



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119994132 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202510085563.3

H01M 8/04276 (2016.01)

(22) 申请日 2025.01.20

(71) 申请人 大连融科储能技术发展有限公司
地址 116023 辽宁省大连市高新技术产业
园区信达街22号

(72) 发明人 陈放 王世宇 吴静波 江杉
倪胜蓝 蔡忠全 刘信廷 姜枫

(74) 专利代理机构 大连智高专利事务所(特殊
普通合伙) 21235
专利代理师 季婉

(51) Int. Cl.

H01M 8/18 (2006.01)

H01M 8/2465 (2016.01)

H01M 8/2475 (2016.01)

H01M 8/2483 (2016.01)

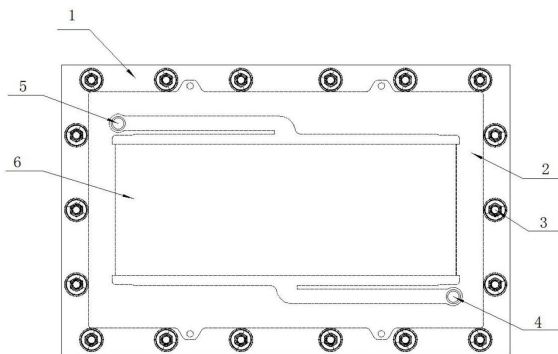
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种无需充放电的可视化透明液流电池电堆

(57) 摘要

本发明属于液流电池技术领域,公开了一种无需充放电的可视化透明液流电池电堆,透明电堆包括透明端板、透明电极框,透明端板与透明电极框之间硬接触部分用硅胶垫密封,其余部分采用紧固件固定连接,电极区设有进液口、出液口和透明流道。本发明装置用于测试电极框与流场液体的流动性,是否有死区、液体流动不均匀的地方,用于理论计算、模拟仿真与实际组装之间的二次预判验证作用,让设计更准确,可以节省大量的时间与人力等成本。



1. 一种无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,透明电堆(8)包括透明端板(1)、透明电极框(2),透明端板(1)与透明电极框(2)之间硬硬接触部分用硅胶垫密封,其余部分采用紧固件(3)固定连接,电极区(6)设有进液口(4)、出液口(5)和透明流道(7)。

2. 根据权利要求1所述的无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,测试时透明电堆(8)与磁力泵(10)、储液桶(9)依次管道连接。

3. 根据权利要求2所述的无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,储液桶(9)装有动力粘度与电解液相同的明胶水溶液。

4. 根据权利要求3所述的无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,明胶水溶液中加入一定比例的 TiO_2 ,最终明胶的质量分数为11~15%。

5. 根据权利要求3所述的无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,明胶水溶液的制备方法为:明胶固体颗粒逐渐加入热水中搅拌至完全溶解后再冷却到室温,最后测试动力粘度与现有电堆使用的电解液相同即可。

6. 根据权利要求1所述的无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,透明端板(1)、透明电极框(2)和透明流道(7)均为高透明亚克力或PC板材料。

7. 根据权利要求1所述的无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,透明端板(1)、透明电极框(2)、透明流道(7)的材质为高透明亚克力板。

8. 根据权利要求1所述的无需充放电的可视化透明液流电池电堆,其特征是,硅胶垫为超薄高透光硅胶垫。

一种无需充放电的可视化透明液流电池电堆

技术领域

[0001] 本发明涉及液流电池技术领域,具体涉及一种无需充放电的可视化透明液流电池电堆。

背景技术

[0002] 液流电池是一种能量储存技术,其工作原理为基于化学反应产生电能。在电池充电过程中,化学反应将储存的能量转化为电能,并在电极之间产生电压;在放电过程中,电池将储存的能量释放出来,化学反应逆转,将电能转化为化学能。液流电池与其他电池最大的区别是其电解质是以流体形式存在的,能够通过外部流动系统进行循环。这种特性使得液流电池在能源存储、电力、航空航天、交通等多个行业得到了广泛应用。

