚、全氯乙烯或三氯乙烯)组成，在蒸发过程中产生这种挥发。采用通过的解吸气，使污染物以蒸汽的形式被夹带。也可通过与解吸气组分(如通过一种氧化剂如通过臭氧化空气得到的富臭氧作为解吸气)的反应来挥发污染物。所得的反应产物挥发，同时与解吸气一起通过土壤并上升至地面。如果没有其它措施，在地面出现不受控制逃逸出来的挥发性污染物并且污染物将进入大气中。为了防止这种情况，在地面上方收集挥发的污染物以作进一步处理或在逃逸前使其通过生物活

15

20

25

性层(其中挥发的污染物全部或部分降解)。生物活性层至少延伸至覆盖污染物可以到达地面的区域并且优选覆盖其外部的一定距离。原则上可以应用污染物上面的土壤层的生物活性。然而通常必须采用添加剂来改良土壤从而获得经预处理的生物活性层并且保持其活性在所需的水平上。如果不能或基本不能改良地面或就在地面下的土壤来获得生物活性层,可以在地面施加一层几厘米的预处理生物活性物质。

如果没有采取措施来防止污染物的横向扩散,必须将生物活性层在其外面延伸相当一段距离,这将变得昂贵并且引起待处理区域的显著变大。根据本发明的方法,这个区域实际可限定于待清洁的区域,因为实践中采用的气体隔离可以与待清洁区域周围相邻。可以获得所述优点,同时保留已知方法的所有优点。经过较短的一段时间后,获得较高等度的污染物脱除,并且可以在解吸气的流入和流出之间保持较高的压差。

在安装于污染物位置的用来挥发和夹带污染物的导管旁边安装了气体隔离。为了这个目的,可以例如在所需深度的土壤中安装环形、基本水平的导管系统。在合适的距离提供导管的出口。如果现在将加压的隔离气体送料至所述系统,从开口流出的空气形成一个气体隔离。选择用于解吸气和用于气体隔离的导管的数量和直径以及其中出口的大小使得所需量的气体可以所需的压力送料至土壤中。

为了避免挖掘工作,还提供沿长度至少一部分具有出口的合适长度的导管,它们的相互距离使得它们相互部分重叠从而可以某种角度(如 $10-75^\circ$)相互平行或斜向相交推进至土壤中。如果将加压的隔离气体送料至这些导管,它将从出口逸出并由此形成气体隔离。

在根据本发明方法的一个优选实施方案中,以与待清洁区域垂直的方式(最大偏差为 10°)提供一系列导管(例如与用于污染物位置相同类型的管),由此形成气体隔离(例如以导管安装在污染物位置的方

式进行安装)。将导管的末端安装在土壤中,从而可以优选在污染物水平,或更优选在污染物的下面的深度安装所述气体隔离的出口。考虑到土壤的渗透性,选择合适的流速和合适的压力以及它们之间的距离,使得所述隔离(由于通过其维持的气体流过土壤的形式)推动本易于沿所述隔离方向运动的挥发性污染物移离所述隔离并到达地面。实际上,导管之间的合适距离为2-15米,优选它们为4-10米。通过在气体隔离外部的土壤上面实施测量,易于确定污染物是否到达那里的地面。如果发现的确发生,可以采取合适的措施,例如在现有的导管或出口之间提供额外的导管或出口用来形成所述隔离或增加气流。注入气体的流出速率(在地面上进行测量)原则上为0.01-5米/小时,优选为0.03-2米/小时。可以简单通过在某个时间段采集流出某个区域(米²)的气体量(米³/小时)来确定流出的速率。用来形成气体隔离的导管与待清洁区域边界之间的距离可以为0.1米至几米(例如高达10米)。优选将所述导管安装在收集移动至地面的污染物的区域之内或者存在降解生物活性层的区域边界之内,更优选在其内至少0.5米。

考虑到隔离中的导管相对于污染物中导管的距离和位置,选择气体注入所述隔离的速度,使得在面对污染物的隔离的一侧将所得气流从所述隔离导出进入污染物位置。

在根据本发明的方法中,仅仅通过增加注入气体的导管的数量可以防止污染物扩散进入环境。这比挖掘渠道或采用覆盖物质要简单得多。另外,移走额外的导管比除去覆盖物和填埋渠道要便宜和简单。另外,移走导管立即将场景恢复至其原始状态。还可以将所述导管锯至地下某一深度并且进一步采用如蒙脱土来填埋以避免不需要的物质从地面流入地下深处。在这种情况下,在地面上再也见不到导管的存在。

