

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B09C 1/10 (2006.01)

B01D 53/85 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480038049.0

[43] 公开日 2007 年 1 月 24 日

[11] 公开号 CN 1902013A

[22] 申请日 2004.12.20

[21] 申请号 200480038049.0

[30] 优先权

[32] 2003.12.19 [33] NL [31] 1025074

[86] 国际申请 PCT/NL2004/000887 2004.12.20

[87] 国际公布 WO2005/058516 英 2005.6.30

[85] 进入国家阶段日期 2006.6.19

[71] 申请人 特雷科公司

地址 荷兰格勒恩

[72] 发明人 劳伦蒂努斯·韦尔海尔姆斯·斯特纳
波可尔斯

多米尼克斯·理查德斯·约翰内斯·
格洛特简

兰伯特斯·安东尼厄·玛丽亚·帕尼
维克 马丁·威廉·卓扎夫·普卢姆

[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

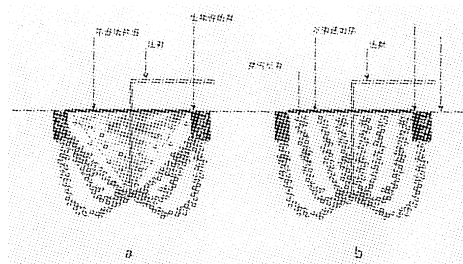
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称

从被污染的土壤中去除污染物的方法

[57] 摘要

本发明涉及在抽提气的协助下从被污染的土壤
中去除污染物的方法。在所述方法中，在土壤中或
在土壤上存在有生物活性层。所述方法包括如下步
骤：a) 在土壤中形成一种介质，其阻力低于周围土
壤的阻力，b) 将抽提气注射到土壤中，至污染物的
深度和/或在污染物之下，c) 污染物随抽提气挥发，
其中，带有污染物的抽提气通过阻力低于周围土壤
的介质大量地流至生物活性层。



1. 在抽提气的协助下从土壤中去污染物的方法，其中在土壤中或土壤上存在有生物活性层，所述方法包括如下步骤：

- a) 在所述土壤中形成一种介质，其阻力低于周围土壤的阻力，
- b) 将抽提气注射到所述土壤中，至所述污染物的深度和/或在所述污染物之下，
- c) 使所述污染物随所述抽提气挥发，

由此，带有所述污染物的抽提气通过阻力低于所述周围土壤的所述介质大量地流至所述生物活性层。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，阻力低于所述周围土壤阻力的所述介质是在待补救的区域和不直接在其上接壤的生物活性层之间形成的。

3. 如权利要求 1-2 中任意一项所述的方法，其特征在于，阻力低于所述周围土壤阻力的所述介质是通过对所述土壤中某些区域进行定向干燥来形成的。

4. 如权利要求 1-3 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述抽提气以至少 1.3 bar 的气压被注射。

5. 如权利要求 1-3 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述抽提气以 2-8 bar 之间的气压被注射。

6. 如权利要求 1-5 中任意一项所述的方法，其特征在于，阻力低于所述周围土壤阻力的所述介质是通过将至少一根中空管放置到所述生物活性层和所述被污染的土壤之间来形成的。

7. 如权利要求 1-6 中任意一项所述的方法，其特征在于，阻力低于所述周围土壤阻力的所述介质由可以填充或可以不填充下述材料的空间构成，所述材料展示出较之所述周围土壤更低的对所述抽提气的阻力。

8. 如权利要求 1-7 中任意一项所述的方法，其特征在于，阻力低于所述周围土壤阻力的所述介质包含生物活性材料和/或活性炭。

从被污染的土壤中去除污染物的方法

本发明涉及在抽提气（stripping gas）的协助下从土壤中去除污染物的方法，其中在土壤或土壤上存在有生物活性层。此类方法从荷兰专利 NL 8902879 中已知。

其描述了一种在抽提气的协助下从土壤中去除污染物的方法，其中，抽提气被注射到污染物的深度和/或污染物之下，使得污染物随着抽提气挥发，抽提气带着污染物升至被污染的土壤上的地面。上升过程中，带有污染物的抽提气穿过存在于土壤或土壤上的生物活性层。

