



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105051503 B

(45)授权公告日 2018.11.16

(21)申请号 201380064050.X

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22)申请日 2013.10.11

代理人 葛飞

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105051503 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2015.11.11

G01F 1/66(2006.01)

(30)优先权数据

E02B 13/00(2006.01)

2012904449 2012.10.11 AU

E02B 7/26(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.06.08

E02B 5/08(2006.01)

E02B 8/04(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/AU2013/001185 2013.10.11

(56)对比文件

CN 102575950 A,2012.07.11,

CN 102575950 A,2012.07.11,

US 3942328 A,1976.03.09,

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/056046 EN 2014.04.17

CN 201678988 U,2010.12.22,

JP H06117888 A,1994.04.28,

(73)专利权人 鲁比康研究有限公司
地址 澳大利亚维多利亚

FR 2412060 A1,1979.08.17,

审查员 李涵

(72)发明人 D.V.皮尔逊 R.J.泰雷尔

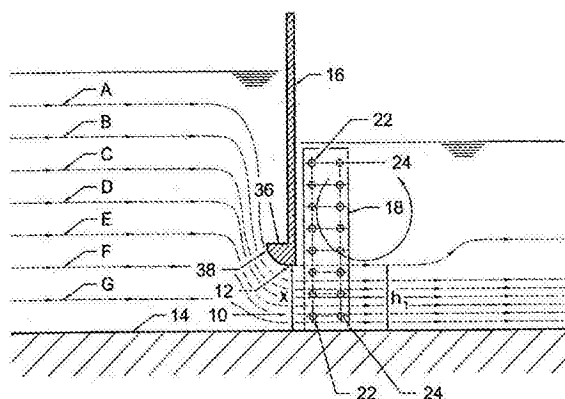
权利要求书1页 说明书6页 附图16页

(54)发明名称

流量测量

(57)摘要

本发明公开了一种控制液体通过开放通道或管道(14)的流动的下冲门系统。所述系统包括适于由控制装置升高和降低以允许液体沿着所述开放通道或管道(14)流动的门叶(16),所述门叶(16)在门叶(16)的端部具有分流器(36),以在所述门叶(16)处于打开位置时引导液体在所述门叶(16)之下并通过开口(10)。



1. 一种控制液体通过开放通道或管道流动的下冲门系统,包括:
门叶;
在所述门叶的端部的分流器,其在所述门叶处于打开位置时在所述门叶之下引导液体并且引导液体通过开口;
控制装置,其用于升高和降低所述门叶,从而改变开口的开口高度;
声换能器的阵列,其用于测量通过所述开口的液体的速度场;
所述分流器包括减少速度场收缩的上游的曲面,从而所述开口的开口高度大致上等于速度场的深度。
2. 如权利要求1所述的下冲门系统,其中,所述分流器包括从所述门叶的所述端部的一侧大致水平设置的突起。
3. 如权利要求2所述的下冲门系统,其中,所述大致水平设置的突起或在所述门叶的上游或在所述门叶的下游。
4. 如权利要求1至3中任一项所述的下冲门系统,还包括在所述开放通道或管道的底部上的一对声换能器,适于提供至所述大致水平设置的突起以及从其下方的声学路径,以允许测量所述门叶的开口。
5. 如权利要求1至3中任一项所述的下冲门系统,其中所述阵列限定测量平面。
6. 如权利要求5所述的下冲门系统,其中所述测量平面是水平测量平面。
7. 如前述权利要求5所述的下冲门系统,其中所述阵列限定交叉声学路径。
8. 如权利要求7所述的下冲门系统,其中,在所述开放通道或管道的相对侧上的多个成对的所述声换能器在所述门叶的下游并与之相邻。
9. 如权利要求7所述的下冲门系统,其中,在所述开放通道或管道的相对侧上的多个成对的所述声换能器在所述门叶的上游并与之相邻。
10. 一种控制液体通过开放通道或管道的流动的下冲门系统,所述系统包括适于由控制装置升高和降低以允许液体沿着所述开放通道或管道流动的门叶、在所述开放通道或管道的相对侧上形成声阵列以在使用中提供由交叉声学路径限定的多个测量平面用于测量通过门开口的流动速度的多个成对的声换能器、以及测量所述门叶的开口的高度的装置。
11. 如权利要求10所述的下冲门系统,还包括在所述开放通道或管道的底部上的一对声换能器,适于提供至所述门叶以及从其下方的声学路径,以允许测量所述门叶的开口。
12. 一种测量穿过安装在开放通道或管道中的下冲门系统的开放门的液体的流率的方法,所述方法包括以下步骤:在所述开放通道或管道的相对侧上提供形成声阵列的多个成对的声换能器,所述声阵列产生由交叉声学路径限定的多个测量平面;提供测量所述开放门相对于所述开放通道或管道的基座的高度的装置;通过利用所述声阵列来确定穿过所述开放门的所述液体的垂直速度分布;通过利用所述装置来测量所述开放门相对于所述开放通道或管道的所述基座的高度从而确定所述开放门的高度;通过利用所述开放门的所述确定的高度来计算所述垂直速度分布的速度积分;以及通过将所述声阵列的预定内部宽度乘以所述速度积分来计算穿过所述开放门的所述液体的所述流率。

流量测量

技术领域

[0001] 本发明涉及通过浸没孔的流量测量,特别但不是排它地,涉及通过下冲灌溉门的流量测量。

发明内容

[0002] 根据本发明的一个方面提供一种控制液体通过开放通道或管道流动的下冲门系统,包括:门叶;在所述门叶的端部的分流器,其在所述门叶处于打开位置时在所述门叶之下引导液体并且引导液体通过开口;控制装置,其用于升高和降低所述门叶,从而改变开口的开口高度;声换能器阵列,其用于测量通过所述开口的液体的速度场;所述分流器包括减少速度场收缩的上游的曲面,从而所述开口的开口高度大致上等于速度场的深度。

[0003] 本发明还提供了一种控制液体通过开放通道或管道的流动的下冲门系统,所述系统包括适于由控制装置升高和降低以允许液体沿着所述开放通道或管道流动的门叶,所述门包括在所述门叶的端部的分流器,以在所述门叶处于打开位置时引导液体在所述门叶之下并通过开口。

[0004] 在一实施例中,所述分流器包括从所述门叶的所述端部的一侧大致水平设置的突起,或在所述门叶的上游或在所述门叶的下游。优选地,弓形部分设置成沿着所述大致水平设置的突起的自由端。

[0005] 在进一步的实施例中,所述分流器包括沿着所述门叶的所述端部的一侧的弓形部分。优选地,所述分流器还包括从所述门叶的所述端部的另一侧大致水平设置的突起。

[0006] 优选地,所述下冲门系统还包括在所述开放通道或管道的底部上的一对声换能器,适于提供至所述大致水平设置的突起以及从其下方的声学路径,以允许测量所述门叶的开口。

[0007] 优选地,所述下冲门系统还包括多个成对的声换能器,它们在所述开放通道或管道的相对侧上形成声阵列,以在使用中提供许多交叉声学路径的多个平面,用于测量通过所述门开口的流动速度。

[0008] 在一实施例中,在所述开放通道或管道的相对侧上的所述多个成对的声换能器在所述门叶的下游并与之相邻。

[0009] 在进一步的实施例中,在所述开放通道或管道的相对侧上的所述多个成对的声换能器在所述门叶的上游并与之相邻。

[0010] 在进一步的实施例中,在所述开放通道或管道的相对侧上的所述多个成对的声换能器的一组相应的声换能器在所述门叶的下游并与之相邻,在所述开放通道或管道的相对侧上的所述多个成对的声换能器的另一组相应的声换能器在所述门叶的上游并与之相邻,所述许多交叉声学路径的多个平面交叉通过所述门开口。

[0011] 优选地,所述多个成对的声换能器具有相对于流动方向的小束角,以允许每个声阵列具有更短的宽度。

[0012] 根据进一步的方面,本发明提供了一种控制液体通过开放通道或管道的流动的下

冲门系统,所述系统包括适于由控制装置升高和降低以允许液体沿着所述开放通道或管道流动的门叶、在所述开放通道或管道的相对侧上形成声阵列以在使用中提供由交叉声学路径限定的多个测量平面用于测量通过所述门开口的流动速度的多个成对的声换能器、以及测量所述门叶的开口的高度的装置。

[0013] 优选地,所述下冲门系统还包括在所述开放通道或管道的底部上的一对声换能器,适于提供至所述门叶以及从其下方的声学路径,以允许测量所述门叶的开口。

[0014] 在一实施例中,在所述开放通道或管道的相对侧上的所述多个成对的声换能器在所述门叶的下游并与之相邻。

[0015] 在进一步的实施例中,在所述开放通道或管道的相对侧上的所述多个成对的声换能器的一组相应的声换能器在所述门叶的下游并与之相邻,在所述开放通道或管道的相对侧上的所述多个成对的声换能器的另一组相应的声换能器在所述门叶的上游并与之相邻,所述许多交叉声学路径的多个平面交叉通过所述门开口。

[0016] 优选地,所述多个成对的声换能器具有相对于流动方向的小束角,以允许每个声阵列具有更短的宽度。

[0017] 优选地,所述下冲门系统还包括在所述门叶的端部的分流器,以在所述门叶处于打开位置时引导液体在所述门叶之下并通过门开口。

[0018] 在一实施例中,所述分流器包括沿着所述门叶的所述端部的一侧的弓形部分。优选地,所述分流器还包括从所述门叶的所述端部的另一侧大致水平设置的突起。

[0019] 在进一步的实施例中,所述分流器包括从所述门叶的所述端部的一侧大致水平设置的突起,或在所述门叶的上游或在所述门叶的下游。优选地,弓形部分设置成沿着所述大致水平设置的突起的自由端。

