



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118448564 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 06

(21) 申请号 202410616892.1

(22) 申请日 2024.05.17

(71) 申请人 东莞维科电池有限公司

地址 523477 广东省东莞市横沥镇田坑村
新城工业区兴华路19号

(72) 发明人 胡迪伦

(74) 专利代理机构 宁波佰诚知识产权代理事务
所(普通合伙) 33550

专利代理师 陈敏垚

(51) Int. Cl.

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 4/139 (2010.01)

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

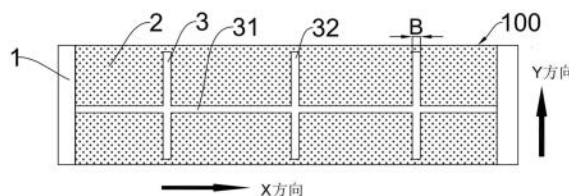
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

一种负极片及二次电池

(57) 摘要

本发明属于电池技术领域,具体涉及一种负极片,包括集流体及涂覆于所述集流体的负极活性物质层,所述负极活性物质层通过激光工艺形成浸润结构;所述浸润结构包括沿所述集流体长度方向X形成的至少一条第一浸润槽及沿所述集流体宽度方向Y形成的至少两条第二浸润槽,通过浸润槽的设置可提高电解液对极片的浸润速度,防止析锂,且可提高电池的充电窗口;所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的深度为A,所述负极活性物质层的厚度为Z,A和Z满足关系式: $A=0.05\sim 0.95Z$;所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的宽度B为 $5\sim 100\mu\text{m}$,通过控制浸润槽的深度和宽度使电解液在水平和垂直方向都有良好的浸润效果。此外,本发明还公开一种包含上述负极片的二次电池。



1. 一种负极片,其特征在于:包括集流体(1)及涂覆于所述集流体(1)的负极活性物质层(2),所述负极活性物质层(2)通过激光工艺形成有浸润结构(3);

所述浸润结构(3)包括沿所述集流体(1)长度方向X形成的至少一条第一浸润槽(31)及沿所述集流体(1)宽度方向Y形成的至少两条第二浸润槽(32);

所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)的深度为A,所述负极活性物质层(2)的厚度为Z,A和Z满足关系式: $A=0.05\sim 0.95Z$;所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)的宽度B为 $5\sim 100\mu\text{m}$ 。

2. 如权利要求1所述的负极片,其特征在于:所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)均设置为直线结构,所述第一浸润槽(31)与所述第二浸润槽(32)垂直;

相邻的两条所述第二浸润槽(32)之间间距C为 $1.9\text{mm}\sim 2.1\text{mm}$,所述第二浸润槽(32)在所述集流体(1)长度方向X上与所述负极活性物质层(2)的两边缘间距D均为 $2\sim 6\text{mm}$,所述第二浸润槽(32)在所述集流体(1)宽度方向Y上与所述负极活性物质层(2)的两边缘间距F均为 $0.1\sim 0.9\text{mm}$ 。

3. 如权利要求2所述的负极片,其特征在于:所述集流体(1)留置有未涂覆的空箔区(4),在所述集流体(1)宽度方向Y上,所述第二浸润槽(32)与所述空箔区(4)的间距H为 $0.8\sim 1.6\text{mm}$;在所述集流体(1)长度方向X上,靠近于所述空箔区(4)的两条第二浸润槽(32)与该空箔区(4)的间距 $I\leq 3.5\text{mm}$ 。

4. 如权利要求2或3所述的负极片,其特征在于:所述第一浸润槽(31)的数量为一条或多条,所述第二浸润槽(32)的数量为多条,且相邻的两条所述第一浸润槽(31)之间间距 L_1 均相等,相邻的两条所述第二浸润槽(32)之间间距 L_2 均相等; L_1 和 L_2 的满足关系式: $L_1\leq L_2$ 。

5. 如权利要求1所述的负极片,其特征在于:所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)均设置为直线结构,所述第一浸润槽(31)的数量为一条或多条,当所述第一浸润槽(31)的数量为一条时,所述第一浸润槽(31)与所述集流体(1)长度方向X平行,所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)的数量为多条,相邻的两条所述第一浸润槽(31)的端部连通,相邻的两条所述第二浸润槽(32)的端部连通,且它们均形成连续的“V”形结构。

6. 如权利要求1所述的负极片,其特征在于:所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)均设置为曲线结构,所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)相互连通形成均匀排布于所述负极活性物质层(2)的各种不规则图形,所述第一浸润槽(31)和所述第二浸润槽(32)的面积之和占所述负极活性物质层(2)面积的 $10\%\sim 30\%$ 。

7. 如权利要求1所述负极片,其特征在于:所述负极活性物质层(2)包括第一活性物质层(21)及涂覆于所述第一活性物质层(21)的第二活性物质层(22),所述第一活性物质层(21)涂覆于所述集流体(1)至少一表面;所述第一活性物质层(21)为高压实石墨层,所述第二活性物质层(22)为快充石墨层,所述浸润结构(3)通过激光工艺设置于所述第二活性物质层(22)。

8. 如权利要求1所述负极片,其特征在于:还包括导电碳层(5),所述导电碳层(5)设置于所述集流体(1)和所述负极活性物质层(2)之间。

9. 一种二次电池,其特征在于:包括相互卷绕或堆叠的正极片(200)和如权利要求1-8任一所述的负极片(100),所述负极片(100)分为超出区域(101)和重叠区域(102),激光工艺处理前,所述负极片(100)的容量与所述正极片(200)的容量的比值为 CB_1 ,激光工艺处理

后,形成浸润结构(3),所述负极片(100)的容量与所述正极片(200)的容量的比值为 CB_2 ,且它们满足关系式: $0.005 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.03$ 。

10.如权利要求9所述二次电池,其特征在于:所述超出区域(101)与所述重叠区域(102)的厚度相差的绝对值 $\leq 8\mu\text{m}$ 。

一种负极片及二次电池

技术领域

[0001] 本发明属于电池技术领域,具体涉及一种负极片及二次电池。

背景技术

[0002] 锂离子电池在手机、电脑、平板、蓝牙耳机、电动工具、汽车、储能等领域得到了越来越广泛地应用。客户对锂离子电池的能量密度、倍率性能、循环寿命提出了更高的要求,开发高能量密度、快充、长循环寿命的电池已成为行业共识,因此在电池中开始广泛使用厚电极技术,厚电极技术是指在电池总厚度不变的情况下,通过增加电池极片活性物质层的厚度,减少极片及集流体的层数,以提高整体电池的能量密度。

[0003] 目前主要通过对活性物质层进行打孔使电解液可直接进入活性物质层内部,缩短锂离子的迁移路径,提高电池的倍率性能和循环性能,减少电极表面的析锂。然而,这种方式虽然提高了极片在垂直方向的电解液的浸润速率,但无法提高电解液对极片水平方向的浸润速率。打孔改善了极片中部的析锂情况,但对于暴露在电解液中有过量锂供应的极片边缘的析锂情况无法得到改善,使打孔后对电池的倍率性能和循环性能的提升幅度较小。

[0004] 基于此,亟需发明一种负极片来解决前述技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的之一在于:针对现有技术的不足,提供一种负极片,该负极片具有浸润结构,使得电解液在该负极片上具有良好的浸润性。

[0006] 为解决上述技术问题,本申请采用如下技术方案:

[0007] 一种负极片,包括集流体及涂覆于所述集流体的负极活性物质层,所述负极活性物质层通过激光工艺形成有浸润结构;所述浸润结构包括沿所述集流体长度方向X形成的至少一条第一浸润槽及沿所述集流体宽度方向Y形成的至少两条第二浸润槽;所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的深度为A,所述负极活性物质层的厚度为Z,A和Z满足关系式: $A=0.05\sim 0.95Z$;所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的宽度B为 $5\sim 100\mu\text{m}$ 。

[0008] 具体的,A和Z满足关系式: $A=0.35\sim 0.45Z$;所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的宽度B为 $45\sim 55\mu\text{m}$ 。

[0009] 具体的,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽均设置为直线结构,所述第一浸润槽与所述第二浸润槽垂直;

[0010] 相邻的两条所述第二浸润槽之间间距C为 $1.9\text{mm}\sim 2.1\text{mm}$,所述第二浸润槽在所述集流体长度方向X上与所述负极活性物质层的两边缘间距D均为 $2\sim 6\text{mm}$,所述第二浸润槽在所述集流体宽度方向Y上与所述负极活性物质层的两边缘间距F均为 $0.1\sim 0.9\text{mm}$ 。

[0011] 具体的,所述集流体留置有未涂覆的空箔区,在所述集流体宽度方向Y上,所述第二浸润槽与所述空箔区的间距H为 $0.8\sim 1.6\text{mm}$;在所述集流体长度方向X上,靠近于所述空箔区的两条第二浸润槽与该空箔区的间距 $I\leq 3.5\text{mm}$ 。

[0012] 具体的,所述第一浸润槽的数量为一条,所述第二浸润槽的数量为多条,且相邻的

两条所述第二浸润槽之间间距均相等。

[0013] 具体的,所述第一浸润槽的数量为多条,且相邻的两条所述第一浸润槽之间间距 L_1 均相等;所述第二浸润槽的数量为多条,且相邻的两条所述第二浸润槽之间间距 L_2 均相等; L_1 和 L_2 的满足关系式: $L_1 \leq L_2$ 。

[0014] 具体的,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽均设置为直线结构,所述第一浸润槽的数量为一条,所述第一浸润槽与所述集流体长度方向X平行,所述第二浸润槽的数量为多条,相邻的两条所述第二浸润槽的端部连通,且形成“V”形结构。

[0015] 具体的,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽均设置为直线结构,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的数量为多条,相邻的两条所述第一浸润槽的端部连通,相邻的两条所述第二浸润槽的端部连通,且它们均形成连续的“V”形结构。

[0016] 具体的,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽均设置为曲线结构,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽相互连通形成均匀排布于所述负极活性物质层的各种不规则图形,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的面积之和占所述负极活性物质层面积的10% - 30%。

[0017] 具体的,所述第一浸润槽和所述第二浸润槽的面积之和占所述负极活性物质层面积的20%,且第一浸润槽和所述第二浸润槽均布置于所述负极活性物质层的中央。

[0018] 具体的,所述负极活性物质层包括第一活性物质层及涂覆于所述第一活性物质层的第二活性物质层,所述第一活性物质层涂覆于所述集流体至少一表面;所述第一活性物质层为高压实石墨层,所述第二活性物质层为快充石墨层,所述浸润结构通过激光工艺设置于所述第二活性物质层。

[0019] 具体的,还包括导电碳层,所述导电碳层设置于所述集流体和所述负极活性物质层之间。

[0020] 本发明的有益效果在于:通过激光工艺形成在长度方向和宽度方向的第一浸润槽和第二浸润槽提供了电解液流通的通道,使电解液在水平方向的浸润速度快,减小了电解液在负极片的边缘位置和中心位置电解液的锂离子浓度差,使负极片不容易析锂,通过控制第一浸润槽和第二浸润槽的深度和活性物质层的厚度之间的关系以及第一浸润槽和第二浸润槽的宽度,形成锂离子浸润的通道,使锂离子可直接进入活性物质层内部,减小锂离子的传输路径,提高电池的大倍率充放电性能。

[0021] 本发明的目的之二在于:提供一种二次电池,包括相互卷绕或堆叠的正极片和上述的负极片,所述负极片分为超出区域和重叠区域,激光工艺处理前,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_1 ,激光工艺处理后,形成浸润结构,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_2 ,且它们满足关系式: $0.005 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.03$ 。

[0022] 具体的,激光工艺处理前,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_1 ,激光工艺处理后,形成浸润结构,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_2 ,且它们满足关系式: $0.01 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.02$,使形成浸润结构后电池保持适当的CB值防止因CB值过小而析锂。

[0023] 具体的,所述超出区域与所述重叠区域的厚度相差的绝对值 $\leq 8\mu\text{m}$ 。

附图说明

[0024] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发

明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0025] 图1为本发明中实施例1的结构示意图之一;

[0026] 图2为本发明中实施例1的结构示意图之二;

[0027] 图3为本发明中实施例2的结构示意图;

[0028] 图4为本发明中实施例3的结构示意图;

[0029] 图5为本发明中实施例4的结构示意图;

[0030] 图6为本发明中实施例5的结构示意图;

[0031] 图7为本发明中实施例6的结构示意图;

[0032] 图8为本发明中实施例7的结构示意图;

[0033] 图9为本发明中实施例8的结构示意图;

[0034] 图10为本发明中实施例9的结构示意图;

[0035] 图11为本发明中实施例10的结构示意图;

[0036] 图12为本发明中实施例11的结构示意图;

[0037] 图13为打孔极片和不打孔极片以及本发明的浸润速率对比图;

[0038] 其中:1-集流体;2- 负极活性物质层;21- 第一活性物质层;22- 第二活性物质层;3- 浸润结构;31- 第一浸润槽;32- 第二浸润槽;4- 空箔区;5- 导电碳层;100- 负极片;101- 超出区域;102- 重叠区域;200- 正极片。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本申请。

[0040] 以下结合附图对本发明作进一步详细说明,但不作为对本发明的限定。

[0041] 实施例1

[0042] 结合图1-2所示,本申请人发现,现有技术的负极片100主要是通过通过在负极片100表面打孔,减小负极片100在大倍率充放电的情况下的析锂。然而,在负极片100表面进行打孔对负极片100的水平方向的电解液的浸润速率的提升较小,负极片100的边缘暴露于电解液中过量的锂供应,导致快速锂化饱和甚至锂枝晶生长。同时,负极片100的核心区域无法从电解质中获得足够的锂,即使在充电操作后仍保持低锂化水平,而对负极片100打孔的方式使负极活性物质减少更是加重了负极的锂供应过量,导致其更容易析锂。基于此问题,本申请人通过设置在集流体1长度方向X和宽度方向Y的第一浸润槽31和第二浸润槽32,使电解液能迅速扩散至负极片100的浸润结构3中,并从饱和的浸润结构3中扩散到负极片100各位置的活性物质中,同时周围的电解液快速不断进行补充,有效加快离子传输效率,使边缘处较高浓度的锂离子及时传输到负极片100中心区域,防止在负极片100的边缘析锂。另外,通过控制激光工艺后的CB值,进一步防止电池析锂。