该已知方法的缺点是，带有污染物的抽提气不能总是上升到生物活性层存在或生物活性层能被应用的位置。荷兰专利 NL 8902879 提到，带有污染物的抽提气的扩散可通过提供障碍物来阻止，例如，水帘（water screen），荷兰专利 NL 1014573 提到，通过提供气体帘（pneumatic screen），可在某种程度上对抽提气加以引导，并且可以防止抽提气在随机方向上的扩散，但是在不可能沿着被污染区域的整个周长布置障碍物的情况下，上述方法就不能解决问题。此类情况包括：例如，待补救的土壤形成了较大污染区域的一部分（例如，如果被污染的土壤延伸过不同所有者拥有的地块，且并非所有地块都将同时补救时），或者当在待清理的区域上存在有延伸过大片区域的不可渗透的（impervious）层时。

已知方法的另一个缺点是，在很多种情况下，都不可能在污染物上应用生物活性层，例如，当在被污染的区域中或之上存在有延伸过大片区域的不可渗透层时。

本发明的目的是提供一种方法，用于从土壤中去除污染物，所述方法不具有或者基本上不具有前述缺点。

该目的通过根据本发明的方法来获得。根据本发明的方法是在抽提气的协助下从土壤中去除污染物的方法，其中在土壤或土壤上存在有生物活性层，所述方法包括如下步骤：

- a) 在土壤中形成一种介质，其阻力低于周围土壤的阻力，
- b) 将抽提气注射到土壤中，至污染物的深度和/或在污染物之下，
- c) 使污染物随抽提气挥发，

由此，带有污染物的抽提气通过阻力低于周围土壤的介质大量地流至生物活性层。

污染物在生活活性层（其有些时候也被称为生物性的层或生物层）中被转化。在本发明的上下文中，生物活性层指，含有具生物活性的材料的层。具生物活性的材料指，含有可以分解或转化污染物的微生物的材料。生物活性层可被连续或不连续使用。不连续指，生物活性层离散应用，即，以离散部分的形式，共同形成生物活性层。在一种实施方式中，生物活性层是不连续应用的。不连续的层的例子是：包含多条沟和/或多个洞的层，其中沟和/或洞可以是形状大小一样的或不一样的。沟的数量、长度、宽度和深度的组合通常被选为使得最优方法得以建立的那种。

在根据本发明的方法中，在土壤中形成了一种介质，其阻力低于周围土壤的阻力。在本发明的上下文中，术语“土壤”包括不可渗透的层（如果存在的话）。此类不可渗透的层可能位于被污染的土壤中，位于高于被污染的土壤的土壤中，或者位于地面或之上。

根据本发明的方法的一个优点是，带有污染物的抽提气可被引导到存在有生物性的层和/或是生物材料的位置，即使其不位于或不精确位于被污染的土壤上方。

根据本发明的方法的另一个优点是，处于较大深度的污染物也可被原位去除。在污染物于生物活性层中被原位转化的已知方法中，为了在较深的深度进行补救，抽提气将必须穿过厚厚的土壤层上升到地面。因为阻力随着土壤层的厚度增加，仅有非常少量的抽提气能升到地面。如果每单位时间流经生物活性层的抽提气非常之少，补救将进行得很慢。该问题不易通过注射高压抽提气来解决，因为土壤在高压下会破裂，抽提气可以经过裂缝上升，结果，生物活性层与污染物的接触不足以满意地转化抽提气中的污染物。

根据本发明的方法的又一个优点是，带有污染物的抽提气不或基本不

与被污染的土壤和生物活性层之间的土壤接触。由此可以防止污染物留在补救过程开始时不含待去除的污染物或仅含有浓度不需要进行处理的此类污染物的土壤层中。

根据本发明的方法的另一个优点是，具有相对小的总表面积的不连续的生物活性层足以清洁被污染的土壤，因为带有污染物的抽提气被引导到生物活性层，这是应用了阻力比周围区域更低的介质的结果。因此，不再需要在很广的区域上都应用生物活性层。不连续的层相对易于应用。在根据本发明的方法的一种实施方式中，安装有一根或多根管，这些管是透气的，并且含有生物活性材料。

