



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120261663 A

(43) 申请公布日 2025. 07. 04

(21) 申请号 202510395501.2

(22) 申请日 2025.03.31

(71) 申请人 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(A厂房首层南区)

(72) 发明人 钟芳 盛东辉 李明松

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理
有限公司 11250

专利代理师 佟紫豪

(51) Int. Cl.

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 50/105 (2021.01)

H01M 50/126 (2021.01)

H01M 50/131 (2021.01)

H01M 50/133 (2021.01)

H01M 10/058 (2010.01)

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/647 (2014.01)

H01M 10/654 (2014.01)

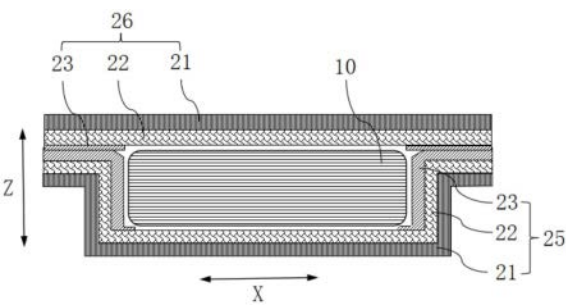
权利要求书2页 说明书16页 附图9页

(54) 发明名称

二次电池

(57) 摘要

本发明涉及电池技术领域,公开了一种二次电池,包括:电芯;封装膜,封装膜形成第一容纳槽;封装膜包括依次层叠设置的保护层、金属层和热封层;第一容纳槽包括第一壁体及环绕第一壁体的第二壁体,第一壁体的热封层面向电芯设置;第一壁体包括第一区域,第一区域的热封层的厚度小于封装膜除第一区域之外的其他区域的热封层的厚度;电芯包括第一极片,在电芯的最外圈,第一极片朝向第一容纳槽的表面具有未设置涂膏层的第二区域,第二区域与第一区域的热封层之间的动摩擦系数大于第二区域与封装膜除第一区域外的其他区域的热封层之间的动摩擦系数。本发明提供的二次电池,能够降低电池接触热阻,改善电池热均匀性,提高电池循环稳定性。



1. 一种二次电池,其特征在于,包括:

电芯(10);

封装膜(20),所述封装膜(20)形成有收容所述电芯(10)的第一容纳槽(254);所述封装膜(20)包括依次层叠设置的保护层(21)、金属层(22)和热封层(23),所述热封层(23)设置于所述金属层(22)朝向所述第一容纳槽(254)的一侧,所述保护层(21)设于所述金属层(22)背离所述第一容纳槽(254)的一侧;

所述第一容纳槽(254)包括第一壁体(251)及环绕所述第一壁体(251)的第二壁体(252),所述第一壁体(251)的热封层(23)面向所述电芯(10)设置;所述第一壁体(251)包括第一区域,所述第一区域的热封层(23)的厚度小于所述封装膜(20)除所述第一区域之外的其他区域的热封层(23)的厚度;

所述电芯(10)包括第一极片(11),在所述电芯(10)的最外圈,所述第一极片(11)朝向所述第一容纳槽(254)的表面具有未设置涂膏层的第二区域,所述第二区域与所述第一区域的热封层(23)之间的动摩擦系数大于所述第二区域与所述封装膜(20)除所述第一区域外的其他区域的热封层(23)之间的动摩擦系数。

2. 根据权利要求1所述的二次电池,其特征在于,所述第二区域与所述第一区域的热封层(23)的动摩擦系数为 μ_1 ,所述第二区域与所述封装膜(20)除所述第一区域外的其他区域的热封层(23)的动摩擦系数为 μ_2 , μ_1 与 μ_2 满足 $1.1 \leq \mu_1/\mu_2 \leq 5$ 。

3. 根据权利要求1所述的二次电池,其特征在于,在所述第一容纳槽(254)内,至少部分所述第一壁体(251)的封装膜(20)朝向所述电芯(10)的一侧表面设有第一凹槽(201),所述第一凹槽(201)设置于至少部分所述热封层(23)上;所述电芯(10)的至少部分内置于所述第一凹槽(201)内;

所述第一凹槽(201)的深度小于或等于所述热封层(23)的厚度;

和/或,所述第一凹槽(201)的深度为 $H_1\text{mm}$,所述第一凹槽(201)内的热封层(23)的厚度为 $H_2\text{mm}$, H_1 与 H_2 满足 $30\% \leq H_1/(H_1+H_2) \leq 100\%$;