[0043] 结合图1-2所示,本申请提供了一种负极片100,包括集流体1及涂覆于集流体1的

负极活性物质层2, 负极活性物质层2通过激光工艺形成有浸润结构3, 通过浸润结构3的设置提高负极片100在水平方向的浸润速率, 有利于锂离子的传输, 使负极片100各位置的锂离子的浓度差减小, 防止因部分区域的锂离子浓度过高造成析锂; 浸润结构3包括沿集流体1长度方向X形成的至少一条第一浸润槽31及沿集流体1宽度方向Y形成的至少两条第二浸润槽32, 对比第一浸润槽31设置更多的第二浸润槽32可提高对负极片100宽度方向Y的边缘的位置的锂离子传输速度; 第一浸润槽31和第二浸润槽32的深度为A, 负极活性物质层2的厚度为Z, A和Z满足关系式: $A=0.05 \sim 0.95Z$, 当满足关系式时浸润槽的深度可满足负极片100对电解液的浸润需求也不会过深使负极片100的能量密度下降过大, 厚度Z的取值范围为 $30 \sim 70\mu\text{m}$, 对应的A的值可取 $1.5\mu\text{m}$ 、 $6.5\mu\text{m}$ 、 $11.5\mu\text{m}$ 、 $16.5\mu\text{m}$ 、 $21.5\mu\text{m}$ 、 $26.5\mu\text{m}$ 、 $31.5\mu\text{m}$ 、 $36.5\mu\text{m}$ 、 $41.5\mu\text{m}$ 、 $46.5\mu\text{m}$ 、 $51.5\mu\text{m}$ 、 $56.5\mu\text{m}$ 、 $61.5\mu\text{m}$ 、 $66.5\mu\text{m}$; 第一浸润槽31和第二浸润槽32的宽度B为 $5 \sim 100\mu\text{m}$, 使电解液对负极片100的活性物质的浸润效果更好, 并且有利于凹槽毛细结构的形成, 使周围的电解液可快速补充到浸润结构3中。

[0044] 优选的, A和Z满足关系式: $A=0.35 \sim 0.45Z$; 第一浸润槽31和第二浸润槽32的宽度B为 $45 \sim 55\mu\text{m}$, 在上述范围内负极片100的浸润效果和毛细效果更好。

[0045] 实施例2

[0046] 如图1-3所示, 与实施例1不同的是: 本实施例的第一浸润槽31和第二浸润槽32均设置为直线结构, 第一浸润槽31与第二浸润槽32垂直, 面积相同时垂直的第一浸润槽31和第二浸润槽32所围成区域的中心离第一浸润槽31和第二浸润槽32的距离最近。

[0047] 相邻的两条第二浸润槽32之间间距C为 $1.9\text{mm} \sim 2.1\text{mm}$, 使负极片100各位置都得到良好的浸润, 第二浸润槽32在集流体1长度方向X上与负极活性物质层2的两边缘间距D均为 $2 \sim 6\text{mm}$, 第二浸润槽32在集流体1宽度方向Y上与负极活性物质层2的两边缘间距F均为 $0.1 \sim 0.9\text{mm}$, 在负极片100的边缘处电场较强, 当将浸润结构3设置到边缘上, 容易会在浸润结构3的凹陷处析锂。本申请的边缘的间距可防止在边缘处附近的浸润结构3析锂, 在一些实施例中将第一浸润槽31和第二浸润槽32的间距设置为在边缘处的间距较小而在中间的部分间距较大, 通过这种方式可减少负极片100边缘处的析锂。

[0048] 其它与实施例1的结构相同, 这里不再赘述。

[0049] 实施例3

[0050] 如图4所示, 与实施例2不同的是: 本实施例的集流体1留置有未涂覆的空箔区4, 可用于设置极耳, 在集流体1宽度方向Y上, 第二浸润槽32与空箔区4的间距H为 $0.8 \sim 1.6\text{mm}$; 在集流体1长度方向X上, 靠近于空箔区4的两条第二浸润槽32与该空箔区4的间距I均小于或等于 3.5mm , 通过控制可防止在极耳附近的析锂。

[0051] 其它与实施例1的结构相同, 这里不再赘述。

[0052] 实施例4

[0053] 如图1-5所示, 与实施例2或3不同的是: 本实施例的第一浸润槽31的数量为一条, 第二浸润槽32的数量为多条, 且相邻的两条第二浸润槽32之间间距均相等, 当间距相等时在各区域对活性物质层的垂直方向的浸润效果的提升相同, 可防止间距不同时, 间距较大的区域在高倍率充放电时由于锂离子的传输路径长内阻大导致析锂。

[0054] 其它与实施例1的结构相同, 这里不再赘述。

[0055] 实施例5

[0056] 如图1-6所示,与实施例2或3不同的是:本实施例的第一浸润槽31的数量为多条,且相邻的两条第一浸润槽31之间间距 L_1 均相等;第二浸润槽32的数量为多条,且相邻的两条第二浸润槽32之间间距 L_2 均相等; L_1 和 L_2 的满足关系式: $L_1 \leq L_2$,负极片100为卷绕式极片时设置 L_2 更大,可减少极片的加工难度。

[0057] 其它与实施例1的结构相同,这里不再赘述。

[0058] 实施例6

[0059] 如图1、2和7所示,与实施例1不同的是:本实施例的第一浸润槽31和第二浸润槽32均设置为直线结构,第一浸润槽31的数量为一条,第一浸润槽31与集流体1长度方向X平行,第二浸润槽32的数量为多条,相邻的两条第二浸润槽32的端部连通,且形成“V”形结构,由于第二浸润槽32之间的端部都是相互连通的,对第一浸润槽31和第二浸润槽32的激光刻蚀无需停顿设置好激光的行进路线后均可一次性完成,加工效率高。

[0060] 其它与实施例1的结构相同,这里不再赘述。

[0061] 实施例7

[0062] 如图1、2和8所示,与实施例1不同的是:本实施例的第一浸润槽31和第二浸润槽32均设置为直线结构,第一浸润槽31和第二浸润槽32的数量为多条,相邻的两条第一浸润槽31的端部连通,相邻的两条第二浸润槽32的端部连通,且它们均形成连续的“V”形结构,在加工效率高的同时对负极片100的不同方向都有良好的提高浸润速率的效果。

[0063] 其它与实施例1的结构相同,这里不再赘述。

[0064] 实施例8

[0065] 如图1、2和9所示,与实施例1不同的是:本实施例的第一浸润槽31和第二浸润槽32均设置为曲线结构,第一浸润槽31和第二浸润槽32相互连通形成均匀排布于负极活性物质层2的各种不规则图形,第一浸润槽31和第二浸润槽32的面积之和占负极活性物质层2面积的10%~30%,随着技术的发展智能电子设备的增多,电池的形状变的多样化,以不规则形式设置浸润结构3,可使浸润结构3适配不同形状的负极片100。

[0066] 优选的,第一浸润槽31和第二浸润槽32的面积之和占负极活性物质层2面积的20%,且第一浸润槽31和第二浸润槽32均布置于负极活性物质层2的中央,上述设置可使电解液的浸润效果最好。

[0067] 其它与实施例1的结构相同,这里不再赘述。

[0068] 实施例9

[0069] 如图1、2和10所示,与实施例1-8任一实施例不同的是:本实施例的负极活性物质层2包括第一活性物质层21及涂覆于第一活性物质层21的第二活性物质层22,第一活性物质层21涂覆于集流体1至少一表面;第一活性物质层21为高压实石墨层,第二活性物质层22为快充石墨层,浸润结构3通过激光工艺设置于第二活性物质层22。其中,第一活性物质层21为高压实石墨可提高负极片100的能量密度,而第二活性物质层22为快充石墨相对孔隙较大,能够具有更好的透过性,便于电解液透过而浸润第一活性物质层21。并且,将浸润结构3设置于第二活性物质层22因激光工艺而损失的活性物质更少可节省成本,并且浸润结构3的设置也可提高电解液的浸润性,有利于对第一活性物质层21的浸润。