例如在丙烯腈、苯或甲苯作为污染物的情况下,降解可以在需氧的条件下进行。也可以采用厌氧分解并且在污染物为全氯乙烯和

三氯乙烯的情况下具有优势。在这种情况下可以将如氮气作为解吸气注入。

5 根据本发明的所述方法可以用于从位于地下水面上的干土以及全部或部分位于地下水面下的湿土中脱除污染物的情形。由于地下水的流动，在湿土中也出现污染物的横向扩散。在这种情况下，人们发现：用于本发明方法的气体隔离形成针对污染点的地下扩散、特别是针对位于生物活性层或盖上面区域外面的污染物扩散的有效屏障。

10 当地下水流已经将污染物从原始污染位置(此后也称为源)输送了一段距离，使得整个区域的挥发不再有经济价值或实际上不可操作的情况下，也可有利地采用本发明方法。地下水的扩散通常为羽状，它可以理解为所述扩散主要向一个方向进行，随着距所述源的距离的增加，下游在一定程度上变宽。污染物在羽状流中的浓度原则上随着距污染物源的距离的增加而减少。在羽状流的某一点上所述浓度通常变得较低以至可以为人接受并且有用或必需的脱除从法律上讲不再需要。

20 现在如果任选与如上所述的污染源脱除相结合，将一根或多根管导入土壤中的羽状流的某一点(此处浓度低至可以接受)，并将解吸气注过其中，此处的污染物将如上所述被夹带至地面。随后可以收集此处挥发的污染物并进行处理。在所述羽状流的末端位置，优选用生物活性层替换所述土壤至某一深度。这层的厚度可以达到几米但优选在污染物的上面终止。优选所述层为至少2米，甚至优选3米(因为这种生物活性层对空气流产生的局部阻力低于周围土壤)。因此形成一种流动形式，即优选输送上升的注入的解吸气和夹带的污染物通过生物活性层。在生物活性层周围的上述位置安装气体隔离。

25 从羽状流延伸的方向来看，位于上游的气体隔离导管的出口位于污染物的上面。因此所述污染物可以从气体隔离的下面通贯气体隔离的上游部分并由此到达注入气体可以将其挥发的区域并输送其通过

生物活性层。形成气体隔离的导管的所述部分(从羽状流延伸的方向来看安装在下游)位于待清洁位置的外部, 它们的出口具有与注入导管相同的深度或存在较小的距离, 例如与位于其上或其下的最接近的注入导管的距离的 0.1 倍。

5 在这个过程中, 存在于整个羽状流的污染物将被地下水流输送至注入解吸气的区域, 并且受到气体隔离的保护, 防止污染物进一步扩散可以被收集的区域的外部, 可以在其上方的生物活性层中被消除。因此, 不必对所述羽状流的整个区域进行局部清洁, 而是观察所述污染物以可以预见的方向移动。

10 为了促进羽状流中的污染物的脱除, 可以在羽状流延伸区域有利地增加更多的清洁点, 其可以理解为如上所述的解吸气的注入导管与气体隔离和生物活性层的组合。如果如第二个清洁点安装在所述源和所述羽状流末端之间的中点, 来自最接近污染源的羽状流部分的污染物在第二个清洁点被收集, 来自第二个清洁点和所述羽状流末端之间的羽状流部分的污染物被位于所述羽状流末端的清洁点收集。因此可以显著缩短整个羽状流的清洁时间, 因为第二个清洁点将羽状流分为两个部分(同时降解)。根据所述羽状流的长度和所需的清洁时间, 可以设置几个清洁点。

20 在干土中可以采用干的解吸气。由于导入干的解吸气, 土壤将变干并且其孔度增加, 使对流贯其中的解吸气的流动阻力变小。土壤的干燥也减少了被土壤滞留污染物的量并促进蒸发。

25 还可以加热解吸气。这样增加了干燥解吸气的效率。如果将污染物局部转化为挥发性组分(例如采用氧化剂), 加热解吸气还获得更高的转化速率并由此缩短清洁时间。通过加热解吸气可以在生物活性层以及冷的天气条件下获得最佳的气候。然而当导入干和/或加热的解吸气时, 必须更加注意使生物活性层保持在所需的条件下。例如, 可以通过加热解吸气使生物活性层的温度保持在所需的水平上, 并且如果需要, 可以使水进入生物活性层从而保持湿度在所需的水

