



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113195077 A

(43) 申请公布日 2021.07.30

(21) 申请号 201980082290.X

(22) 申请日 2019.12.12

(30) 优先权数据

62/778,847 2018.12.12 US

62/780,910 2018.12.17 US

62/783,168 2018.12.20 US

62/783,366 2018.12.21 US

62/784,310 2018.12.21 US

62/784,511 2018.12.23 US

62/784,728 2018.12.25 US

62/786,399 2018.12.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.06.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/065976 2019.12.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/123802 EN 2020.06.18

(71) 申请人 裂岩过滤系统有限责任公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 W·C·盖利斯

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51) Int.Cl.

B01D 57/02 (2006.01)

B01L 1/00 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)

C02F 1/469 (2006.01)

C25B 7/00 (2006.01)

F16L 9/19 (2006.01)

F16L 41/02 (2006.01)

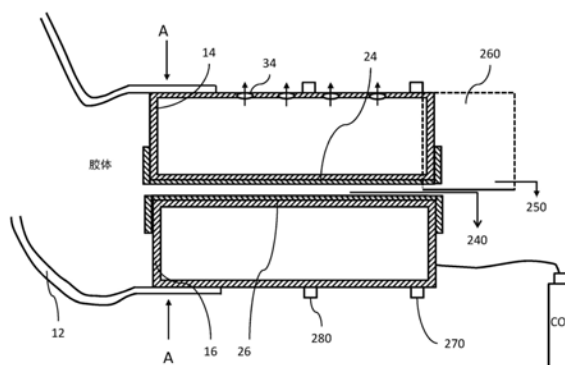
权利要求书3页 说明书13页 附图46页

(54) 发明名称

具有改进的入口、出口和膜结构的气体驱动式扩散泳水过滤装置

(57) 摘要

扩散泳水过滤器具有改进的入口、出口和膜结构。还公开了支撑件以及用于制造和组装该扩散泳水过滤器的方法。



1. 一种扩散泳水过滤器,所述扩散泳水过滤器包括具有第一侧面和相反的第二侧面的膜,至少一个膜在该膜的第一自由端和第二自由端之间、在所述第一侧面中具有多个扩散泳水通道,所述扩散泳水通道在所述第一自由端处具有入口。

2. 根据权利要求1所述的过滤器,其特征在于,所述第一自由端具有垂直于所述第一侧面的第一边缘,所述入口在所述第一边缘处切入所述自由端。

3. 根据权利要求1所述的过滤器,其特征在于,所述至少一个膜包括被夹在一起以限定出所述通道的两个膜。

4. 根据权利要求3所述的过滤器,其特征在于,所述两个膜具有彼此面对的相似结构,使得所述两个膜中的每个膜限定出所述通道的高度的一半。

5. 一种扩散泳水过滤器,所述扩散泳水过滤器包括膜和出口分流器,所述膜具有第一侧面和相反的第二侧面,至少一个膜在该膜的第一自由端和第二自由端之间、在所述第一侧面中具有多个扩散泳水通道,所述扩散泳水通道在所述第二自由端具有出口,所述出口分流器延伸进入所述第二自由端并接触所述至少一个膜,以将所述扩散泳水通道分流成清洁水流和废弃水流。

6. 根据权利要求5所述的过滤器,其特征在于,所述第二自由端具有垂直于所述第一侧面的第二边缘,所述出口在所述第二边缘处切入所述第二自由端。

7. 一种制备DWF膜的方法,所述方法包括从卷中展开透气材料的卷、沿长度方向移动所述材料、通过横向于所述长度方向延伸的多个激光器在所述材料中激光加工出DWF通道的至少一部分;以及横向地切割所述材料,以形成所述膜。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述激光器是固定的。

9. 一种制备DWF膜的方法,所述方法包括从卷中展开透气材料的卷、沿长度方向移动所述材料、通过沿所述长度方向延伸的且横向于长度方向地移动的多个激光器在所述材料中激光加工出DWF通道的至少一部分;以及横向地切割所述材料,以形成所述膜。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述第二方法中的卷的宽度在30cm和1米之间。

11. 一种气体驱动式扩散泳过滤器,所述气体驱动式扩散泳过滤器具有第一膜支撑件、透气的第二膜和支撑透气的第二膜的第二膜支撑件,所述第一膜支撑件具有沿长度方向延伸的第一中空内部,所述第一膜覆盖所述第一中空内部,所述第二膜支撑件支撑透气的第二膜,所述第一支撑件和所述第二支撑件能够被定位使得所述第一膜和所述第二膜限定出至少一个扩散泳水通道。

12. 一种扩散泳膜支撑件,其特征在于,所述扩散泳膜支撑件具有沿长度方向延伸的第一中空内部。

13. 一种扩散泳水过滤器,其特征在于,所述扩散泳水过滤器包括塑料支撑件和由所述塑料支撑件支撑的扩散泳水过滤器膜。

14. 根据权利要求13所述的过滤器,其特征在于,所述支撑件包括安装在所述膜的两个肋之间的至少一个间隔件。

15. 一种模块化扩散泳水过滤器,其特征在于,所述模块化扩散泳水过滤器具有限定出水通道的第一配合部件和第二配合部件。

16. 一种具有狭槽的地面支撑件,其特征在于,所述地面支撑件用于扩散泳水过滤器。

17. 一种扩散泳水过滤器,其特征在于,所述扩散泳水过滤器包括延伸进入所述过滤器的出口边缘中的能够移除式出口分流器。

18. 一种横向行进的集水槽,其特征在于,所述集水槽垂直于多个扩散泳水通道行进。

19. 一种扩散泳水过滤器,其特征在于,所述扩散泳水过滤器具有密封的正面,除了所述扩散泳水通道以外均被密封。

20. 一种入口歧管,其特征在于,所述入口歧管覆盖扩散泳水过滤器的正面,所述扩散泳水过滤器具有从所述面向下游延伸的多个通道。

21. 一种修复扩散泳水过滤器的方法,其特征在于,通过更换所述水过滤器的模块化部件来修复所述扩散泳水过滤器。

22. 一种扩散泳水过滤系统,其特征在于,所述扩散泳水过滤系统具有垂直行进的气体供给管。

23. 一种扩散泳水过滤系统,其特征在于,所述扩散泳水过滤系统对膜支撑件的部件向下施压。

24. 一种扩散泳膜支撑件,其特征在于,所述扩散泳膜支撑件在侧壁之间具有交叉或沿长度方向延伸的支撑件,所述交叉或沿长度方向延伸的支撑件限定出气体或空气孔边界。

25. 一种能够拆装的出口分流器,其特征在于,所述出口分流器在分流器片部之间具有两个腔。

26. 一种能够拆装的出口分流器,其特征在于,所述出口分流器具有废弃水开口。

27. 一种竖直地能够层叠的膜支撑件模块。

28. 一种间隔件,其特征在于,所述间隔件用于容许CO₂在层叠的扩散泳模块之间逸出。

29. 一种悬臂式扩散泳膜支撑件模块。

30. 一种施重件,其特征在于,所述施重件对层叠的扩散泳模块提供压力。

31. 一种密封件,其特征在于,所述密封件用于密封扩散泳膜支撑件模块中的开口。

32. 一种入口歧管,其特征在于,所述入口歧管将加压水传送到多个竖直方向上的扩散泳模块。

33. 一种制造扩散泳水过滤器的方法,其特征在于,所述方法包括在膜材料的一个侧面赋予胶体通道,在相反的侧面赋予气体通道。

34. 一种制造扩散泳水过滤器的方法,其特征在于,所述方法包括利用输送机移动膜支撑件并将膜或膜材料施加到所述膜支撑件。

35. 一种用于制造扩散泳水过滤器的方法,其特征在于,所述方法包括将膜胶接件退绕。

36. 一种制造扩散泳水过滤器的方法,其特征在于,所述方法包括将膜压靠膜支撑件。

37. 一种制造扩散泳水过滤器的方法,其特征在于,所述方法包括将膜粘结到膜支撑件。

38. 一种制造扩散泳水过滤器的方法,其特征在于,所述方法包括横向地切割膜,以限定膜长度。

39. 一种用于气体驱动式扩散泳水过滤器的PDMS半块,其特征在于,所述PDMS半块在一个表面包括多个胶体通道,在另一表面包括多个空气或气体通道。

40. 一种气体驱动式扩散泳水过滤器,其特征在于,所述气体驱动式扩散泳水过滤器具

有块和间隔件,所述块具有胶体通道,所述块坐落于所述间隔件上。

41. 一种用于气体驱动式扩散泳水过滤器的间隔件,其特征在于,所述间隔件具有气体密封侧面和开放空气侧面。

42. 一种PDMS块,其特征在于,所述PDMS块具有连接形成胶体通道的两个PDMS颗粒块。

43. 一种PDMS块,其特征在于,所述PDMS块具有向外表面开放的沿长度方向延伸的CO₂通道和在相反的另一外表面开放的空气通道。

44. 一种PDMS块,其特征在于,所述PDMS块是利用激光或铣削处理过的,并且能够切成长度段。

45. 一种气体驱动式扩散泳水过滤器,其特征在于,所述气体驱动式扩散泳水过滤器具有多个能够层叠的PDMS块。

46. 一种扩散泳水过滤装置,其特征在于,所述扩散泳水过滤装置具有用于将CO₂或空气通道间隔开的楔子件。

47. 一种扩散泳水过滤器,其特征在于,所述扩散泳水过滤器包括面对的片材,所述片材在两相对侧面和两个接触侧面具有空气或气体通道,所述接触侧面中的一个接触侧面是平坦的,另一接触侧面具有扩散泳通道。

48. 一种分流器片部,其特征在于,所述分流器片部具有凿状或中空的磨。

49. 一种方法,其特征在于,所述方法包括将分流器片部滑入通道结构。

50. 一种用于在透气片材中建立通道和出口分流器的方法,其特征在于,所述方法包括:在垂直于通道的长度方向的所述透气片材中加工通道,同时在所述通道的长度方向端处留下所述片材材料中的至少一些片材材料,并且沿平行于所述通道的长度方向的方向加工所述通道的端。

51. 一种垂直于片材中的扩散泳通道地加工长度方向槽的方法,其特征在于,所述长度方向槽能够有助于接受用于片材中的多个通道的入口或出口结构。

52. 一种垂直于片材的长度方向地加工扩散泳通道的方法。

53. 一种在两个单独的高度处在片材中加工扩散泳通道的方法。

54. 一种扩散泳水过滤器,其特征在于,所述扩散泳水过滤器包括垂直于沿长度方向延伸的多个扩散泳水通道行进且将所述通道的入口密封的进水歧管。

55. 一种扩散泳水过滤器,其特征在于,所述扩散泳水过滤器包括垂直于沿长度方向延伸的多个扩散泳水通道行进且将所述通道的至少一个出口密封的水出口。

56. 一种制造扩散泳水通道的方法,其特征在于,所述方法包括使用两种不同类型的激光器加工通道。

57. 一种出口分流器结构,其特征在于,所述出口分流器结构包括与扩散泳诱导膜分离的片材或片部。

58. 一种金属或塑料的出口分流器。

59. 一种用于在两个能够分离的材料之间放置出口分流器的方法。

具有改进的入口、出口和膜结构的气体驱动式扩散泳水过滤装置

[0001] 本申请要求2018年12月12日提交的美国临时申请No.62/778,847、2018年12月17日提交的美国临时申请No.62/780,910、2018年12月20日提交的美国临时申请No.62/783,168、2018年12月25日提交的美国临时申请No.62/784,728、2018年12月21日提交的美国临时申请No.62/783,366、2018年12月21日提交的美国临时申请No.62/784,310、2018年12月23日提交的美国临时申请No.62/784,511和2018年12月29日提交的美国临时申请No.62/786,399的权益。在此通过引用将以上列出的所有专利申请并入本文。

背景技术

[0002] WO 2018/048735公开了一种用于将液体内的颗粒的流动悬浮液中的颗粒分离出来的装置,该装置包括:第一加压腔或增压室(plenum),被适配成容纳气体、通过第一透气壁与第二腔或增压室分离,第二腔或增压室容纳包含液体的带电颗粒,还容纳因气体在液体中的溶解而形成的离子物质,并且进而通过第二可透过壁与环境空气或者任意的压力相对减小的第三腔或增压室分离,第三腔或增压室可以容纳气体或真空;其中,可透过壁用于容许气体从第一腔穿过第二腔并穿过第二可透过壁转移到大气或第三腔,存在于大气或第三腔中的压力小于第一腔的压力,因而在液体和可透过壁之间形成了离子浓度差。

[0003] Shin等人的相关文章“Membraneless water filtration using CO₂”(Nature Communications 8:15181),2017年5月2日,描述了一种连续流动颗粒过滤装置,其中胶体悬浮液流过由聚二甲基硅氧烷(PDMS)制成的透气材料中的直通道。CO₂(二氧化碳)气体通道平行于壁穿行并溶解到流动流中。位于壁的另一侧的空气通道防止CO₂在悬浮液中饱和,得到的CO₂梯度会致使颗粒集中在通道的两侧,其中带负电的颗粒朝向空气通道移动,带正电的颗粒朝向CO₂通道移动。可以将远离通道的两侧的水作为滤过水收集起来。

[0004] Mauger等人的文章“Diffusiophoresis at the macroscale”(arXiv:1512.05005v4),2016年7月6日,公开了由诸如氯化锂等的盐引起的溶质浓度梯度会影响胶体传输的长度尺度,范围大致从cm到该文章解析的最小尺度。检查了直径为200nm的胶体。

[0005] Velegol等人的文章“Origins of concentration gradients for diffusiophoresis”(10.1039/c6sm00052e),2016年5月13日,描述了可能在地质储层提取(georeservoir extraction)、生理系统、干燥操作、实验室和工业分离、结晶操作、膜处理以及许多其它情形中发生的通常没有被认识到的扩散泳。

[0006] PCT公开WO 2015/077674公开了一种处理,其将包括盐的微粒放置在膜附近,使得微粒在位于膜附近的溶剂中产生梯度(gradient)生成自发电场或梯度生成自发化学泳场。该梯度经由扩散泳主动地将带电颗粒从膜上吸走,由此将带电颗粒物质从膜上移走或防止其沉积。

发明内容

[0007] 本申请人的美国专利No.10,463,994和PCT公开No.WO 2019/099586记载了扩散泳

水过滤装置,并且将它们的全部内容并入本文。

[0008] 对于气体驱动式扩散泳水过滤器,最困难的挑战之一是简化入口和出口结构以及过滤器结构,以提供容易扩展且具有成本效益的扩散泳水过滤。

[0009] 本申请人已经开发了气体驱动式扩散泳水过滤器(DWF),其解决了迄今为止面对的几乎所有问题,并且简化了于记载在WO 2018/048735的装置中发现的入口和出口结构及制造困难。

[0010] 本发明有利地提供容易制造和组装、具有成本效益且可扩展的扩散泳水过滤系统,其比现有技术装置不易堵塞且容易操作。

[0011] 本发明首先提供简化的入口结构,其允许将DWF直接放置在储存器中或与另一类型的简单歧管结构(例如,具有长度方向狭槽的管)一起放置。

[0012] 因而,本发明提供具有膜的扩散泳水过滤器,膜具有第一侧面和相反的第二侧面,至少一个膜在该膜的第一自由端和第二自由端之间、在第一侧面中具有多个扩散泳水通道,扩散泳水通道在第一自由端处具有入口。

[0013] 通过在膜的自由端具有入口,自由端可以放置在储存器中或被管覆盖,而不管膜的放置或者储存器或管的尺寸如何,并且允许容易将入口密封和以容易的方式设定流速,例如通过水的高度或压力设定。

[0014] 优选地,第一自由端具有垂直于第一侧面的第一边缘,入口在第一边缘处切入自由端。

[0015] 优选地,至少一个膜包括被夹在一起以限定出通道的两个膜,并且最优选地,两个膜具有彼此面对的相似结构,使得两个膜中的每个膜限定出通道的高度的一半。

[0016] 于是,该构造允许更容易地实施本发明的第二个关键方面,即简化的出口结构。

[0017] 本发明还提供具有膜的DWF,膜具有第一侧面和相反的第二侧面,至少一个膜在该膜的第一自由端和第二自由端之间、在第一侧面中具有多个扩散泳水通道,扩散泳水通道在第二自由端具有出口。出口分流器延伸进入第二自由端并接触至少一个膜,以将扩散泳水通道分流成清洁水流和废弃水流。

[0018] 通过使单独的出口分流器延伸进入第二自由端,可以单独、容易且具有成本效益地制造至少一个膜,并且还可以更有效地从第二自由端收集清洁水,并且可以更有效地丢弃或再利用废弃水。

[0019] 优选地,第二自由端具有垂直于第一侧面的第二边缘,入口在第二边缘处切入第二自由端。

[0020] 优选地,至少一个膜包括夹在一起以限定出通道的两个膜,并且最优选地,两个膜具有彼此面对的相似结构,使得两个膜中的每个膜限定出通道的高度的一半。

[0021] 使用在膜的第一自由端和第二自由端之间、在第一侧面具有多个扩散泳水通道的膜还允许有利的制造方法和低成本的装置。

[0022] 在第一方法中,可以从卷中展开诸如PDMS的透气材料的卷、沿长度方向移动该卷、通过横向于长度方向延伸的多个激光器在材料中至少部分制造出通道。然后,可以横向地切割材料,以形成膜。