和/或,所述第一壁体(251)的面积为 $S_1\text{mm}^2$,所述第一凹槽(201)的正投影面积为 $S_2\text{mm}^2$, S_1 与 S_2 满足 $0.7 \leq S_2/S_1 \leq 0.98$ 。

4. 根据权利要求3所述的二次电池,其特征在于,在所述第一凹槽(201)的正投影区域范围内,所述金属层(22)的厚度为 $H_3\text{mm}$;

在所述第一凹槽(201)的正投影区域范围外,所述金属层(22)的厚度为 $H_4\text{mm}$;

H_3 与 H_4 满足 $0.9 \leq H_3/H_4 \leq 1.1$ 。

5. 根据权利要求3所述的二次电池,其特征在于,所述第一壁体(251)与所述第二壁体(252)的交接处形成过渡区(253);

所述第一凹槽(201)的边缘与所述过渡区(253)之间的距离为 $W_1\text{mm}$, W_1 满足 $0 \leq W_1 \leq 10$ 。

6. 根据权利要求3所述的二次电池,其特征在于,所述电芯(10)还包括第二极片(12),所述第二极片(12)与第一极片(11)的极性相反,所述第二极片(12)为负极片;沿第二方向(Y),所述第一凹槽(201)的边缘设置于所述第一极片(11)与所述第二极片(12)之间;

和/或,沿第二方向(Y),所述第一凹槽(201)的边缘与所述第二极片(12)的边缘之间的距离为 $L\text{mm}$, L 满足 $L \geq 0.2$ 。

7. 根据权利要求6所述的二次电池,其特征在于,所述电芯(10)沿第二方向(Y)的一侧

设置有极耳；

所述封装膜(20)还包括第一封装区(101)、第二封装区(102)和第三封装区(103),所述第一封装区(101)设置于所述第一凹槽(201)沿第二方向(Y)靠近所述极耳的一侧,所述第二封装区(102)和所述第三封装区(103)分别设置于所述第一凹槽(201)沿第一方向(X)的两侧；

所述第一凹槽(201)的边缘与所述第一封装区(101)之间的距离为 $W3\text{mm}$, $W3$ 满足 $L < W3 \leq 4$ ；

和/或,所述第一凹槽(201)的边缘与所述第二封装区(102)之间的距离为 $W4\text{mm}$, $W4$ 满足 $0.2 \leq W4 \leq 10$ ；

和/或,所述第一凹槽(201)的边缘与所述第三封装区(103)之间的距离为 $W5\text{mm}$, $W5$ 满足 $0.2 \leq W5 \leq 10$ 。

8.根据权利要求5所述的二次电池,其特征在于,所述第一壁体(251)和所述第二壁体(252)形成第一模壳(25)；

所述封装膜(20)还包括第二模壳(26),所述第二模壳(26)与所述第一模壳(25)相对设置,所述第二模壳(26)封盖所述第一容纳槽(254)；

所述第二模壳(26)的热封层(23)朝向所述电芯(10)的一侧形成第二凹槽(202)；沿第三方向(Z),所述电芯(10)的至少部分与所述第二凹槽(202)相重叠。

9.根据权利要求8所述的二次电池,其特征在于,沿第三方向(Z),所述第二凹槽(202)的正投影区域位于所述第一凹槽(201)的正投影区域内；所述第二凹槽(202)的正投影区域的面积为 $S3\text{mm}^2$,所述第一凹槽(201)的正投影区域的面积为 $S4\text{mm}^2$, $S3$ 与 $S4$ 满足 $S3 \geq 90\% \times S4$ ；

和/或,所述第二凹槽(202)的正投影区域的边缘与所述第一凹槽(201)的正投影区域的边缘之间的距离为 $W2\text{mm}$, $W2$ 满足 $0 \leq W2 \leq 2$ ；

和/或,在所述第一凹槽(201)的正投影区域范围内,所述封装膜(20)的厚度变化量不超过10%；

和/或,在所述第二凹槽(202)的正投影区域范围内,所述封装膜(20)的厚度变化量不超过10%。

10.根据权利要求8所述的二次电池,其特征在于,所述封装膜(20)还包括第三模壳(27),所述第三模壳(27)与所述第一模壳(25)相对设置；所述第三模壳(27)包括第三壁体(271),以及环周设于所述第三壁体(271)的外缘并由所述第三壁体(271)沿第三方向(Z)延伸而成的第四壁体(272)；所述第三壁体(271)和所述第四壁体(272)共同围合形成第二容纳槽(273)；

