



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112701246 B

(45) 授权公告日 2022.04.12

(21) 申请号 202011594306.6

H01M 10/0587 (2010.01)

(22) 申请日 2020.12.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 110661003 A, 2020.01.07

申请公布号 CN 112701246 A

审查员 段雅静

(43) 申请公布日 2021.04.23

(73) 专利权人 珠海冠宇电池股份有限公司

地址 519180 广东省珠海市斗门区井岸镇
珠峰大道209号

(72) 发明人 韦世超 彭冲 陈博 李俊义

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 黄灿 赵品健

(51) Int. Cl.

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

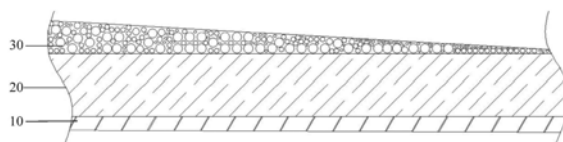
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

电极片和电池

(57) 摘要

本申请提供一种电极片和电池,所述电极片包括集流体,所述集流体包括相对设置的第一表面和第二表面,所述第一表面和所述第二表面中的至少一个表面设置有活性材料层,所述活性材料层远离所述集流体的一侧设置有凸出点层,所述凸出点层的厚度自所述集流体的第一端到所述集流体的第二端递减,所述集流体的第一端和所述集流体的第二端为所述集流体的两相对端。本申请实施例可以解决卷绕式电极片膨胀空间较小,使得电芯循环过程中容易变形,电芯储液量较低的问题。



1. 一种电极片,其特征在于,包括集流体,所述集流体包括相对设置的第一表面和第二表面,所述第一表面和所述第二表面中的至少一个表面设置有活性材料层,所述活性材料层远离所述集流体的一侧设置有凸出点层,所述凸出点层的厚度自所述集流体的第一端到所述集流体的第二端递减,所述集流体的第一端和所述集流体的第二端为所述集流体的两相对端;

所述凸出点层中包含凸出点颗粒的尺寸为 $0.1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$;

所述凸出点颗粒包括导电碳黑、聚乙烯、聚丙烯、聚乙炔、聚丙烯和聚苯乙烯中的至少一种;

所述凸出点颗粒的中位径C满足: $37 > \frac{A}{C} > \frac{B}{C} > 1$,其中,A表示所述凸出点层的第一端的厚度,B表示所述凸出点层的第二端的厚度,所述凸出点层的第一端靠近所述集流体的第一端设置,所述凸出点层的第二端远离所述集流体的第一端设置。

2. 根据权利要求1所述的电极片,其特征在于,所述电极片为正极片或负极片。

3. 根据权利要求1所述的电极片,其特征在于,所述凸出点层的厚度自所述集流体的第一端到所述集流体的第二端依次均匀减小。

4. 根据权利要求1所述的电极片,其特征在于,所述凸出点层的厚度区间为 $0.1\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的电极片,其特征在于,所述凸出点层的面密度区间为 $10\text{mg}/\text{cm}^2\sim 2459\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

6. 一种电池,其特征在于,所述电池包括卷绕设置的正极片、负极片和隔膜,正极片和负极片之间至少存在一层所述隔膜,其中,所述正极片和负极片中的至少一项为权利要求1至5中任一项所述的电极片,所述集流体的第一端位于电池的內部,所述集流体的第二端位于所述电池的外部。

电极片和电池

技术领域

[0001] 本申请涉及电池技术领域,尤其涉及一种电极片和电池。

背景技术

[0002] 众所周知,锂离子电池已经成为主流电子产品的储能装置,随着人们对电池要求的提高,一个性能优良的锂离子电池需具备较高能量密度,同时兼顾长循环寿命。目前制备锂离子电池的过程通常是将正负极片隔膜卷绕成卷芯,热压后,注液,化成,为了尽可能的提升能量密度,通常会使得正负极片和隔膜贴合的更加紧密,然而这会造成电极片膨胀空间较小,使得电芯循环过程中容易变形,电芯储液量较低。