[0070] 其它与实施例1-8任一实施例的结构相同,这里不再赘述。

[0071] 实施例10

[0072] 如图1、2和11所示,与实施例1-9任一实施例不同的是:本实施例的负极片还包括导电碳层5,导电碳层5设置于集流体1和负极活性物质层2之间,导电碳层5的设置可减少电阻有利于电流的传输,使锂离子的脱嵌更快速,提高电池的高倍率放电性能。此外,导电碳层5的设置可以增加负极活性物质与集流体之间的粘结力,防止使用过程中因发生极片脱膜导致电池失效。

[0073] 其它与实施例1-9任一实施例的结构相同,这里不再赘述。

[0074] 实施例11

[0075] 如图12所示,本申请提供了一种二次电池,包括相互卷绕或堆叠的正极片200和上述任一的负极片100,负极片100分为超出区域101和重叠区域102,激光工艺处理前,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_1 ,激光工艺处理后,形成浸润结构,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_2 ,且它们满足关系式: $0.005 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.03$,可以防止激光工艺处理造成电池CB值过小而导致析锂。另外,浸润结构3的设置可与超出区域101配合,提高超出区域的锂离子传递速度,防止超出区域101的设置导致系列析锂。

[0076] 优选的,激光工艺处理前,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_1 ,激光工艺处理后,形成浸润结构,所述负极片的容量与所述正极片的容量的比值为 CB_2 ,且它们满足关系式: $0.01 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.02$,在上述的范围内电池更不容易析锂。

[0077] 优选的,超出区域101与重叠区域102的厚度相差的绝对值 $\leq 8\mu\text{m}$,防止厚度相差过大。在电池充放电过程中,活性物质脱嵌锂离子时会膨胀和收缩,当厚度相差过大时由于超出区域101与重叠区域102的嵌锂顺序不同、膨胀收缩不同而造成析锂。

[0078] 在一些实施例中,超出区域101设置在负极片100的长度方向,第一浸润槽31贯通负极活性物质层2;在另一些实施例中,超出区域101设置在极片的宽度方向,第二浸润槽32贯通所述负极活性物质层2。

[0079] 锂离子电池充电时,锂离子会从正负极重叠区域102流向超出区域101,在随后的放电过程中,尤其电流密度较大时,负极会优先在重叠区域102脱锂,导致负极片100内重叠区域102和超出区域101的锂离子脱嵌速度不同,即超出区域101较低,重叠区域102较高,超出区域101中的锂离子因受到动力学阻碍,致使其从超出区域101迁移到重叠区域102需要较长时间,最终在达到放电截止条件时导致不完全放电,造成可逆容量损失。在多次充放电循环后,进一步造成与正极边缘相对应的负极区域及其附近出现析锂现象,而本申请通过将浸润槽延伸到超出区域101,促进了超出区域101电解液的渗透并增大了锂离子的传输通道,提高了锂离子在超出区域101的传输速度,避免出现不完全放电造成的可逆容量损失。

[0080] 上述二次电池制备工艺包括如下步骤:

[0081] 1. 分别配制正极浆料和负极浆料;

[0082] 2. 将正极浆料涂覆在正极集流体表面,然后依次进行干燥、辊压、裁切,得到正极片;

[0083] 3. 将负极浆料涂覆在负极集流体表面,然后依次进行干燥、辊压、裁切,在裁切过程中通过延长裁切的距离设置超出区域并计算 CB_1 ,负极活性物质层的厚度为 $50\mu\text{m}$,再对负极活性物质层进行激光工艺处理,参数为宽度 $50\mu\text{m}$ 深度 $20\mu\text{m}$,且激光工艺形成的第一浸润槽和第二浸润槽相互垂直,测量 CB_2 的值,将 $CB_1 - CB_2$ 的值是否在 $0.005 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.03$ 这个范围,如果不符合调整裁切设备参数从而调整超出区域的面积,直到 CB_1 和 CB_2 满足关系式

$0.005 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.03$, 得到如实施例1的负极片, CB_1 为1.055, CB_2 为1.040, $CB_1 - CB_2 = 0.015$;

[0084] 4. 电池制备: 将上述正极片、隔离膜、负极片卷绕或者叠片制作出裸电芯, 而后封装注入电解液制作出成品锂离子电池。

[0085] CB_1 和 CB_2 的计算公式:

[0086] $CB_1 = (\text{负极重量} \times \text{负极面积} \times \text{负极活性物质的比例} \times \text{负极活性物质克容量}) / (\text{正极重量} \times \text{正极面积} \times \text{正极活性物质的比例} \times \text{正极活性的克容量})$

[0087] $CB_2 = ((\text{负极重量} - \text{激光工艺失去的重量}) \times \text{负极面积} \times \text{负极活性物质的比例} \times \text{负极活性物质克容量}) / (\text{正极重量} \times \text{正极面积} \times \text{正极活性物质的比例} \times \text{正极活性的克容量})$ 。

[0088] 实施例12

[0089] 与实施例11不同的是: 激光工艺参数宽度 $50\mu\text{m}$ 深度 $20\mu\text{m}$, 极片边缘处间距为1.9mm, 中间的间距为2.0mm, 得到如实施例2的负极片。

[0090] 其它与实施例11相同, 这里不再赘述。

[0091] 实施例13

[0092] 与实施例11不同的是: 激光工艺参数宽度 $50\mu\text{m}$ 深度 $20\mu\text{m}$, 第二浸润槽32与空箔区4的间距H为1.2mm, 第二浸润槽32与该空箔区4的间距I为3.0mm, 得到如实施例3的负极片。

[0093] 其它与实施例11相同, 这里不再赘述。

[0094] 实施例14

[0095] 与实施例11不同的是: CB_1 为1.055, CB_2 为1.050, $CB_1 - CB_2 = 0.005$, 激光工艺处理时, 相邻的两条第二浸润槽32之间间距均相等得到如实施例4的负极片。

[0096] 其它与实施例11相同, 这里不再赘述。

[0097] 实施例15

[0098] 与实施例11不同的是: CB_1 为1.055, CB_2 为1.025, $CB_1 - CB_2 = 0.03$ 。

[0099] 其它与实施例11相同, 这里不再赘述。

[0100] 实施例16

[0101] 与实施例11不同的是: 激光划线的深度为 $15\mu\text{m}$ 激光划线的宽度为 $35\mu\text{m}$ 。

[0102] 其它与实施例11相同, 这里不再赘述。

[0103] 实施例17

[0104] 与实施例11不同的是: 激光划线的深度为 $25\mu\text{m}$ 激光划线的宽度为 $65\mu\text{m}$ 。

[0105] 其它与实施例11相同, 这里不再赘述。

[0106] 实施例18

[0107] 与实施例11不同的是: 激光划线时相邻的两条第二浸润槽32的端部连通, 且形成“V”形结构, 得到如实施例6的负极片。

[0108] 其它与实施例11相同, 这里不再赘述。

[0109] 对比例1

[0110] 1. 分别配制正极浆料和负极浆料;

[0111] 2. 将正极浆料涂覆在正极集流体表面, 然后依次进行干燥、辊压、裁切, 得到正极片;

[0112] 3. 将负极浆料涂覆在负极集流体表面, 然后依次进行干燥、辊压、裁切得到负极

片,负极活性物质层的厚度为50 μm ;

[0113] 4.电池制备:将上述正极片、隔离膜、负极片卷绕或者叠片制作出裸电芯,而后封装注入电解液制作出成品锂离子电池。

[0114] 对比例2

[0115] 与对比例1不同的是:将负极浆料涂覆在负极集流体表面,然后依次进行干燥、辊压、裁切再对负极活性物质层进行激光打孔处理,激光打孔参数为深度20 μm ,得到负极片,负极活性物质层的厚度为50 μm 。