所述第三壁体(271)的热封层(23)朝向所述电芯(10)的一侧形成第三凹槽(203)；所述电芯(10)的至少部分与所述第三凹槽(203)相重叠。

11.根据权利要求7所述的二次电池,其特征在于,所述第一极片(11)包括第一活性层；在所述电芯(10)沿第三方向(Z)的截面上,带有所述第一活性层的第一极片(11)的层数为 N , $N \leq 15$ ；

和/或,所述第二极片(12)包括第二活性层,所述第二活性层包括硅基材料；所述第二活性层中硅元素的质量百分含量为1.5%~50%。

二次电池

技术领域

[0001] 本发明涉及电池技术领域,具体涉及一种二次电池。

背景技术

[0002] 随着新能源汽车及消费电子产品的快速发展,锂电池的能量密度和充放电倍率持续提升,对电池热管理性能提出更高要求。铝塑膜作为软包锂电池的核心封装材料,其结构设计直接影响电芯散热效率及温度均匀性。

[0003] 然而,现有的电池的热均匀性和循环膨胀仍有待改善。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供了一种二次电池,以解决现有技术中电池的热均匀性和循环膨胀仍有待改善的问题。

[0005] 第一方面,本发明提供了一种二次电池,包括:

[0006] 电芯;

[0007] 封装膜,封装膜形成有收容电芯的第一容纳槽;封装膜包括依次层叠设置的保护层、金属层和热封层,热封层设置于金属层朝向第一容纳槽的一侧,保护层设于金属层背离第一容纳槽的一侧;

[0008] 第一容纳槽包括第一壁体及环绕第一壁体的第二壁体,所述第一壁体的热封层面向电芯设置;第一壁体包括第一区域,第一区域的热封层的厚度小于封装膜除第一区域外的其他区域的热封层的厚度;

[0009] 电芯包括第一极片,在电芯的最外圈,第一极片朝向第一容纳槽的表面具有未设置涂膏层的第二区域,第二区域与第一区域的热封层之间的动摩擦系数大于第二区域与封装膜除第一区域外的其他区域的热封层之间的动摩擦系数。

[0010] 有益效果:本发明所提供的二次电池,通过在封装膜形成第一容纳槽,控制第一区域的热封层的厚度小于封装膜除了第一区域之外的其他区域的热封层的厚度,同时使得电芯最外圈的第一极片的第二区域与封装膜除了第一区域外的其他区域的热封层之间的动摩擦系数较大,以使电芯最外圈的第一极片的第二区域与第一区域的热封层之间的摩擦力增大,第一方面能够使得电芯与封装膜贴合更加紧密,从而减少电芯与封装膜之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提升炉温通过率;第二方面,电池在充放电过程中的会发生膨胀现象(尤其是高镍三元或硅基体系等高能量密度电池膨胀更加剧烈),电芯与封装膜之间具有一定的摩擦力时,摩擦力的存在能够使得封装膜更加灵活地通过微小形变吸收应力,同时摩擦力的增加又能限制形变幅度,避免封装膜过度拉伸破裂,有助于减少电池在充放电过程中的内部应力,改善电芯的循环膨胀,提高电池的性能稳定性,减少因内部膨胀导致的电池性能下降;第三方面,电芯的第二区域与封装膜的第一区域的热封层之间的摩擦力增大,在振动、冲击或长期循环中,可防止电芯在第一容纳槽内发生微小位移,减少因机械摩擦导致的例如极片划伤、隔膜破损等内部短路风险;第

四方面,第一容纳槽内的热封层的厚度减小,可缩短封装膜与电芯之间的热传导路径,加快热量从电芯内部向封装膜外层的传递,改善电池整体散热效率,提升炉温通过率,减少在高温或快充场景下,降低电芯局部过热导致电池失效的风险;另外,第一容纳槽内的热封层的厚度减小,从而为电芯留出更多的容纳空间,有利于降低电池的整体厚度,提高电芯的体积能量密度。

[0011] 在一种可选的实施方式中,第二区域与第一区域的热封层的动摩擦系数为 μ_1 ,第二区域与封装膜除第一区域外的其他区域的热封层的动摩擦系数为 μ_2 , μ_1 与 μ_2 满足 $1.1 \leq \mu_1/\mu_2 \leq 5$ 。