发明内容

[0003] 本申请实施例提供一种电极片和电池,以解决卷绕式电极片膨胀空间较小,使得电芯循环过程中容易变形,电芯储液量较低的问题。

[0004] 第一方面,本申请实施例提供了一种电极片,包括集流体,所述集流体包括相对设置的第一表面和第二表面,所述第一表面和所述第二表面中的至少一个表面设置有活性材料层,所述活性材料层远离所述集流体的一侧设置有凸出点层,所述凸出点层的厚度自所述集流体的第一端到所述集流体的第二端递减,所述集流体的第一端和所述集流体的第二端为所述集流体的两相对端。

[0005] 可选地,所述凸出点层由有机导电颗粒和粘结剂组成。

[0006] 可选地,所述有机导电颗粒包括导电碳黑、聚乙烯、聚丙烯、聚乙炔、聚丙烯和聚苯乙烯中的至少一种。

[0007] 可选地,所述电极片为正极片或负极片。

[0008] 可选地,所述凸出点层的厚度自所述集流体的第一端到所述集流体的第二端依次均匀减小。

[0009] 可选地,所述凸出点层的厚度区间为 $0.1\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 。

[0010] 可选地,所述凸出点层的面密度区间为 $10\text{mg}/\text{cm}^2\sim 2459\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

[0011] 可选地,所述凸出点层中包含的凸出点颗粒的尺寸为 $0.1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 。

[0012] 可选地,所述凸出点颗粒的中位径C满足: $37 > \frac{A}{C} > \frac{B}{C} > 1$,其中,A表示所述凸出点层的第一端的厚度,B表示所述凸出点层的第二端的厚度,所述凸出点层的第一端靠近所述集流体的第一端设置,所述凸出点层的第二端远离所述集流体的第一端设置。

[0013] 第二方面,本申请实施例还提供了一种电池,所述电池包括卷绕设置的正极片、负极片和隔膜,正极片和负极片之间至少存在一层隔膜,其中,所述正极片和负极片中的至少一项为上述电极片,所述集流体的第一端位于电池的內部,所述集流体的第二端位于电池的外部。

[0014] 在本申请的实施例中,一方面,由于所述凸出点层的设置,卷绕后的卷芯中存在空

隙,由所述电极片制成的电池在循环过程中的张力得到有效释放,从而可以减小电池在循环过程中的膨胀变形,从而提升了电池的平整度和电芯的储液量。另一方面,由于所述凸出点层的厚度自所述集流体的第一端到所述集流体的第二端递减,因此随着卷芯越靠近里层,其空隙越大,在缓解变形的同时,保证了电池的体积能量密度。

[0015] 本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0016] 本申请的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0017] 图1是本申请实施例提供的电极片的局部结构示意图;

[0018] 图2是本申请另一实施例提供的电极片的局部结构示意图;

[0019] 图3是本申请另一实施例提供的电极片的局部结构示意图;

[0020] 图4是本申请实施例提供的电池的结构示意图。

具体实施方式

[0021] 下面将详细描述本申请的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作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。

[0022] 本申请的说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。此外,说明书以及权利要求中“和/或”表示所连接对象的至少其中之一,字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0023] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0024] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0025] 如图1-图4所示,本申请实施例提供了一种电极片,包括集流体10,所述集流体10包括相对设置的第一表面和第二表面,所述第一表面和所述第二表面中的至少一个表面设置有活性材料层20,所述活性材料层20远离所述集流体10的一侧设置有凸出点层30,所述凸出点层30的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端递减,所述集流体10

的第一端和所述集流体10的第二端为所述集流体10的两相对端。

[0026] 通常的,在集流体10上设置有极耳40,该极耳40可以设置在集流体10的第一端,也可以设置在集流体的中间位置,以下各实施例中,可以以极耳40设置在集流体10的第一端为例进行说明。其中,极耳40可以与集流体10焊接固定,或者极耳40可以与集流体10一体成型,且从所述集流体10的一侧凸出设置。应理解的是,所述极耳40为金属导电体,所述集流体10与所述极耳40可形成导电通路。

[0027] 应理解的是,所述第一表面和所述第二表面中的至少一个表面设置有活性材料层20。例如,在一实施例中,所述第一表面设置有活性材料层20,所述活性材料层20远离所述集流体10的一侧设置有凸出点层30。在另一实施例中,所述第二表面设置有活性材料层20,所述活性材料层20远离所述集流体10的一侧设置有凸出点层30。在又一实施例中,所述第一表面和第二表面均设置有活性材料层20,所述活性材料层20远离所述集流体10的一侧设置有凸出点层30,具体如图2所示。