在根据本发明的方法的一种实施方式中，所述方法特征在于，在待补救的区域（即被污染的土壤，或待处理的被污染的土壤的部分）和不直接在其上与其接壤的生物活性层之间，形成阻力低于周围土壤阻力的介质，以为包含挥发的污染物的抽提气提供捷径。所述介质优选以直线应用于待补救的区域和生物活性层之间。但是，也可能在介质中导入一种或多种弯曲。生物活性层通常位于地面之上或直接处于地面，而被污染的土壤则位于较深深度的下面，但是在根据本发明的方法中，这不再是必须的，因为带有污染物的抽提气将通过阻力低于周围土壤的介质流至生物活性层。

阻力低于周围土壤的介质可以以多种方式来形成。在根据本发明的方法的一种优选的实施方式中，所述方法的特征在于，阻力低于周围土壤阻力的介质是通过对土壤中某些区域的定向干燥来形成。因此，例如，可能在注射到理想深度的气体的协助下，对位于生物活性层下面的土壤一层一层地进行干燥至逐渐增加的深度，直到位于被污染的土壤上面的整个土壤柱已足够干燥，随后通过注射本文的抽提气来清洁下面的被污染土壤。当阻力低到能使全部或绝大部分带有挥发的污染物的抽提气穿过干燥的土壤上升到生物活性层时，所述土壤就是已经足够干燥的。对土壤的干燥优选使用跟用作抽提气的气体相同的气体来进行，其还可以在注射喷枪（injection lance）的协助下来进行，所述喷枪是还可用于注射抽提气的。

优选空气作为抽提气。在根据本发明的方法中，抽提气优选以至少 1.3 bar 的压力被注射，抽提气更优选以高于 2 bar 的压力被注射，以使土

壤更为迅速地干燥。抽提气通常以不超过 8 bar 的压力注射。

使用在增加的压力下注射的空气，能降低相对空气湿度，加速干燥进程。

在根据本发明的方法的一种实施方式中，所述方法的特征在于，阻力低于周围土壤阻力的介质是通过安装至少一根中空管来形成的，所述的管可以（或可以不）完全或部分填充有展示出比周围土壤更低的对抽提气的阻力的材料，例如，沙子、砂砾或生物活性材料。通过在被污染的土壤和生物活性层之间安装一根管，能产生具有非常低的空气阻力的介质。抽提气将优选通过中空管流向生物活性层。可以安装一根或多根管，这取决于被污染区域的程度和形状，所述的管的长度和直径可以变动。处于被污染土壤或处于生物层中的管部分也可提供有穿孔。

在根据本发明的方法的一种实施方式中，特征在于，阻力低于周围土壤阻力的介质是通过制造空间来形成的，例如，通过钻出至少一个洞，以及可选地，用展示出比周围土壤更低的对抽提气的阻力的材料（例如，沙子、砂砾或生物活性材料）来全部或部分填充。洞的上端优选被密封为不透气的，使得带有污染物的抽提气可以仅通过生物活性层升至地面。但是，还可以在空间中应用生物活性材料，使得所述空间虽然不是密封不透气的，但是带有污染物的抽提气绝大部分将在到达地面之前流经生物活性层。

在根据本发明的方法的一种优选的实施方式中，存在于阻力低于周围土壤阻力的介质中的材料还可以含有生物活性材料。

在根据本发明的方法的一种优选的实施方式中，将具有低阻力的介质应用于地面处不渗透的（impermeable）层中，使得带有污染物的气体可以流经该不渗透的层到达生物活性层。通过在不渗透的层下方制造出阻力低于周围土壤的阻力的介质，抽提气将具有不同的流动方式，因此，将允许对不放置阻力低于周围土壤的阻力的介质就不能获得补救的区域的被污染土壤进行补救。通常的操作将不会在不可渗透的层中形成具有减少的阻力的单种介质，而是在多个位置降低阻力。在根据本发明的方法的一种实施方式中，在气体不渗透的层中安装一根或多根管（也被称为注射喷枪），