[0012] 有益效果: μ_1 和 μ_2 通过满足 $\mu_1/\mu_2 \geq 1.1$,不仅能够有效增加电芯与第一容纳槽内的热封层之间的摩擦力,使得电芯与封装膜贴合更加紧密,减少电芯与封装膜之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提高电芯的炉温通过率;而且能够确保封装膜更加灵活地通过微小形变吸收应力,同时摩擦力的增加又能限制形变幅度,避免封装膜过度拉伸破裂,有助于减少电池在充放电过程中的内部应力,如此可以提高电池的性能稳定性,减少因内部应力导致的电池性能下降;同时在振动、冲击或长期循环中,可有效防止电芯在第一容纳槽内发生微小位移,减少因机械摩擦导致的例如极片划伤、隔膜破损等内部短路风险。 μ_1 和 μ_2 通过满足 $\mu_1/\mu_2 \leq 5$,从而降低材料要求和工艺要求,降低制备难度和生产成本,同时避免清洗到热封层下面的金属层,确保封装膜的力学性能,保证电芯能够通过跌落测试。

[0013] 在一种可选的实施方式中,在第一容纳槽内,至少部分第一壁体的封装膜朝向电芯的一侧表面设有第一凹槽,第一凹槽设置于至少部分热封层上;电芯的至少部分内置于第一凹槽内;

[0014] 第一凹槽的深度小于或等于热封层的厚度;

[0015] 和/或,第一凹槽的深度为 $H_1\text{mm}$,第一凹槽内的热封层的厚度为 $H_2\text{mm}$, H_1 与 H_2 满足 $30\% \leq H_1/(H_1+H_2) \leq 100\%$;

[0016] 和/或,第一壁体的面积为 $S_1\text{mm}^2$,第一凹槽的正投影面积为 $S_2\text{mm}^2$, S_1 与 S_2 满足 $0.7 \leq S_2/S_1 \leq 0.98$ 。

[0017] 有益效果:通过在第一壁体的封装膜朝向电芯的一侧表面设置第一凹槽,第一凹槽设置于至少部分热封层上,这样不仅可以通过第一凹槽容纳至少部分的电芯,从而提高电池能量密度;而且可缩短封装膜的金属层与电芯之间的热传导路径,加快热量从电芯内部向封装膜外层的传递,尤其在高温或快充场景下,有助于降低局部过热风险;通过在热封层上形成第一凹槽,使得电芯与第一凹槽对应的热封层之间的动摩擦系数增大,从而有效增加电芯与第一容纳槽内的热封层之间的摩擦力。

[0018] 第一凹槽的深度小于或等于热封层的厚度,以避免清洗时对金属层造成损伤,保证封装膜对电芯的封装效果。

[0019] H_1 与 H_2 通过满足 $H_1/(H_1+H_2) \geq 30\%$,不仅能够有效缩短封装膜的金属层与电芯之间的热传导路径,加快热量从电芯内部向封装膜外层的传递,尤其在高温或快充场景下,有助于降低局部过热风险,提升电芯的炉温通过率;同时能够有效增加第一凹槽内的热封层的动摩擦系数 μ_1 ,确保 $\mu_1/\mu_2 \geq 1.1$,使得电芯与封装膜贴合更加紧密,减少电芯与封装膜之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提高电芯的炉

温通过率;而且能够为电芯留出更多的容纳空间,有利于降低电池的整体厚度,提高体积能量密度。 $H1$ 与 $H2$ 通过满足 $H1/(H1+H2) \leq 100\%$,从而有效避免清洗时对金属层造成损伤,保证封装膜对电芯的封装效果,确保封装膜的力学性能,保证电芯能够通过跌落测试。

[0020] $S1$ 与 $S2$ 通过满足 $S2/S1 \geq 0.7$,不仅能够使得第一凹槽为电芯提供更大容纳空间,从而提高电池的能量密度,而且能够确保电芯与第一凹槽内的热封层之间足够的接触面积,从而确保电芯与第一凹槽内的热封层之间足够的摩擦力。 $S1$ 与 $S2$ 通过满足 $S2/S1 \leq 0.98$,从而确保封装膜容置腔的过渡区的力学强度,保证封装膜的封装性能,避免后续电芯循环膨胀导致角破。