[0028] 应理解的是,所述凸出点层30的厚度指的是当多个凸出点沿所述活性材料层20的轴向堆叠时,在沿所述活性材料层20的轴向上,所述凸出点与对应的所述活性材料层20远离所述集流体10的一侧的最大距离。

[0029] 应理解的是,所述凸出点层30的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端递减的方式可以根据实际需要进行设置,例如在一些实施例中,可以为直线型递减、曲线型递减或阶梯型递减。可选地,可以根据所述凸出点层30的厚度递减的方式不同,所述凸出点层30远离对应的所述活性材料层20的侧面的形状也不同。例如,在一实施例中,若采用直线型递减的方式,所述凸出点层30远离对应的所述活性材料层20的侧面为平面。在另一实施例中,若采用曲线型递减的方式,所述凸出点层30远离对应的所述活性材料层20的侧面为弧面。

[0030] 在本申请的实施例中,一方面,由于所述凸出点层30的设置,卷绕后的卷芯中存在空隙,由所述电极片制成的电池在循环过程中的张力得到有效释放,从而可以减小电池在循环过程中的膨胀变形,从而提升了电池的平整度和电芯的储液量。另一方面,由于所述凸出点层30的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端递减,因此随着卷芯越靠近里层,其空隙越大,在缓解变形的同时,保证了电池的体积能量密度。

[0031] 可选地,在一些实施例中,所述凸出点层30由有机导电颗粒和粘结剂组成。

[0032] 可选地,在一些实施例中,所述有机导电颗粒包括导电碳黑、聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯炔、聚丙烯乙炔和聚苯乙烯中的至少一种。

[0033] 应理解,电池通常包括由正极片和负极片,本申请实施例中,可以将正极片和或负极片中的至少一个极片设置为上述实施例中的极片。换句话说,在一些实施例中,所述电极片为正极片或负极片。

[0034] 需要说明的是,上述凸出点层30的厚度变化可以是均匀变化的,也可以是非均匀变化的。如图1所示,在一些实施例中,所述凸出点层30的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端依次均匀减小;此时,所述凸出点层30远离集流体10的表面可以理解为一个平面。如图3所示,在一些实施例中,所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端非均匀减小,此时,所述凸出点层30远离集流体10的表面可以理解为一个弧面。

[0035] 可选地,上述凸出点层30的厚度取值可以根据实际需要进行设置,例如在一些实

施例中,所述凸出点层30的厚度区间为0.1 μm ~15 μm 。

[0036] 可选地,在一些实施例中,所述凸出点层30的面密度区间为10 mg/cm^2 ~2459 mg/cm^2 。

[0037] 可选地,所述凸出点层30中包含的凸出点颗粒的尺寸为0.1 μm ~10 μm 。

[0038] 可选地,所述凸出点颗粒的中位径C满足: $37 > \frac{A}{C} > \frac{B}{C} > 1$,其中,A表示所述凸出点层的第一端的厚度,B表示所述凸出点层的第二端的厚度,所述凸出点层的第一端靠近所述集流体的第一端设置,所述凸出点层的第二端远离所述集流体的第一端设置。本申请实施例中,当极耳40设置在集流体10的第一端时,上述A可以表示所述凸出点层30靠近所述极耳40一端的厚度,B可以表示所述凸出点层30远离所述极耳40一端的厚度。

[0039] 应理解的是,所述凸出点颗粒的中位径指的是所述凸出点颗粒的平均粒径或中值粒径,即50%的所述凸出点颗粒可通过的直径。

[0040] 在本实施例中,对A和B的值进行了限制,当 $\frac{A}{C} > 37$ 时,则表明A过大,导致电池的能量密度损失较大;而 $\frac{B}{C} < 1$ 时,则表明B过小,导致中间滞留空箔区太小,不能起到缓解膨胀的作用。

[0041] 进一步地,如图4所示,本申请实施例还提供了一种电池,所述电池包括卷绕设置的正极片、负极片和隔膜,正极片和负极片之间至少存在一层隔膜,其中,所述正极片和负极片中的至少一项为上述的电极片,所述集流体的第一端位于电池的內部,所述集流体的第二端位于电池的外部。该电极片为上述实施例中的电极片,具体结构可以参照上述实施例中的描述,在此不再赘述。由于在本实施例中采用了上述实施例中的电极片,因此本实施例提供的电池具有上述实施例中电极片的全部有益效果。