[0023] 优选地,激光器是固定的。

[0024] 有利地,在一个实施方式中,膜有具有一半厚度的一半通道,使得膜可以围绕分流

器夹在一起,以形成50/50的分流。然而,如果一个膜具有通道厚度的例如70%,另一个膜具有厚度的30%,则除了50/50以外的分流也是可能的。

[0025] 在第二实施方式中,在一个膜上以全厚度制造通道,并且可以将非结构化的或平坦的膜放置在具有通道的膜的上方。在本实施方式中,分流器不夹在两个膜之间,而是可以插入(stick into)结构化的膜的第二边缘,例如作为进入PDMS材料的钢片部,或者可以通过至少一个激光器制造进入结构化膜的第二边缘。

[0026] 优选地,边缘激光器更精确且质量更高,例如Nd:YAG激光器比通道激光器精确且质量高,通道激光器可以是例如低廉的CO₂激光器,以容许薄的分流器(splitter)。

[0027] 在第一方法中,可以将结构化膜重新卷起,然后将结构化膜切割成所需的长度,切割后的材料的长度限定DWF中通道的长度。卷的宽度可以限定DWF的宽度。

[0028] 在第二方法中,从卷中展开透气材料的卷并沿长度方向移动该卷,优选停止,然后横向于长度方向地移动沿长度方向延伸的通道激光器的阵列。通道激光器的阵列可以延伸数米或数十米或更长并且包括数千或数万或更多个用于制造通道的低廉激光器。然后,该材料可以被再次卷曲并且易于运输。数公里的低廉透气材料可以被低廉制造,并且可以切割成期望的长度,然后切割后的长度限定DWF中的膜的宽度。

[0029] 优选地,第二方法中的卷的宽度与通道的期望长度相同,例如在30cm和1米之间,并且卷的每个边缘限定膜的第一端和第二端。以这种方式,卷不需要在长度方向上分开。因而,宽度限定水在通道中的停留时间。

[0030] 在第一方法或第二方法中,透气材料可以有利地具有制造通道的平坦的第一侧面和具有肋的第二侧面,例如具有横向于展开方向的1mm间隔的肋。肋可以通过激光器或在膜的制造期间制成。优选地,将通道制造在与位于肋之间的空间相对的平坦侧面上。以这种方式,使通道位于较窄的膜材料上,肋之间的间隔能够既容许CO₂或其它气体到达通道,还允许通道的相反侧面面对大气或浓度低于产生扩散泳作用的气体的另一区域。

[0031] 肋还可以有利地用于在通道处保持膜张紧,并且还容许膜由支撑件支撑,支撑件优选由更刚性的材料制成。

[0032] 在一个实施方式中,本发明因而提供气体驱动式扩散泳过滤器,其具有第一膜支撑件和透气的第二膜,第一膜支撑件具有沿长度方向延伸的第一中空内部,第一膜覆盖第一中空内部。第二膜支撑件可以支撑透气的第二膜,第一支撑件和第二支撑件能够被定位使得第一膜和第二膜限定出至少一个扩散泳水通道。

[0033] 本发明的有利的进一步任选特征包括单独或组合的如下特征中的一个或多个:

[0034] 第一膜和/或第二膜在通道基部之间具有两个长度方向延伸的侧壁,例如均具有大约0.5cm宽的120微米厚的PDMS侧壁,膜基部具有在侧壁之间以1.5cm宽度延伸的30微米的厚度;

[0035] 沿长度方向延伸的支撑件脊从膜基部延伸,以匹配侧壁厚度并有助于防止鼓出,该1.5cm宽的通道可以例如具有两个脊,每个脊均为0.3cm宽并以均匀的间隔延伸出120微米,从而限定出三个0.3cm宽的长度方向流动半通道。可以提供更多的脊和更窄的通道,以及更薄或更厚的半通道,通道的总厚度优选小于1mm,因而半通道的厚度为500微米;

[0036] 侧壁和膜基部一起制造,优选通过PDMS或其它透气材料的软质光刻(lithography)一起制造。简单的通道结构允许低廉且简单的光刻掩模(lithography)

mask), 例如具有1个至10个120微米厚的半通道进入150微米厚的PDMS材料的膜;

[0037] 第一膜和第二膜是相同的, 使得侧壁和任意脊在接触到一起时对准, 从而两个半通道限定出全通道, 有利地容易制造, 使得单个掩模例如可以用于建立通道结构;

[0038] 在可选实施方式中, 第一膜和第二膜是简单的非结构化透气材料(诸如, 30微米厚的PDMS)的片材, 并且由例如胶接件(tapes)制成的单独的通道结构铺设在膜上;

[0039] 第一支撑结构和第二支撑结构是相同的, 由塑料(最优选地, PVC)制成, 并且长度在30cm和170cm之间, 更优选在50cm和150cm之间, 最优选在60cm和120cm之间, 如将描述的, 这允许用手很好地处理和容易地组装, 同时还允许扩散泳作用的长时间停留。在优选实施方式中, 第一支撑结构和第二支撑结构的长度为80cm;

[0040] 第一支撑件和第二支撑件均具有U形截面壁结构, 壁结构的顶部边缘与膜侧壁的宽度相似, 在25%以内, 更优选在10%以内, 最优选宽度相同。这为支撑件上的膜提供了很好的支撑。支撑结构的壁因而可以是例如50mm宽, 从2.5cm侧基部延伸, 使得中空内部为1.5cm宽。对于较大的支撑表面和用于支撑件的较薄的壁, 可以设置向内弯曲的顶部边缘;

[0041] 中空内部的高度是变化的, 在一个实施方式中设置2cm的高度, 使得外侧壁和基部壁就方形截面形状而言均具有相同的长度。然而, 较高高度的侧壁可以是优选的, 以确保在地面支撑件中的正确组装并避免在地面支撑件的狭槽(slot)中的任何混淆或不正确的放置;

[0042] 第一膜和第二膜例如利用基于硅树脂的粘合剂胶合或粘接到支撑结构的壁的顶部边缘, 膜优选地在横向和/或纵向拉伸张紧, 尽管如此, 膜可以在不横向或纵向拉伸的情况下简单地铺设在粘合剂上。胶合或粘胶提供了简单的制造方法;

[0043] 第一支撑件和第二支撑件具有封闭的第一入口端。这有利地允许通道的入口被延伸超出支撑件的入口歧管密封;

[0044] 第一膜延伸超出第一支撑件的第一端, 这允许膜的长度方向拉伸和第一膜在长度方向上的张紧配合。在先的设计容许横向张紧, 这有时会产生在将膜附接到支撑结构期间脊横向延伸。可选地或另外地, 第一膜延伸超出第一支撑件的出口端; 可选地或另外地, 第二膜可以类似地附接到第二支撑件;

[0045] 入口歧管围绕并密封第一膜支撑结构和第二膜支撑结构, 支撑结构的入口端是水密的, 因此待过滤的水压靠入口端, 但是不进入支撑结构而仅进入入口。该结构有利地大幅简化了入口的密封, 并且未经过滤的水靠在支撑结构上这一事实出人意料地对装置的操作没有影响, 实际上入口歧管可以有助于将朝向彼此的第一膜支撑件和第二膜支撑件密封, 例如可以通过第一膜与第二膜之间的通道结构提高密封性;

[0046] 入口歧管可以是热收缩的, 例如通过聚乙烯管, 或者可以包括拉伸超出第一支撑结构和第二支撑结构的第一端和第二端的弹性管。歧管的另一端可以容易地附接到高度调节器, 例如能够用于设定入口压力的塑料管;

[0047] 入口歧管可以供给由第一支撑件和第二支撑件限定的多个模块化水过滤器, 其中第一膜和第二膜被横向支撑在例如地面支撑件中;

[0048] 第一支撑件和第二支撑件可以支撑第一膜和第二膜两者以及通道结构, 通道结构如上所述那样利用侧胶接件与膜一体化或被构造在膜上, 因而限定出过滤器的第一配合部件和第二配合部件。优选地, 第一配合部件和第二配合部件上的结构可以是相同的, 于是可

以在出口处将出口分流器放置在第一部件与第二部件之间,以建立被简单建立且有效的出口结构。例如,可以使用30微米厚的铜箔来建立废弃水出口,并且该铜箔简单地围绕第二出口结构缠绕,以建立出口通道;

[0049] 出口分流器可以是单独的管,例如具有中空U形PVC或其它塑料支撑件,其具有与第一支撑件和第二支撑件中的一者或两者以及膜的侧壁的外部尺寸匹配的中空U形内部。分流器支撑管中空内部的尺寸因而可以是2.5cm宽和2.5cm,并且分流器支撑壁可以是.5cm厚。例如利用厚度与膜的侧壁相似(例如,125微米厚)的双面胶带,可以将具有5微米至15微米厚边缘且变厚例如100微米厚的钢片部附接到分流器支撑管的长度方向延伸开口上。分流器支撑件还可以由诸如橡胶的弹性材料制成,钢片部支撑在其中,通过侧壁帮助钢片部定位,并且将钢片部夹在位于两个膜侧壁和任意脊之间的适当的位置处;

[0050] U形分流器支撑件的壁可以通过位于钢片部下流的交叉壁封闭,以降低金属花费,并且允许对钢片部的支撑和废弃水流过基部;

[0051] 出口分流器可以整体上由塑料制成,例如在分流器侧面具有30微米厚边缘的PVC,出口分流器于是优选具有中空内部,其厚度等于被添加给侧壁厚度的支撑件的外部厚度,例如2.5125cm。分流器在膜之间可以具有0.5cm的壁,其优选在面对清洁滤过水的那侧变窄或渐缩到30微米或更小;

[0052] 分流器支撑件在下游端可以连接到垂直的废弃水收集器,例如经由具有开口的附接于分流器支撑件的端的封闭柔性管。如果正在过滤诸如PFOAS或PFOS等的有害颗粒,则该结构是有利的,并且该结构允许密封地获得废弃水。然而,可以使用重力和简单倾斜的垂直开口集水槽获得废弃水;

[0053] 有利地,可以将第一配合部件和第二配合部件设计为相同的和模块化的。每个配合部件均可以在一侧支撑各自的膜,并且可以是气密的以容许例如1.3atm和高达例如2atm或更高的二氧化碳压力,或者可打开用于容许空气进入。多于一组的第一部件和第二部件可以并排坐落,并且可以通过较大的入口歧管连接在一起并共用单个出口分流器(或分别具有单独的分流器),从而例如可以建立整个区域1米或更宽的扩散泳水过滤装置,并且可以运行大型市政水过滤装置;

[0054] 为了适当的流量和容易且低廉地更换,可以监测配合部件的每个模块化对。例如,流动或水存在传感器可以放置在每个出口分流器支撑件处,优选地监测废弃水流。如果确认有缺陷,则装置停止,并且通过单纯地滑入新的模块化对或有缺陷支撑件中的一个支撑件,能够容易地更换部件;

[0055] 地面支撑件可以用于容许多组配合部件滑入地面支撑件,并且允许容易地构造大型过滤器。支撑件可以比膜支撑件短,以允许出口分流器空间安装在模块化对之间。支撑件可以在入口侧较短,并且允许在入口处使用橡胶密封或具有额外密封性;

[0056] 第一膜支撑件和第二膜支撑件均具有至少一个孔或沿长度方向延伸的狭槽,以容许空气进入支撑件。狭槽可以例如在地面支撑件的底支撑表面处通过配合橡胶或其它密封件密封,使得底支撑件被密封以限定出配合部件的气体输送部件。归因于孔或狭槽,顶支撑件可以维持对大气开放。气体输送膜支撑件的狭槽还可以优选在膜支撑件的内部单纯地用管道胶带封闭,或者单纯地使用地面支撑件的底封闭,即使密封不完美;

[0057] 第一支撑件和第二支撑件的与密封的入口一端相反的出口端可以是开放的,或

者优选地,可以是具有用于气体连通的孔的封闭端;

[0058] 气体输送管可以附接到配合部件的气体输送部件的孔,以限定出气体入口,而另一配合部件的孔可以维持对大气开放。如果是开放的,则整个端可以例如利用具有供气体输送管连接的孔的橡胶塞密封。

[0059] 垂直行进的气体输送管可以将诸如CO₂等的气体输送到多个、甚至数百个或更多个并排的气体输送部件,其中管具有连接到气体入口的侧管;

[0060] 地面支撑件具有多个并排的沿长度方向延伸的狭槽,成对的第一配合部件和第二配合部件安装(优选地,紧密安装)在狭槽中。因而,狭槽的内部宽度优选与第一配合部件和第二配合部件的外部宽度匹配,并且最优选与第一支撑件和第二支撑件的宽度匹配。可以忽视延伸超出支撑件的外侧的任何膜宽度(如果存在的话),并且支撑件壁可以有助于将膜密封。因而,地面支撑件例如可以由PVC制成,并且整个壁宽可以为1cm,支撑着结构的腿部可以离开地面。如果支撑件80cm长,则在一个实施方式中,地面支撑件60cm长、坐落在4个10cm的方形腿上并具有20个宽度为2.5cm的横向狭槽,其间有19个1cm宽的壁和1cm宽的端侧,总宽度为61cm。该实施方式中的狭槽为5cm高,以支撑2.5cm高且被侧壁间隔开的第一支撑件和第二支撑件。配合部件对的超出狭槽的任意小的延伸部是有利的,因为其通过例如重力对延伸部加压,能够有助于将侧壁密封在一起并因而将扩散泳流动通道密封;

[0061] 如果仅使用一个配合对,则地面支撑件可以具有单个狭槽;

[0062] 部件对的外壁和地面支撑件侧壁优选地是齐平的,使得仅位于结构的前端开口是扩散泳流动通道。可以使用额外的密封件或密封剂来防止泄漏,尽管如此,能够容忍例如端壁的侧面处的轻微泄漏,并且有利地不要求完美的密封。整个过滤装置可以坐落在收集表面上,以便能够收集任何滴落着的水,并且如果需要的话,可以返回到要被过滤的水源;

[0063] 所使用的水压,通常在30mbar至70mbar的数量级,有利地不高到产生大的压力,因为要求缓慢的流动以容许层流并通过增加在通道中的停留时间来有助于扩散泳作用,并且所使用的水压可以例如通过使待过滤的水保持在从一个或多个出口的上方大约30cm至70cm的高度中选择的设定点高度周围来设定;

[0064] 有利地,入口歧管于是能够围绕支撑结构的整个入口面,其在前端部位离开地面,因为腿可以向下游凹陷;

[0065] 顶板可以设定在地面支撑件的顶的上方并对顶配合部件向下施压,以有助于将侧壁和入口面密封,并且入口歧管可以在入口面处安装在顶板和支撑结构的外壁周围;

[0066] 第一配合部件和第二配合部件的下游端以悬臂方式自由伸出地面支撑件,例如80cm长的部件中的10cm或20cm,使得出口分流器在横向上具有空间。因而,出口分流器壁可以具有地面支撑件狭槽壁的一半厚度,其在横向上将成对的配合部件间隔开例如1cm;

[0067] 滤过水可以单纯地经由重力通过可以倾斜的垂直行进的集水槽收集。然而,出口分流器可以具有用于废弃水和滤过水的封闭管道;

[0068] 扩散泳作用能够容易地逆转,例如通过将CO₂输送到配合部件的顶并例如经由顶板将顶部部件密封,并且例如通过间隔件将底部部件与地面支撑件的底间隔开,因此使它们对大气开放。使作为被过滤的带负电胶体颗粒的滤过水例如可以行进穿过配套装置或相同装置,以过滤带正电颗粒,如果期望的话,反之亦然;

[0069] 对于在较高的狭槽中具有间隔件的单个地面支撑件或对于层叠的地面支撑件,能

够容易地提供竖直可扩展性,以及对于入口的泵驱动压力或具有梯级储存器的入口歧管,使得每一行的压力均相同;

[0070] 地面支撑件和膜支撑件中的狭槽和销可以有助于定位,尤其是在长度方向上的定位,并且还能够提供一些竖直游隙(play)。

[0071] 本发明还提供扩散泳膜支撑件,其具有沿长度方向延伸的第一中空内部。本发明还提供由塑料支撑的扩散泳水过滤器。本发明还提供模块化扩散泳水过滤器,其具有限定水通道的第一配合部件和第二配合部件。本发明还提供具有狭槽的地面支撑件,其用于扩散泳水过滤器。本发明还提供可移除式配合出口分流器。本发明还提供垂直行进的集水槽,其垂直于多个扩散泳水通道行进。本发明提供扩散泳水过滤器,其具有密封的正面,除了扩散泳水通道以外均被密封。本发明提供入口歧管,其覆盖扩散泳水过滤器的正面,扩散泳水过滤器具有从该面向下游延伸的多个通道。本发明还提供用于模块化地组装扩散泳水过滤器的方法。本发明证明了通过更换水过滤器的模块化部件来修复扩散泳水过滤器的方法。其它发明包含在本文中,并且可以比以上列出的构思更广泛。

[0072] PDMS块可以例如由能够从例如加利福尼亚州圣安娜的Rubber-Cal公司获得的硅橡胶块或片材制成。

附图说明

[0073] 以下公开一些优选实施方式:

[0074] 图1示出了第一实施方式的示意性纵向截面图;

[0075] 图2示出了穿过图1的A-A的示意图;

[0076] 图3示出了压缩装置270(图3未示出)内的示意性横向截面图;

[0077] 图4示出了保持在地面支撑件中的本发明的模块化部件的横向示意性截面图;

[0078] 图5示出了图4的实施方式的纵向视图;

[0079] 图6示出了用于连接到部件的出口端的出口分流器;

[0080] 图7示意性地示出了图5的实施方式的密封入口端;

[0081] 图8示出了图5的实施方式的出口端;

[0082] 图9示意性地示出了膜支撑件;