所述的管是气体可渗透的，并且含有生物活性材料。用此类管可以制造出具有降低的阻力的介质，同时能应用不连续的生物活性层。其中降低阻力和生物活性这两个功能联合起来的管因此被称为预装过滤器（pre-loaded filter）。除生物活性材料之外，这些管还可以含有活性炭。

图 1 示意性地示出了：对于其中在不渗透的层下不存在阻力低于周围土壤的介质的方法，注射到土地中的抽提气的流动（参见图 1a）；以及对于根据本发明的、在不渗透的层下存在阻力低于周围土壤的介质的方法，注射到土地中的抽提气的流动。

图 1b 描述了：通过在不渗透的层下形成阻力低于周围土壤阻力的介质（图 1b 中的介质被称为“空气引导层”），抽提气将具有不同的流动方式，其将流经更大面积的土壤，因此，允许对不放置阻力低于周围土壤的阻力的介质就不能获得补救的区域的被污染土壤进行补救。

在用于在抽提气的协助下从土壤中去污染物的方法中，所述方法中，形成阻力小于周围土壤阻力的介质，其中，抽提气注射到污染物的深度或到污染物之下，结果，污染物和抽提气一起挥发，随后通过阻力低于周围土壤的介质上升到地面，还可将含有活性炭或含有生物材料及活性炭的层应用于地面。预装过滤器特别适合应用活性炭和/或生物活性材料。

根据本发明的方法的一个优点是，在被污染的土壤上面的表面上进行建筑的时候可以应用该方法，该方法还可以在建筑已经发生之后使用。

在其中土壤对下陷敏感因此不足够稳定到允许将长期稳定留存的建设（例如，房屋或道路）的区域上，通常使用能提供理想稳定性的、置于亚表面层上的杆（pole），以修建地基。典型地，置于杆上的地基是混凝土的。通过放置地基，在地面和地基下面之间制造出空间。在根据本发明的方法中，如果存在的话，此类空间被用作为土壤阻力低于周围土壤阻力的介质。在一种实施方式中，在地基的一个或多个侧面上制造出生物活性层，其深度确保地基下的空间和生物活性层的直接接触。随后，将气体，通常是空气，注射到被污染的土壤中或之下。由于地基下的空间是阻力低于周围土壤的介质，气体将偏向于流动到该空间（关于对气体流动方式的阐述，还见图 1b），在通过所述空间之后，气体将流向生物活性层。因

此，用在杆上放置的地基下制造的空间，允许根据本发明的方法在建筑已经发生之后进行。

在足够稳定以允许建筑的土壤区域中，典型地，使用浅地基。在这种类型的地基下，没有可获得的空间可用作为土壤阻力小于周围土壤阻力的介质。在根据本发明的方法的一种实施方式中，通过在放置地基之前在土地中或土地上安装垫子（mat）来解决，所述垫子是气体可渗透的，并且具有低阻力，还足够强到能允许在其顶上进行建筑。此类垫子是例如水坝的建筑中已知的，其中它们被用于防止腐蚀。但是，用于补救工程中则是新颖的，此前并无教导或建议。可用于根据本发明的方法中的、可从商业途径获得的材料的例子是来自荷兰 Colbond Geosynthetics 的 Enkamat®或 Enkadrain®。但是，任何足够强到允许在其顶上有长时间稳定存在的建筑、并且具有比其下的土壤对气体的阻力更低的产品，都适合用于本发明的该实施方式。为确保含有污染物的气体流经生物活性层，垫子的上表面以及一个或多个侧面（如果需要的话）应用不渗透的材料密封，或者至少用呈现出对气体高阻力的材料密封，使得气体以理想的方向流动，即朝向放置于在垫子的至少一个侧面与垫子相邻的生物活性层流动。