[0021] 在一种可选的实施方式中,在第一凹槽的正投影区域范围内,金属层的厚度为 $H3$ mm;

[0022] 在第一凹槽的正投影区域范围外,金属层的厚度为 $H4$ mm;

[0023] $H3$ 与 $H4$ 满足 $0.9 \leq H3/H4 \leq 1.1$ 。

[0024] 有益效果: $H3$ 与 $H4$ 通过满足 $0.9 \leq H3/H4 \leq 1.1$,从而确保第一凹槽内露出的金属层不会损伤,从而在提高电池能量密度的同时,保证封装膜对电芯的封装效果。

[0025] 在一种可选的实施方式中,第一壁体与第二壁体的交接处形成过渡区;

[0026] 第一凹槽的边缘与过渡区之间的距离为 $W1$ mm, $W1$ 满足 $0 \leq W1 \leq 10$ 。

[0027] 有益效果: $W1$ 通过满足 $0 \leq W1 \leq 10$,不仅能够确保封装膜的过渡区的力学强度,保证封装膜的封装性能,避免后续电芯循环膨胀导致角破,确保电芯通过跌落测试;而且能够确保第一凹槽内的热封层与电芯之间的接触面积,保证第一凹槽内的热封层与电芯之间足够的摩擦力,使得电芯与封装膜贴合更加紧密,减少电芯与封装膜之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提高电芯的炉温通过率,并改善电芯循环膨胀,同时确保第一凹槽内能够容纳更多的电芯,提高电池的体积能量密度。

[0028] 在一种可选的实施方式中,电芯还包括第二极片,第二极片与第一极片的极性相反,第二极片为负极片;沿第二方向,第一凹槽的边缘设置于第一极片与第二极片之间;

[0029] 和/或,沿第二方向,第一凹槽的边缘与第二极片的边缘之间的距离为 L mm, L 满足 $L \geq 0.2$ 。

[0030] 有益效果:通过采用上述设计,从而确保封装膜保留的热封层可有效阻隔第二极片与金属层,降低电池电化学腐蚀或短路的风险。

[0031] 在一种可选的实施方式中,电芯沿第二方向的一侧设置有极耳;

[0032] 封装膜还包括第一封装区、第二封装区和第三封装区,第一封装区设置于第一凹槽沿第二方向靠近极耳的一侧,第二封装区和第三封装区分别设置于第一凹槽沿第一方向的两侧;

[0033] 第一凹槽的边缘与第一封装区之间的距离为 $W3$ mm, $W3$ 满足 $L < W3 \leq 4$;

[0034] 和/或,第一凹槽的边缘与第二封装区之间的距离为 $W4$ mm, $W4$ 满足 $0.2 \leq W4 \leq 10$;

[0035] 和/或,第一凹槽的边缘与第三封装区之间的距离为 $W5$ mm, $W5$ 满足 $0.2 \leq W5 \leq 10$ 。

[0036] 有益效果:通过采用上述设计,从而保证电芯封装可靠性,确保电芯能够通过跌落测试,避免电池循环过程中水汽进入电池本体导致循环电池异常膨胀;同时确保第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间足够的摩擦力,避免电芯与封装膜之间存在空气间隙,降低接触热阻,提高电池热均匀性,提高电池的炉温通过率;并确保第一凹槽内可以完全容纳电

芯最外圈的第一极片,提高电池的体积能量密度。

[0037] 在一种可选的实施方式中,第一壁体和第二壁体形成第一模壳;封装膜还包括第二模壳,第二模壳与第一模壳相对设置,第二模壳封盖第一容纳槽;

[0038] 第二模壳的热封层朝向电芯的一侧形成第二凹槽;沿第三方向,电芯的至少部分与第二凹槽相重叠。

[0039] 有益效果:通过采用上述设计,不仅能够使得第一凹槽和第二凹槽内的热封层的厚度减小,而且能够使得第一凹槽和第二凹槽内的热封层与电芯之间的动摩擦系数增大。

[0040] 在一种可选的实施方式中,沿第三方向,第二凹槽的正投影区域位于第一凹槽的正投影区域内;第二凹槽的正投影区域的面积为 $S3\text{mm}^2$,第一凹槽的正投影区域的面积为 $S4\text{mm}^2$, $S3$ 与 $S4$ 满足 $S3 \geq 90\% \times S4$;