[0083] 图10和图11示出了膜支撑件的另一实施方式;

[0084] 图12和图13示出了用于坐落在图9的膜支撑件上的单独的膜交叉支撑件;

[0085] 图14和图15示出了出口分流器的第二实施方式;

[0086] 图16、图17、图18、图19和图20示意性地示出了竖直和水平层叠的实施方式;以及

[0087] 图21、图22、图23、图24、图25、图26和图27用于说明本发明的上述实施方式和/或另一些实施方式的制造方法;以及

[0088] 图28示出了膜24、26,其具有空气释放部和CO₂通道(为了清楚起见,被示意性地示出为比实际大得多),CO₂通道在膜的相反表面上与胶体通道相对。

[0089] 另外的图29至图35示出了另一些实施方式。

[0090] 图36至图46示出了具有一体式出口分流器的DWF的另一实施方式和用于制造DWF的方法。

[0091] 图47至图54示出了DWF的又一实施方式,其中

- [0092] 图47示出了扩散泳水过滤器(diffusiophoretic water filter)的一个实施方式;
- [0093] 图48示出了扩散泳水过滤器的另一实施方式;
- [0094] 图49和图50示意性地示出了图47的实施方式的出口;
- [0095] 图51示意性地示出了图48的实施方式的入口;图52示意性地示出了图48的实施方式的出口;
- [0096] 图52示出了可移除式出口结构的实施方式;以及
- [0097] 图53示出了三出口可移除式出口结构的又一实施方式。

具体实施方式

[0098] 图1示出了本发明的扩散泳水过滤器的第一实施方式的示意性纵截面图。水从入口歧管流动,入口歧管具有热收缩式供给管12,热收缩式供给管12在水过滤器的入口端处连接到水过滤器。供给管的另一端可以连接到压力调节器(例如,高度管或泵),用于提供待过滤的胶体(colloid)。两个透气膜24、26(例如,30微米厚或更厚的PDMS)限定出通道,并且被分别支撑于膜支撑件14、16。在本实施方式中可以使用孔34,以允许气体逸出到大气中。橡胶带270、280或其它压缩装置可以将膜24、26(或膜上的胶接件(tape))的侧壁压在一起,以帮助将胶体通道的侧面密封。出口分流器260可以超出支撑件中的一个支撑件的端地安装并保持在侧壁之间,并且将流分流成例如滤过水流240和废弃水流250。

[0099] 图2示出了穿过图1的A-A的示意图,其中胶接件20A、20B限定出胶体通道的侧壁。膜24、膜支撑件14和胶接件20A进而限定出配合部件4,膜26、膜支撑件16和胶接件20B限定出配合部件6。

[0100] 图3示出了具有压缩装置270(图3未示出)的端处的示意性横截面图。出口分流器260具有分流器支撑件261,其超出部件4的端地安装并支撑超出胶接件20A安装且位于胶接件20A和20B之间的片部(blade)或薄部(例如,30微米厚或更厚)。因而能够将通道分流成废弃水流250和滤过水流240,尽管如此,废弃水流和滤过水流可以根据所过滤的颗粒的类型(负的或正的)而切换,或者通过切换部件以使部件4输送气体而部件6向大气开放来切换。胶接件20A和20b因而设定清洁水/废弃水分流比,并且可以是对于50/50分流而言相同的厚度,或者可以是不同的厚度。

[0101] 图4示出了本发明的保持在具有腿部402和顶部410(可以具有容许部件4中的孔或狭槽通向大气的开口或格栅(grate))的地面支撑件400中的模块化部件的示意性横截面图。顶部410可以是对部件4向下施压的施重件(weight)。

[0102] 图5示出了图4的实施方式的纵向视图,其中清洁的滤过水从超出图4所示的宽度的流240收集在竖直延伸的能够收集水的倾斜集水槽241中。出口分流器260的端或底能够将废弃水收集在例如连接管中,因此能够进一步处理或排出废弃水。

[0103] 图6示出了用于连接到部件6的出口端的出口分流器260并可以具有钢片部(steel blade)262,钢片部262通过胶接件保持到分流器支撑件261的厚度为 t_1 的U形壁的端。内部距离 t_1 可以匹配外支撑件14的宽度, t_3 可以匹配地面支撑件400的狭槽的内部宽度;

[0104] 图7示意性地示出了图5的实施方式的密封入口端,其中入口歧管12围绕地面支撑件的前端,因而密封面仅存在用于通道的开口。

[0105] 图8示出了图5的实施方式的出口端,示出了分流器支撑件如何在支撑件14的悬臂端上具有空间。距离 t_4 可以是 t_1 的两倍。

[0106] 图9示意性地示出了膜支撑件16,但没有图1所示的孔,而是具有狭槽600。膜支撑件16具有封闭的入口端、中空的内部、位于沿长度方向延伸的一个侧面上的狭槽606和与狭槽606所在侧相反的开口侧面(开口顶部),用于支撑膜26。下游端可以具有用于连通C02供给管608的孔。当支撑件16用作气体供给支撑件时狭槽606是密封的,并且狭槽606打开且不连接到气体供给管,使得支撑件可以用作支撑膜24的支撑件14,使得支撑件经由狭槽606(和用于C02连通的孔)对大气开放。孔还用于例如经由真空管连接来产生真空压力,以有助于扩散泳作用。

[0107] 图10示出了膜支撑件514、516的另一实施方式的开口侧面614,开口侧面614具有用于进一步支撑膜26的交叉(cross)支撑件616。这些交叉支撑件可以由PVC或其它塑料制成,并且可以是成型后的PVC器件的一部分。图11示出了具有交叉阴影图案的交叉支撑件716的开口侧面714。交叉支撑件可以防止膜24、26垂下或鼓出,并且可以有助于放置和/或附接。交叉支撑件应该相当窄,例如1毫米或更小,以免过多地干扰C02或其它气体扩散。对于交叉支撑件而言,蜂窝状结构或其它结构也是可能的。用于气体入口的狭槽606和孔607均如图10所示那样位于与开口侧面相反的侧面,并且如图11的实施方式那样是可能的。孔607位于支撑件514、516的处在地面支撑件外的悬臂部中,从而可以附接气体管道。其还离出口端足够远,使得如图14中的分流器不覆盖孔607。

[0108] 图12示意性地示出了诸如交叉支撑件814等的单独的膜格栅支撑件,如图13所示,其能够附接到膜24、26的平坦的非结构化侧面815。交叉支撑件814可以由PVC制成,并且可以具有侧壁和端壁,其与膜支撑件14和16的壁的厚度匹配,使得交叉支撑件能够放置在具有膜的开口侧面。

[0109] 图14示出了如图15所示那样超出膜支撑件514、516的两端地安装的出口分流器1260。以这种方式,如所示的,废弃水250和滤过水240均能够经由封闭结构和连接到出口分流器1260中的孔的管道收集。如所示的,分流器片部1262可以由PVC制成并窄到例如10微米的点,并且安装在膜24、26之间。

[0110] 图16以截面示出了具有由支撑壁1403限定出的四个狭槽1401的地面支撑件1400。在本实施方式中,以及如图17所示,支撑件1014、1016上的成对配合的膜24、26分别与一个通道或一组通道C1限定出模块2000。还可以有三组通道竖直延伸以及四组横向延伸,使得通道组C1至C12是可能的,尽管如此,在每个方向上有数百个也是可能的。由于每个通道组可以具有数百个通道,所以可以存在数千或数万个通道或更多。

[0111] 膜支撑件1014、1016可以类似于图10中的支撑件514、516,但是高度较低,例如具有1cm的内部高度,因此具有50mm壁的总高度为1.5cm,宽度仍然为2.5cm。对于1cm高的支撑件而言,0.5cm的内部高度也是可能。模块2000之间可以安装有间隔件914,间隔件914具有与壁1403相似的长度,例如60cm。间隔件914可以如图20所示在两端开放并呈U形,并且间隔件914的高度也为1cm。如图19所示,间隔件914容许位于膜24上方的空间经由狭槽606以及间隔件914的开放的前侧面和下游侧面向大气开放。间隔件914还可以在两端夹持到壁1402,以使间隔件914相对于基部1400的长度方向定位。然后,间隔件914具有一体化的且由例如PVC或塑料制成的突起607,其能够使膜支撑件1016中的向膜26传送C02的狭槽606密

封。突起607可以涂覆有弹性体,以有助于密封,并且还使膜支撑件1016在长度方向上定位。地面支撑件1400在每个狭槽的底处也具有突起626,其能够使也传送气体的第一膜支撑件1016密封并在长度方向上定位。

[0112] 图19示出了长度可以为80cm的膜支撑件1014、1016如何悬臂伸出地面支撑件1400的前部和后部。水可以通过连接到可设定的泵P的单独的水歧管1012供给到通道C1至C12中的每个通道,泵P能够设定共同的入口胶体(水)压力,例如设定为30mbar。废弃水250可以如滤过水240那样每一行上收集,并且水经由吸力或重力进一步输送。

[0113] 顶部1402(图16)能够向每个狭槽中的堆叠模块供给限定的压力,以有助于使膜24、26在膜的侧壁处密封。

[0114] 地面支撑件1400可以在垂直方向上保持例如50个模块,高度大约为1.5米,并且具有2cm厚的壁,使得40个狭槽和模块在水平方向上宽度大约为1.8米。在每通道组C1有250微米(半个为125微米)和0.3cm宽度的三个通道的情况下,在30mbar的流动压力下,被判断为雷诺数为11.8、速度为0.0256m/s且流量为1.15mL/min的层流。在80cm长的通道中的停留时间为39秒,这使许多颗粒有时间经由扩散泳运动移动200微米。在125微米处的50/50分流因而对250微米宽的流赋予了良好的过滤效果,清洁水流量为0.575mL/min。在200个通道组(600个通道)的情况下,装置可以产出345mL/min或每小时20.7升的清洁水。在更高压力下更有更高吞吐量也是可能的,并且更大的通道尺寸也是可能的。

[0115] 图21示出了背靠在胶接件300上的膜24的可能的通道结构。膜在mt4处可以是例如250微米厚,并且在mt4处具有如所示那样的125微米深的0.3cm宽的通道(示意性地示出)。留下能够允许CO₂流动的125微米的基部厚度mt5,尽管如此,对于更好的CO₂扩散而言更薄的基部厚度是可能的。可以设置0.5cm宽的侧壁。宽度W可以是2.5cm并与如图24所示的宽度w匹配,其中图24示出了在横向上间隔开的粘合剂施用器400。可以使用250微米厚的PDMS连续条带容易地制造膜24,其中通道由CO₂激光器切割,这是容易且低廉的方法,尽管如此,存在铣削、研磨和其它可能性。如图23所示,可以从卷350卷起背面具有胶接件的条带。可以具有刷子或宽度方向施加器的粘合剂施加器400能够如图23和图24所示那样将诸如基于硅树脂的粘合剂等的粘合剂施加到膜支撑件14上,因而能够将粘合剂施加到气体或空气孔110之间的长度方向支撑件112。粘合剂还可以施加到交叉支撑件113(其是任选的),如果存在的话。粘合剂的数量和厚度相对不那么重要,但是应当使气体或空气112孔保持畅通。

[0116] 图22示出了用于在制造过程中移动支撑件14的由输送机CY移动的辊200。如图23所示,通过施加器400施加粘合剂,将膜24展开,并且移除胶接件300。切割器对410(未示出位于带辊(tape roller)的辊隙的下游附近的第二切割器)能够在带辊的辊隙附近操作,并且沿宽度方向切割出膜的段。为了良好的粘接,压辊210、211可以将膜压靠在支撑件24。图23还示出了横向于移动方向的CO₂激光器阵列700,其能够在粘接之后在PDMS膜中切割出通道,这可以是优选的。在这种情况下,卷350单纯地是例如由250微米厚的PDMS制成的片材。图25以截面位置示出了附接于长度方向支撑件112和支撑件24的侧壁的膜24。对于长度L,膜24和支撑件24可以是例如80cm长。

[0117] 长度L、宽度W和所有其它尺寸可以根据应用和具体而定。例如,可以是这样的:对于膜支撑件24、26和膜14、16而言,宽度为15cm或30cm是优选的,并且可以在宽度方向上设置更多通道。这能够减少CO₂和胶体输入用连通装置(connection)和基部支撑狭槽材料的

数量,从而每单位宽度能够设置更多的通道。

[0118] 有利地,膜24、26的超大长度和在长度方向上的放置精度对过滤器的运行几乎没有影响,并且实际上,如图26所示,伴随着沿竖直方向移动施加器,额外的长度L2可以用于拉伸预切膜24、26并将预切膜24、26放置在它们各自的支撑件上。如图27所示,入口和出口分流器功能保持畅通无阻。

[0119] 膜14、16的厚度和通道尺寸还可以变化,特别是如图28所示,在与胶体通道C所在侧相反的侧面中、在PDMS材料支撑件之间在长度方向支撑件112上切割CO₂通道805的情况下,可以期望具有更厚的PDMS基部。这些CO₂通道805可以与胶体通道正对,并且具有相同或更深的深度,但是需要在PDMS材料中赋予这些CO₂通道的途中将它们的两端处密封,或者通过支撑件24、26的前后延长部或者通过粘合剂或其它材料将CO₂通道端封闭。

[0120] 图29和图31示出了图28的实施方式的在支撑件1400中的可能层叠。如图30所示,可以提供一体化的CO₂和空气间隔件116,其具有底部开放端空气区域(带有供CO₂管道进入的端进入部)和封闭端CO₂腔。图32示出了图31的实施方式的通道C的入口区域,图33示出了出口区域。

[0121] 图34和图35示出了膜26与间隔件或CO₂腔816的替代接合,其中楔子件(peg) 817坐落在狭槽818的上方,并且安装在膜26中并支撑膜26,位于CO₂通道805(或用于膜24的空气通道)处的肋(rigs)之间。

[0122] 图36、图37和图38示出了PDMS材料的片材4010,其可以是例如1mm厚的片材和在片材宽度SW处80cm宽。具有在退绕方向U上间隔开1mm的多个(例如,100个)激光器LA(例如,CO₂激光器)的激光器支撑件LS能够在与片材4010交叉的结构上移动,片材4010可以在沿方向U退绕例如1m后停止。然后,激光器沿方向S交叉地移动并以第一功率加工通道C(例如,100个通道C),并且被聚焦和通电来以ct1且以例如500微米(在每个激光器LA的任一侧为250微米)的宽度W切割出200微米深的通道。因而通道可以间隔开500微米,并且在方向U上在片材上覆盖1米长度的50%。在已经沿方向S切割完大部分通道C之后,可以降低功率,使得仅加工深度ct2(例如,100微米)。宽度w可以保持不变。在激光器LA之后或之前还可以使用第二组激光器来加工ct2深度。在边缘E之前,可以停止激光器加工,因此没有材料被加工。

[0123] 如图38、图39和图40所示,第二激光器或第二组激光器L2可以穿过厚度ct3地沿方向U'加工,以提供例如用于废弃水的通道出口4250。通道4250可以具有例如90微米的深度和500微米的宽度以及可以优选地为1cm或更大的Lo的长度。高精度的激光器(例如,YAG激光器)因而是期望的,该激光器是精度比用于通道C的激光器(例如,可以是低廉的CO₂激光器)高的激光器中的一种。因而可以保留10微米厚度ts的分流器4270,尽管如此,其它尺寸也是可能的。

[0124] 片材4010可以再退绕一米并被再次加工,使得可以制备例如100米长的连续的垂直延伸通道的片材。切割器C能够在方向U上的任意期望位置切割片材,于是这能够限定水过滤器的宽度,而SW通常限定长度。

[0125] 如图40、图41和图41a以及图42所示,可以将如此制备的片材4010放置在不透水但透气的片材4012上,并且对于每一者,分别具有例如空气或气体可透过支撑件4110、4112。还可以在片材4010中加工位于水通道C所在侧的相反侧的空气通道,还可以在片材4012的

侧面中加工气体通道。具有一个或多个垂直行进的收集通道的出口4209能够收集废弃水4250和滤过水4240,并且安装在狭槽4312中以使出口相对于片材4010、4012或支撑件密封。因此,出口还可以将片材4010/4012夹在一起。同样地,可以为垂直行进的入口歧管4600设置狭槽4212、4220,入口歧管4600可以具有管,管具有供通道C的入口安装且被密封的狭槽。位于高度管HT中的出口上方的歧管的高度能够设定压力,因而能够设定针对通道C的流量,并且可以例如在10cm和100cm之间。

[0126] 图43示出了片材4012的侧面4012a和水通道C如何能够被CO₂通道构造成使厚度ct₄(例如,1mm)的片材减薄至厚度ct₅(例如,50微米),使得CO₂可以透过片材4012进入通道C。如图44所示,可以将促进CO₂扩散的交叉图案或任何其它图案加工或挤出到片材12中。如图45所示,还可以沿退绕方向U加工用于入口歧管600和出口209的凹槽4212、4312。

[0127] 可以对片材使用类似的制造和构造,其中通过激光器LA(图36)切割出通道,一直切割到第二端,并且例如长的可移除式分流器用于在出口端处安装在两个片材之间。图46示出了具有片材4012的水过滤器,片材4012在支撑件4112上,支撑件4112位于CO₂腔的上方。除了密封位置41100和41111以外,支撑件4112是透气的,例如是蜂窝结构。除了密封位置41110以外,用于片材4010的支撑件4110也是透气的。在这种情况下,出口4209可以具有如所示那样的单独的分流器4460。