典型地，生物活性层不能坚固到足够在其顶部允许任何类型的重建物，例如房屋或道路。通过使用上文所述的垫子（所述垫子的上表面是气体不渗透的或者覆盖有气体不渗透的材料），例如，道路可以修建于垫子的顶部，垫子下面的土壤中存在的污染物仍可以通过根据本发明的方法去除，如果垫子的侧面被密封或与生物活性层相接触的话。

一个特殊的问题是对斜面的去污染。很难可靠地在斜面中使用生物活性层，例如，因为风蚀，生物活性层的厚度降低，或者因为斜面被用于加强水坝，在斜面中应用生物活性层将削弱斜面。但是，通过在斜面中放置前文所述的垫子，以及在斜面中放置生物活性层，使其与垫子的上边缘直接接触，存在于抽提气中的污染物就可通过斜面中的生物活性层转化，而不会以对该目的有害的方式影响到斜面。

用于在抽提气的协助下、其中有生物活性层存在于土壤中或土壤上的情况下从土壤中去除污染物的不同方法是：第一步中，将生物活性层放置

于土壤中或土壤上，在第二步中，将垫子放置到生物活性层的顶部，所述垫子具有高度多孔性，并且，所述垫子的上表面被制为不渗透的，例如，通过在垫子上放置不渗透顶垫来进行。该实施方式展示出：其对于去除有氧可去除的污染物（例如芳香族化合物）以及不是有氧可转化的（例如含氯产物）的污染物来说均是经济、节约、有效的方法。在已知方法中，是通过注射抽提气和从土壤中提取空气的组合来去除污染物组合的。这种技术组合非常昂贵。通过使用垫子，含有两种类型的污染物的抽提气将首先经过生物活性层，其中，有氧可转化的污染物至少部分转化，然后在垫子顶部存在的多孔垫的开放空间中被收集。通过密封垫子侧面，但预留一个或多个出口点（exit point），一个或多个泵可容易地连接，并用于将含有不能有氧转化的污染物的气体泵至，例如，含有活性炭的过滤器。因此，所述垫子允许从生物活性层的整个表面上容易地收集气体，并且，从该处容易地转运到任何理想的储存容器或纯化单元中。