平上。

附图说明

参照不具有限制性的后面的附图，对本发明方法进行解释说明。

5 图 1 为存在于土壤中的污染物的位置的横截面；

图 2 为这个位置的俯视图；

图 3 为一个俯视图，其中存在地下污染物并且其中一部分地面对于挥发的污染物而言为不可渗透；和

10 图 4 为一个区域的横截面，其中污染物存在于土壤中，污染物的一部分被地下水夹带前进了一定距离。

具体实施方式

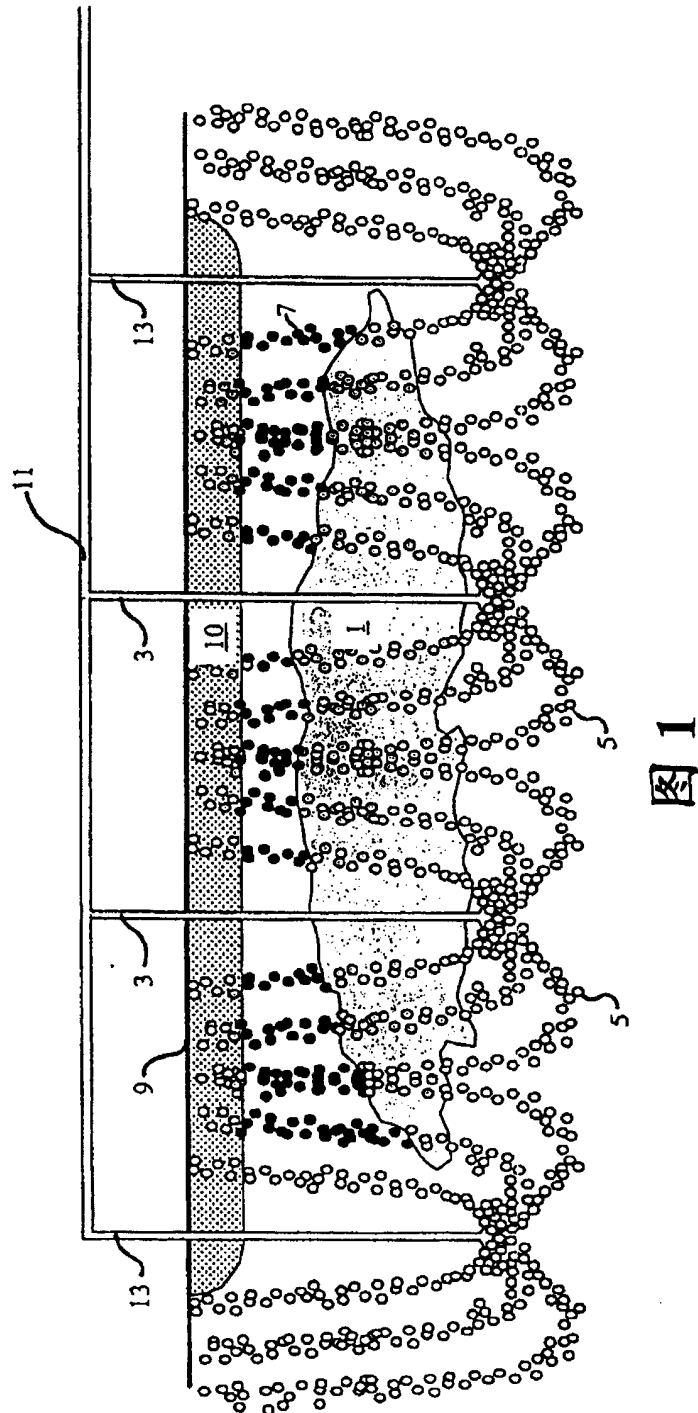
15 图 1 中为地下污染物。借助导管 3，将解吸气注入污染物 1 下面的土壤中。解吸气(空气(空圈 5 表示))上升并夹带挥发的污染物。随后将由实圈 7 所示的挥发的污染物输送通过以地面 9 为边界的生物活性层 10 并在此完全降解。连接进料管线 11 和导管 13 使得它们安装在土壤污染物的外部并且形成气体隔离。这些导管的出口位于与注入导管 3 出口的同深度。