[0020] 根据进一步的方面,本发明提供了一种测量穿过安装在开放通道或管道中的下冲门系统的开放门的液体的流率的方法,所述方法包括以下步骤:在所述开放通道或管道的相对侧上提供形成声阵列的多个成对的声换能器,所述声阵列产生由交叉声学路径限定的多个测量平面;提供测量所述开放门相对于所述开放通道或管道的基座的高度的装置;通过利用所述声阵列来确定穿过所述开放门的所述液体的垂直速度分布;通过利用所述装置来测量所述开放门相对于所述开放通道或管道的所述基座的高度从而确定所述开放门的高度;通过利用所述开放门的所述确定的高度来计算所述垂直速度分布的速度积分;以及通过将所述声阵列的预定内部宽度乘以所述速度积分来计算穿过所述开放门的所述液体的所述流率。

[0021] 根据下面的描述,本发明的这些及其他必要的或优选的特征将是显而易见的。

附图说明

[0022] 结合附图,根据下面的详细描述,本发明优选实施例的结构和功能特征将变得更加明显,其中:

[0023] 图1是灌溉系统中下冲门的横截面图,其中门是打开的并且示出了水流过该门;

[0024] 图2是与图1类似的视图,其中根据本发明的第一方面,声换能器阵列在安装于开放通道中的下冲门的下游侧上;

[0025] 图3是图1的放大视图,示出了在图1所示的门周围的速度分布;

- [0026] 图4是与图2类似的视图,其中门边缘沿门的前表面具有优选的弓形部分;
- [0027] 图5是与图2类似的视图,其中声换能器在门的任一侧上;
- [0028] 图6是与图5类似的视图,包括测量门开口的优选装置;
- [0029] 图7是与图4类似的视图,其中门在管的端壁的前面;
- [0030] 图8是图2的透视图;
- [0031] 图9是图7的透视图;
- [0032] 图10是根据本发明第二方面的下冲门的横截面图,该下冲门具有优选的分流器和声换能器的阵列,它们在安装于开放通道中的下冲门的下游侧上;
- [0033] 图11是与图10类似的视图,其中门边缘沿门的前表面具有优选的弓形部分;
- [0034] 图12是与图11类似的视图,包括测量门开口的优选装置;
- [0035] 图13是与图10类似的视图,具有的声换能器的阵列在安装于开放通道中的下冲门的上游侧上,优选的弓形部分沿着分流器的前表面;
- [0036] 图14是与图13类似的视图,包括测量门开口的优选装置;
- [0037] 图15是与图14类似的视图,其中门在管的端壁的前面;以及
- [0038] 图16是与图15类似的视图,其中门和声换能器的阵列安装在管出口端壁的下游。

具体实施方式

[0039] 为了避免重复描述,在适用的情况下,将在整个图示实施例中示出相同的附图标记来表示类似的整体。

[0040] 穿过浸没矩形孔的流量通常由以下能量方程计算:

$$[0041] \quad Q = C_c \cdot w \cdot h \cdot \sqrt{2g(u-d)}$$

[0042] 其中:

[0043] Q=流率 (m³/s)

[0044] w=矩形孔开口的宽度 (m)

[0045] h=矩形孔开口的高度 (m)

[0046] g=重力加速度 (m/s²)

[0047] u=孔上游的水位 (m)

[0048] d=孔下游的水位 (m)

[0049] C_c=收缩系数=孔后面水柱的深度/孔开口高度

[0050] 该方程源自于伯努利方程,其仅表明动能和势能之和在定压下始终恒定。

$$[0051] \quad p + \frac{1}{2} \rho V^2 + \rho gh = \text{常数}$$

[0052] 其中:

[0053] p是压力

[0054] ρ是密度

[0055] V是速度

[0056] h是海拔

[0057] g是重力加速度

[0058] 速度由伯努利方程计算为下值:

$$[0059] \quad V = \sqrt{2g(u-d)}$$

[0060] 通过将穿过孔的喷射速度场的表观面积乘以该速度来确定流率。

[0061] 本发明将允许通过测量穿过矩形浸没孔的喷射速度场然后将矩形浸没孔的测量面积乘以该速度场来进行流率的测量。

[0062] 在图1中,示出了浸没矩形孔或开口10在垂直可动门16的端面12与灌溉开放通道的底板14之间。需要测量通过门16的流动的喷射速度以提供流过门16的水的准确流率,流线A至G示出了门16上游、其中以及下游的典型剖面。可以看出,穿过孔10的流线A至G平行于孔10的底板14。如果在孔10的上游存在足够直的接近长度,则流线A至G还平行于包围孔10各个侧面的壁(未示出)。

[0063] 可以在图1中看出,通常公知的是,流线A至G在孔10的下游收缩,使得速度场 h_1 的深度小于孔的开口高度 x 。图1示出了相邻于在孔10下面穿过的喷射流线A至G,存在零净速度的水停滞区域。整个流速穿过深度 h_1 。因此,可以通过在由孔10的底板14以及由速度场的高度 h_1 界定的垂直范围积分穿过孔10的垂直速度分布并且然后将孔10的已知宽度乘以该速度积分来确定穿过孔的流率。速度场 h_1 的高度可以通过如由声阵列所测量的垂直速度分布的知识来确定。

[0064] 图2和8示出了在门16的下游包括一对相对的声阵列18、20。每对声阵列包括一对声换能器22、24,它们以交叉路径布置操作,即阵列18的声换能器22与阵列20的相对声换能器24相互作用来提供交叉路径声波传播时间速度测量的多个平面。每个声阵列18、20包括八个(或合理可行情况下的任意数量)水平速度测量平面。基于传播时间速度测量原理来测量穿过矩形浸没孔10的速度场,如先前在国际专利申请号PCT/AU2010/001052(其内容通过引用并入本文)中和在ISO标准16:2004(E)水文测验——由超声(声)方法进行排出测量中所描述。声阵列18、20具有相对于 11.25° 流动方向的小束角,然而切实可行的话可以使用任何角度。小束角的选择允许声阵列18、20具有短的整体组件宽度,使得所测量的视场紧邻浸没矩形孔10。声阵列18、20布置成相邻门16,以确保在孔的上游具有足够直的接近长度,使得流线A至G中的每个以相对于平行壁28、30的恒定角度穿过声阵列18、20的长度,包围孔10的每个侧面,并且随着它们穿过声阵列18、20的长度不会发生方向上的变化。

[0065] 大量的测量平面以垂直阵列组合,提供穿过声阵列18、20的流动的垂直速度分布的高分辨率样本。图2示出了三个速度样本可用于计算由喷射流流线所包围的速度场的积分。突变公知发生在喷射流线的边界至门16后面的静止水区域,具有零净速度。穿过声阵列18、20的速度场从阵列的底板14垂直地积分至阵列的顶板。已知的是,速度场在喷射速度场的测量顶部边界从高速度突然转变至零速度。速度场的边界的位置可以通过以下几种方式确定,包括通过测量门开启高度和通过分析由位于喷射速度场内的声平面所观察到的速度分布。随着门16的开口发生变化,喷射流与静止水之间的边界连同并入速度积分的声学测量平面的数量也同样如此。通过将该垂直速度分布从声阵列18、20的底板14积分至声阵列18、20的顶板并且将矩形声阵列18、20的已知内部宽度乘以该积分来计算流量。如果门16在水表面上方被打开使得在门16的端面12的下方存在自由水表面,则门开启高度不用于流量的测量。在这种情况下,垂直速度分布从声阵列18、20的底板14积分至由水位传感器(未示出)所测量的水位。然后该速度积分乘以矩形声阵列18、20的已知内部宽度来计算穿过声阵列18、20的流率。孔开口 x 可以由包括线性编码器、束带的任何合适的装置测量,或者由测量

孔10的底板14与门16的端面12之间的距离的声换能器(未示出)测量。

[0066] 密封件或密封剂46将防止侧壁28、30与声阵列18、20之间的泄漏。同样地,密封件或密封剂48将防止侧壁28、30与其中可滑动地容纳有门16的门框50之间的泄漏。

[0067] 图3示出了在国际专利申请号PCT/AU2010/001052中公开的系统的操作与本实施例之间的不同。该区别在于,在PCT/AU2010/001052中限定的发明在浸没孔10的上游精确地测量,其中垂直速度分布是没有任何不连续性的平滑函数。本实施例在浸没孔10的下游精确地测量,其中在门端面12的位置处的垂直速度分布中存在“阶梯函数”不连续。本实施例使用门16的测量海拔来定位此速度不连续的海拔,因此确定流速迅速转变至零的海拔。这允许通过将速度阶梯函数从底板14垂直地积分至从门端面12的海拔所确定的速度不连续的海拔来进行精确的速度积分。由于不知道速度不连续海拔,所以梯形积分将通过试图使用连接每个速度样本的直线进行插值而导致速度积分的显著过读或欠读。图3在左手侧速度海拔趋势上示出了浸没孔10上游的速度分布,在右手侧速度海拔趋势上示出了浸没孔10下游的速度分布。

[0068] 图3示出了梯形积分将导致在门下方通过的流动的大的过估计。过读与在右手侧图表中所示的速度不连续上方的三角形区域34成比例。

[0069] 图4是与图2类似的实施例,弓形部分36沿着门16上游的门16的端部。已经通过计算流体动力学分析以及通过流动实验室中速度场观察确定的是,门16上包括的曲面38降低了孔10下游的速度场的收缩,使得高度 h_1 非常接近测量孔开口高度 x ,即 h_1 约等于 x 。与图2的比较示出了这种差异。

[0070] 图5是图2的另一替代实施例,其中门16位于声阵列18、20的声换能器22、24的各列之间。这种布置允许声换能器22、24非常接近门16。

[0071] 图6是图5的实施例的变型,包括的声换能器40位于底板14上,用来确定从底板14至门16的底面12或端面的高度。进行标准的声距离测量,其中声脉冲从换能器40发送,反射离开门16的底面12,以及返回到换能器40或副接收换能器(未示出)。声脉冲的飞行时间由定时电子器件(未示出)测量。如果知道水中的声音速度,则可以计算底板与门16的底面12之间的距离。优选的是使用两个换能器,一个换能器用作发射器。另一个用作接收器。该配置克服了通常与单个换能器配置相关联的消隐距离,限制了可被测量的最小距离。本说明书的任何实施例可以利用换能器40,因此,它的使用并不限于图6。