[0003] 电堆结构是液流电池的核心部件,其设计和制备对液流电池性能的影响至关重要。已知的液流电池电堆端板大多采用结构钢制成,电极框材质大多为可注塑可模压的工程塑料,同时液流电池电堆需要链接储液罐、磁力泵、管路、BMS电池管理系统、PCS储能变流器等来进行电解液的循环与电堆的充放电。在设计与组装液流电池电堆之前,大多通过Ansys、Comsol、Matlab等仿真软件模拟电极框、流道、电极中的电解液流动情况,但软件计算结果为常态化,并且忽略了太多实际组装中不可预料的问题,模拟结果往往与电堆组装后测试的实际情况有很大差异。模拟仿真结果为常态化且稳定后的状态,而液流电池电堆在通入电解液时,电堆存在“存气”的情况,这部分气体会导致电极框与流道内存在大量气泡排不出去。另一方面,流道与电极框加工面的粗糙度很大程度上会受到人工、机器的影响。例如:流道内部存气、电极框内部形成气旋、电堆入口压力均无法在软件上直观的体现出来,从而导致设计阶段的结果与实际电堆测试的性能不一致。

[0004] 目前液流电池电堆的优化与革新方式比较传统,潜在的技术为将某一种电堆作为基准,通过调节电极框结构、流道结构、电极孔隙率、电解液粘度、温度等其中一种因素,而其他因素不变的方式去比对性能。开发一种无需充放电即可实现可视化操作的透明液流电池电堆,对于提高液流电池的性能和可维护性具有重要意义。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种无需充放电的可视化透明液流电池电堆,技术方案如下:

[0006] 一种无需充放电的可视化透明液流电池电堆,透明电堆包括透明端板、透明电极框,透明端板与透明电极框之间硬硬接触部分用硅胶垫密封,其余部分采用紧固件固定连接,电极区设有进液口、出液口和透明流道。

[0007] 测试时透明电堆与磁力泵、储液桶依次管道连接。

[0008] 进一步的,储液桶装有动力粘度与电解液相同的明胶水溶液。

[0009] 进一步的,明胶水溶液中加入一定比例的 TiO_2 ,最终明胶的质量分数为11~15%。

[0010] 进一步的,明胶水溶液的制备方法为:明胶固体颗粒逐渐加入热水中搅拌至完全

溶解后再冷却到室温,最后测试动力粘度与现有电堆使用的电解液相同即可。

[0011] 进一步的,透明端板、透明电极框和透明流道均为高透明亚克力或PC板材料。

[0012] 优选的,透明端板、透明电极框、透明流道的材质为高透明亚克力板。

[0013] 进一步的,硅胶垫为超薄高透光硅胶垫。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0015] 本发明装置用于测试电极框与流场液体的流动性,是否有死区、液体流动不均匀的地方,用于理论计算、模拟仿真与实际组装之间的二次预判验证作用,让设计更准确,可以节省大量的时间与人力等成本。

附图说明

[0016] 图1是透明电堆电极侧结构示意图;

[0017] 图2是透明电堆流道侧结构示意图;

[0018] 图3是透明电堆系统示意图;

[0019] 图4是磁力泵启动第三秒,通道内电解液实时的流动情况示意图;

[0020] 图5是磁力泵启动第七秒,通道内电解液实时的流动情况示意图;

[0021] 图6是流动稳定后,通道内电解液实时的流动情况示意图;

[0022] 图7是流动稳定后,电极区域电解液分布情况示意图;

[0023] 图8是磁力泵启动第三秒,通道内电解液实时的流动情况示意图;

[0024] 图9是磁力泵启动第七秒,通道内电解液实时的流动情况示意图;

[0025] 图10是流动稳定后,通道内电解液实时的流动情况示意图;

[0026] 图11是流动稳定后,电极区域电解液分布情况示意图。

[0027] 其中:1.透明端板,2.透明电极框,3.紧固件,4.进液口,5.出液口,6.电极区,7.透明流道,8.透明电堆,9.储液桶,10.磁力泵。

具体实施方式

[0028] 为了更好的理解本发明,下面结合实施例进一步阐明本发明的内容,但本发明的内容不仅仅局限于以下几个实施例。如无特殊说明,本发明所采用的实验方法为常规方法,所用实验器材、材料、试剂等均可从化学公司购买。