[0128] 因而,能够提供容易制造和高输出的装置,并且能够容易地使该装置的长度延伸例如100米或更长。

[0129] 图47示出了具有经由夹持件5200夹在一起且限定多个长度方向延伸通道的扩散泳诱导膜5022和盖5024的扩散泳水过滤器。

[0130] 图48示出了经由夹持件5200夹在一起且限定出多个长度方向延伸通道的扩散泳诱导膜5022和盖5028。膜5022和盖5028通过胶接件5126间隔开,每个胶接件5126均具有两个彼此层叠的胶接件5126A、5126B。

[0131] 图49和图50示意性地示出了图47的实施方式的出口。例如长度l为2cm的不锈钢片部5027在长度l上将宽度w为例如20微米至2cm且高度h为50微米至1000微米的通道切割成两半。片部5027可以具有例如10微米的厚度t,并且限定出废弃水出口5026和清洁水出口5025。片部5027可以有利地滑入例如由硅树脂(PDMS)制成的盖的软质材料中。因而,用于制造出口的方法是容易的,并且该方法还提供容易在盖5028的PDMS材料中制造通道,例如通过铣削或激光切割来制造。清洁水出口5026可以在长度方向上间隔开距离D(例如,1cm),使得水可以通过重力离开。包含被推离膜5022的带负电荷胶体的废弃水流5026进一步向下游离开并可以例如被丢弃。

[0132] 图51示意性地示出了图48的实施方式的入口;图52示意性地示出了图48的实施方式的出口,其中分流器5027位于胶接件5126A和5126B之间。胶接件5126A、5126B可以在过滤器的整个长度上行进,或者可以刚好在出口处分成两个胶接件。分流器可以由塑料或金属制成,并且可以与图49的实施方式中的相同,尽管如此,胶接件容许多种类型分流器的使用。胶接件5126A、5126B可以是例如125微米厚的PTFE胶接件或由其它材料制成。

[0133] 图53示出了可移除式出口结构的另一实施方式,其安装在扩散泳诱导膜5122与盖5128之间,扩散泳诱导膜5122和盖5128可以具有或不具有通道结构。例如由1mm厚的不锈钢制成的支撑件5023可以具有支撑着片部或片材5027的胶接件。膜5128能够将出口结构保持

在抵靠膜5122的地方,或者可以设置单独的夹具。

[0134] 图54示出了再一实施方式的三出口可移除式出口结构,其中三个出口流5025、5026和5125由被胶接件间隔开且被支撑件5123支撑的两个分流器5027、5127提供。出口流5125可以具有带负电颗粒,出口流5025可以具有带正电颗粒,流5026可以具有滤过水。