[0042] 为了更好的理解本发明,以下通过具体实施对本申请电极片的制作过程以及不同尺寸下针对电极片应用的效果进行说明。

[0043] 实施例一

[0044] 在本实施例中,所述电极片为负极片。所述活性材料层20为石墨,硅,硅氧化物,硅碳中的至少一种。所述集流体10为铜箔。所述凸出点层30由有机导电颗粒和粘结剂组成,所述有机颗粒包括导电碳黑,聚乙烯,聚丙烯,聚乙炔,聚丙烯,聚苯乙烯中的至少一种;所述粘结剂为羧甲基纤维素钠,聚丁苯橡胶,聚丙烯酸,丁苯橡胶SBR、丁腈橡胶、丁二烯橡胶、改性丁苯橡胶、聚丙烯酸钠PAANa、水性聚丙烯腈共聚物中的至少一种。

[0045] 更进一步地,所述A=5 μm ,B=1 μm ,C=0.2 μm 。其中,A表示所述凸出点层30靠近所述极耳40一端的厚度,B表示所述凸出点层30远离所述极耳40一端的厚度,C表示所述凸出点颗粒的中位径。

[0046] 本实施例中的负极片的制备方法包括:

[0047] 将石墨、硅氧、导电剂、分散剂和粘结剂按照85.95:9.55:1.1:0.9:2.5的比例组成的混合物均匀分散在水溶剂中制成第一负极浆料;

[0048] 将有机导电颗粒和粘结剂按照1:1的比例组成的混合物均匀分散在水溶剂中制成第二负极浆料;

[0049] 在所述集流体10的第一表面和第二表面中的至少一个涂覆第一负极浆料并烘干后,涂覆第二负极浆料并烘干,其中,所述第二负极浆料的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端递减。

[0050] 使用本实施例中提供的所述负极片制备电池。首先按照本领域常规方法制备出卷绕类锂离子电池正极片,然后将本实施例中提供的所述负极片与所述卷绕类锂离子电池正极片配合卷绕、封装、烘烤注液、化成、二封、分选等处理,得到电池。

[0051] 对实施例一提供的电池进行循环测试,在25℃下,将电池以1C的倍率充满至额定电压后以1C的倍率放电,充放电均以0.05C的倍率截止,循环次数为600次。测试结果如下表所示,其中保液量通过测定注液前以及二封后电池的重量进行测定得到:

[0052]	保液量 (g)	能量密度 (Wh/L)	容量保持率	循环电池是否变形
	5.41	768	85.0%	未变形

[0053] 实施例二

[0054] 在本实施例中,所述电极片为正极片。所述活性材料层20为钴酸锂,镍钴锰酸锂中的至少一种。所述集流体10为铝箔。所述凸出点层30由有机导电颗粒和粘结剂组成,所述有机颗粒包括导电碳黑,聚乙烯,聚丙烯,聚乙炔,聚丙乙烯,聚苯乙烯中的至少一种;所述粘结剂为聚二氟乙烯。

[0055] 更进一步地,所述A=5um,B=1um,C=0.2um。其中,A表示所述凸出点层的第一端的厚度,B表示所述凸出点层的第二端的厚度,所述凸出点层的第一端靠近所述集流体的第一端设置,所述凸出点层的第二端远离所述集流体的第一端设置。

[0056] 本实施例中的负极片的制备方法包括:

[0057] 将钴酸锂、导电剂和粘结剂按照97.8:1.1:1.1的比例组成的混合物均匀分散在N-甲基吡咯烷酮溶剂中制成第一正极浆料;

[0058] 将有机导电颗粒和粘结剂按照1:1的比例组成的混合物均匀分散在水溶剂中制成第二正极浆料;

[0059] 在所述集流体10的第一表面和第二表面中的至少一个涂覆第一正极浆料并烘干后,涂覆第二正极浆料并烘干,其中,所述第二正极浆料的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端递减。