[0029] 本发明为一种可显著提高液流电池电堆性能的新型电堆,设计了一种无需进行充放电,并且只需要组装一节,无需组装整体电堆,即可直观地观察到电堆内部结构与电解液流动情况的透明电堆。全钒液流电池每一节流动状态基本一样,所以只需要组装一节就可以反应整个电堆内部每一节的电解液流动状态,不同电堆节数也不同,有30节、36节、42节、48节不等。

[0030] 本发明中的重要部件,例如电极框、端板、流场结构,均选用高透明亚克力或PC板材料,此电堆密封方式为胶垫密封,透明端板1与透明电极框2之间硬硬接触部分用硅胶垫密封,防止液体外漏,密封材料选用超薄高透光硅胶垫。通过本发明可更换不同流道结构的电极框与流场,流动顺畅区域与流动死区一目了然,从而直观评价并有针对性的改进电堆结构。

[0031] 另外,由于目前的全钒液流电池电堆电解液采用 V^{3+} 与 VO^{2+} 价态混合的蓝绿色电解

液,若硫酸氧钒电解液通过高扬程磁力泵泵入电堆后,电解液与黑色电极的颜极为接近,无法直观的观察电解液在电极中流动的均匀程度,为了更加直观且方便观察,针对本发明,同时研制出一种动力粘度与电解液相同的明胶水溶液,明胶水溶液中加入一定比例的 TiO_2 ,使其颜色成为更加直观的白色。明胶水溶液采购了明胶固体颗粒,逐渐加入热水中搅拌至完全溶解后再冷却到室温,最后测试动力粘度与现有电堆使用的电解液近似即可,明胶浓度11~15%,浓度超出这个范围,会导致粘度太低,或者粘度过高无法流动。

[0032] 综上,组装这种通过电堆外部可以直观地观察到内部结构与液体流动的电堆,并结合精雕工艺制作组装了5种不同流道结构电极框,通过本发明来升级液流电池电堆产品。外观直观的观察电解液流动情况,调节流动顺畅区域与流动死区的速度,使其平衡,这种电堆预先评价了电极框、流道、及整体结构的合理性,不仅降低了电堆开发失败的几率,同时由于只需要组装1节,组装时间大幅度缩短,更节省了大量实验阶段的物资成本与宝贵时间。

[0033] 本发明设计原理如下:

[0034] 1、系统组成:

[0035] 包括透明电堆8、两个磁力泵10、两个储液桶9、管路阀门若干。两套结构面对面是对称的,组装的时候只需要装一半即可,如图3所示。

[0036] 2、电堆材料及加工方式:

[0037] 本实施例中透明端板1、透明电极框2、透明流道7的材质均采用高透明亚克力板精雕而成。

[0038] 3、应用方式:

[0039] 本发明的储液桶9装有动力粘度近似电解液的流体,磁力泵10将电解液泵入透明电堆8后即可观察流体在电极框、流道中的流动情况,同时观察电堆电极侧电解液的分布情况(无需进行充放电)。本发明可以解决的实际问题参见实施例1和对比例1。

[0040] 实施例1电解液在本发明透明电堆中流动情况

[0041] 通过图4~图7的直观观察可以发现,对于A电堆这一产品,流动稳定后,很多条流道顶部有存气现象,该现象为电解液在狭窄的通道中流动时,不仅要克服通道内壁的摩擦阻力,同时还要克服液体自身的重力,外加由于电极框设计不合理,不仅导致每条通道内液体供应的量不同,很多条流道无法充满点解液,还致使电极区电解液流动与分布极度不均匀,这种不均匀将是导致电堆极化内阻很大的主要原因。

[0042] 对比例1

[0043] 通过组装透明电堆8可以发现,实施例1中的问题为电极框与流道设计存在不合理,通过重新设计并优化电极框,加密流道间宽度,可以大幅度降低流动死区和流道存气的问题。