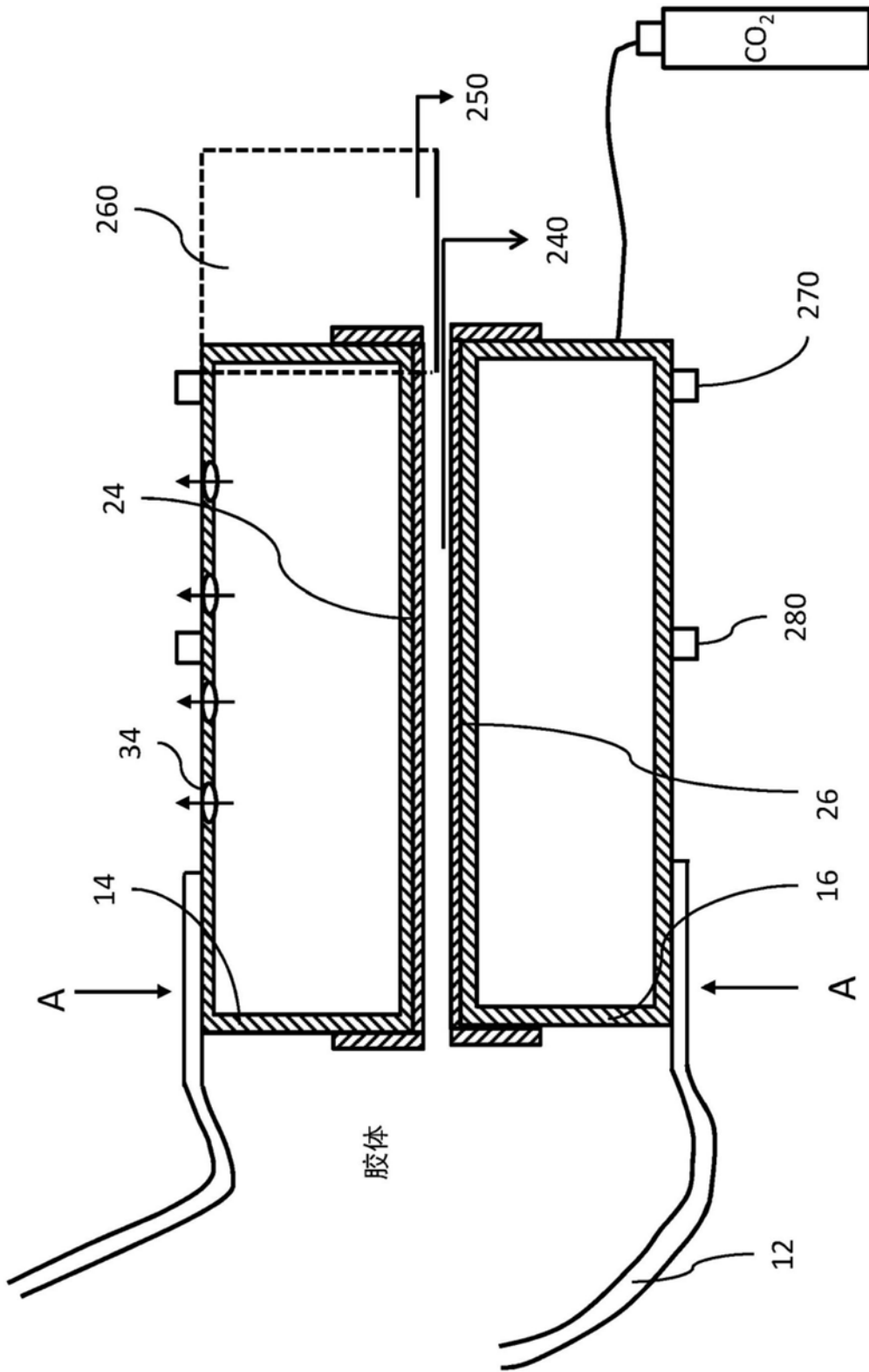


图1

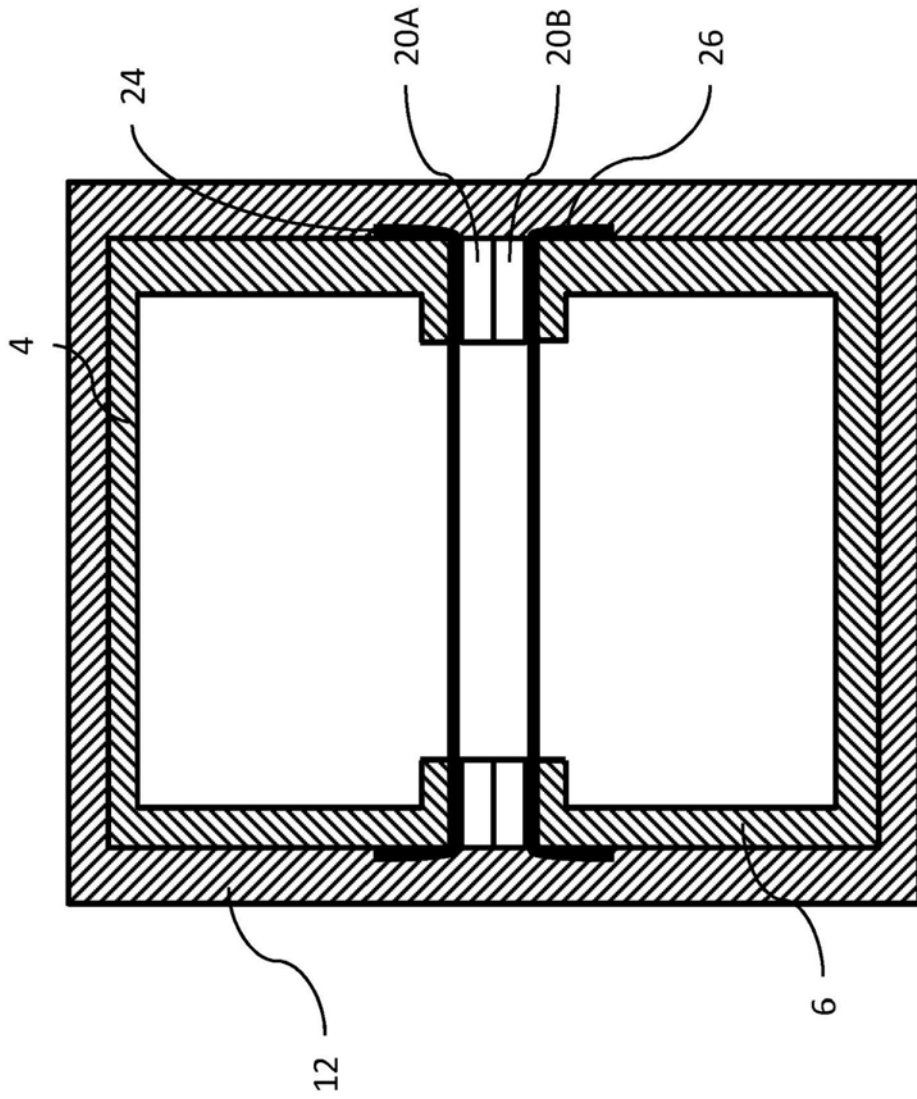


图2

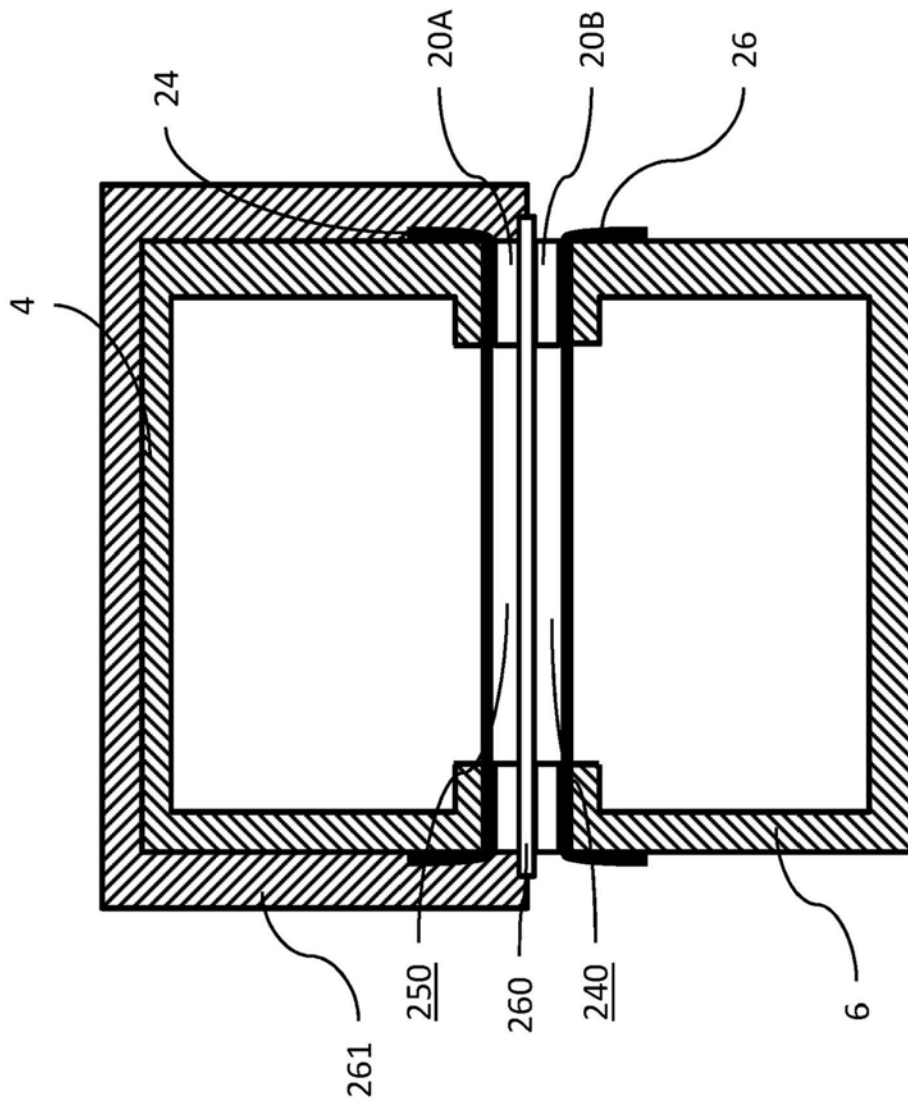


图3

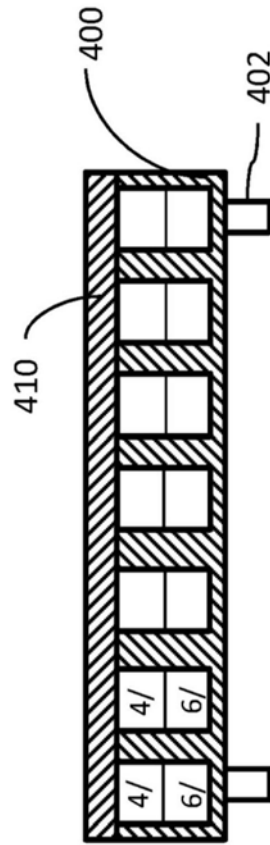


图4

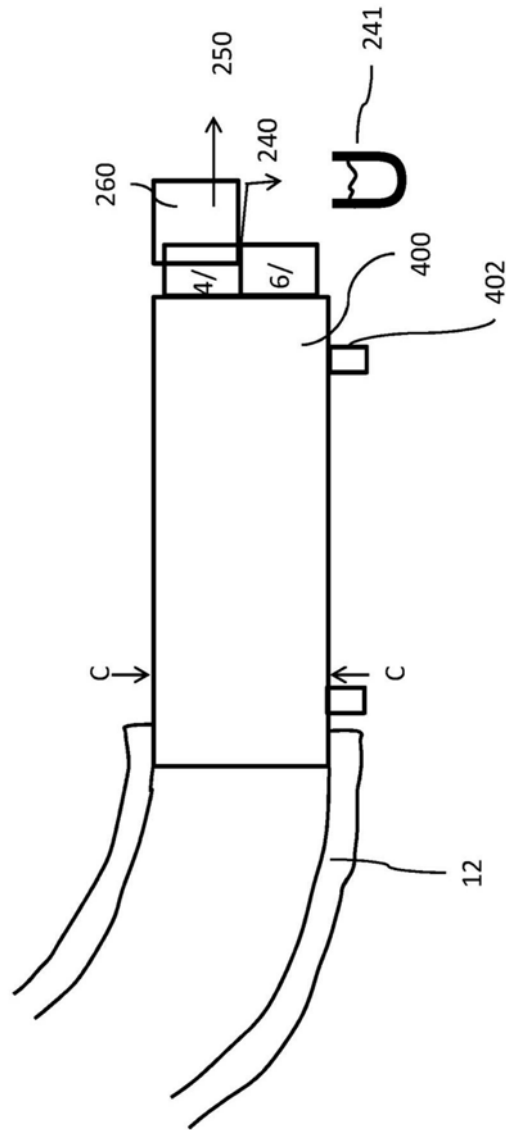


图5

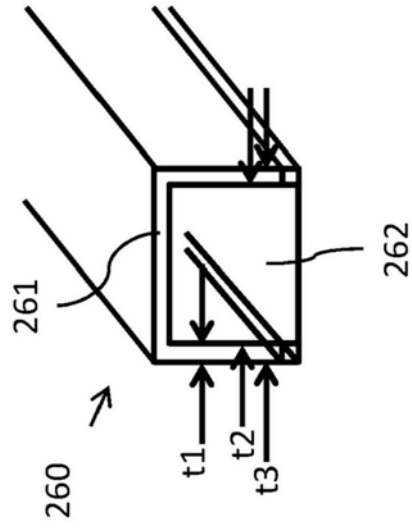


图6

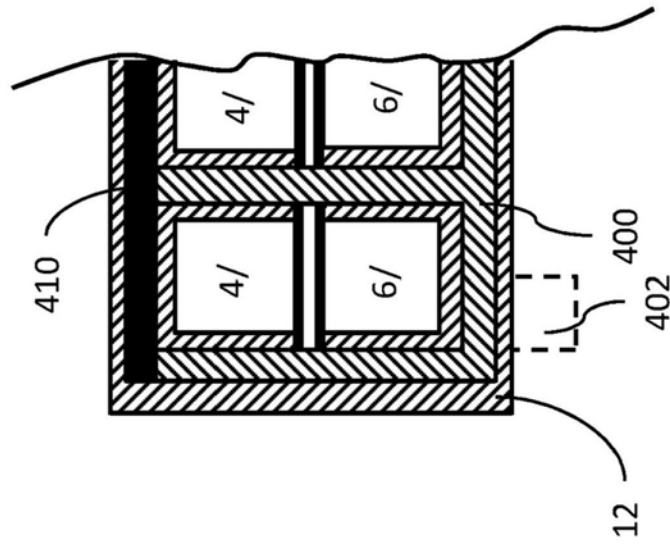


图7

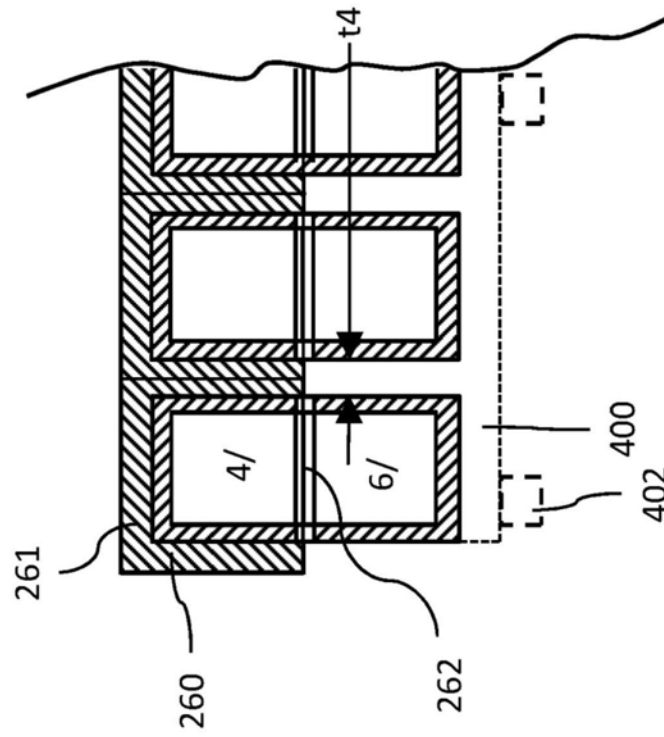


图8

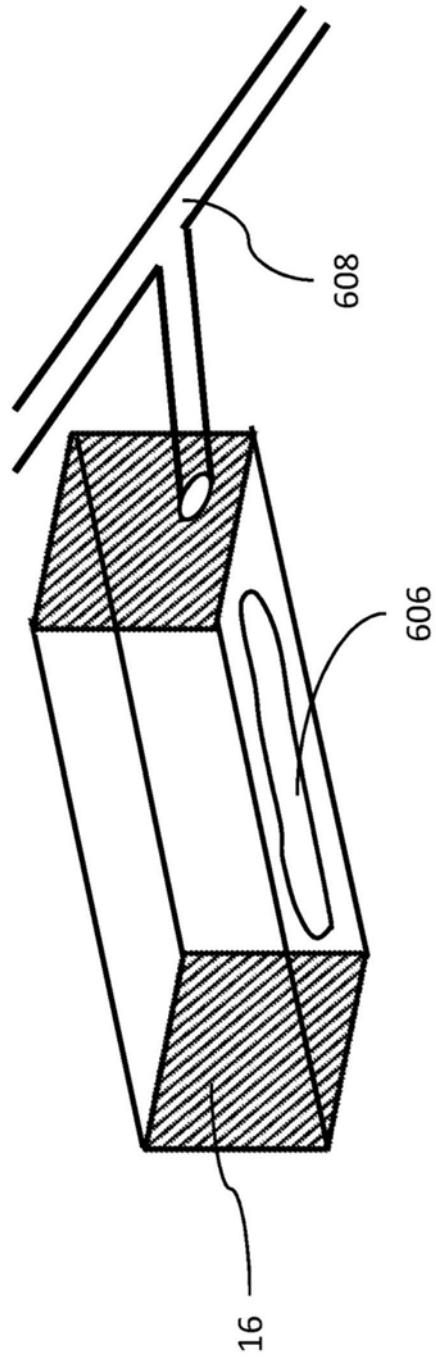


图9

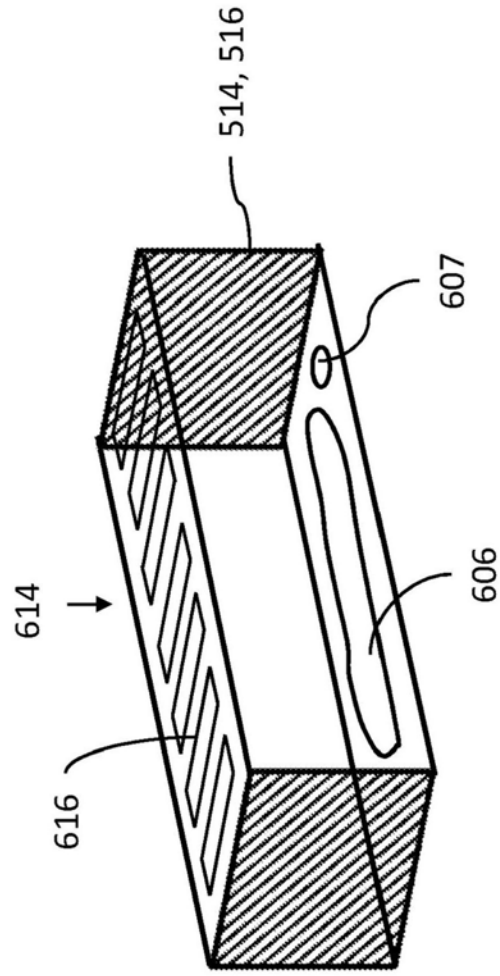


图10

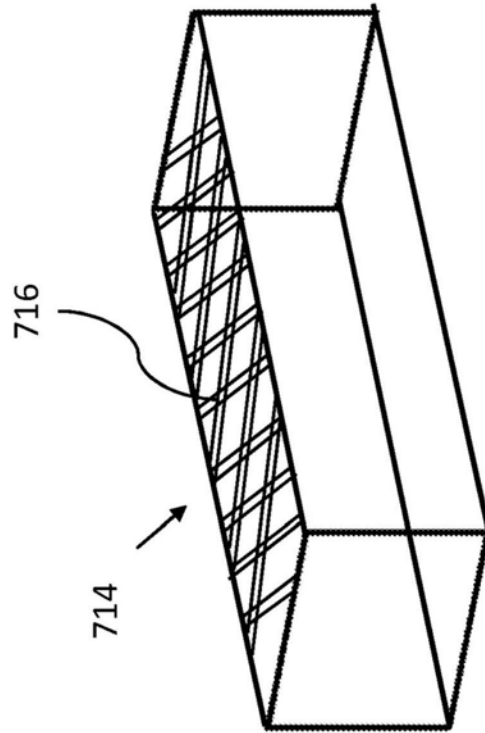


图11

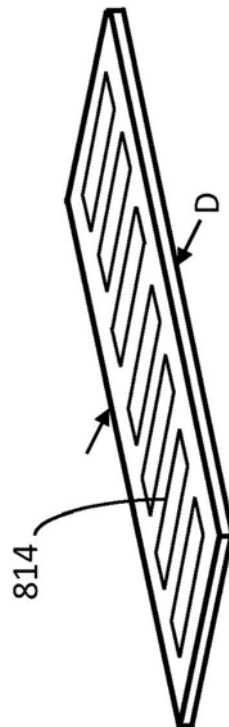


图12

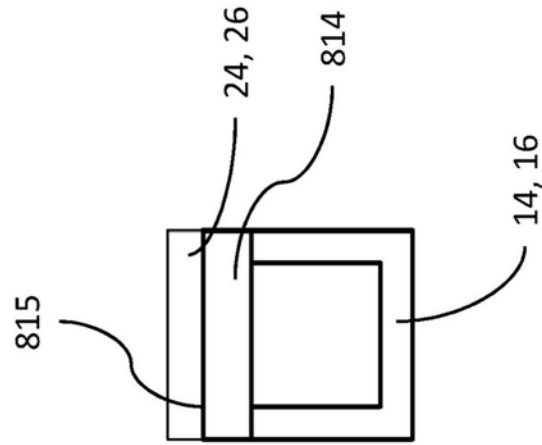


图13