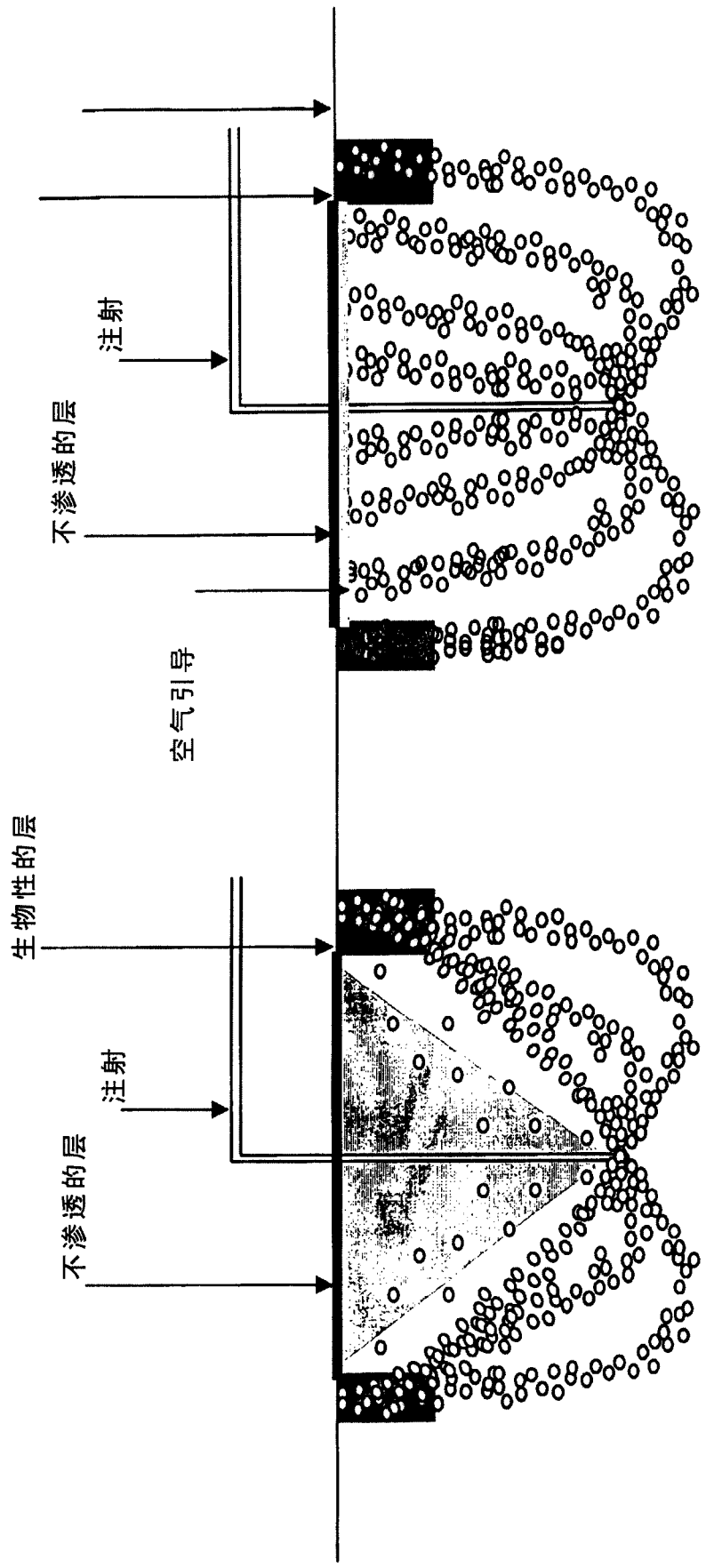


图1a

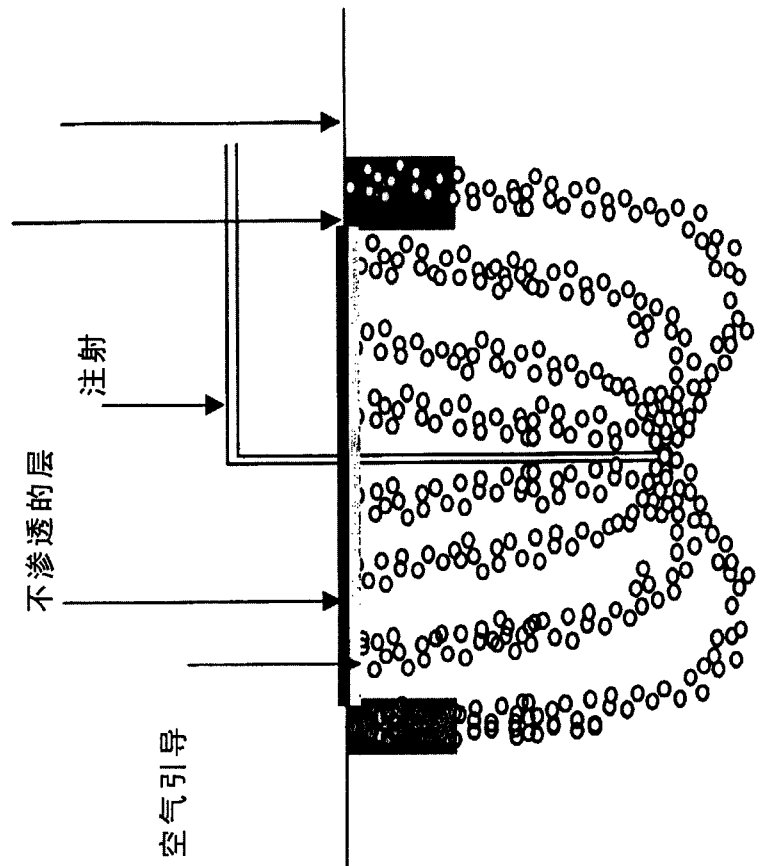


图1b