[0044] 通过实施例1与对比2可知,本发明可直观地观察到A电堆内部不合理或者需要优化的问题,有针对性的调整后可明显改善结构性的问题,不仅均衡了电解液的分布,并且降低了电堆极化内阻,对电堆性能的提升也是可观的。

[0045] 本发明无需充放电的透明电堆解决了传统液流电池电堆的以下问题:

[0046] ①传统液流电池电堆在组装后无法了解电堆内部电解液运行情况,无法了解电解液在电极区的分布情况,电堆设计时只能依靠传统的Ansys、Comsol、Matlab等软件模拟仿

真去改进结构。

[0047] ②本发明透明电堆仅需组装一节即可评价电解液流动与分布情况,避免了组装几十节实验堆所需长时间的备件准备期与初始性能测试时间,同时节省了实验成本。

[0048] ③本发明无需充放电,极大降低了实验人员在工作中触电的风险。

[0049] 造成电堆性能不佳的主要原因是因为电解液分布的不均匀而造成的浓差极化所导致(浓差极化是由于电解液在电极区分布不均或存在死区,导致电解液浓度不均而造成电势差,这部分电势差所导致的电堆内阻占比很大,从而影响了电堆的性能),本发明可以直观的观察到的电解液在电堆内部流动与分布的情况,可以随时根据观察到的不良情况及时进行结构的改进,而传统的液流电池电堆结构的改进是通过组装试验电堆的方式,电堆组装后需要测试初始性能、单电压极差、OCV区间、自放电等各种原始数据,通过分析繁琐的数据去猜测性能不佳的原因。

[0050] 本发明透明电堆可以一直改善电堆结构,通过观察电解液流动、分布的状态,直至满意为止,而传统的组装试验电堆需要经过材料采购、备件加工、组装、测试等,时间长达5至6个月,本发明透明电堆可以为电堆结构的设计与改进节省了大量的时间与组装实验电堆昂贵的成本,给予了技术研发重要的技术支持。

[0051] 应用例1

[0052] 组装一节透明电堆8的方式并接通磁力泵10与储液罐9,可以直观的观察到的电解液在电堆内部的流动与分布情况,通过此方式改善电极框结构直至满意为止,避免通过长时间准备与加工电堆备件,规避了高昂的实验成本及分析繁琐的原始数据的方式去猜测电堆性能不佳的原因。传统A电堆虽可以在 $200\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流密度下,能量效率80.6%,但电堆结构仍存在很大的优化空间,通过本发明透明电堆从初测至定型,更改了5种电极框结构,目前升级版电堆在电流密度保持不变的条件下,能量效率可达83.6%,能量效率提高了3%,这3%的提升通常要花费1~2年的研发时间才能达到。

[0053] 本发明透明电堆对于液流电池储能行业的技术发展提供了强有力的帮助。

[0054] 表1实施例1与对比例1电堆测试数据对比表

[0055]

	CE (%)	EE (%)	VE (%)
实施例1	96.4	80.6	83.6
对比例1	96.7	83.6	86.5

[0056] 以上所述,仅为本发明创造较佳的具体实施方式,但本发明创造的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明创造披露的技术范围内,根据本发明创造的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明创造的保护范围之内。