[0072] 图7是图4的实施例的变型,其中处于打开通道中的门16与端壁44关闭管42。图7具有声阵列18、20,它们位于门16的下游并且在端壁44的下游插入到管42中。

[0073] 图9是图7的实施例的变型的透视图,添加了图6的换能器40。本实施例使用圆形声阵列52、54,而不是前面实施例的矩形声阵列18、20。

[0074] 图10示出的配置与图2的实施例相同,但是包括分流器56,其刚性地连接到门16的下游端,形成封闭的矩形声阵列18、20的顶板58,完全包含喷射速度分布。通过将所采样的速度场从底板14积分至声阵列18、20的顶板58来计算穿过孔10的流量。声阵列18、20的顶板58的高度由任何常用的线性测量技术确定,优选的解决方案是声学传感器,其用于测量顶板58在声阵列18、20的底板14上方的高度。分流器56将有助于相对于底板14和分流器顶板58平行对准流动流线。这将有助于更精确地测量流动速度。

[0075] 图11是图10的实施例的变型,弓形部分60沿着门16上游的门16的端部。已经通过

计算流体动力学分析以及通过流动实验室中速度场观察确定的是,包括的曲面62以与图4的实施例类似的方式降低了孔10下游的速度场的收缩。

[0076] 图12是图11的实施例的变型,包括的声换能器40位于底板14上,用来确定从底板14至分流器56的顶板58的高度,如参照图6所述。在本发明的该实施例中所限定的向上测距换能器40的配置避免来自淤泥对底板14的任何影响。当门16关闭时,顶板58覆盖向上测距换能器40,使得没有任何淤泥可以沉淀在它们上。相反,淤泥将沉淀在分流器56的顶部上。当门16打开时,穿过计量器的喷射速度将冲刷离开向上拍摄声换能器40的任何碎片或沉淀物。因此,这些向上测距声换能器40是自清洁配置,并且不受由如同公知的是采用其他技术发生的沉积的淤泥和沉淀物所引起的衰减和故障,这些技术在灌溉渠和天然水道环境中采用向上测距水位传感器。

[0077] 图13是图11所示的实施例的变型,其中弓形部分60被固定在分流器56的自由端64,面对门16的上游端,而不是图11所示的下游端。此外,声阵列18、20还定位在门16的上游端来创建可调节几何形状的矩形导管,其包围声阵列18、20并且促使穿过声阵列18、20的流线与矩形导管的四个壁平行。该实施例非常适于声阵列18、20不能位于门16的下游侧上的安装。

[0078] 图14是与图13类似的实施例,其包括声换能器40来确定分流器56的顶板58的高度,如前面参照图6所讨论。

[0079] 图15是与图14类似的实施例,其中声阵列18、20位于门16的上游,在管42的管入口端壁44上。

[0080] 图16是与图15类似的实施例,仅水通过管42的流动的方向相反。因此,此时声阵列18、20位于门16的下游,在管42的下游出口端壁44上。

[0081] 对本领域技术人员来说显而易见的是,本发明将被理解为包括许多进一步的修改,并且将被视为在本发明的宽阔范围之内,还有已经在本文仅阐述本发明的宽阔性质及通过示例的某些特定实施例。