[0116] 其它与对比例1相同,这里不再赘述。

[0117] 对比例3

[0118] 与对比例1不同的是:将负极浆料涂覆在负极集流体表面,然后依次进行干燥、辊压、裁切,在裁切过程中通过延长裁切的距离设置超出区域并计算 CB_1 ,负极活性物质层的厚度为50 μm ,再对负极活性物质层进行激光工艺处理,参数为宽度50 μm 深度20 μm ,计算 CB_2 的值,得到负极片 CB_1 为1.055, CB_2 为1.020, $CB_1 - CB_2 = 0.035$ 。

[0119] 其它与对比例1相同,这里不再赘述。

[0120] 对比例4

[0121] 与对比例3不同的是: CB_1 为1.055, CB_2 为1.053, $CB_1 - CB_2 = 0.002$ 。

[0122] 其它与对比例3相同,这里不再赘述。

[0123] 对比例5

[0124] 与对比例3不同的是:激光划线参数为宽度15 μm 深度5 μm , CB_1 为1.055, CB_2 为1.040, $CB_1 - CB_2 = 0.015$ 。

[0125] 其它与对比例3相同,这里不再赘述。

[0126] 对比例6

[0127] 与对比例3不同的是:激光划线参数为宽度70 μm 深度40 μm , CB_1 为1.055, CB_2 为1.040, $CB_1 - CB_2 = 0.015$ 。

[0128] 其它与对比例3相同,这里不再赘述。

[0129] 对比例7

[0130] 与对比例3不同的是:负极片设置空箔区4,激光划线参数为第二浸润槽32与空箔区4的间距H为2.5mm第二浸润槽32与该空箔区4的间距I为6mm, CB_1 为1.055, CB_2 为1.040, $CB_1 - CB_2 = 0.015$ 。

[0131] 其它与对比例3相同,这里不再赘述。

[0132] 析锂窗口是电芯在3.5C,3.4C,3.3C,3.2C,3.1C,,3.0C,2.9C,2.8C条件下直冲到截止电压,电芯界面拆解后电芯不析锂对应的最大倍率。

[0133] 锂离子电池充放电循环测试:常温容量保持率为在23 $^{\circ}\text{C}$ 下,将化成后的电池用3C恒流充电至3.0V(截止电流为0.05C),然后用1C恒流放电至3.0V,如此进行循环充放电测试,记录每次放电容量,计算第500周循环容量保持率。其中,锂离子电池第N周循环容量保持率(%) = 第N周放电容量/首周放电容量*100%,45 $^{\circ}\text{C}$ 容量保持率和常温容量保持率的步骤相同,只有测试温度不同这里不再赘述,结果如表1所示。

[0134] 表1

[0135]

	激光工艺 的深度 $A/\mu\text{m}$	激光工 艺的宽 度 $B/\mu\text{m}$	激光 工艺 深度 $/\mu\text{m}$	CB_1	CB_2	CB_1-CB_2	析锂 窗口	常温 容量 保持 率(%)	45℃ 容量 保持 率(%)
实施例 11	20	50		1.055	1.040	0.015	3.5C	97.5	87.5
实施例 12	20	50		1.055	1.040	0.015	3.5C	97.5	88.0
实施例 13	20	50		1.055	1.040	0.015	3.4C	96.0	86.0
实施例 14	20	50		1.055	1.050	0.005	3.3C	96.5	86.5
实施例 15	20	50		1.055	1.025	0.03	3.3C	95.0	85
实施例 16	15	35		1.055	1.040	0.015	3.5C	97.0	86.5
实施例 17	25	65		1.055	1.040	0.015	3.5C	96.0	85.5
实施例 18	20	50		1.055	1.040	0.015	3.5C	97.0	87.0
对比例 1							2.8C	92.0	78.0
对比例 2			20				2.9C	92.5	80.0
对比例 3	20	50		1.055	1.020	0.035	3.1C	91.0	80.0
对比例 4	20	50		1.055	1.053	0.002	3.2C	91.5	77.5
对比例 5	5	15		1.055	1.040	0.015	3.1C	89.0	76.5
对比例 6	40	70		1.055	1.040	0.015	3.2C	89.0	76.0
对比例 7	20	50		1.055	1.040	0.015	3.1C	91.0	79.0

[0136] 由实施例11和对比例3-6对比可知,当 CB_1 和 CB_2 不满足关系式 $0.005 \leq CB_1 - CB_2 \leq 0.03$ 时, CB 值过小,导致析锂; CB 值过大,导致电池容量损失,首效降低。

[0137] 由实施例11和实施例12对比可知,当在边缘处间浸润结构的间距设置更小可提高容量保持率,因为当设置了超出区域后析锂较容易在超出区域形成,而减小边缘处浸润结构的间距可提高超出区域的锂离子传输,进而减少析锂,提高容量保持率。

[0138] 由实施例11、14和对比例4对比可知,随着 $CB_1 - CB_2$ 的值减小,电池的析锂窗口和容量保持率下降,这是因为当 $CB_1 - CB_2$ 的值减小时,激光工艺处理的活性物质变少,导致电解液浸润性不足,易发生析锂。

[0139] 由实施例11和对比例3对比可知,当 $CB_1 - CB_2$ 的值过大时,导致激光工艺处理后的电池 CB 值过小,易发生析锂。

[0140] 由实施例11、16、17和对比例5和6对比可知,当激光工艺的深度和激光工艺的宽度过大时会导致电池由于结构破坏严重而导致析锂,当过小时对电池的缩短锂离子传输路径的提升不明显,无法起到提高电解液对极片浸润速度提升的效果,锂离子在大倍率充放电时容易析出。

[0141] 由实施例13和对比例7对比可知,由于空箔区无法脱嵌锂离子,当浸润结构3与空箔区4的间距过大时,过多的锂离子无法及时传输到负极片的其它位置容易导致在空箔区

附近析锂,使电池的析锂窗口和容量保持率都下降。

[0142] 由实施例11和实施例18对比可知,当选择实施例6的负极片时电池的容量保持率会略微下降,但相差不大,为了提高激光工艺的速度时可选择生产实施例6的负极片。

[0143] 对实施例11和对比例1-2进行浸润速率的对比:

[0144] 将待测试的负极片截取为预设形状,得到涂层试样,将所述涂层试样水平放置在密闭的扩散装置中,将电解液由所述扩散装置的上端垂直滴入所述涂层试样中,并记录所述测试溶剂的滴入量,所述电解液的滴入量为2mg,测量电解液完全浸润涂层试样的时间,完成电池涂层浸润速率的检测,测量结果如附图13所示。

[0145] 可以看出本申请的实施例11的负极片的浸润速率比打孔的对比例2的负极片和不进行处理的对比例1的负极片更快。

[0146] 上述说明示出并描述了本发明的若干优选实施例,但如前,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求要求的保护范围内。