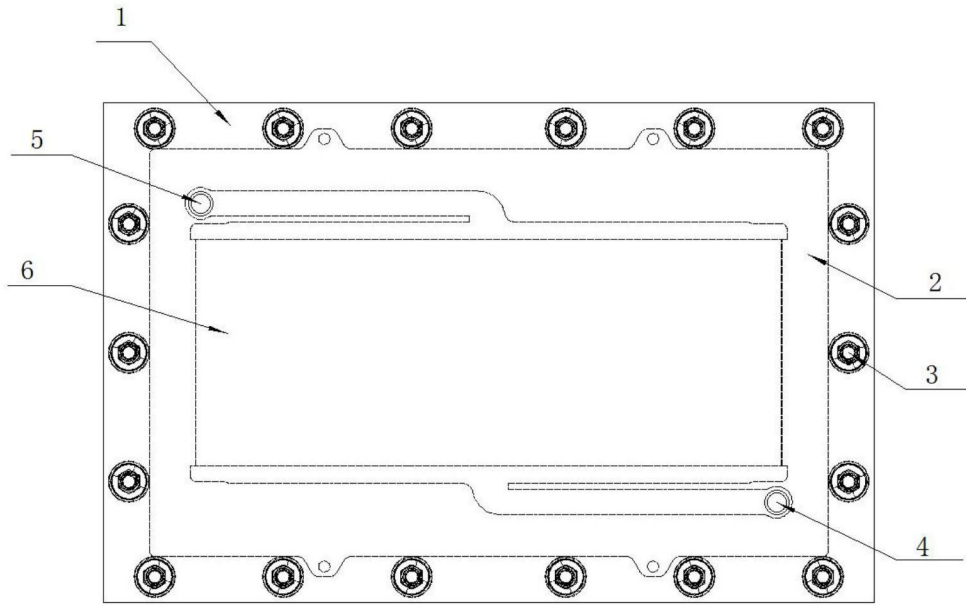


图1

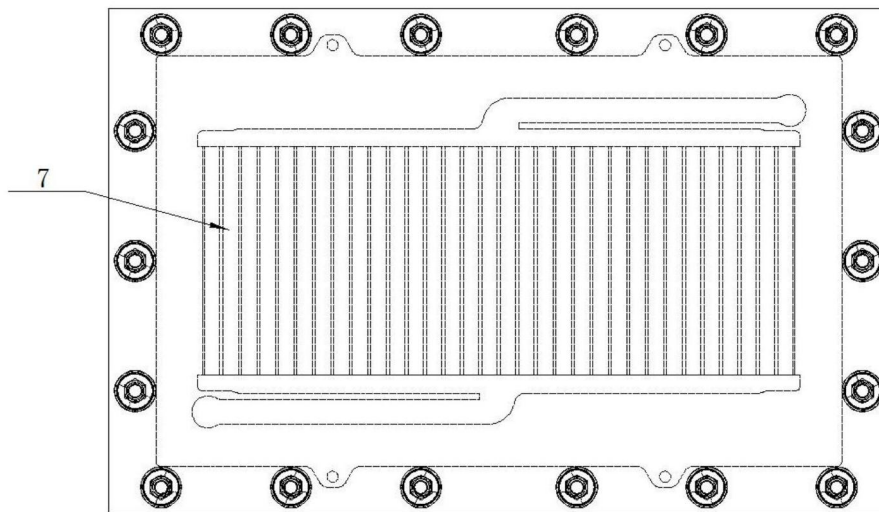


图2

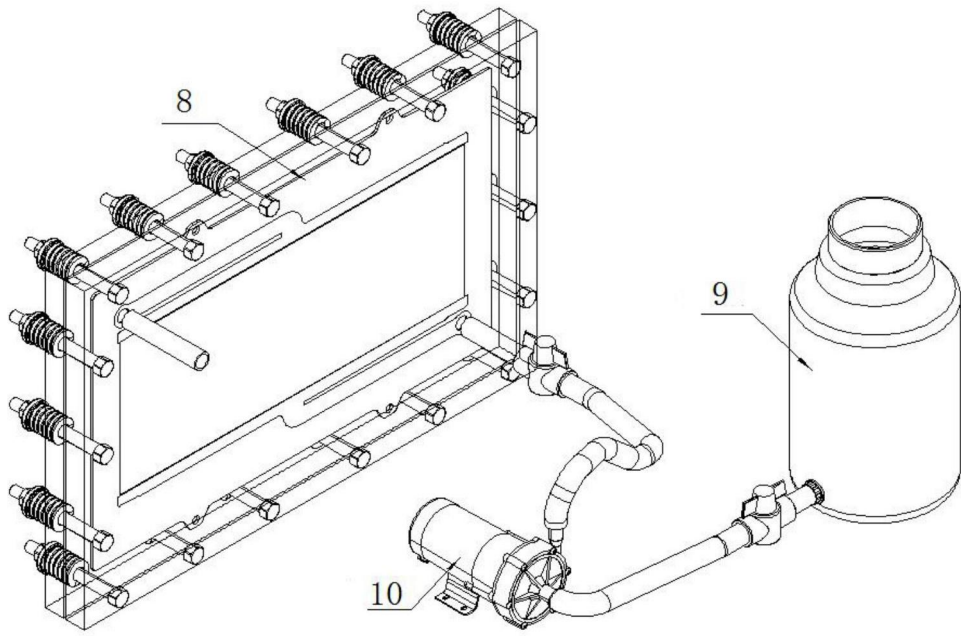