[0041] 和/或,第二凹槽的正投影区域的边缘与第一凹槽的正投影区域的边缘之间的距离为 $W2\text{mm}$, $W2$ 满足 $0 \leq W2 \leq 2$;

[0042] 和/或,在第一凹槽的正投影区域范围内,封装膜的厚度变化量不超过10%;

[0043] 和/或,在第二凹槽的正投影区域范围内,封装膜的厚度变化量不超过10%。

[0044] 有益效果:第二凹槽的正投影区域位于第一凹槽的正投影区域内, $S3$ 与 $S4$ 通过满足 $S3 \geq 90\% \times S4$,从而保证电池厚度一致性;和/或, $W2$ 通过满足 $0 \leq W2 \leq 2$,以确保第二凹槽的正投影区域完全位于第一凹槽的正投影区域内,从而保证电池厚度一致性;和/或,在第一凹槽的正投影区域范围内,封装膜的厚度变化量不超过10%,从而保证电池厚度一致性;和/或,在第二凹槽的正投影区域范围内,封装膜的厚度变化量不超过10%,从而保证电池厚度一致性,进而确保电池电化学性能的稳定性。

[0045] 在一种可选的实施方式中,封装膜还包括第三模壳,第三模壳与第一模壳相对设置;第三模壳包括第三壁体,以及环周设于第三壁体的外缘并由第三壁体沿第三方向延伸而成的第四壁体;第三壁体和第四壁体共同围合形成第二容纳槽;

[0046] 第三壁体的热封层朝向电芯的一侧形成第三凹槽;电芯的至少部分与第三凹槽相重叠。

[0047] 有益效果:通过采用上述设计,不仅能够使得第一凹槽和第三凹槽内的热封层的厚度减小,而且能够使得第一凹槽和第三凹槽内的热封层与电芯之间的动摩擦系数增大。

[0048] 在一种可选的实施方式中,第一极片包括第一活性层;在电芯沿第三方向的截面上,带有第一活性层的第一极片的层数为 N , $N \leq 15$;

[0049] 和/或,第二极片包括第二活性层,第二活性层包括硅基材料;第二活性层中硅元素的质量百分含量为1.5%~50%。

[0050] 有益效果:带有第一活性层的第一极片的层数不超过15层,能够使得本方案应用在薄电池产品上时,其ED提升效果更显著。通过激光清洗封装膜(或者其他的清洗工艺,例如刮刀清洗等,本申请不限定具体的清洗方式)的热封层,形成上述实施例中的凹槽,并使电芯与凹槽内的热封层之间的动摩擦系数增大,凹槽的存在一方面不仅可以为电芯膨胀提供空间,形成凹槽的同时也使得电芯与凹槽内的热封层之间的动摩擦系数增大,可以抑制电池(尤其是硅负极电池)在充放电过程中的膨胀形变。

附图说明

[0051] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0052] 图1为本发明实施例的二次电池的第一种封装膜的横截面示意图;

[0053] 图2为本发明实施例的二次电池的第二种封装膜的横截面示意图;

[0054] 图3为本发明实施例的第一种二次电池的横截面示意图;

[0055] 图4为本发明实施例的第一种二次电池的纵截面示意图;

[0056] 图5为本发明实施例的二次电池的封装膜与电芯的装配示意图;

[0057] 图6为本发明实施例的第二种二次电池的横截面示意图;

[0058] 图7为图6中隐藏电芯后的横截面示意图;

[0059] 图8为图6中封装膜在封装前的俯视图;

[0060] 图9为本发明实施例的二次电池的封装膜的第一模壳的立体图;

[0061] 图10为本发明实施例的二次电池的封装膜的第一模壳的俯视图;

[0062] 图11为图10中第一凹槽的底壁上的第一种第一区域的俯视图;

[0063] 图12为图10中第一凹槽的底壁上的第二种第一区域的俯视图;

[0064] 图13为图10中第一凹槽的底壁上的第三种第一区域的俯视图;

[0065] 图14为图10中第一凹槽的底壁上的第四种第一区域的俯视图;

[0066] 图15为本发明实施例的二次电池的第一凹槽与第二凹槽沿第三方向的投影示意图;

[0067] 图16为本发明实施例的二次电池的第一凹槽与封边沿第三方向的投影示意图;

[0068] 图17为本发明实施例的第三种二次电池的横截面示意图;

[0069] 图18为图17中隐藏电芯后的横截面示意图;

[0070] 图19为图17中封装膜在封装前的俯视图;