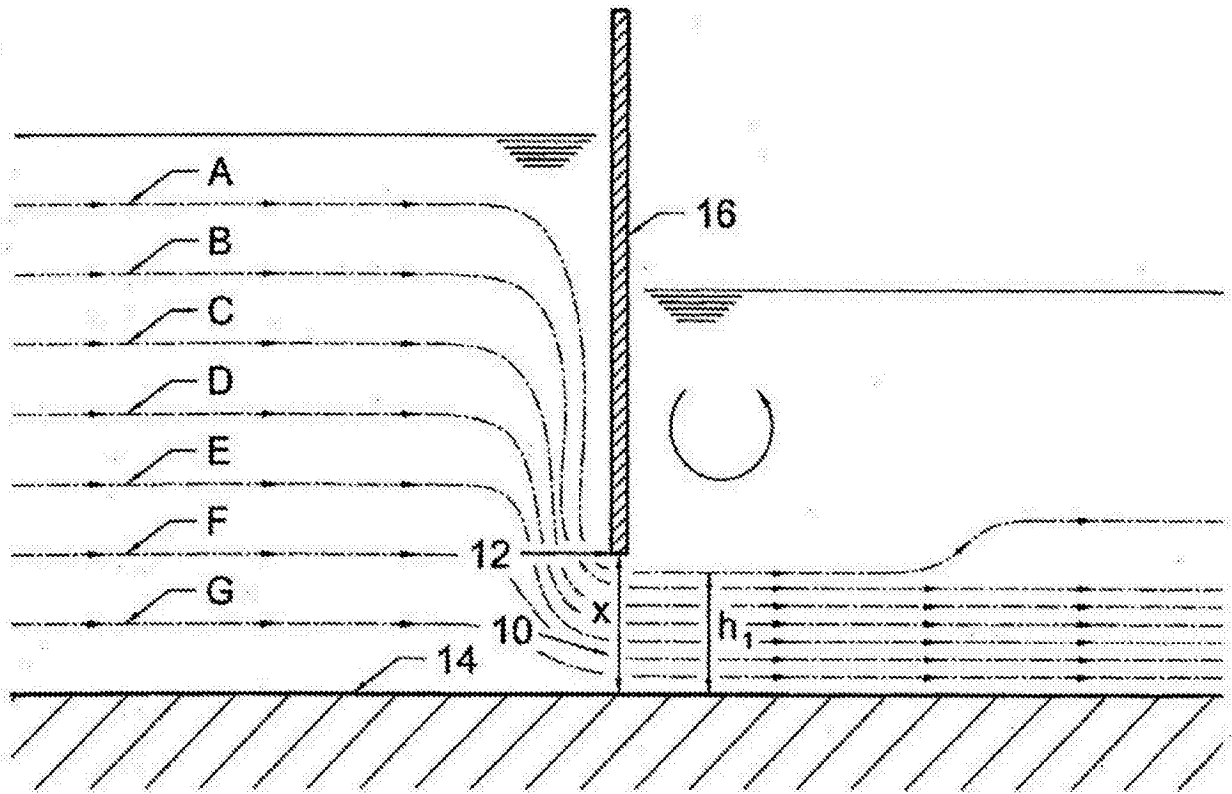


图1

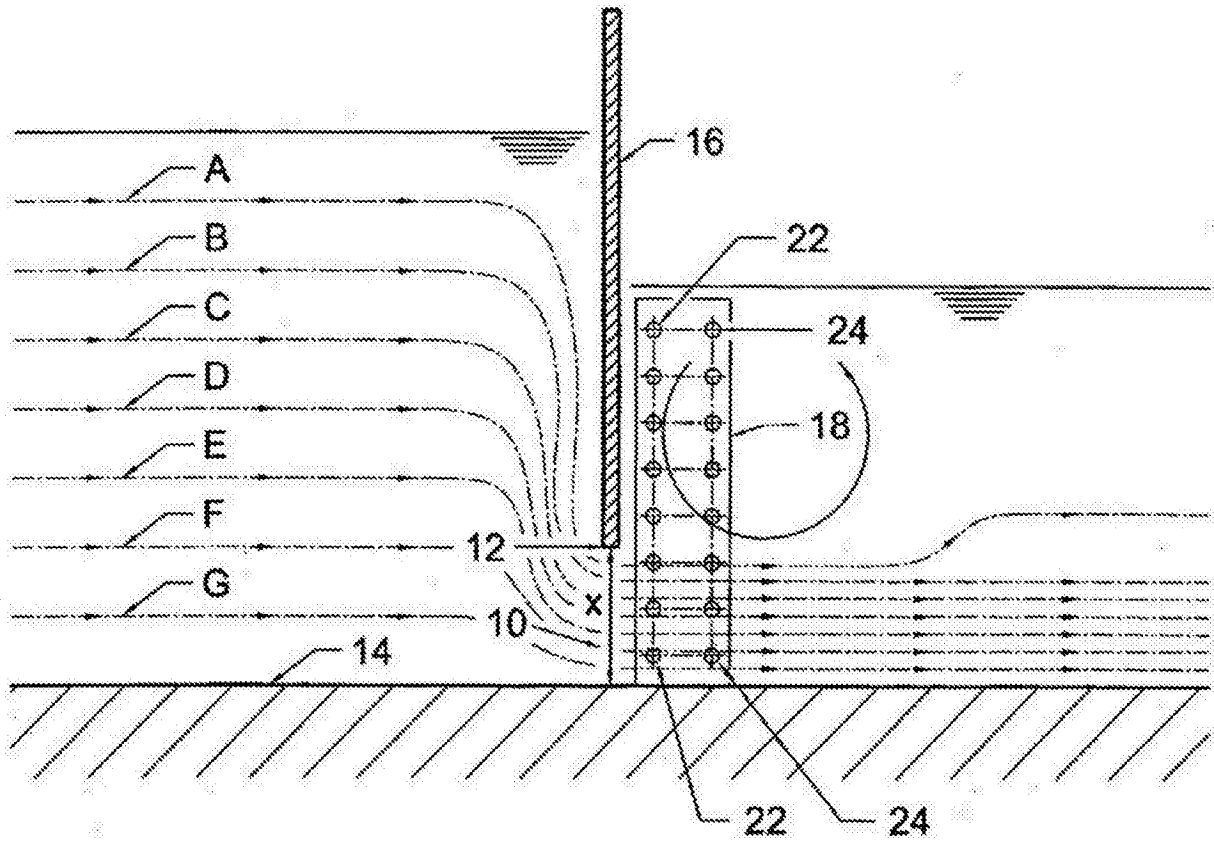


图2

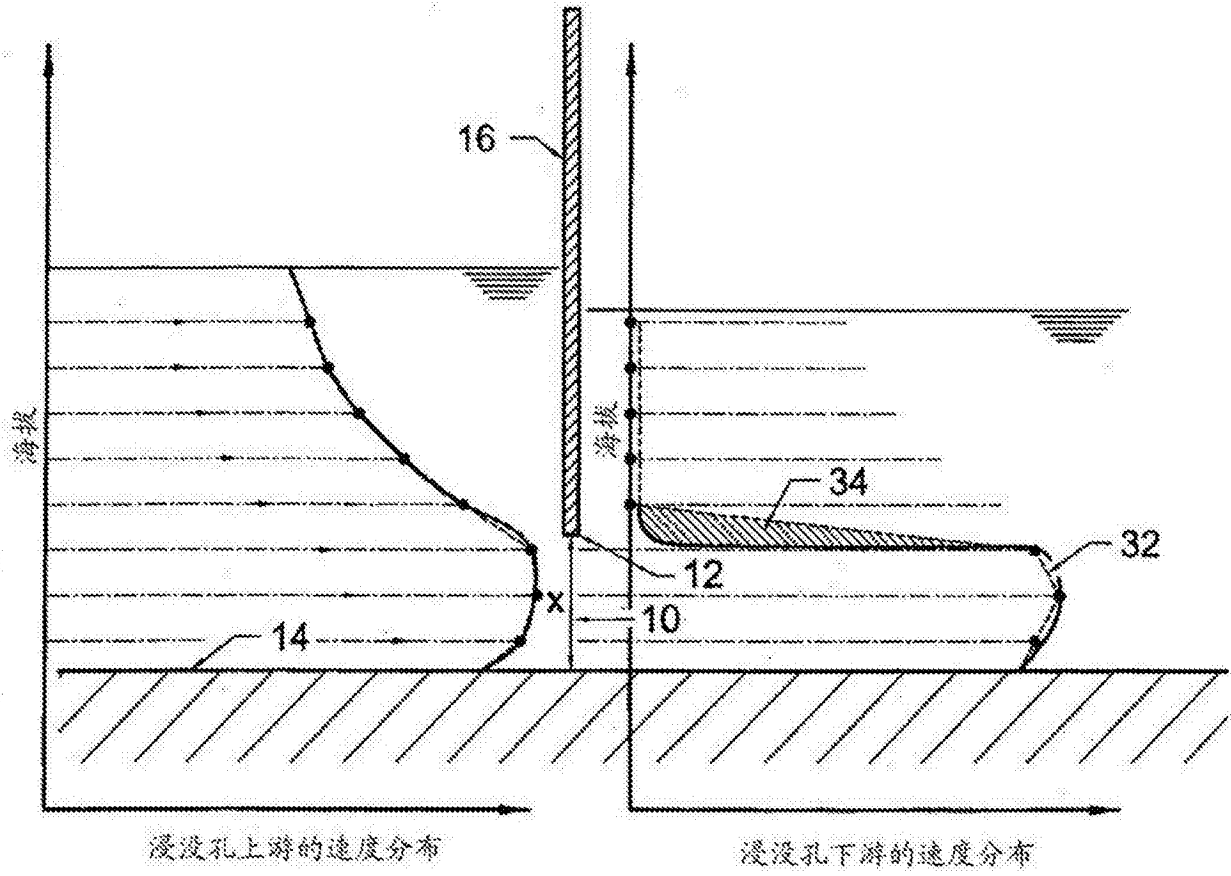


图3