图3

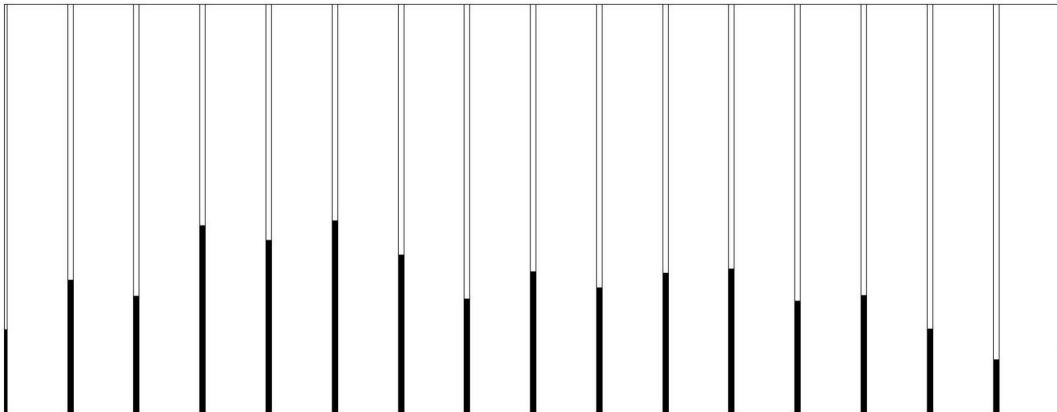


图4

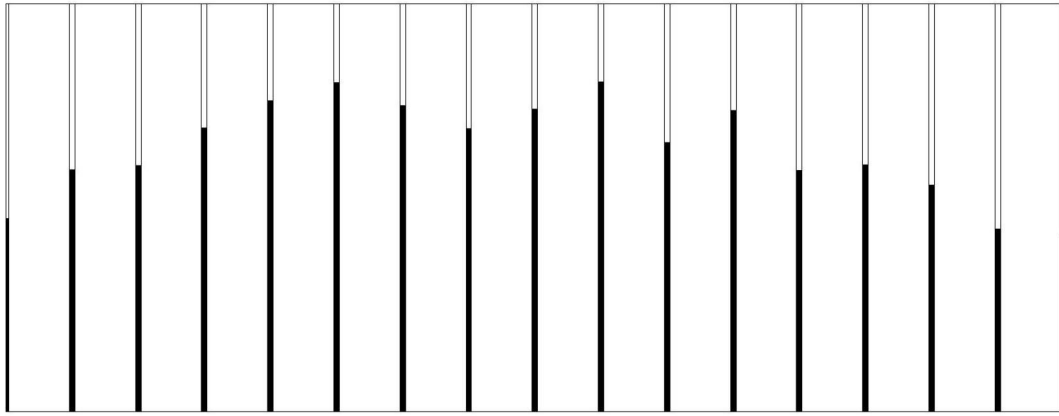


图5

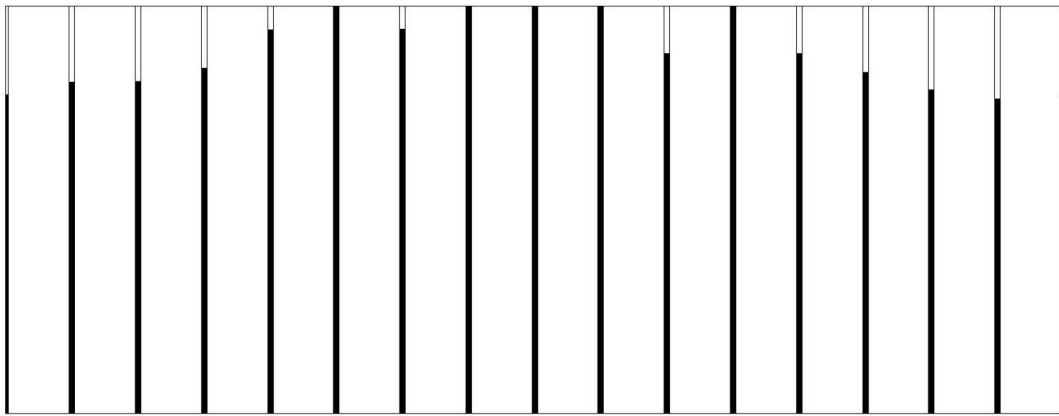