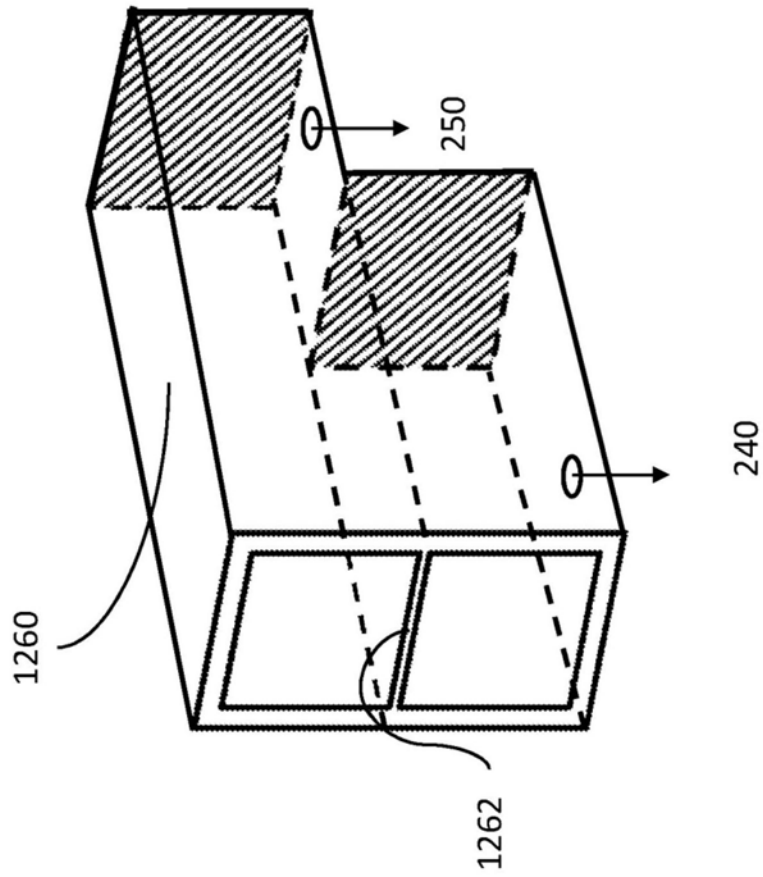


图14

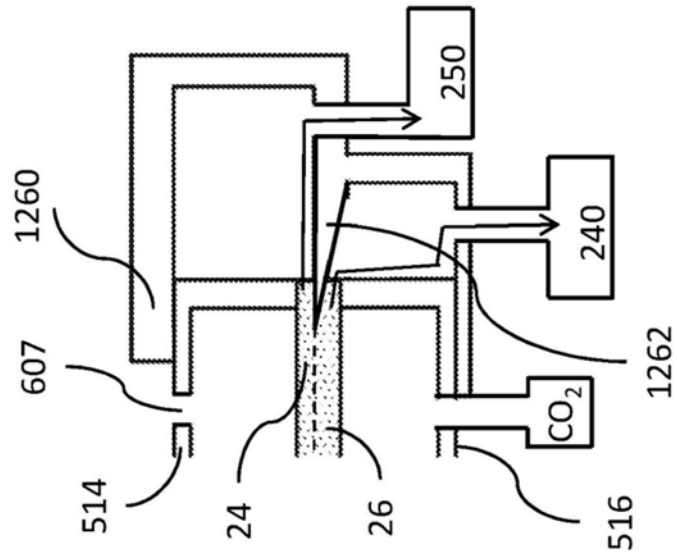


图15

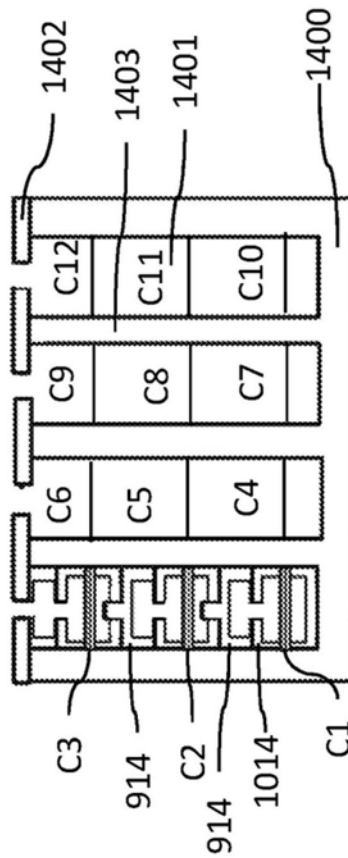


图16

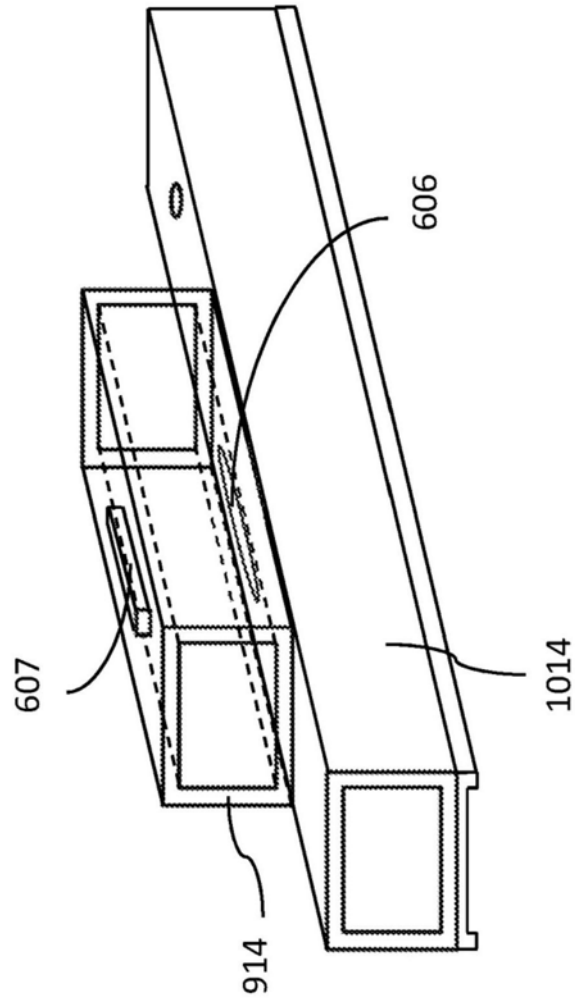


图18

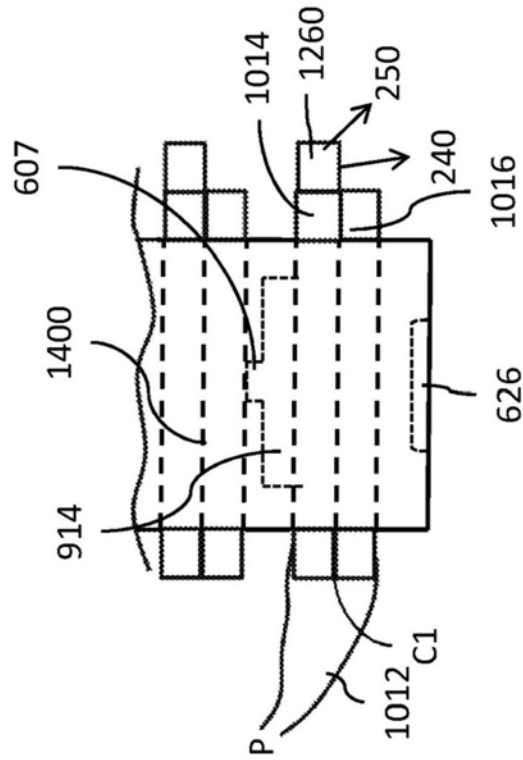


图19

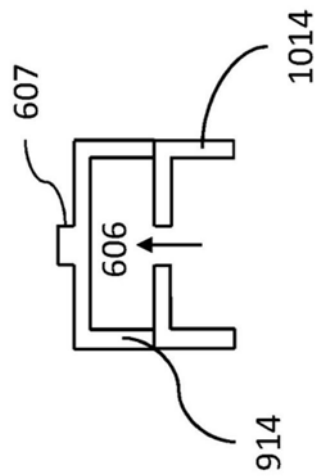


图20

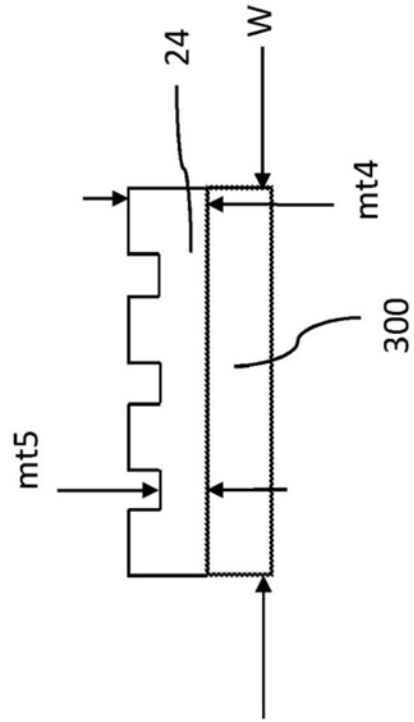


图21

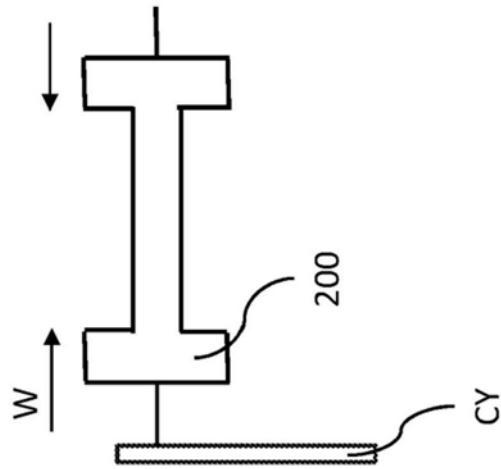


图22

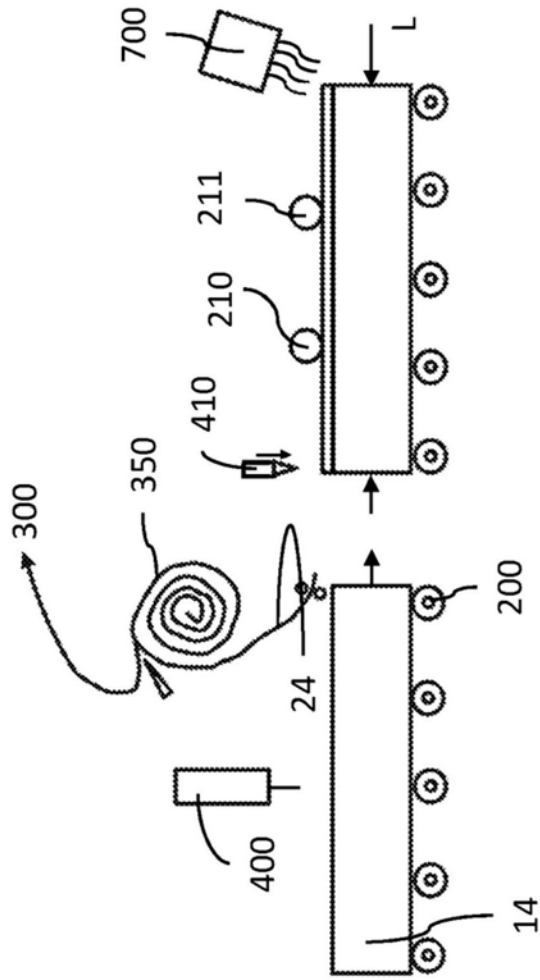


图23

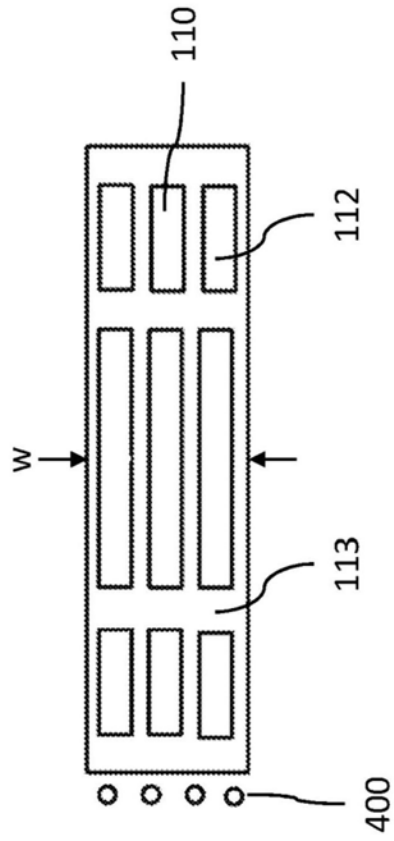


图24

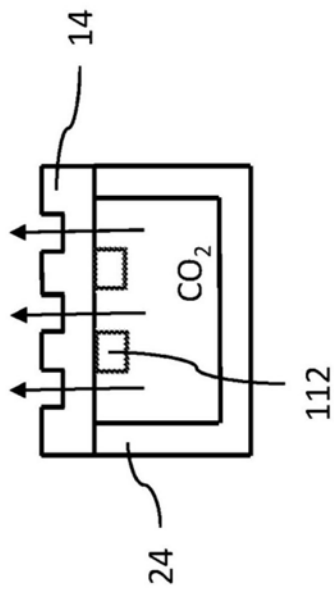


图25

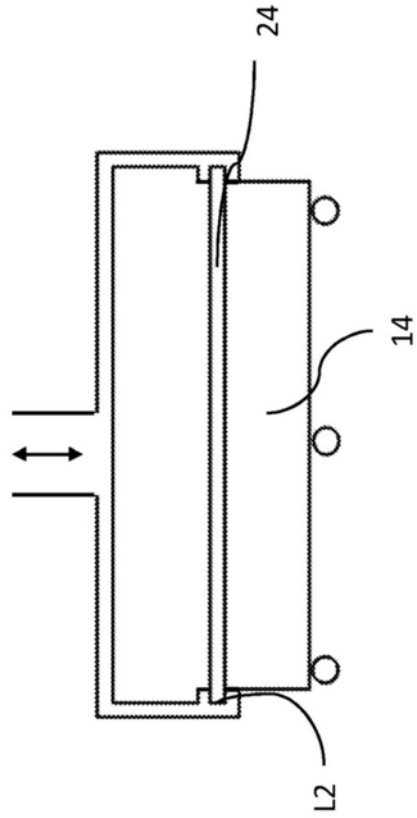


图26

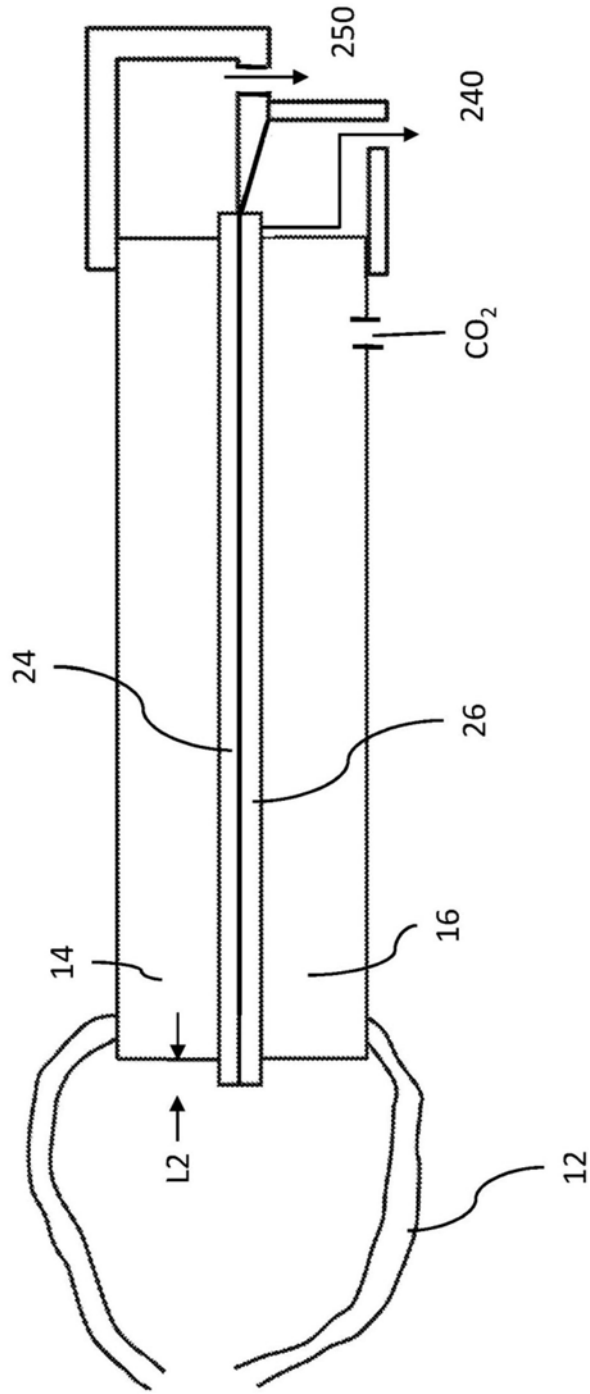


图27