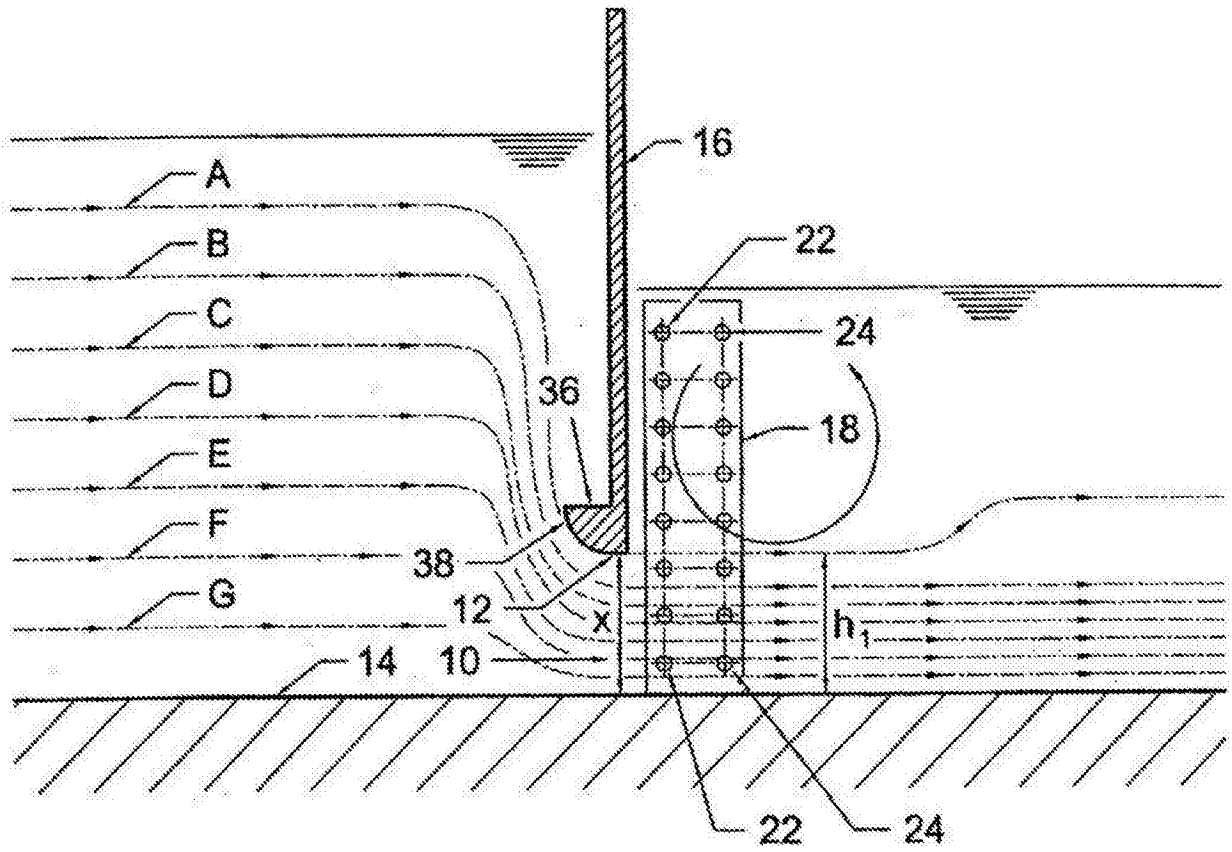


图4

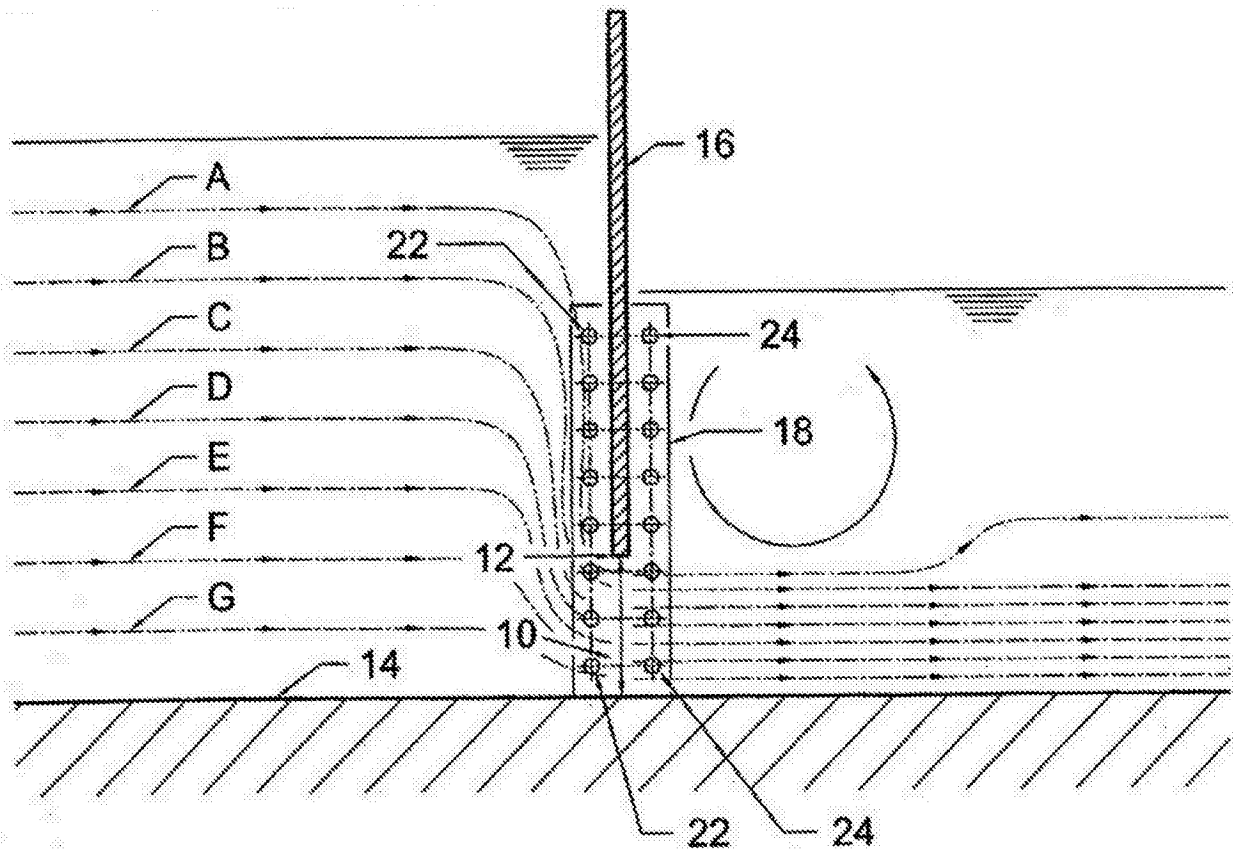


图5

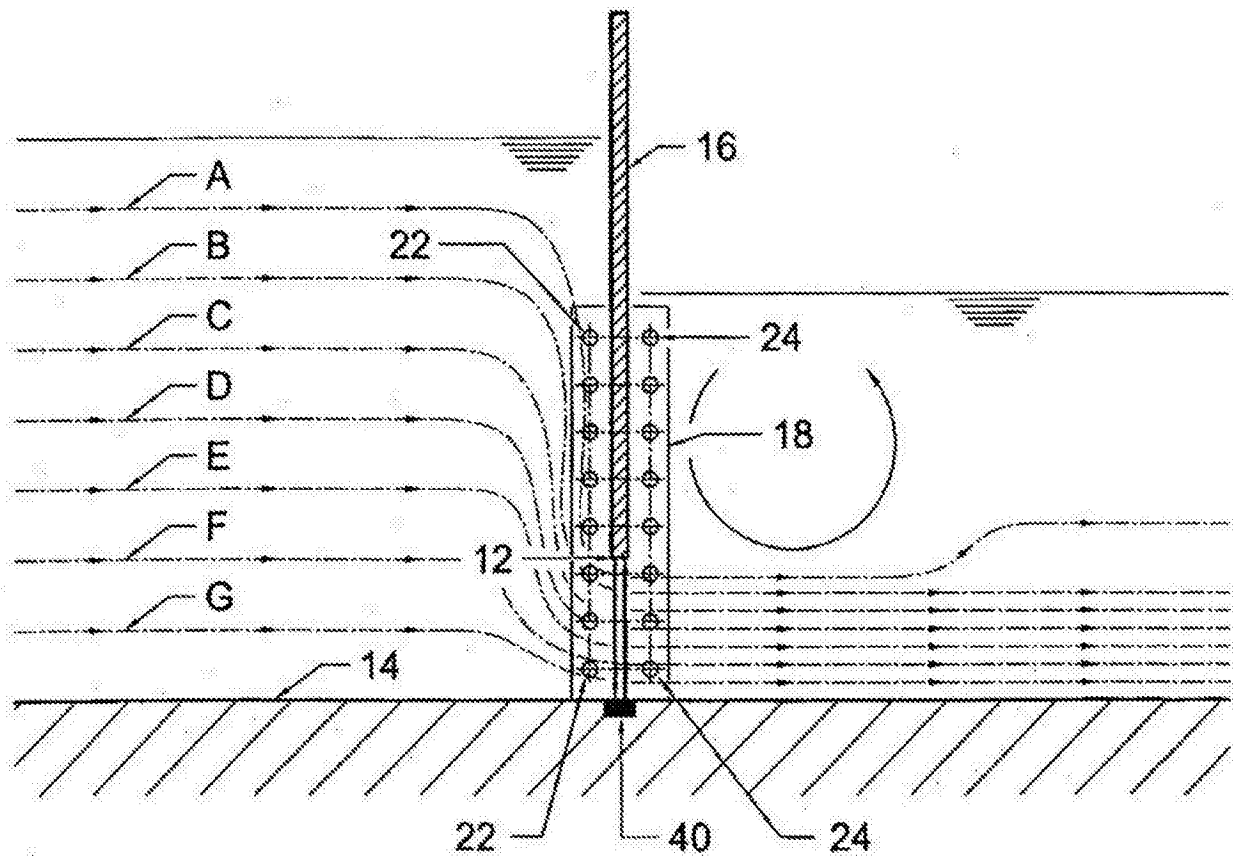


图6