图6

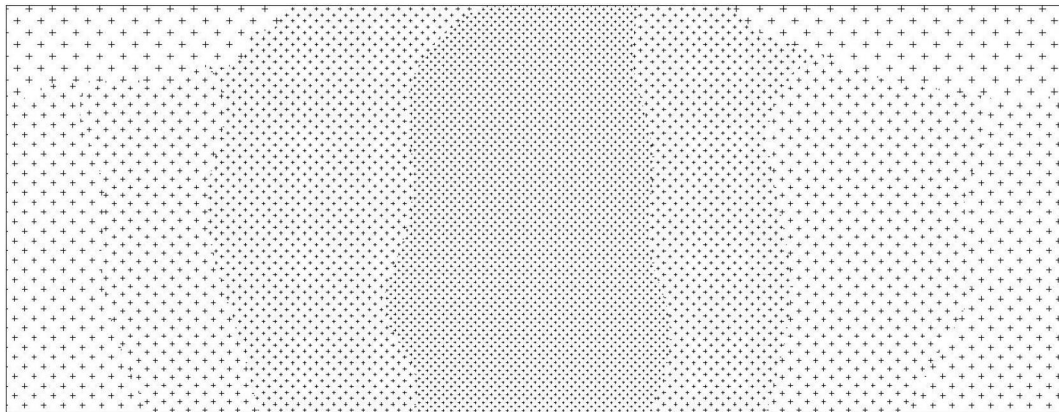


图7

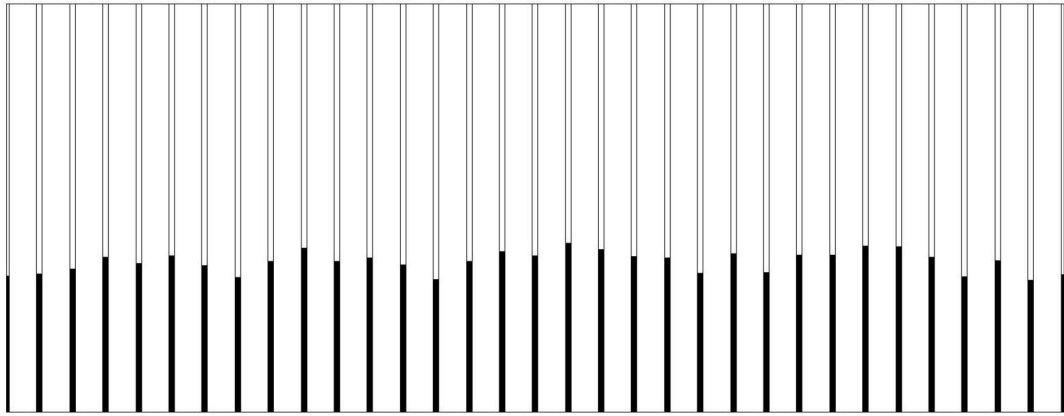


图8