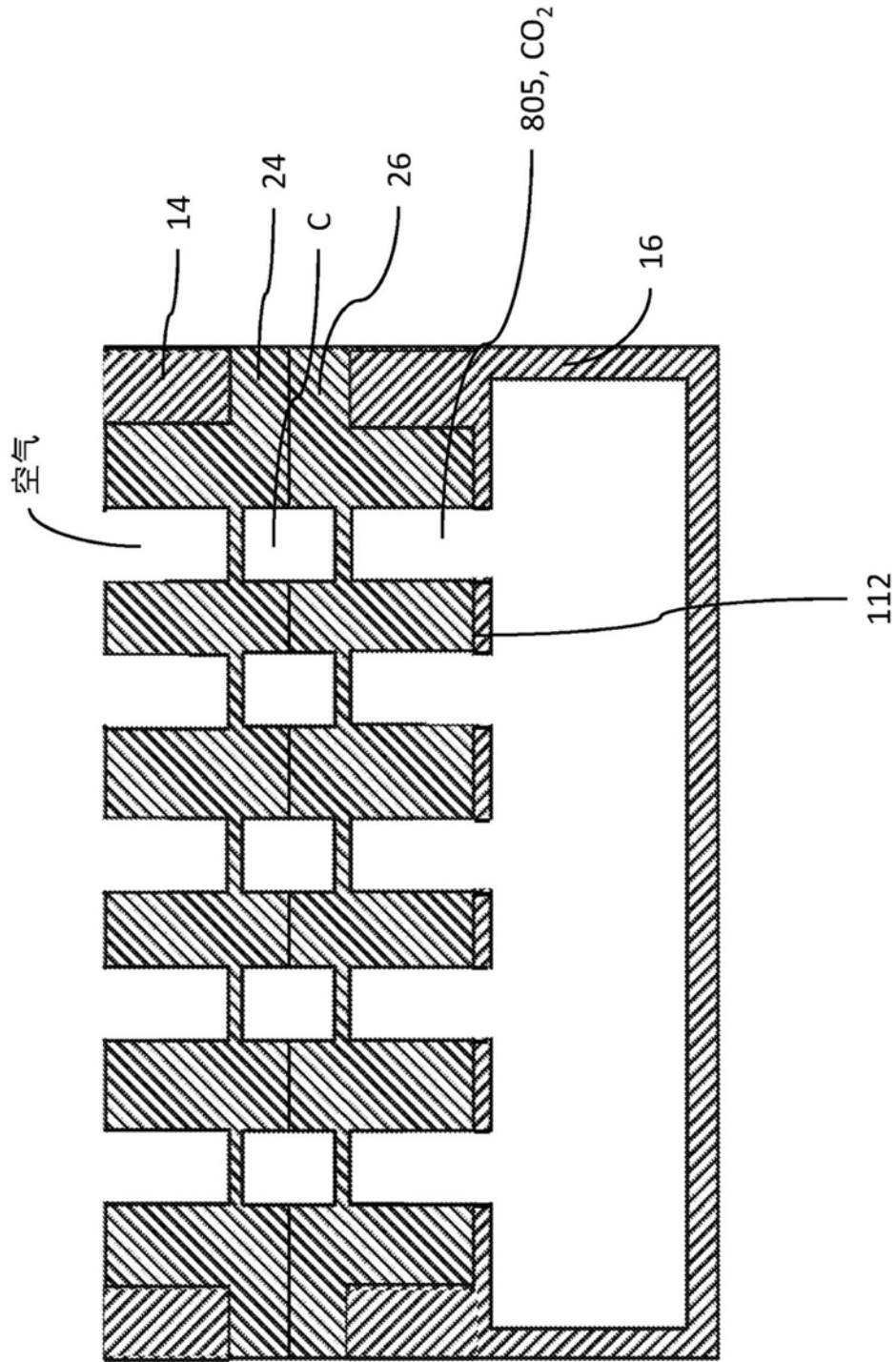


图28

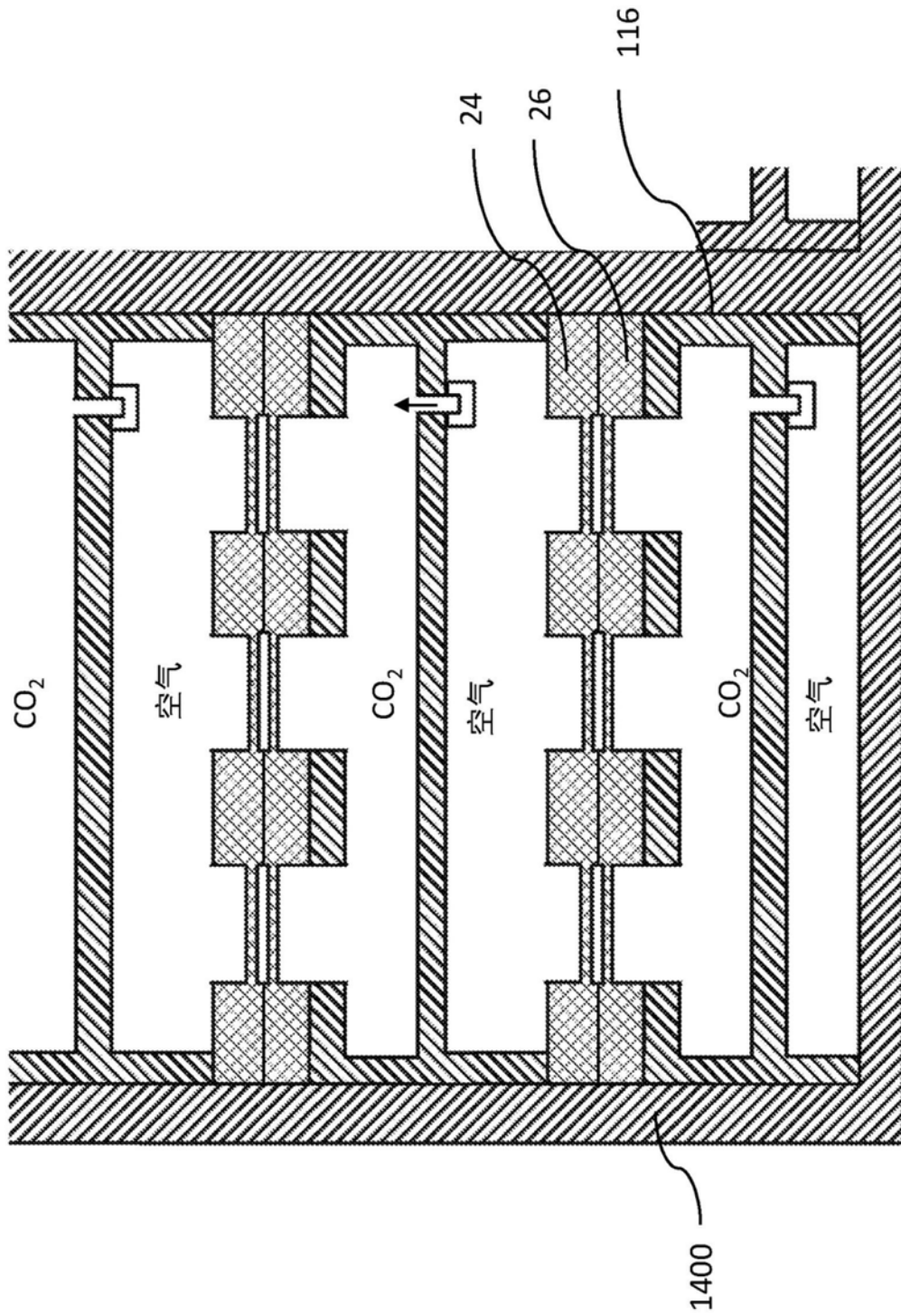


图29

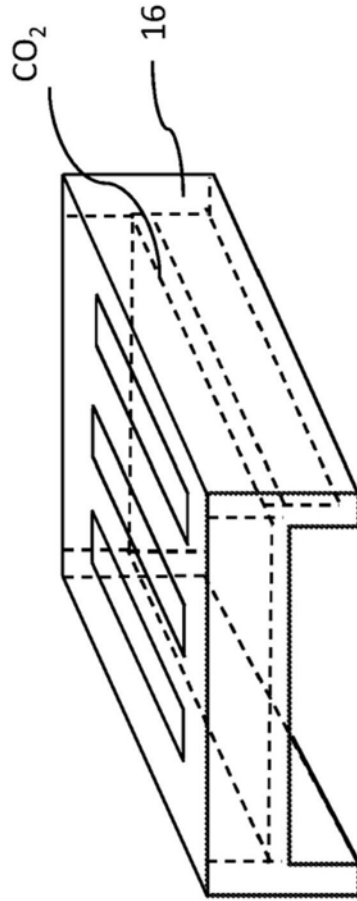


图30

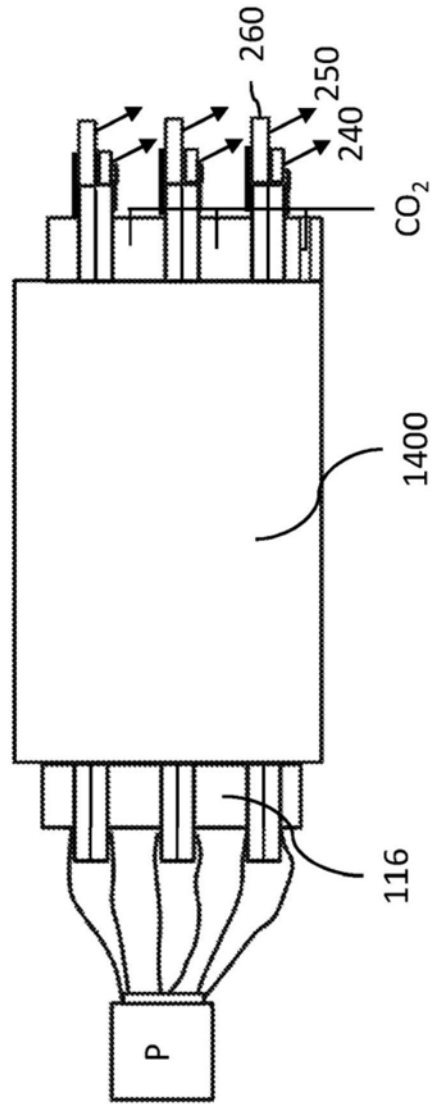


图31

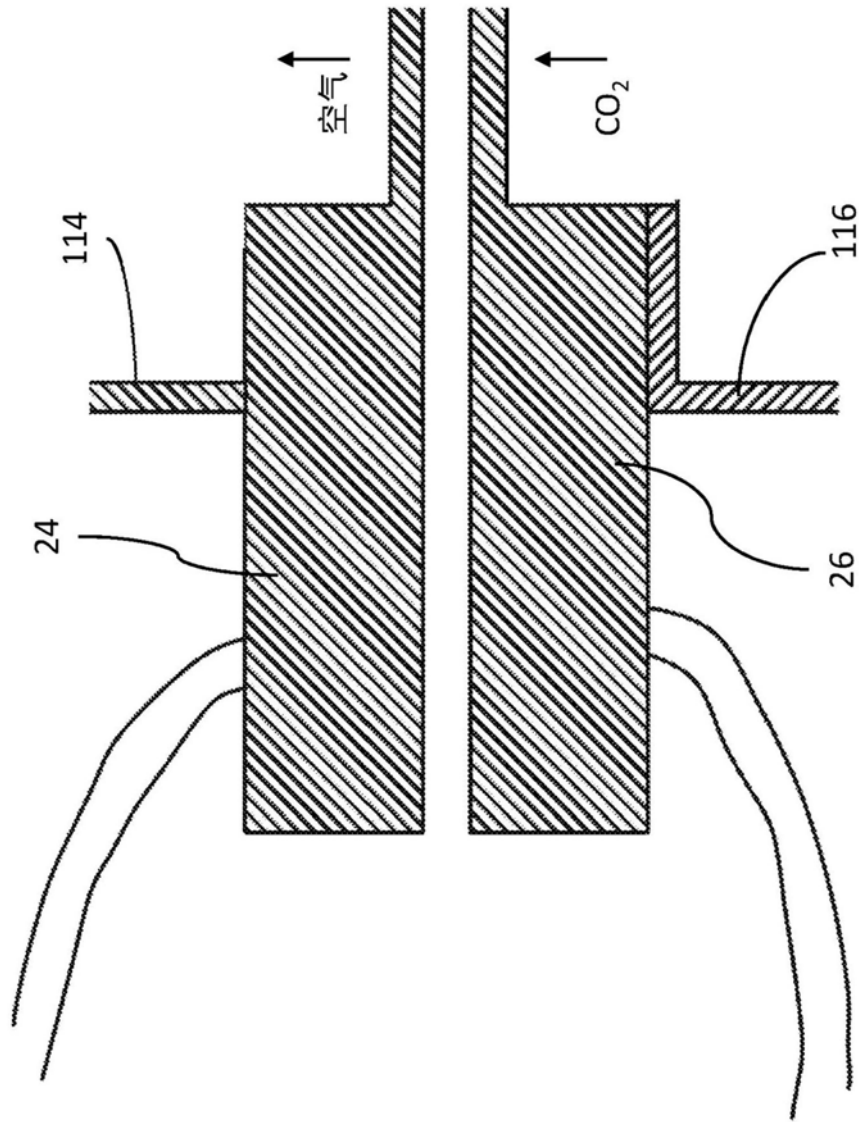


图32

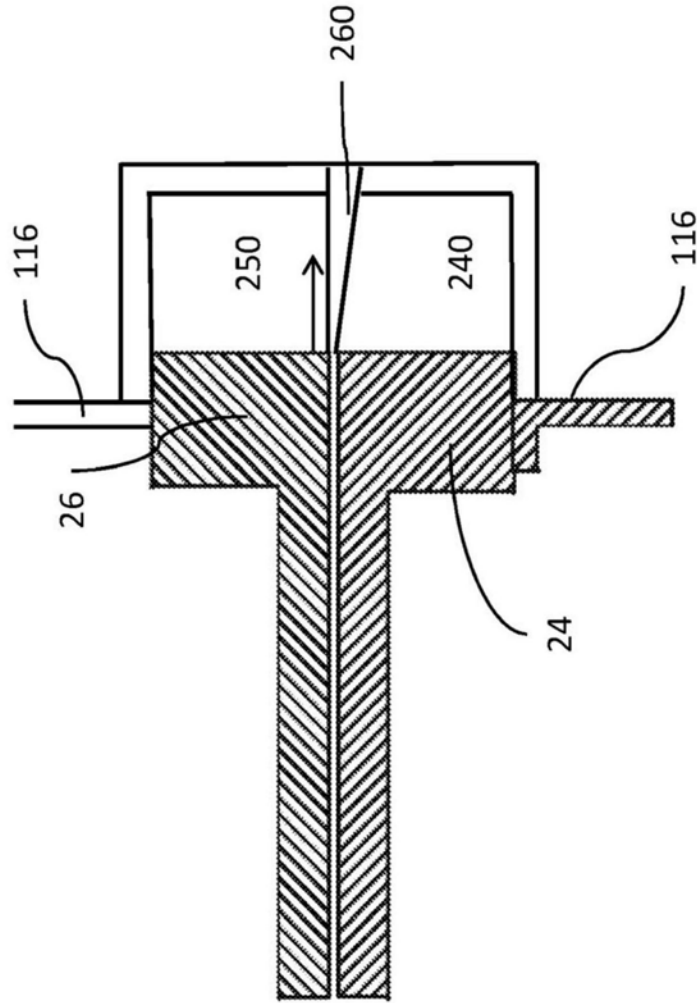


图33

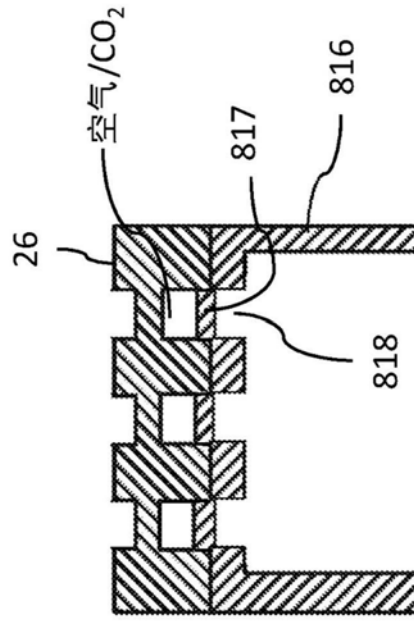


图34

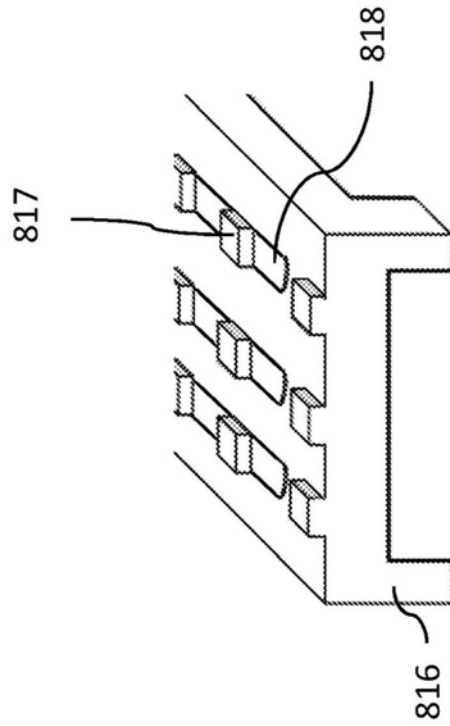


图35

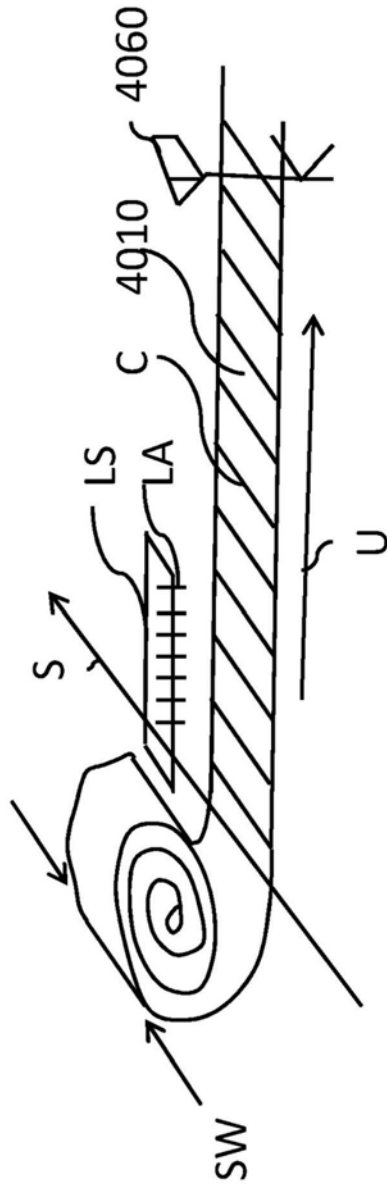


图36

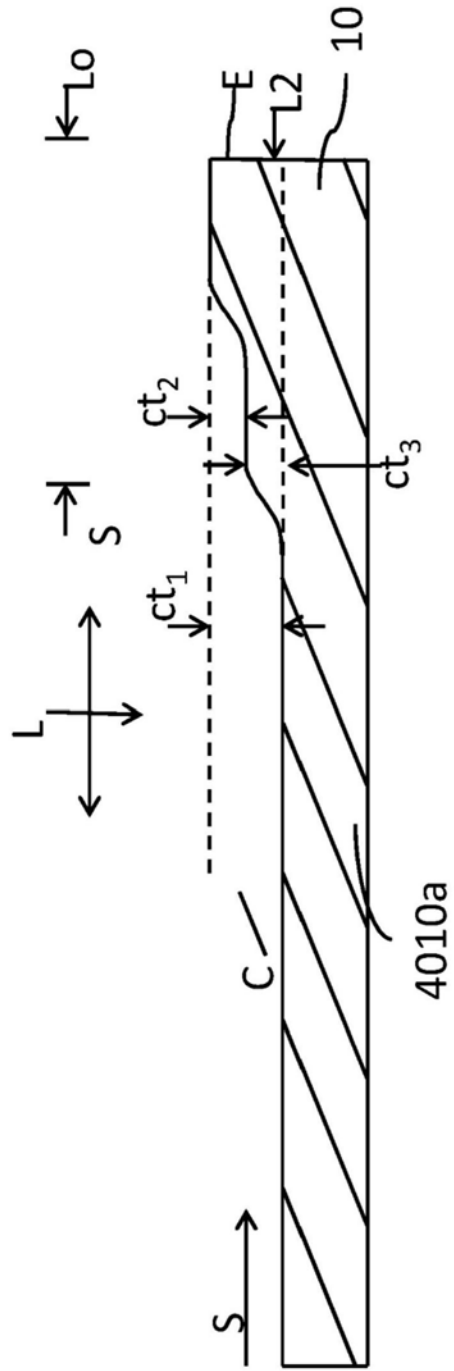


图37

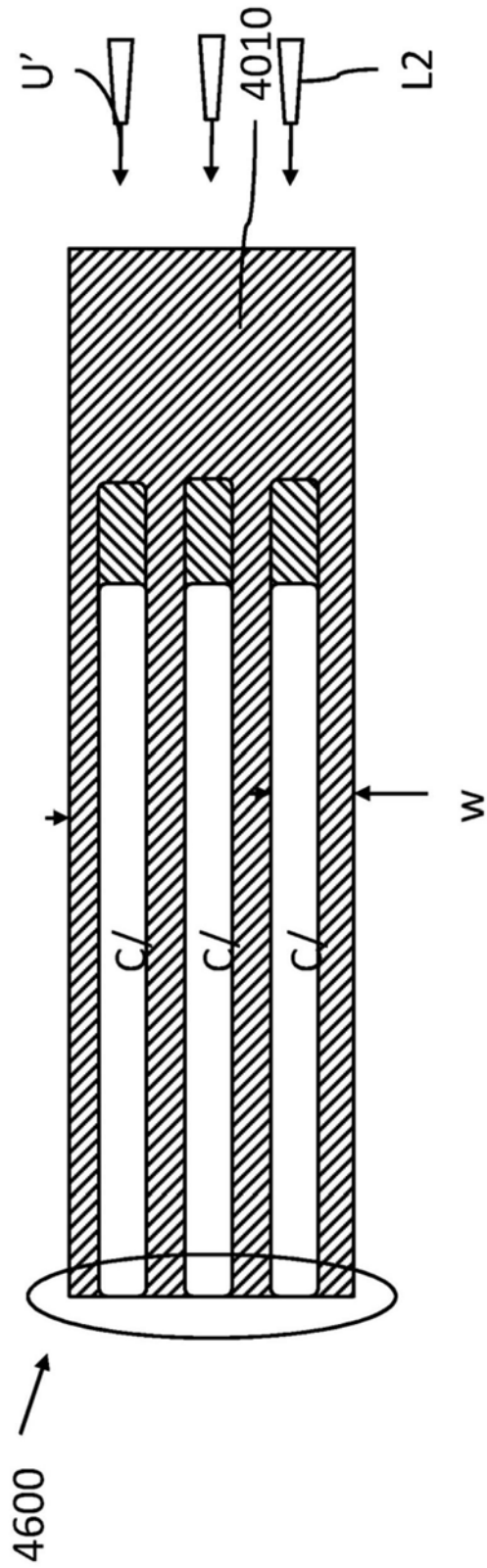


图38

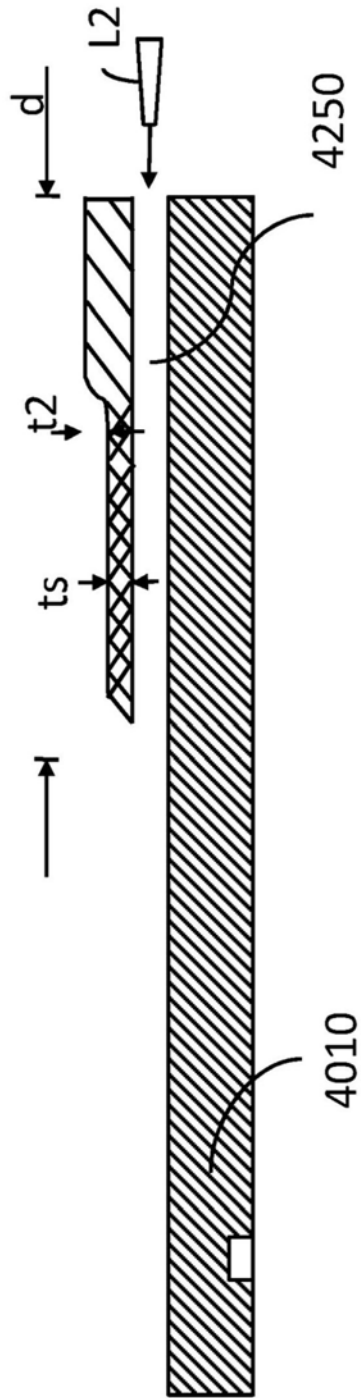


图39

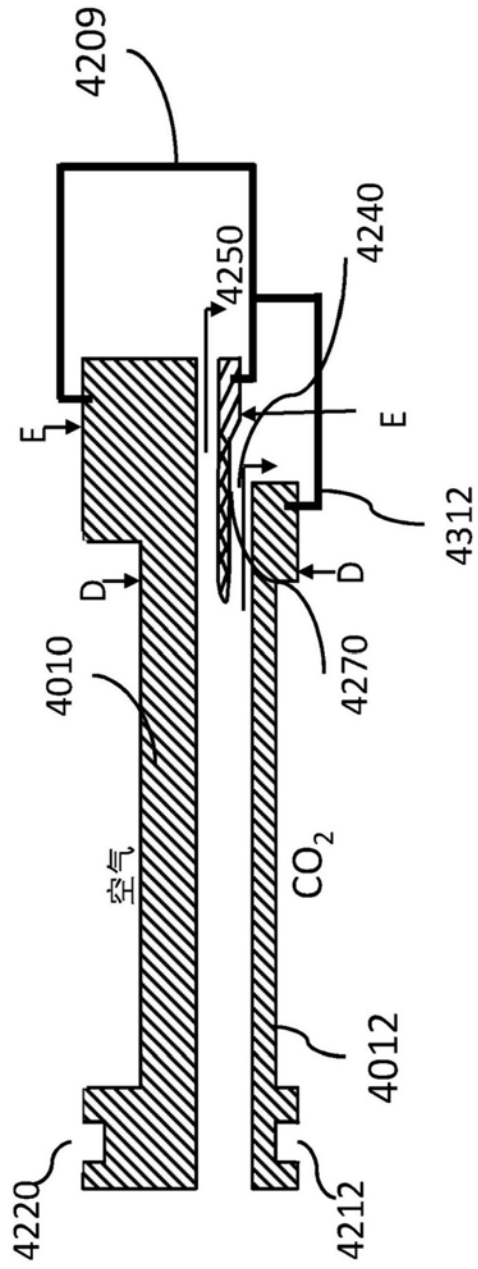


图40