20 图 2 为受污染区域的俯视图。地下污染物 201 的边界用虚线表示，其上的生物活性层 210 用实线表示。在污染物区域内空圈表示用来注入空气以挥发污染物的导管 203。由实圈表示的导管 213 安装成围绕待清洁区域的封闭回路，当空气通过这些导管 213 时形成气体隔离。所有导管形成规整的三角形形状(在这个情况下为等边三角形)。

25 图 3 如图 2，不同之处在于：地下污染物 301 的一部分位于挥发的污染物不可渗透的层 315 下面。导管 313 和 317 围绕待清洁区域安装。通过导管 317(由中心开口的实圈表示)，将空气以较导管 313(由实圈表示)更高的压力和更高的流速导入土壤。结果在覆盖层下面的

区域中，在以生物活性层 310 位于污染物上面的区域的方向上形成所得的空气流。通过导管 303(由空圈表示)，将空气注入污染物的下面。为了消除沿不可渗透层(面对污染物)的一侧逃逸的微量污染物，生物活性层也可以沿这一侧进行延伸。

- 5 在图 4 中，401 为地下污染物，沿箭头 419 方向流动的地下水从
中夹带一定量的形成羽状流 421 的污染物。在羽状流末端 423 的附
近，安装导管 403 以挥发污染物并夹带其至地面 409。在局部提供的
生物活性层(较前面附图的生物活性层厚)中收集挥发的污染物，并在
其中进行降解。导管 425 安装在导管 403 的上游并且形成气体隔离
10 的一部分。其出口终止于羽状流 421 的上面，使得含有夹带污染物
的地下水可以流过气体隔离并且可以到达由导管 403 进行曝气的区
域。下游导管 427 也形成气体隔离的一部分并且终止于所述羽状流
的上面。羽状流的末端部分 425(其中污染物浓度低至可接受的水平)
将进一步被地下水夹带并在所述方法中被进一步稀释。