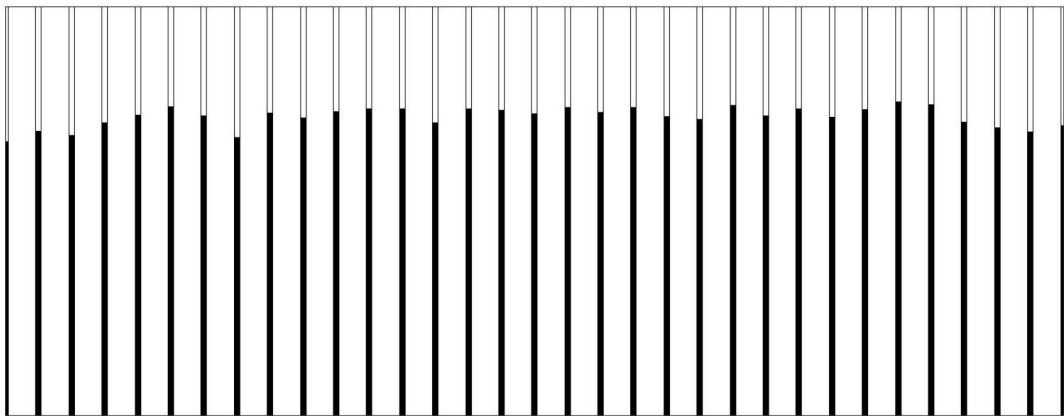


图9

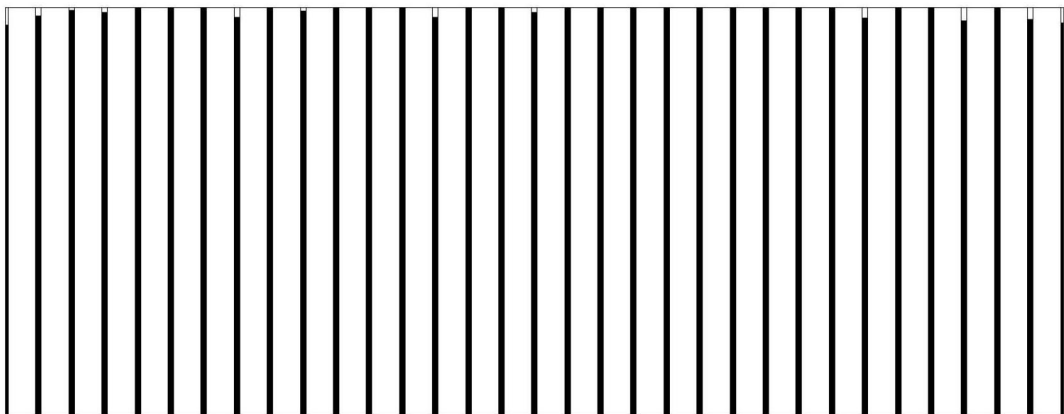


图10

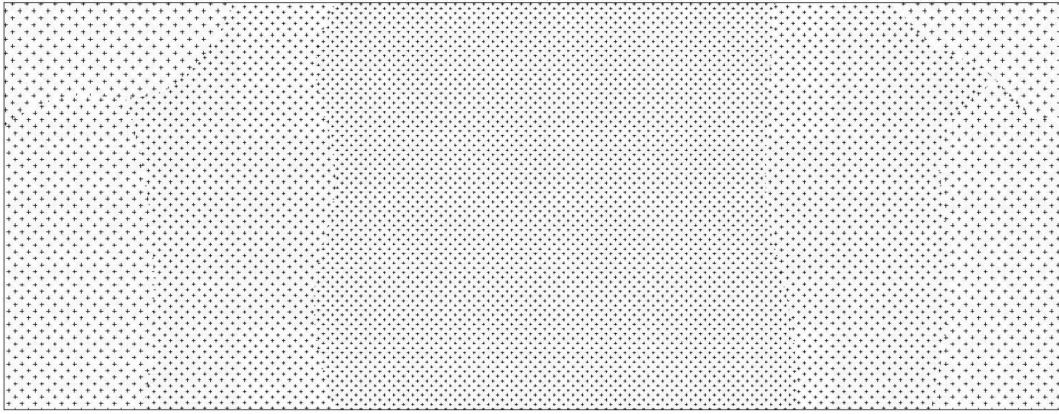


图11