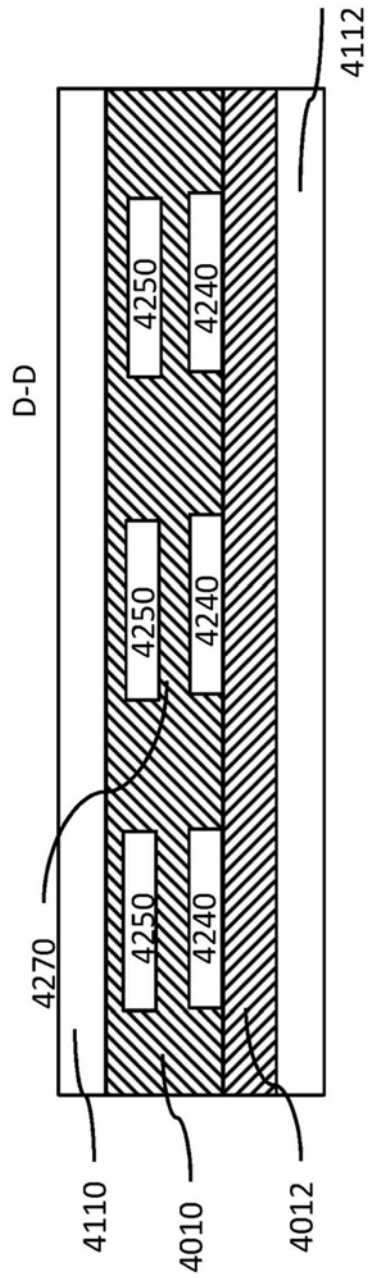


图41

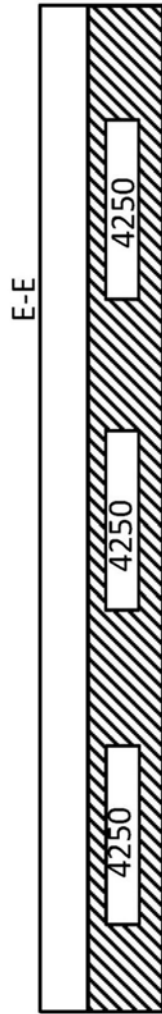


图41a

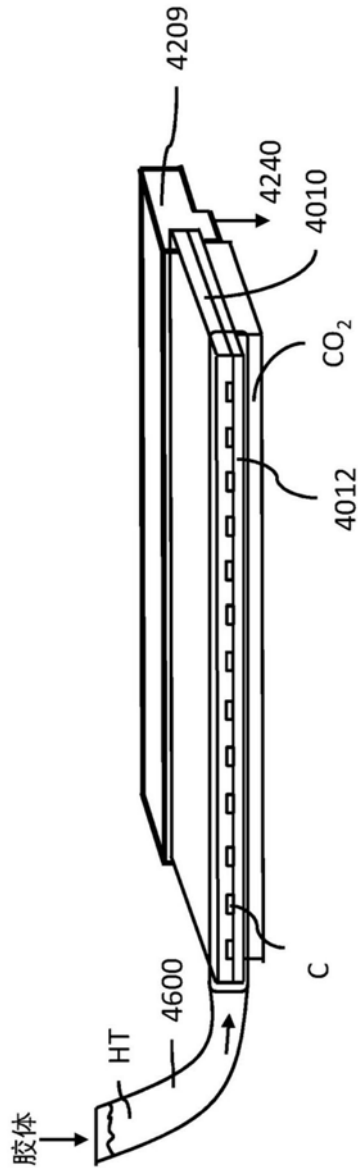


图42

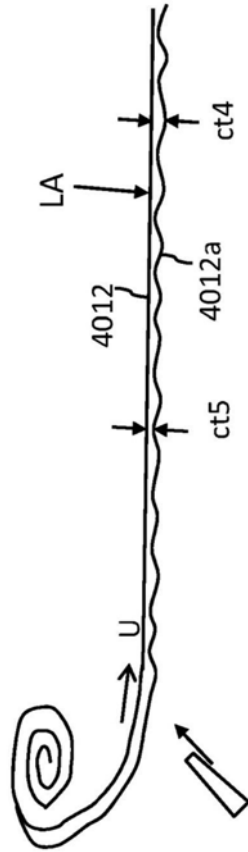


图43



图44



图45

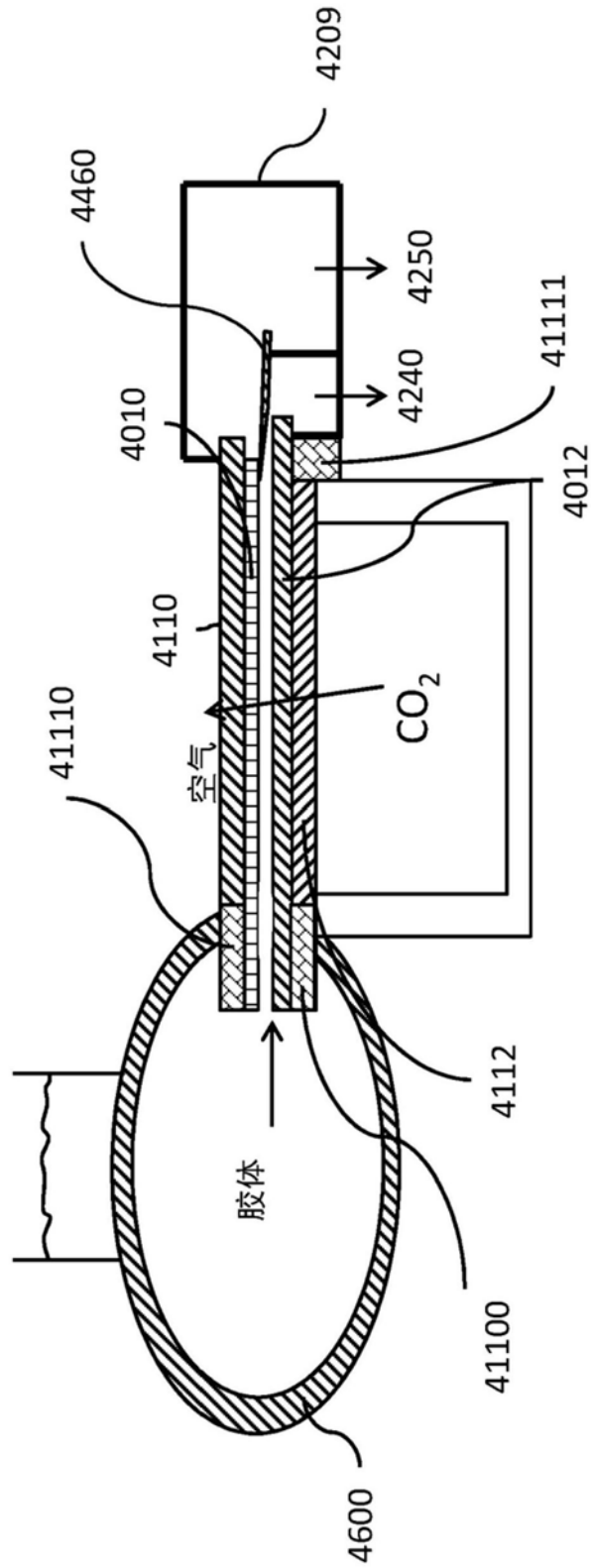


图46

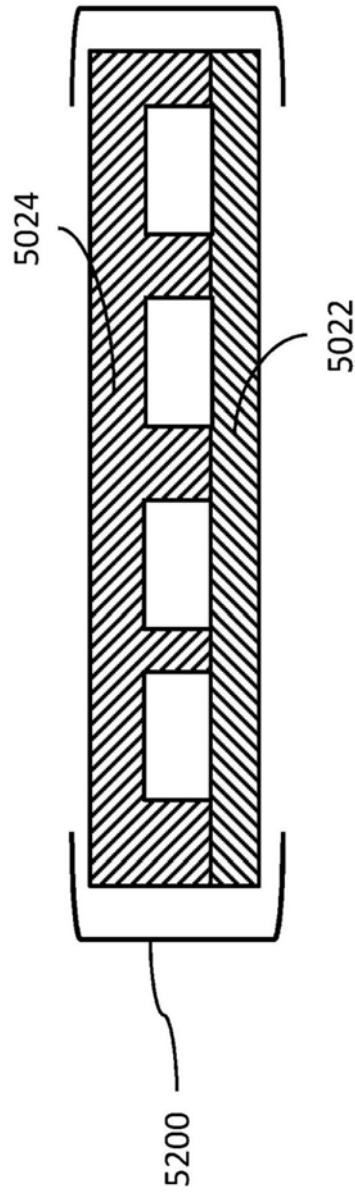


图47

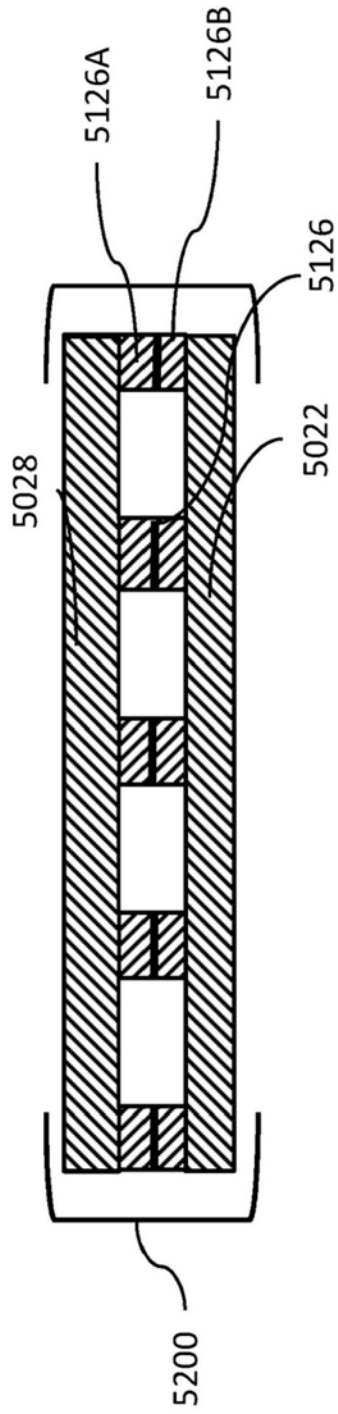


图48

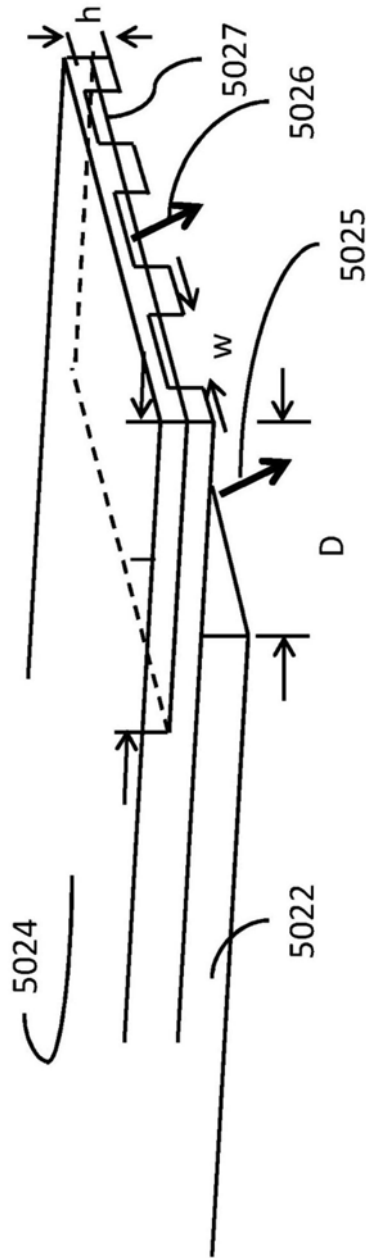


图49

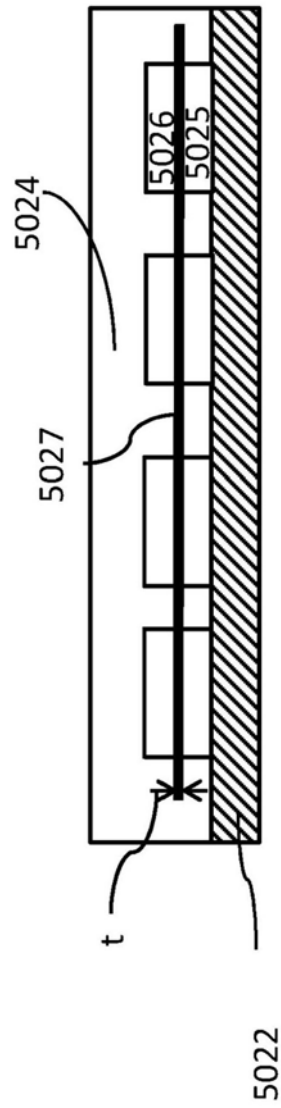


图50

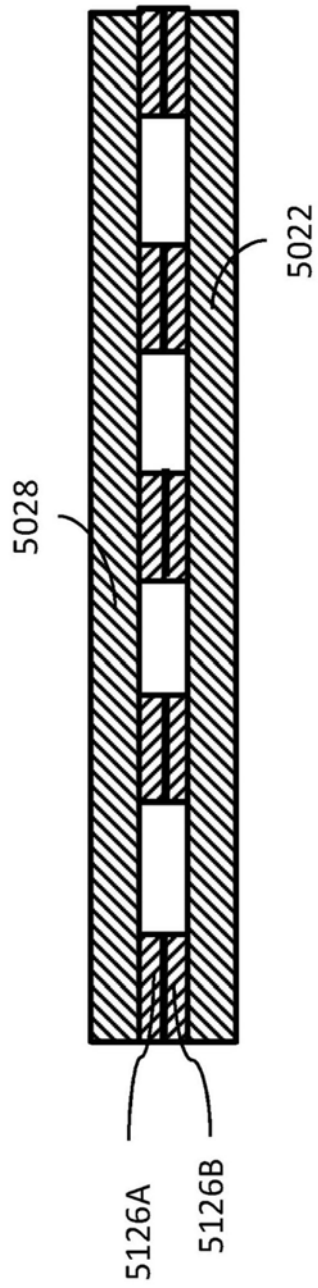


图51

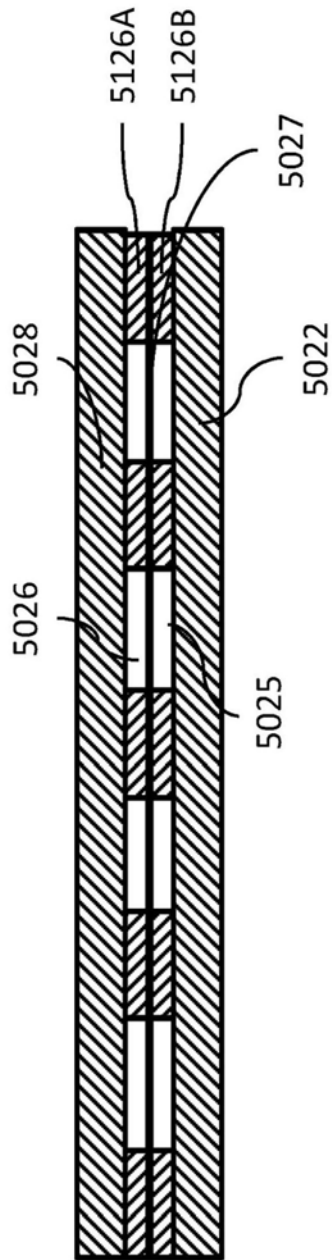


图52

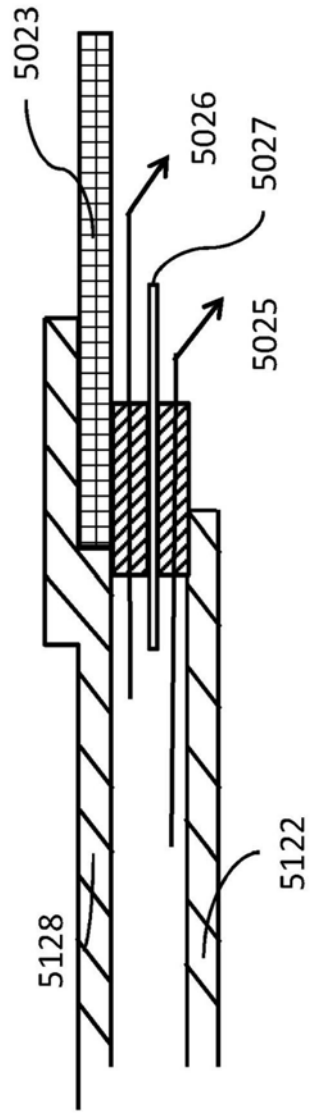


图53

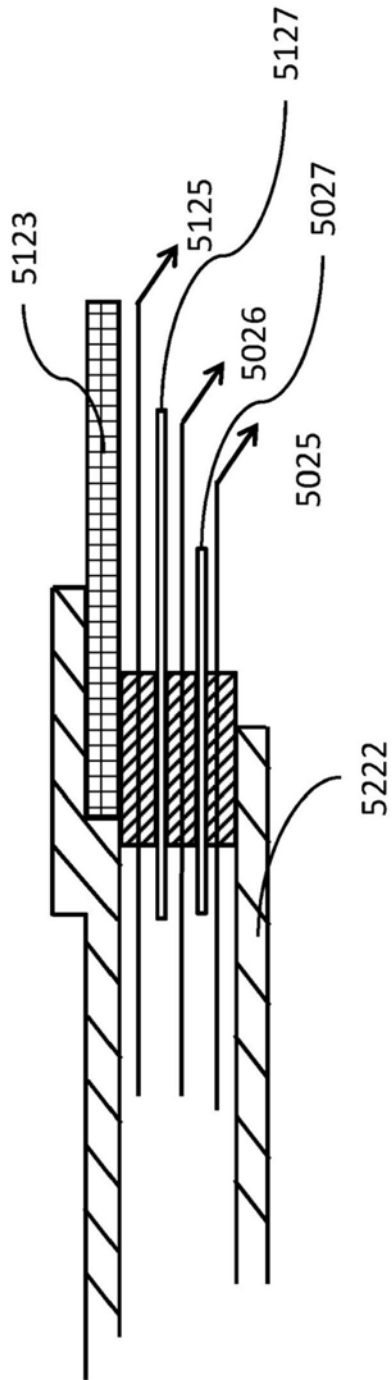


图54