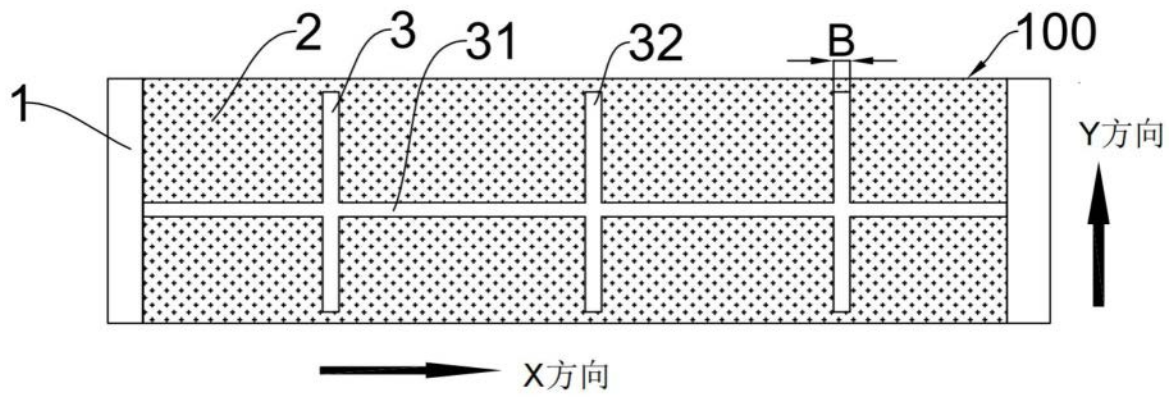


图1

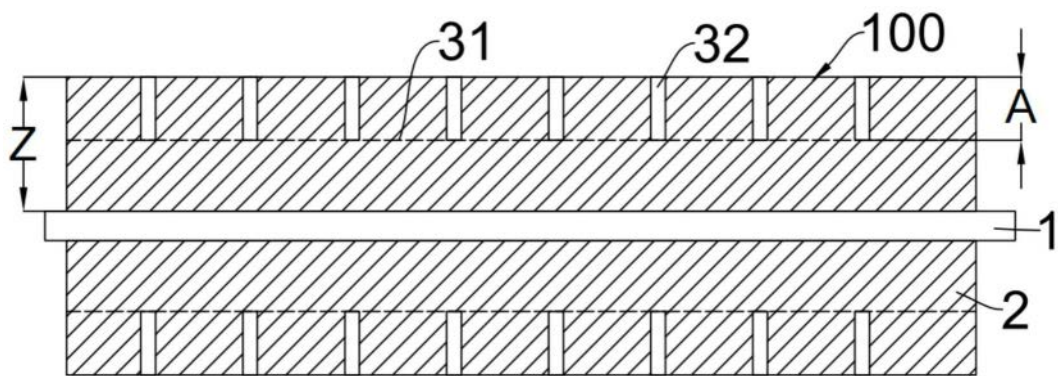


图2

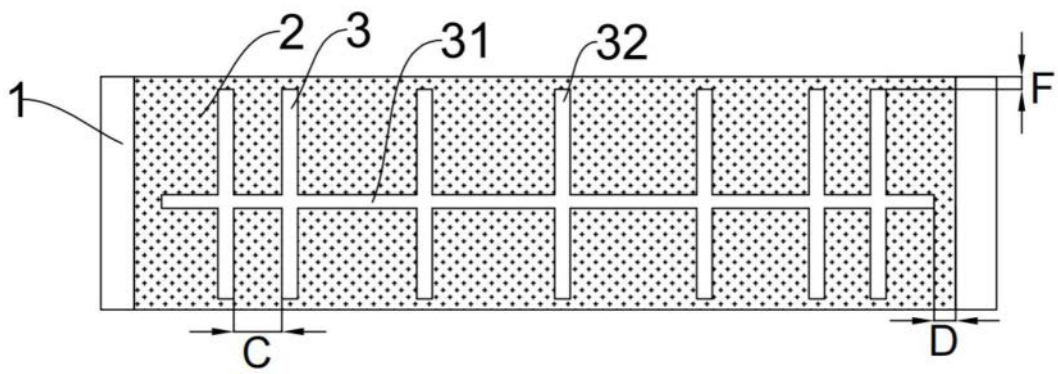


图3

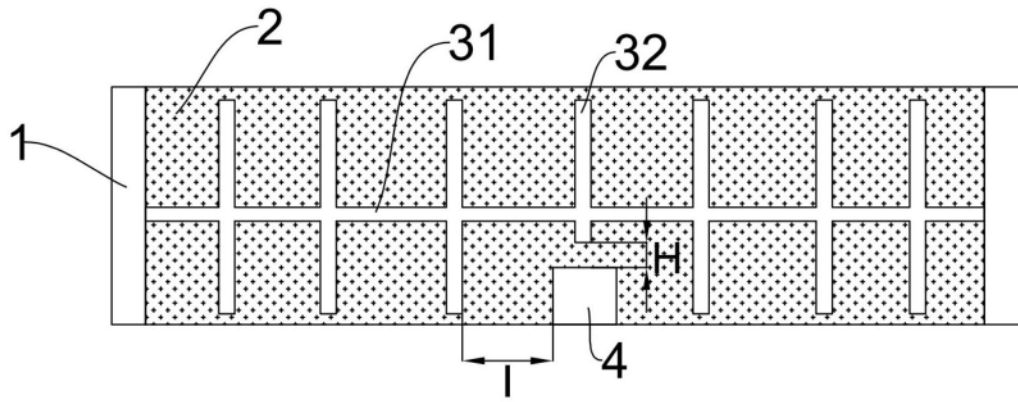


图4