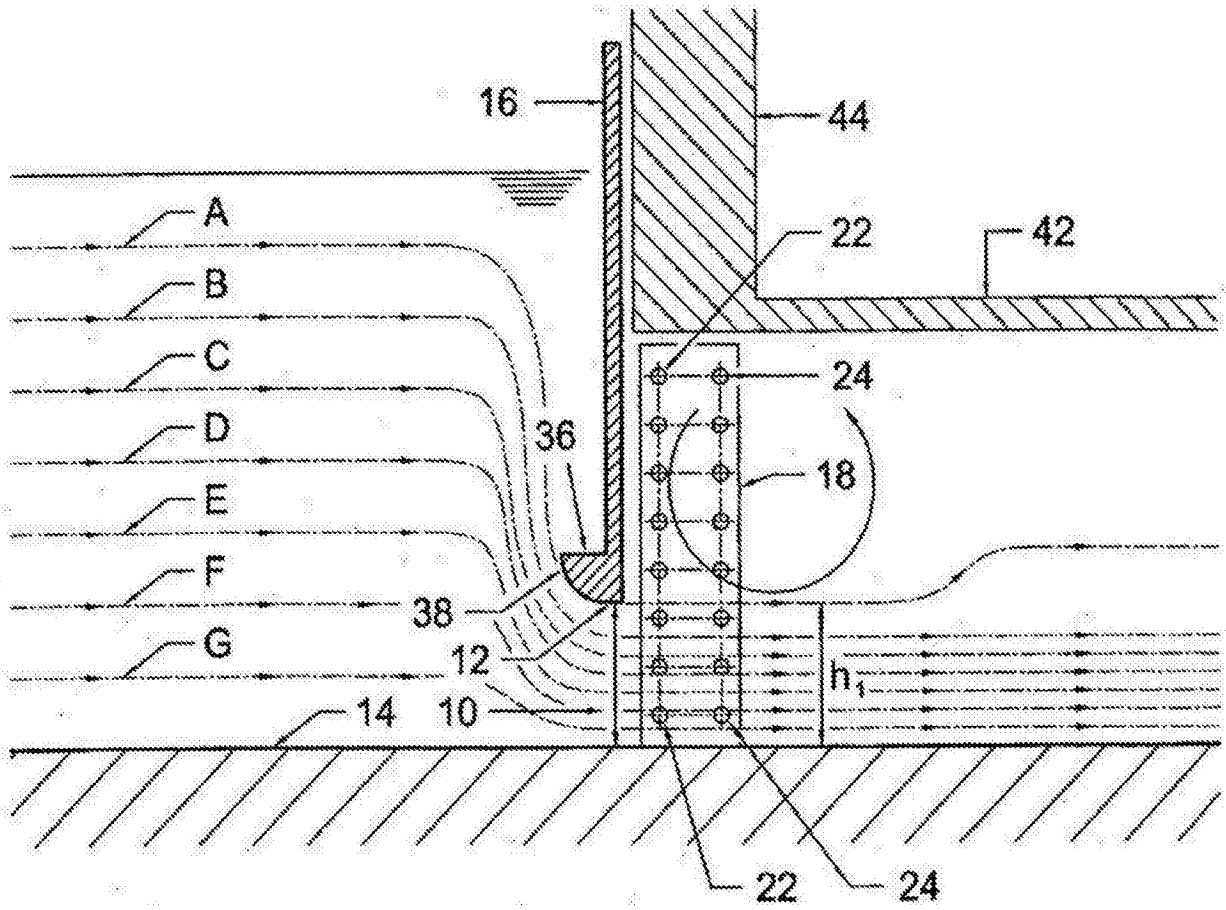


图7

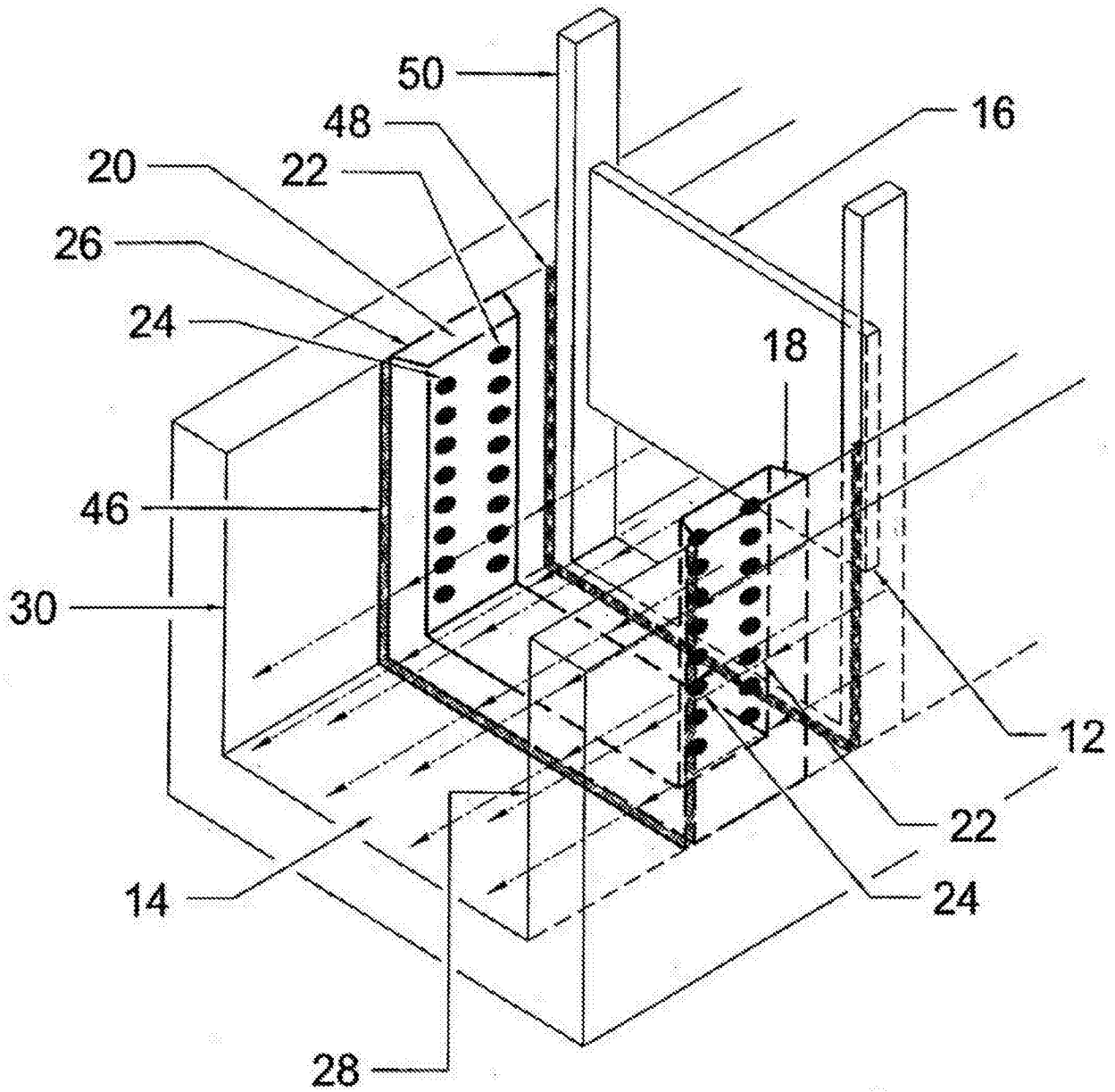


图8

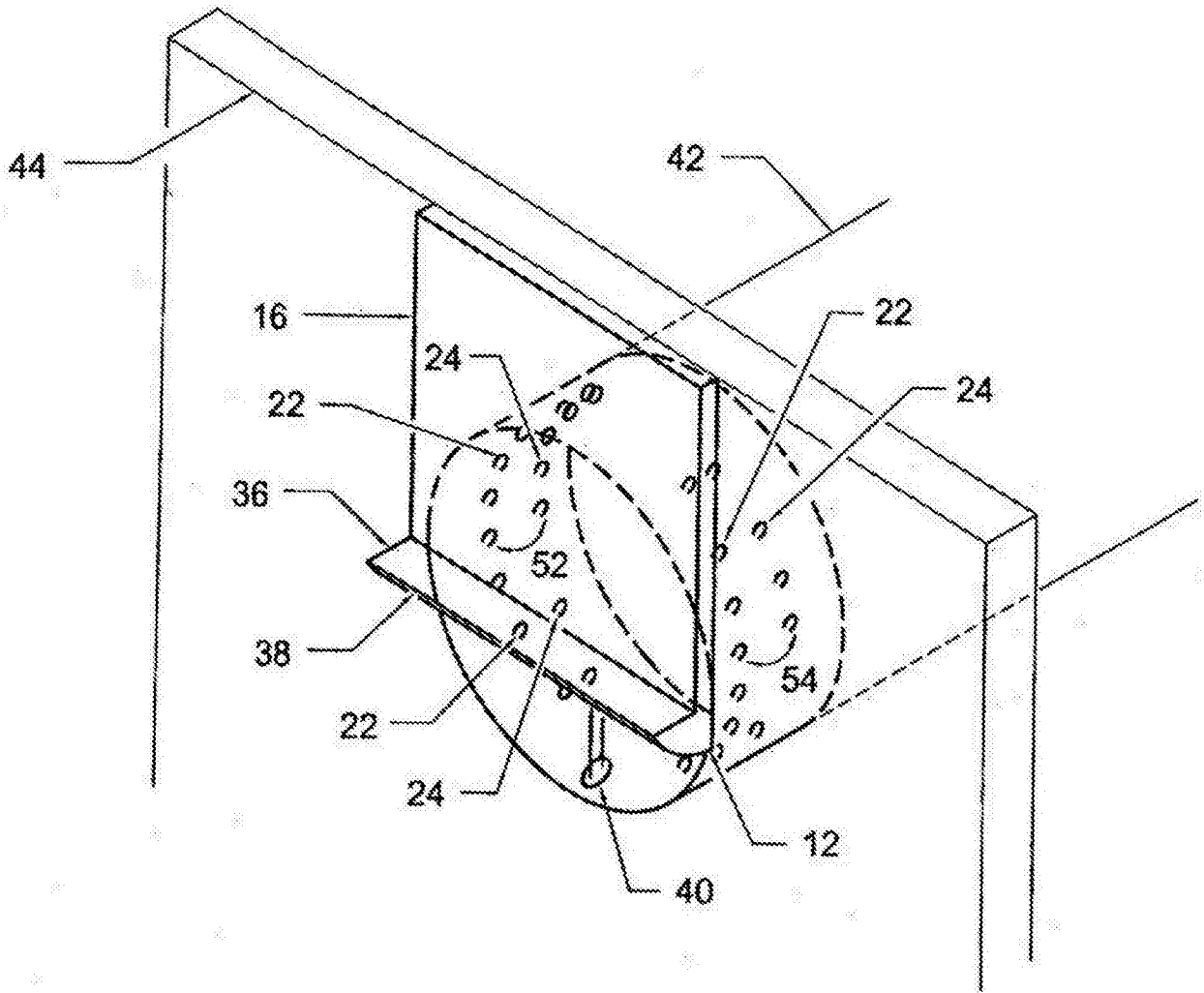


图9

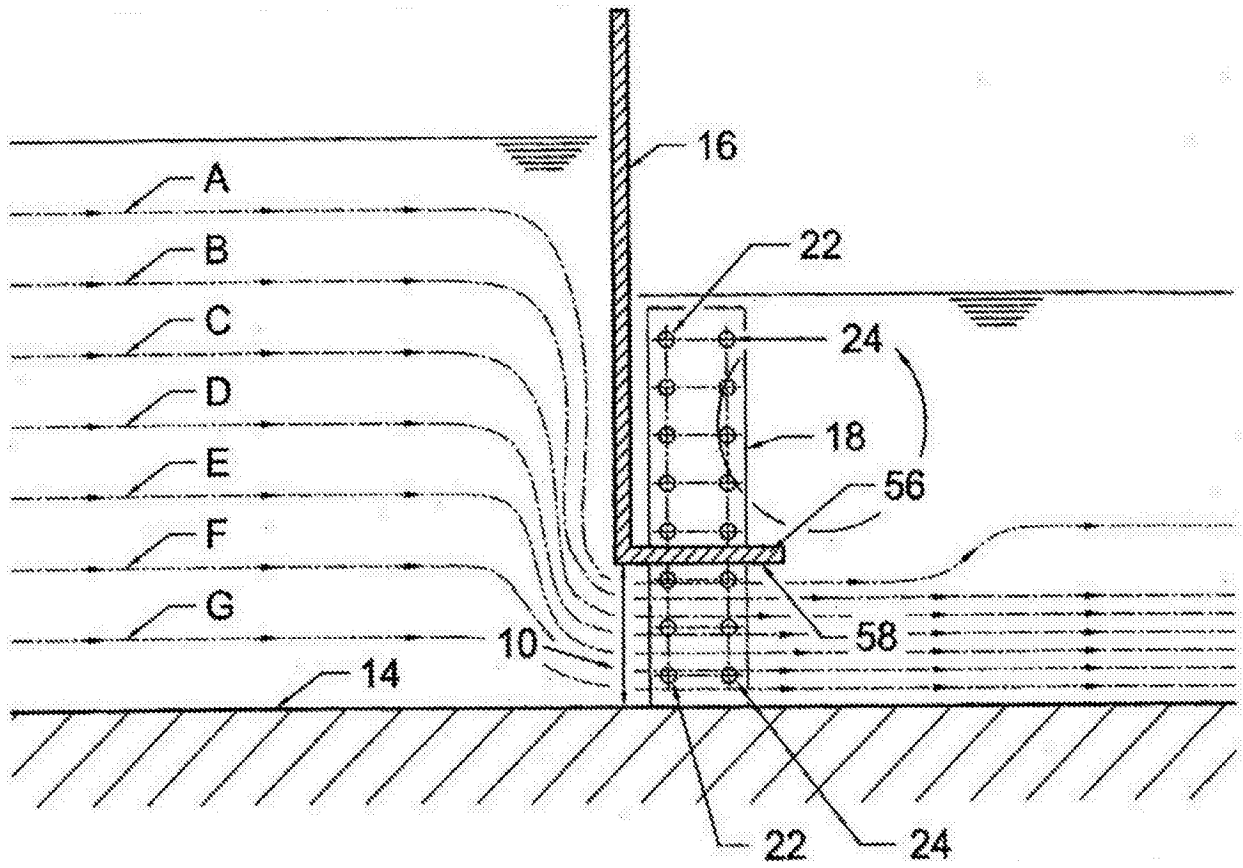