[0071] 图20为凹槽内的堆胶示意图。

[0072] 附图标记说明:

[0073] 10、电芯;101、第一封装区;102、第二封装区;103、第三封装区;11、第一极片;12、第二极片;13、隔膜;

[0074] 20、封装膜;201、第一凹槽;202、第二凹槽;203、第三凹槽;204、沉积区;

[0075] 21、保护层;

[0076] 22、金属层;23、热封层;

[0077] 24、第一区域;

[0078] 25、第一模壳;251、第一壁体;252、第二壁体;253、过渡区;254、第一容纳槽;26、第二模壳;

[0079] 27、第三模壳;271、第三壁体;272、第四壁体;273、第二容纳槽;

[0080] X—第一方向;Y—第二方向;Z—第三方向。

具体实施方式

[0081] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域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,都属于本发明保护的范围。

[0082] 下面结合图1至图20,描述本发明的实施例。

[0083] 根据本发明的实施例,提供了一种二次电池,包括:

[0084] 电芯10;

[0085] 封装膜20,请参见图7所示,封装膜20形成有收容电芯10的第一容纳槽254;请参见图1和图2所示,封装膜20包括依次层叠设置的保护层21、金属层22和热封层23,热封层23设置于金属层22朝向第一容纳槽254的一侧,保护层21设于金属层22背离第一容纳槽254的一侧;

[0086] 第一容纳槽254包括第一壁体251及环绕第一壁体251的第二壁体252,第一壁体251的热封层23面向电芯10设置;第一壁体251包括第一区域,第一区域的热封层23的厚度小于封装膜20除第一区域之外的其他区域的热封层23的厚度;

[0087] 请参见图5所示,电芯10包括第一极片11,在电芯10的最外圈,第一极片11朝向第一容纳槽254的表面具有未设置涂膏层的第二区域,第二区域与第一区域的热封层23之间的动摩擦系数大于第二区域与封装膜20除第一区域外的其他区域的热封层23之间的动摩擦系数。

[0088] 需要说明的是,文中“第一方向X”指的是电芯10和/或二次电池的宽度方向;文中“第二方向Y”指的是电芯10和/或二次电池的高度方向;文中“第三方向Z”指的是电芯10和/或二次电池的厚度方向;第一方向X、第二方向Y和第三方向Z两两相互垂直。文中电芯10的“最外圈”指的是在卷芯结构中位于最靠近卷芯卷绕终止端的一层和/或卷芯最靠近封装膜20的一层。

[0089] 本发明所提供的二次电池,通过在封装膜20形成第一容纳槽254,控制第一区域的热封层23的厚度小于封装膜20除了第一区域之外的其他区域的热封层23的厚度,同时使得电芯10的最外圈的第一极片的第二区域与封装膜20除了第一区域外的其他区域的热封层23之间的动摩擦系数较大,以使电芯10最外圈的第一极片的第二区域与第一区域的摩擦力增大,第一方面能够使得电芯10与封装膜20贴合更加紧密,从而减少电芯10与封装膜20之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提升炉温通过率;第二方面,电池在充放电过程中的会发生膨胀现象(尤其是高镍三元或硅基体系等高能量密度电池膨胀更加剧烈),电芯10与封装膜20之间具有一定的摩擦力时,摩擦力的存在能够使得封装膜20更加灵活地通过微小形变吸收应力,同时摩擦力的增加又能限制形变幅度,避免封装膜20过度拉伸破裂,有助于减少电池在充放电过程中的内部应力,改善电芯的循环膨胀,提高电池的性能稳定性,减少因内部膨胀导致的电池性能下降;第三方面,电芯10的第二区域与封装膜20的第一区域的热封层23之间的摩擦力增大,在振动、冲击或长期循环中,可防止电芯10在第一容纳槽254内发生微小位移,减少因机械摩擦导致的例如极片划伤、隔膜13破损等内部短路风险;第四方面,第一容纳槽254内的热封层23的厚度减小,可缩短封装膜20与电芯10之间的热传导路径,加快热量从电芯10内部向封装膜20外层的传

递,改善电池整体散热效率,提升炉温通过率,减少在高温或快充场景下,降低电芯局部过热导致电池失效的风险;另外,第一容纳槽254内的热封层23的厚度减小,从而为电芯10留出更多的容纳空间,有利于降低电池的整体厚度,提高电芯的体积能量密度。