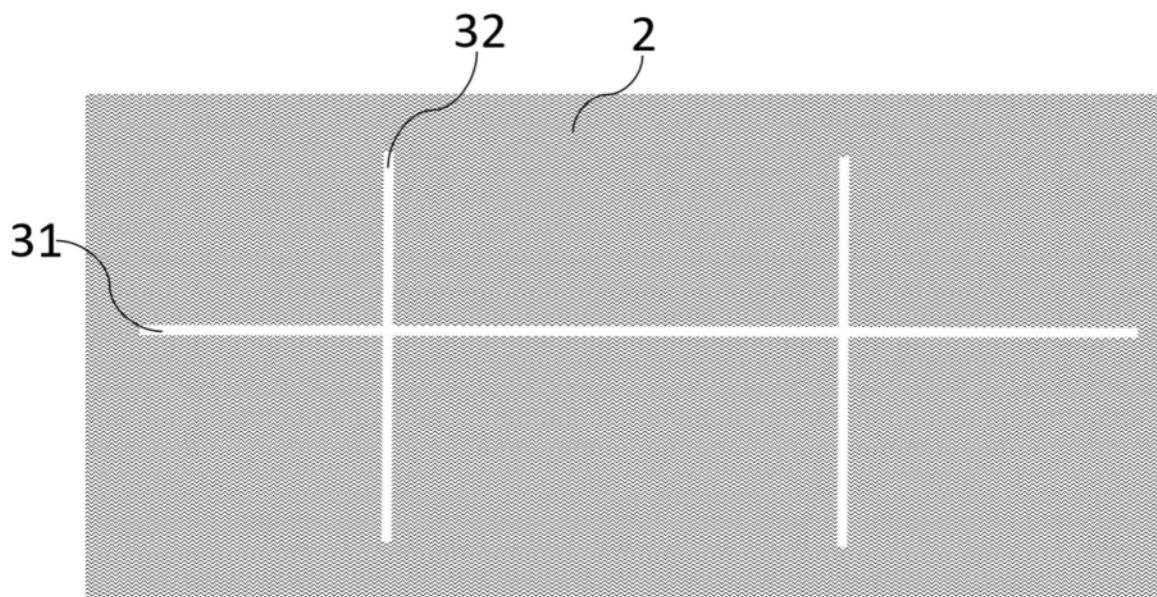


图5

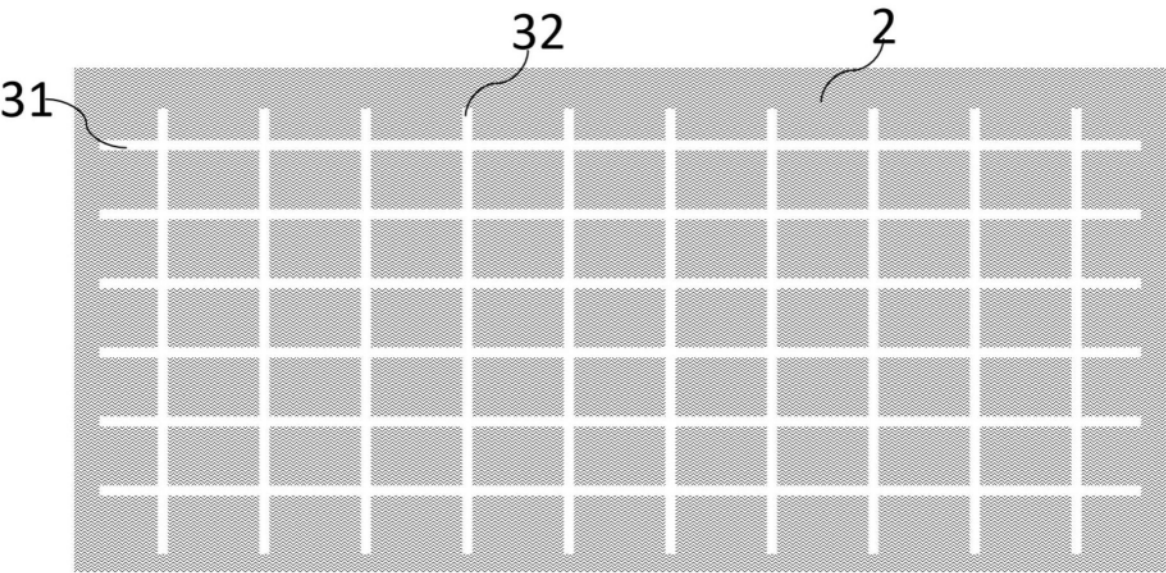


图6

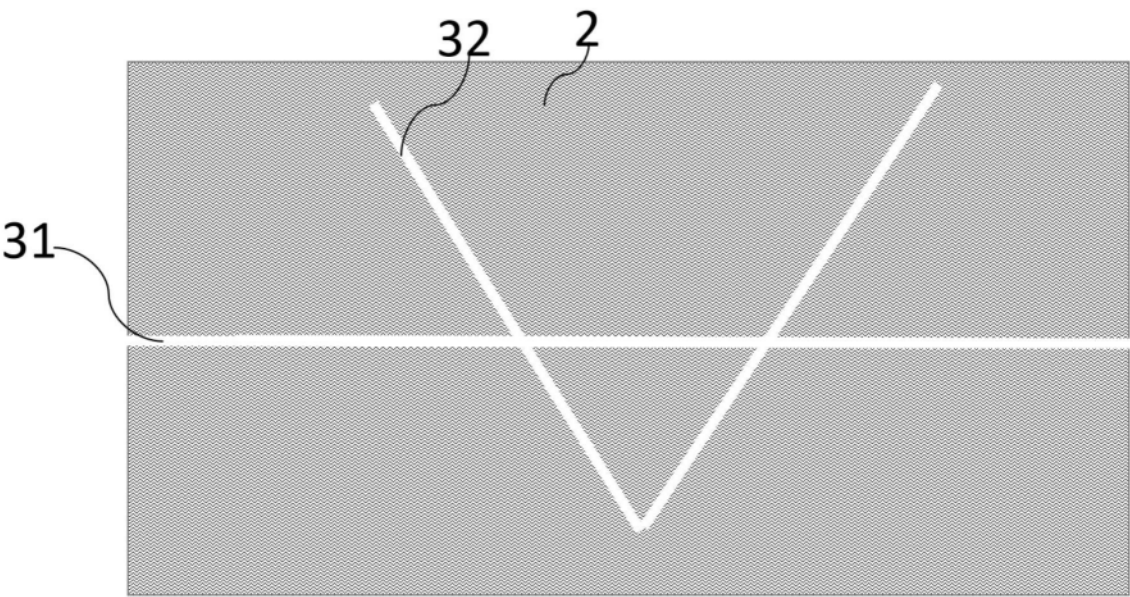


图7

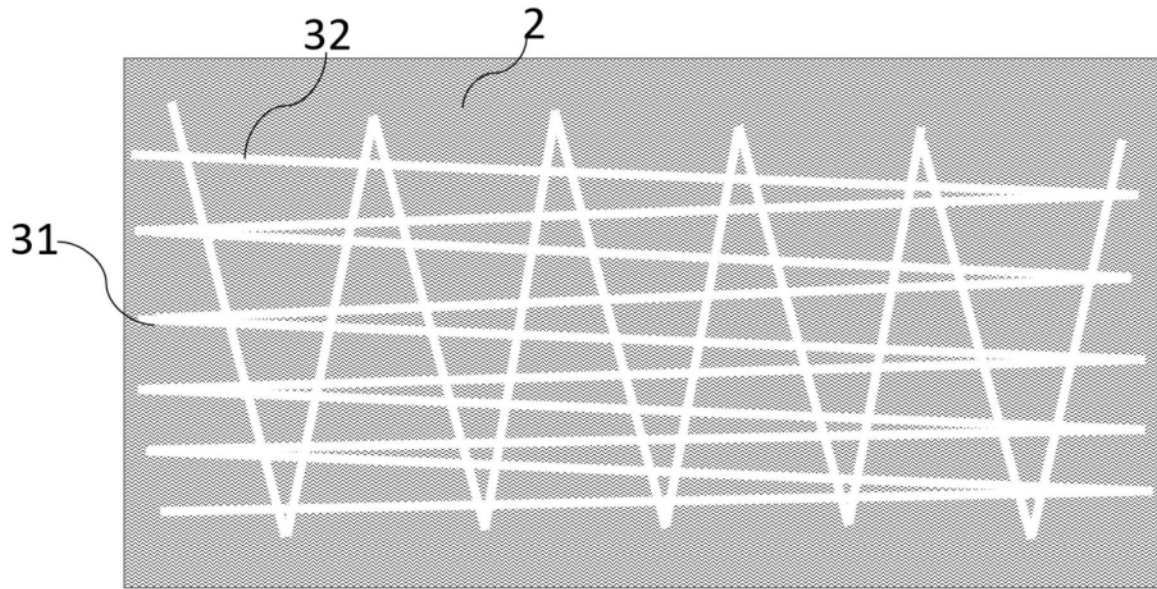


图8

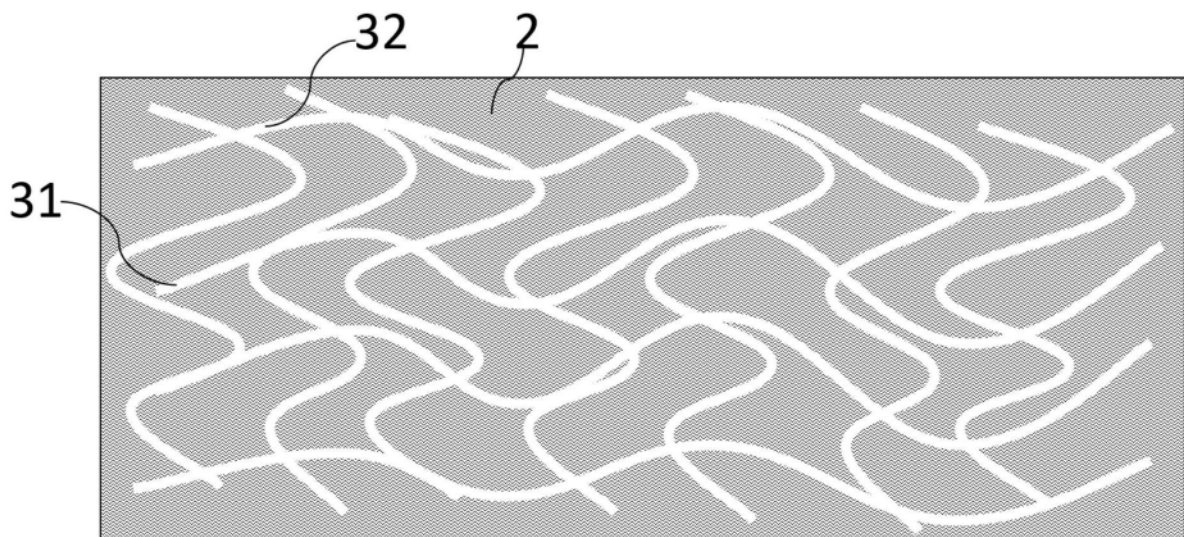