[0060] 使用本实施例中提供的所述正极片制备电池。首先按照本领域常规方法制备出卷绕类锂离子电池负极片,然后将本实施例中提供的所述正极片与所述卷绕类锂离子电池负极片配合卷绕、封装、烘烤注液、化成、二封、分选等处理,得到电池。

[0061] 对实施例二提供的电池进行循环测试,在25℃下,将电池以1C的倍率充满至额定电压后以1C的倍率放电,充放电均以0.05C的倍率截止,循环次数为600次。测试结果如下表所示,其中保液量通过测定注液前以及二封后电池的重量进行测定得到:

[0062]	保液量 (g)	能量密度 (Wh/L)	容量保持率	循环电池是否变形
	5.31	762	84.5%	未变形

[0063] 实施例三

[0064] 本实施例中的电极片与实施例一提供的电极片基本相同,本实施例中的电池与实施例一提供的电池基本相同,不同之处在于,在本实施例中,所述A=7um,B=1um,C=0.2um。

[0065] 对实施例三提供的电池进行循环测试,在25℃下,将电池以1C的倍率充满至额定电压后以1C的倍率放电,充放电均以0.05C的倍率截止,循环次数为600次。测试结果如下表所示,其中保液量通过测定注液前以及二封后电池的重量进行测定得到:

[0066]	保液量 (g)	能量密度 (Wh/L)	容量保持率	循环电池是否变形
	5.67	758	86.9%	未变形

[0067] 实施例四

[0068] 本实施例中的电极片与实施例一提供的电极片基本相同,本实施例中的电池与实施例一提供的电池基本相同,不同之处在于,在本实施例中,所述A=5 μ m,B=2 μ m,C=0.2 μ m。

[0069] 对实施例四提供的电池进行循环测试,在25℃下,将电池以1C的倍率充满至额定电压后以1C的倍率放电,充放电均以0.05C的倍率截止,循环次数为600次。测试结果如下表所示,其中保液量通过测定注液前以及二封后电池的重量进行测定得到:

[0070]	保液量 (g)	能量密度 (Wh/L)	容量保持率	循环电池是否变形
	5.22	756	84.3%	未变形

[0071] 实施例五

[0072] 本实施例中的电极片与实施例一提供的电极片基本相同,本实施例中的电池与实施例一提供的电池基本相同,不同之处在于,在本实施例中,所述A=5 μ m,B=1 μ m,C=0.4 μ m。

[0073] 对实施例五提供的电池进行循环测试,在25℃下,将电池以1C的倍率充满至额定电压后以1C的倍率放电,充放电均以0.05C的倍率截止,循环次数为600次。测试结果如下表所示,其中保液量通过测定注液前以及二封后电池的重量进行测定得到:

[0074]	保液量 (g)	能量密度 (Wh/L)	容量保持率	循环电池是否变形
	5.51	755	85.6%	未变形

[0075] 对比例一

[0076] 本对比例中的电极片与实施例一提供的电极片基本相同,本实施例中的电池与实施例一提供的电池基本相同,不同之处在于,在本实施例中,所述活性材料层20远离所述集流体10的一侧无凸出点层30。

[0077] 对对比例一提供的电池进行循环测试,在25℃下,将电池以1C的倍率充满至额定电压后以1C的倍率放电,充放电均以0.05C的倍率截止,循环次数为600次。测试结果如下表所示,其中保液量通过测定注液前以及二封后电池的重量进行测定得到:

[0078]	保液量 (g)	能量密度 (Wh/L)	容量保持率	循环电池是否变形
	4.8	780	70.1%	变形

[0079] 对比例二

[0080] 本实施例中的电极片与实施例一提供的电极片基本相同,本实施例中的电池与实施例一提供的电池基本相同,不同之处在于,在本实施例中,所述A=5 μ m,B=5 μ m,C=0.2 μ m。

[0081] 对对比例二提供的电池进行循环测试,在25℃下,将电池以1C的倍率充满至额定电压后以1C的倍率放电,充放电均以0.05C的倍率截止,循环次数为600次。测试结果如下表

所示,其中保液量通过测定注液前以及二封后电池的重量进行测定得到:

[0082]	保液量(g)	能量密度(Wh/L)	容量保持率	循环电池是否变形
[0083]	5.2	740	83.1%	未变形

[0084] 将实施例一至五的测试结果与对比例一和对比例二的测试结果进行分析比较可知,对比例一提供的所述负极片的活性材料层20远离所述集流体10的一侧无凸出点层30,因此由所述负极片制成的电池在循环测试中出现了变形,且保液量和容量保持率均低于实施例一至五和对比例二提供的负极片制成的电池。对比例二提供的所述负极片,所述凸出点层30的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端保持不变。因此,由所述负极片制成的电池在循环测试中的保液量、能量密度和容量保持率均低于由实施例一至五提供的负极片制成的电池。

[0085] 由于所述凸出点层30的设置,为卷绕式电极片提供了膨胀空间,减小了电池因受力而变形的概率,提高了的电芯储液量和电池的使用寿命。同时,由于所述凸出点层30的厚度自所述集流体10的第一端到所述集流体10的第二端递减,提高了电池的能量密度。

[0086] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0087] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

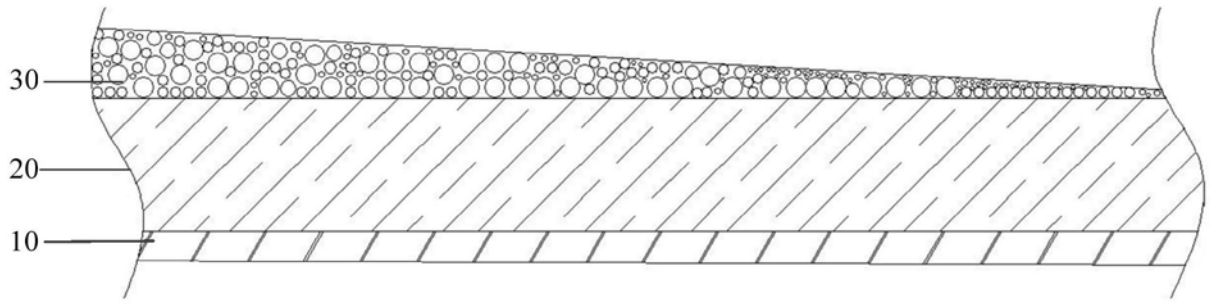


图1

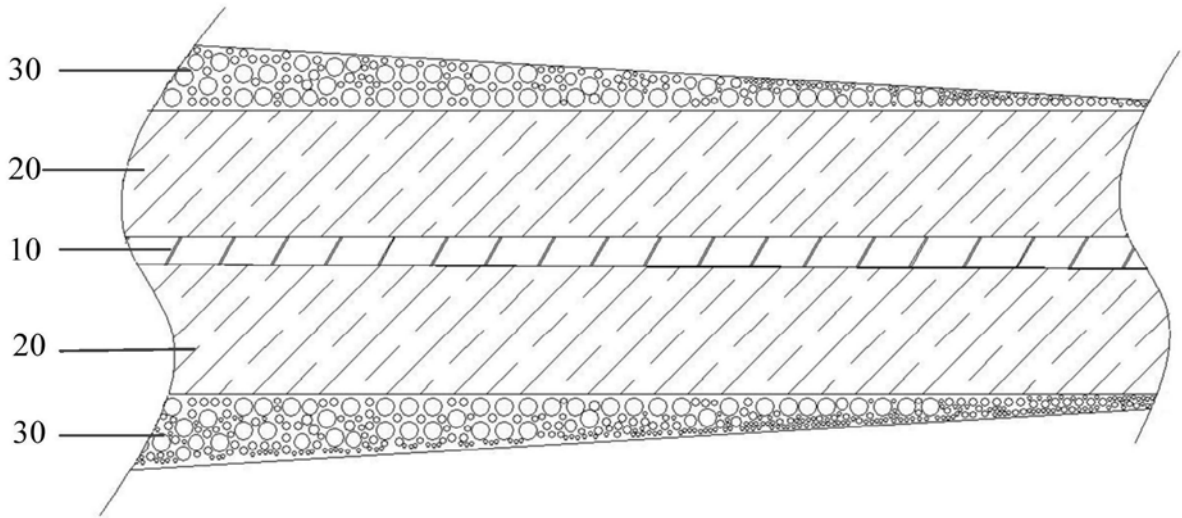


图2

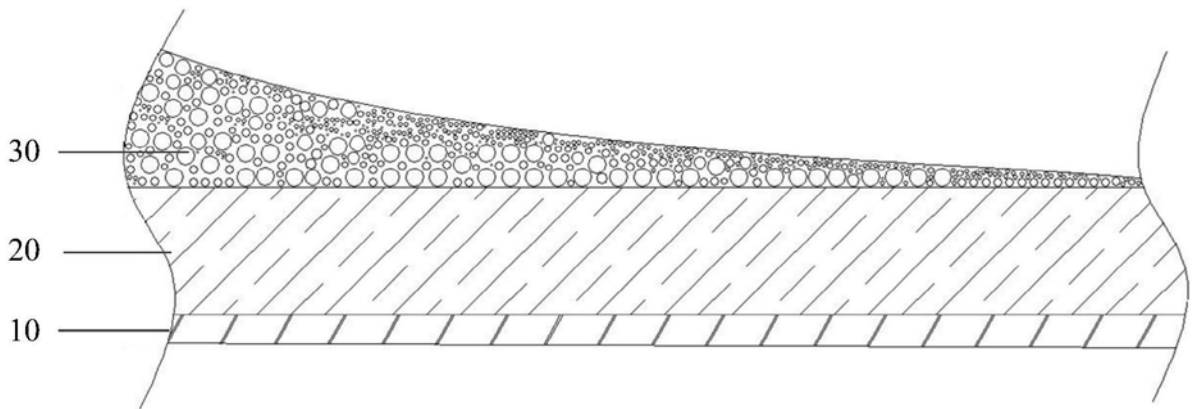


图3

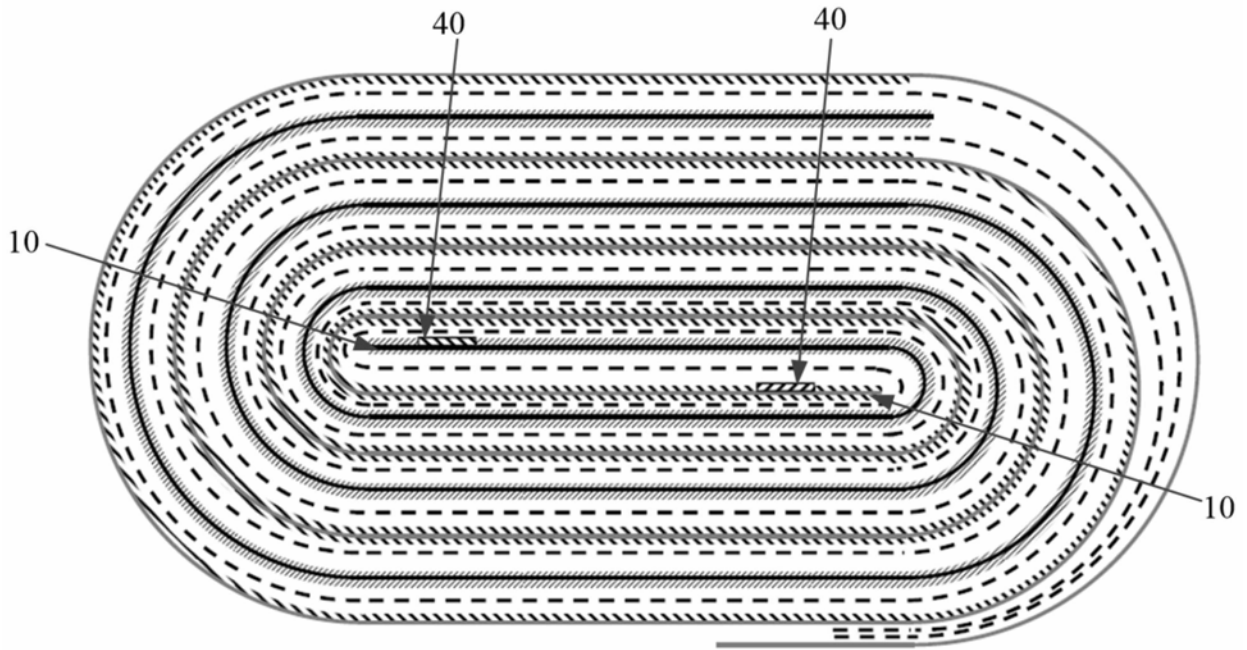


图4