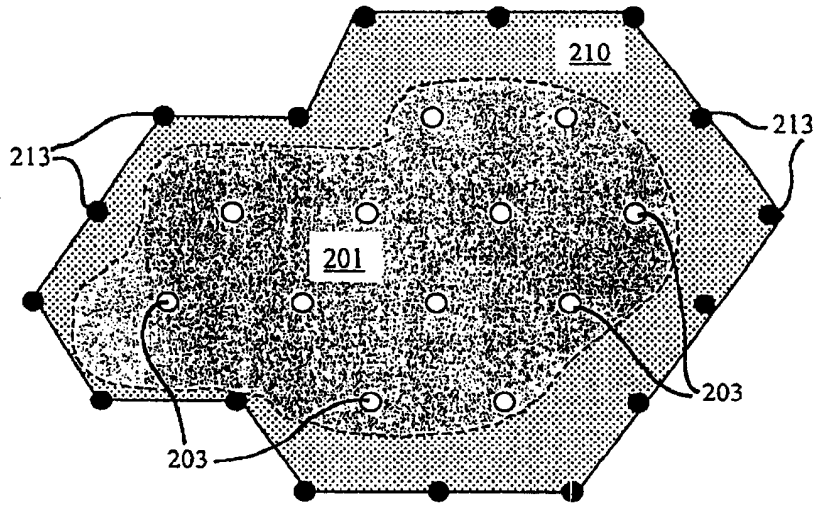


图 2

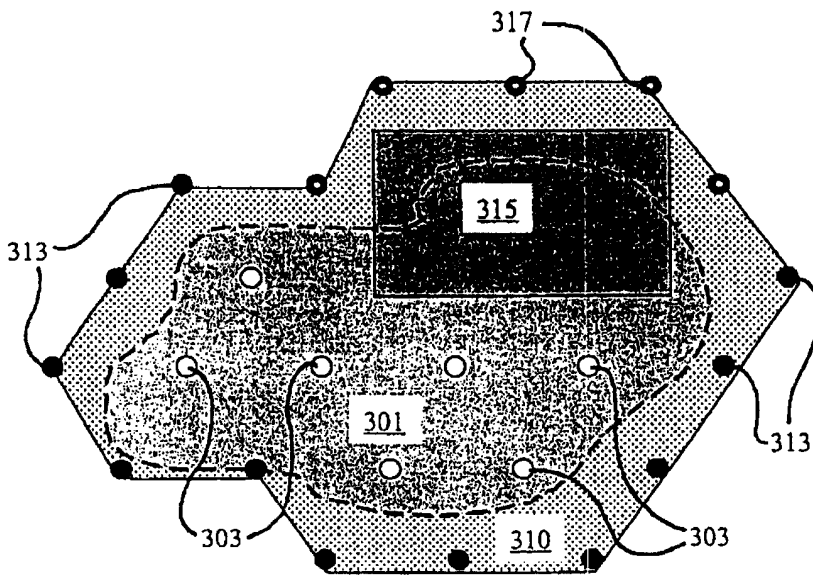


图 3

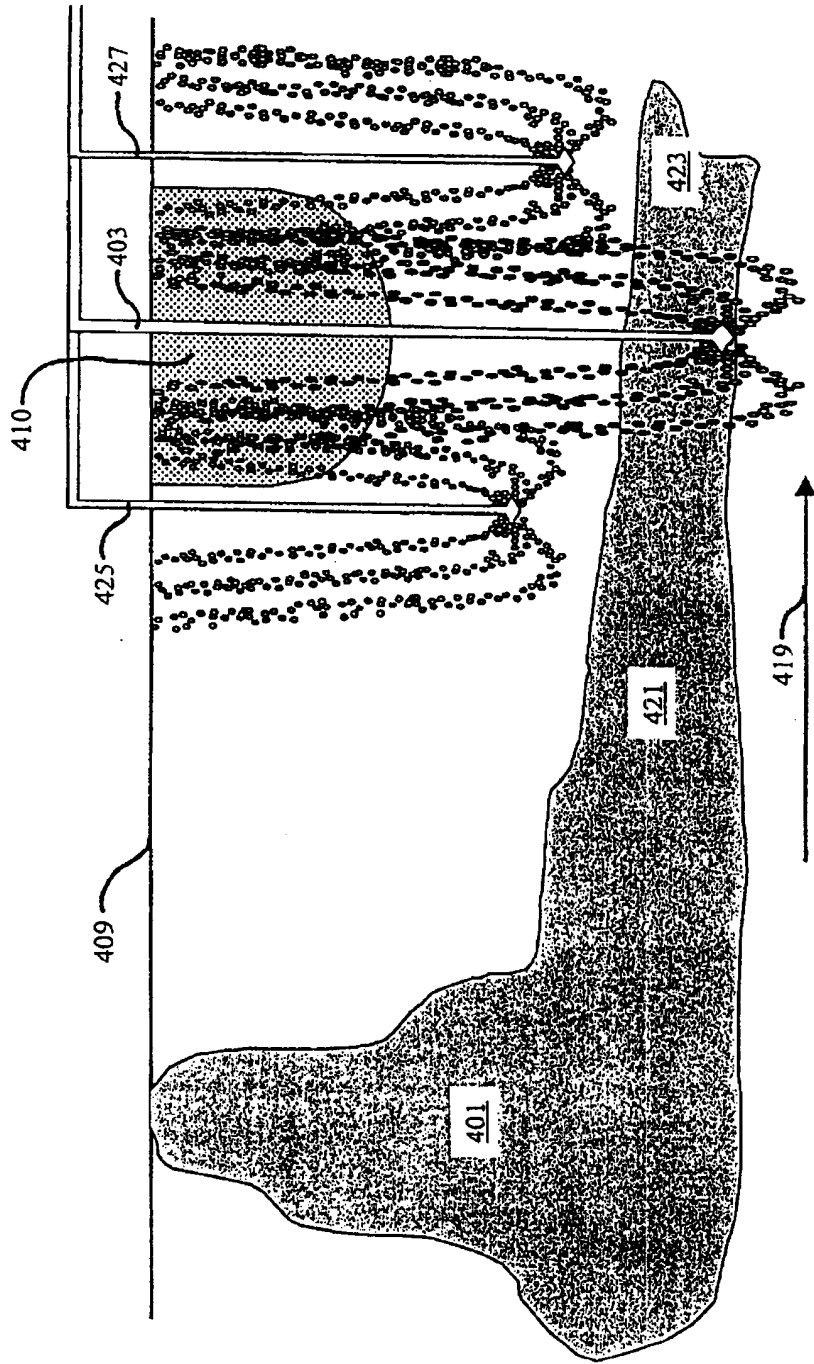


图 4