图10

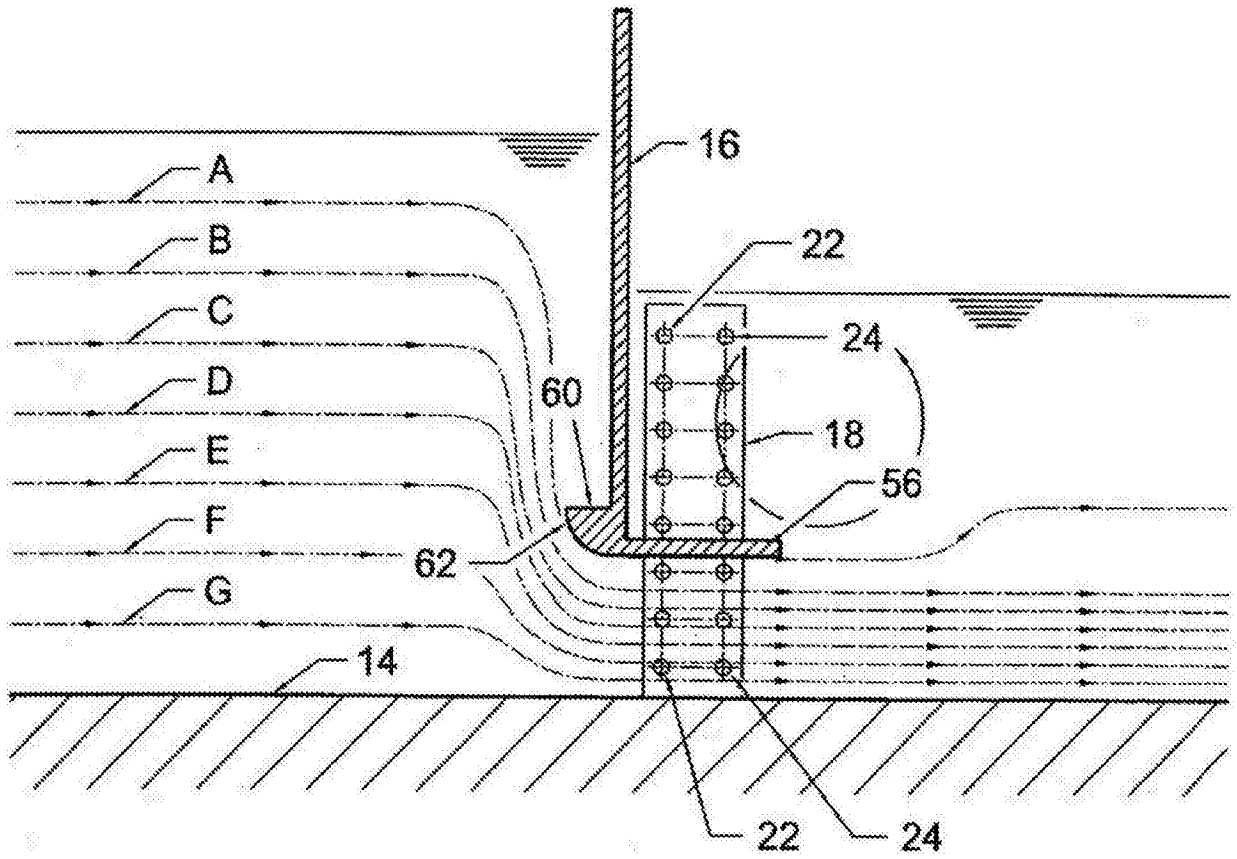


图11

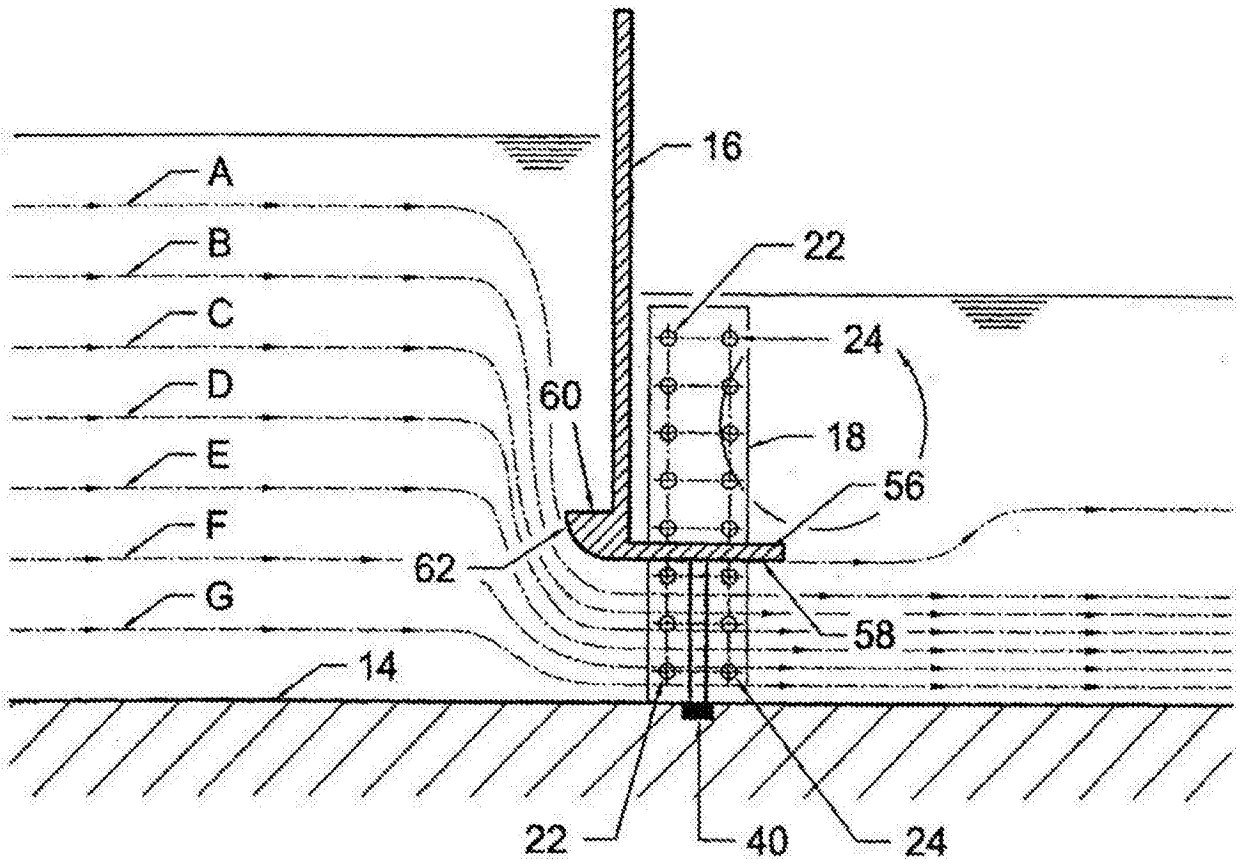


图12

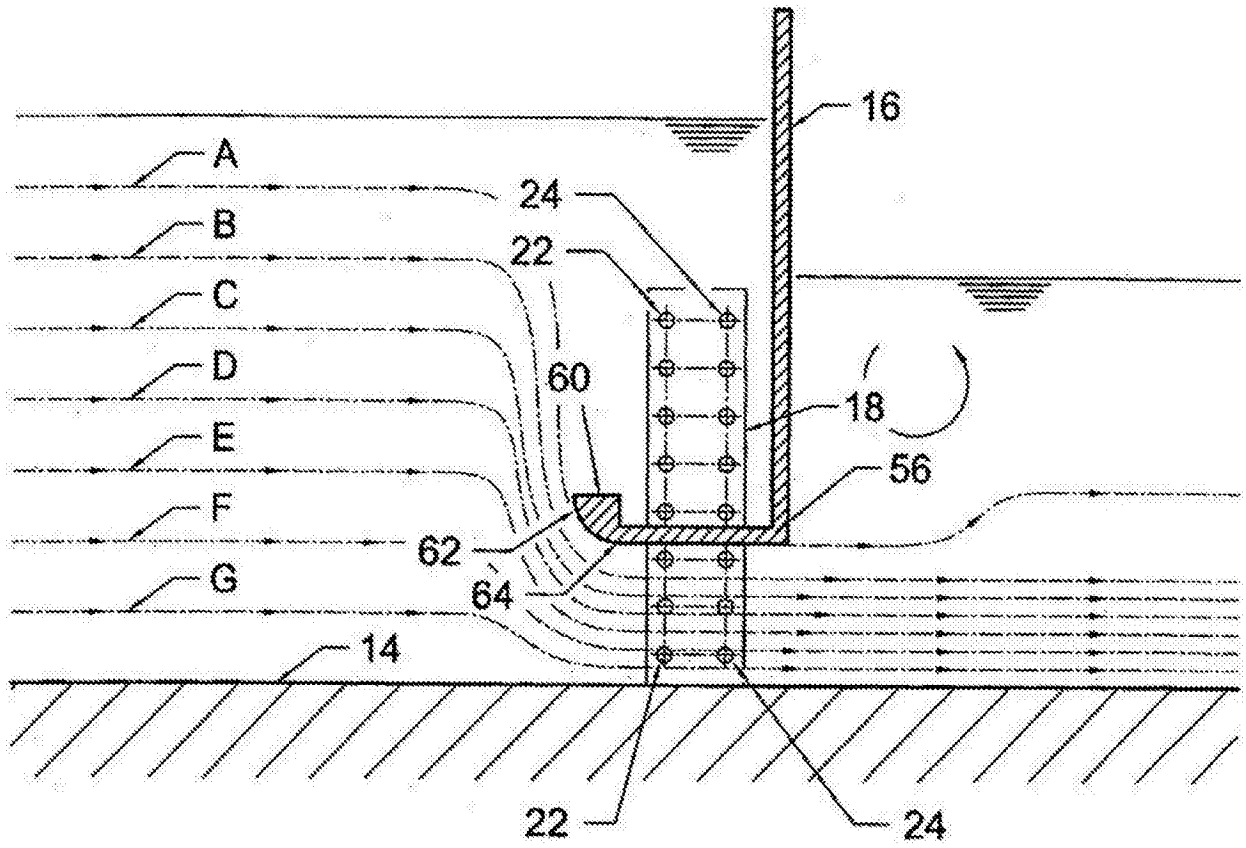