图9

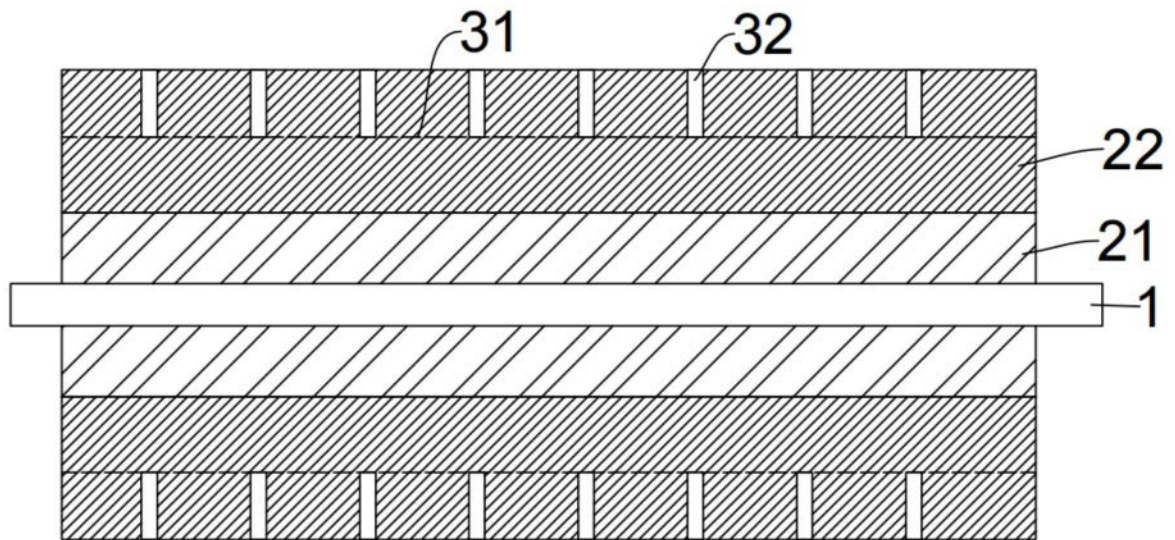


图10

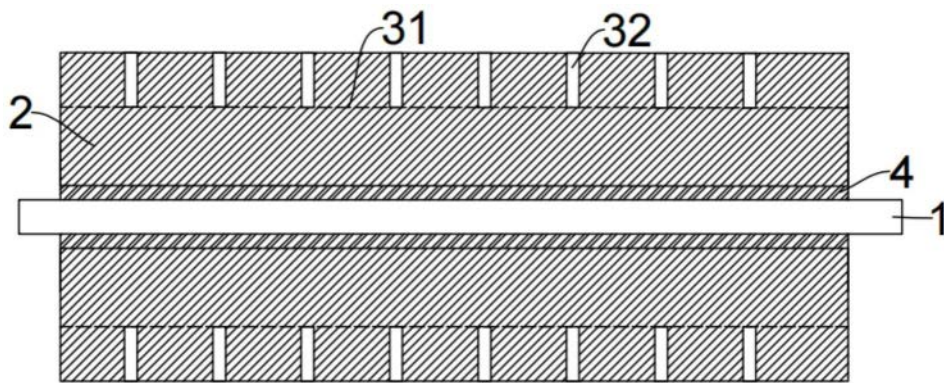


图11

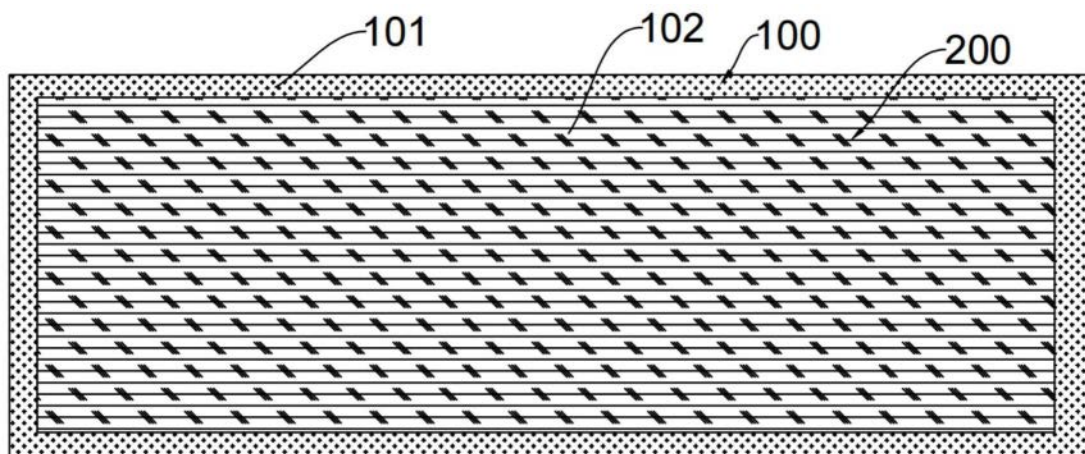


图12

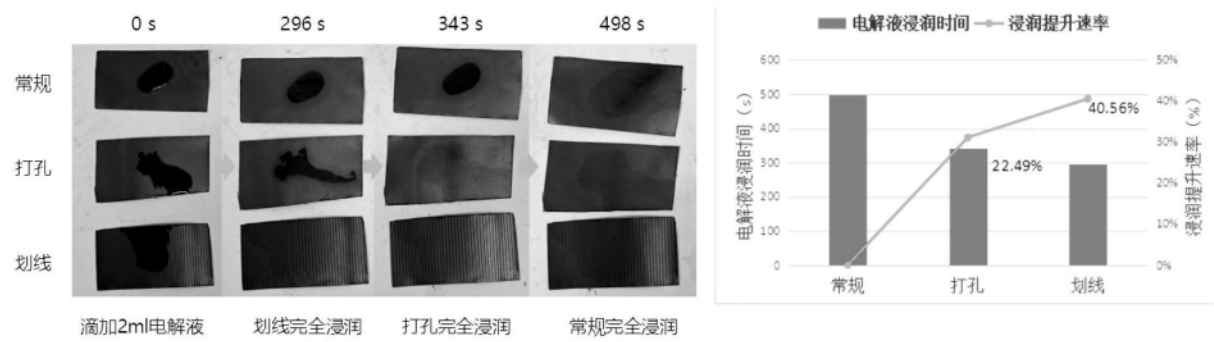


图13