图13

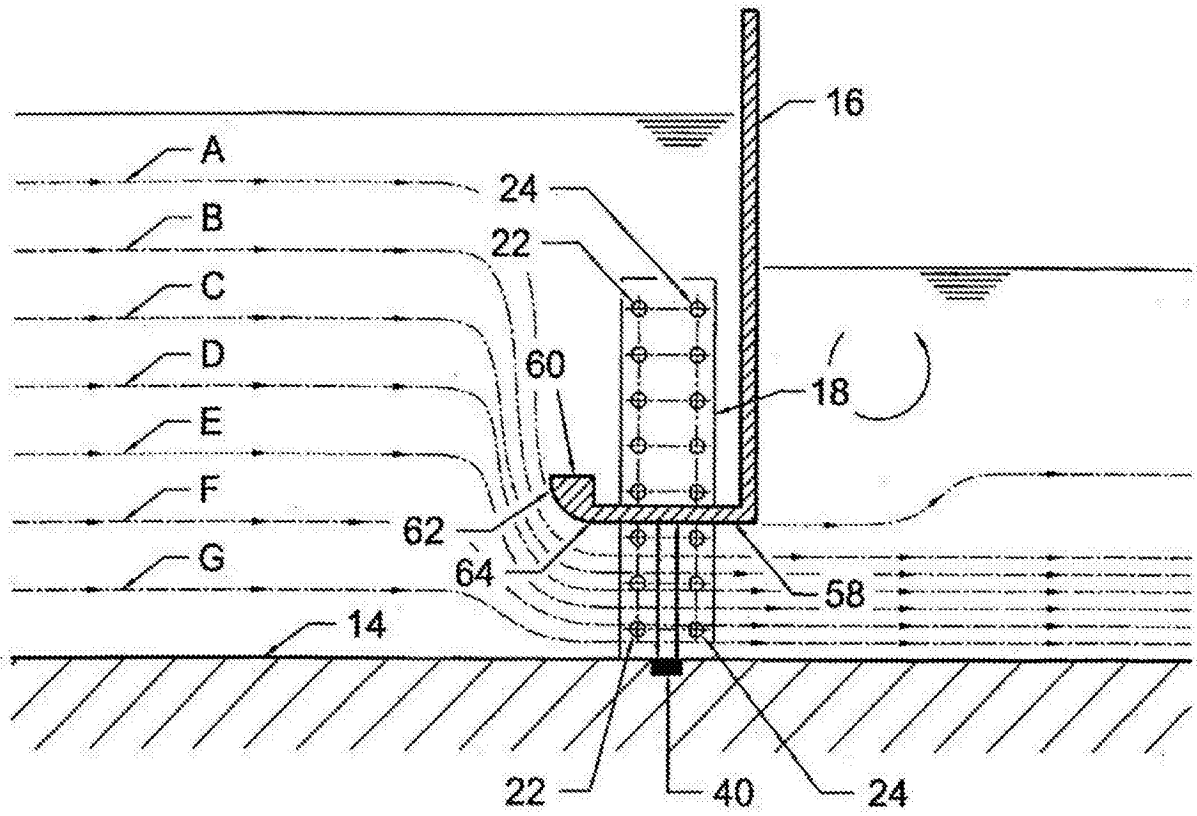


图14

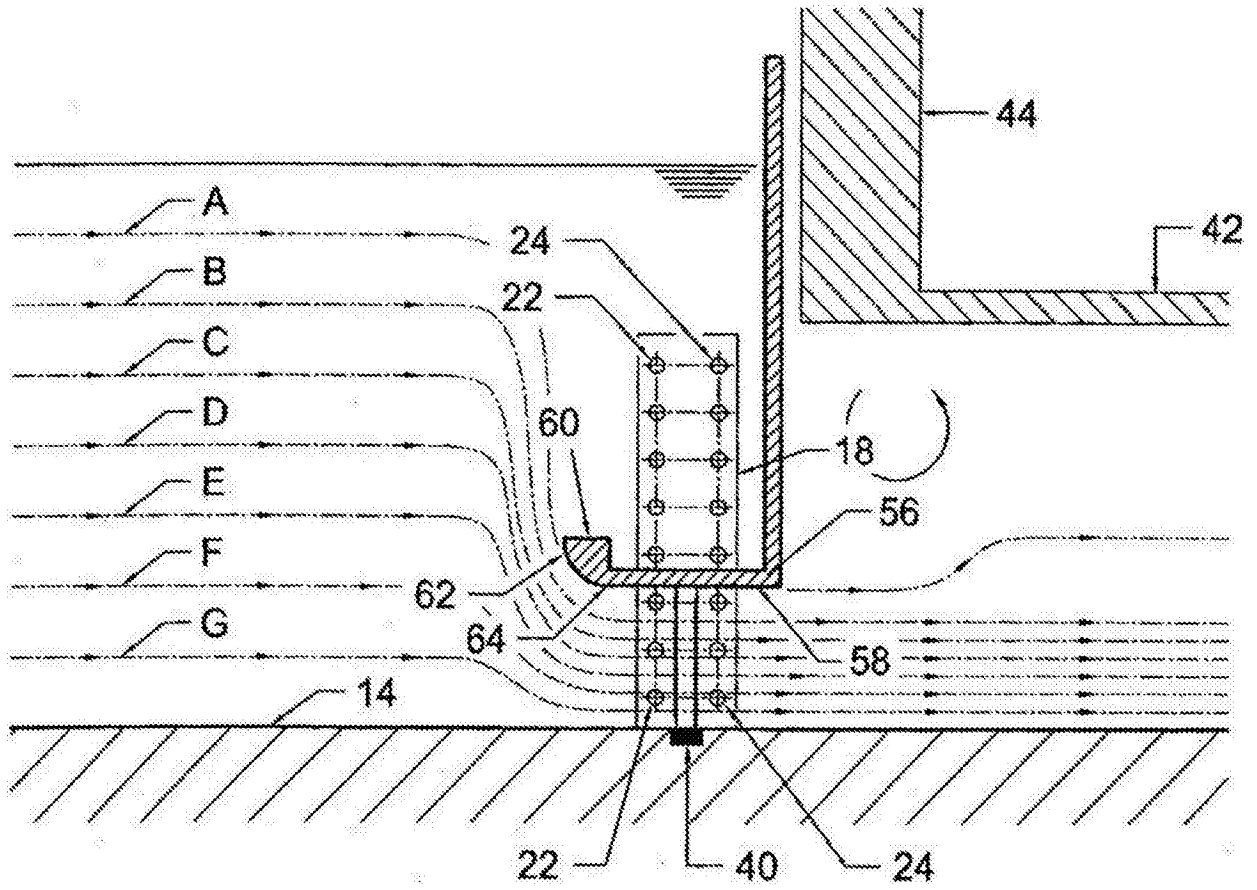


图15

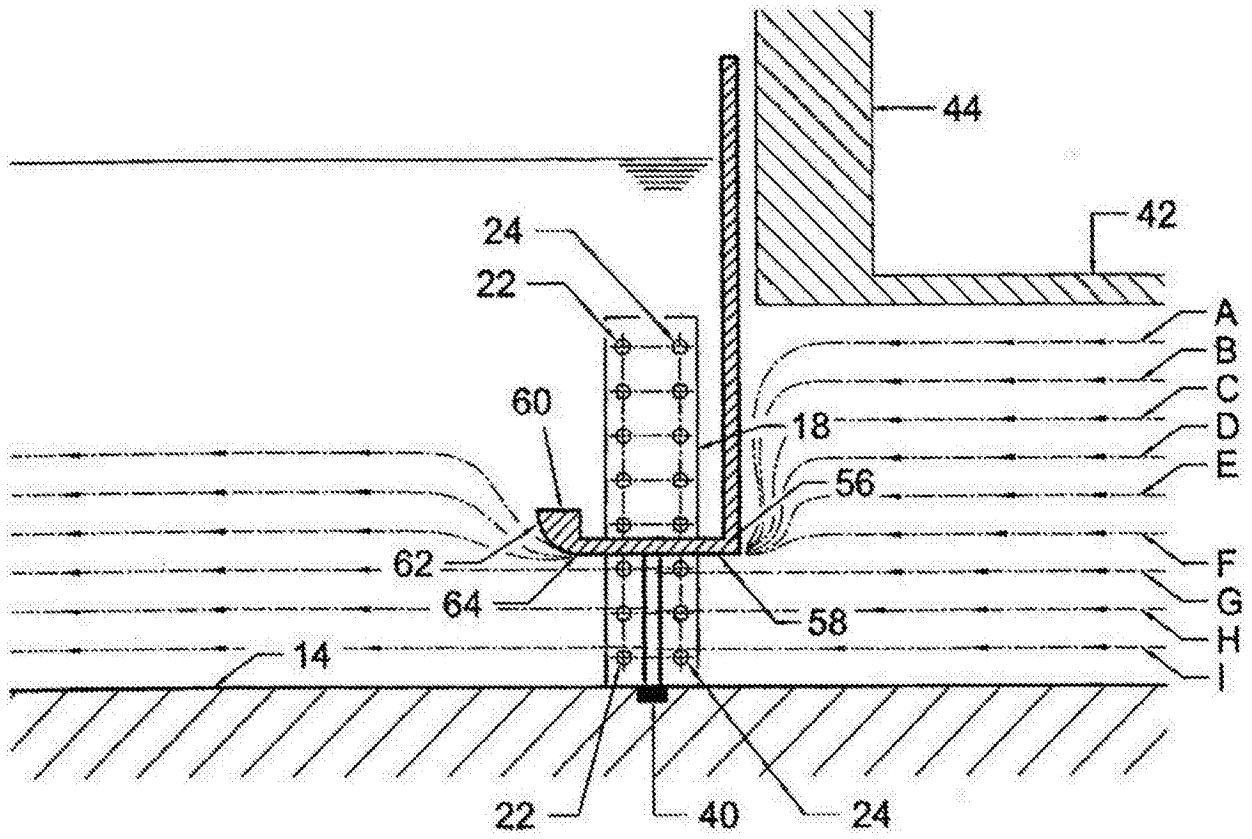


图16