[0090] 进一步地,热封层23可以采用PP材质;金属层22可以采用铝材质;保护层21可以采用尼龙材质。

[0091] 在一些实施例中,第二区域与第一区域的热封层23的动摩擦系数为 μ_1 ,第二区域与封装膜20除第一区域外的其他区域的热封层23的动摩擦系数为 μ_2 , μ_1 与 μ_2 满足 $1.1 \leq \mu_1 / \mu_2 \leq 5$ 。

[0092] μ_1 和 μ_2 通过满足 $\mu_1 / \mu_2 \geq 1.1$,不仅能够有效增加电芯10与第一容纳槽254内的热封层23之间的摩擦力,使得电芯10与封装膜20贴合更加紧密,减少电芯10与封装膜20之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提高炉温通过率;而且能够确保封装膜20更加灵活地通过微小形变吸收应力,同时摩擦力的增加又能限制形变幅度,避免封装膜20过度拉伸破裂,有助于减少电池在充放电过程中的内部应力,改善电池循环膨胀,提高电池的性能稳定性,减少因内部应力导致的电池性能下降;同时在振动、冲击或长期循环中,可有效防止电芯10在第一容纳槽254内发生微小位移,减少因机械摩擦导致的例如极片划伤、隔膜13破损等内部短路风险。

[0093] μ_1 / μ_2 的值如果过大,不仅对材料要求和工艺要求过高,制备难度和生产成本增加,而且当通过对第一容纳槽254内的热封层23进行清洗以期增加 μ_1 / μ_2 的值时,容易导致对第一容纳槽254内的热封层23清洗过度,容易清洗到热封层23下面的金属层22,导致封装膜20的力学性能降低,无法通过跌落测试,因此, μ_1 和 μ_2 通过满足 $\mu_1 / \mu_2 \leq 5$,从而降低材料要求和工艺要求,降低制备难度和生产成本,同时避免清洗到热封层23下面的金属层22,确保封装膜20的力学性能,保证电芯能够通过跌落测试。

[0094] 在一些实施例中,请参见图2和图7所示,在第一容纳槽254内,至少部分第一壁体251的封装膜20朝向电芯10的一侧表面设有第一凹槽201,第一凹槽201设置于至少部分热封层23上;电芯10的至少部分内置于第一凹槽201内;

[0095] 第一凹槽201的深度小于或等于热封层23的厚度;

[0096] 和/或,请参见图2所示,第一凹槽201的深度为 $H1\text{mm}$,第一凹槽201内的热封层23的厚度为 $H2\text{mm}$, $H1$ 与 $H2$ 满足 $30\% \leq H1 / (H1 + H2) \leq 100\%$;

[0097] 和/或,第一壁体251的面积为 $S1\text{mm}^2$,第一凹槽201沿第三方向Z的正投影面积为 $S2\text{mm}^2$, $S1$ 与 $S2$ 满足 $0.7 \leq S2 / S1 \leq 0.98$ 。

[0098] 通过在封装膜20朝向电芯10的一侧表面设置第一凹槽201,第一凹槽201设置于至少部分热封层23上,这样不仅可以通过第一凹槽201容纳至少部分的电芯10,从而提高电池能量密度;而且可缩短封装膜20的金属层22与电芯10之间的热传导路径,加快热量从电芯10内部向封装膜20外层的传递,尤其在高温或快充场景下,有助于降低局部过热风险;通过在热封层23上形成第一凹槽201,使得电芯10与第一凹槽201对应的热封层23之间的动摩擦系数增大,从而有效增加电芯10与第一容纳槽254内的热封层23之间的摩擦力。

[0099] 需要说明的是,可通过激光清洗热封层23形成第一凹槽201,第一凹槽201的底壁形成第一区域24,第一区域24与电芯10最外圈的第一极片11的第二区域接触,第二区域与第一区域24的动摩擦系数为 μ_1 。请参见图11-图14所示,在加工形成第一区域24的过程中,

激光清洗可以采用图11中的回形路径,也可以采用图12中的弓形路径,也可以采用图13中的往复路径,还可以采用图14中的单向路径,在此不作具体的限定。

[0100] 第一凹槽201的深度小于或等于热封层23的厚度,以避免清洗时对金属层22造成损伤,保证封装膜20对电芯10的封装效果。

[0101] 需要说明的是, $H1/(H1+H2)$ 的值如果过小,也即第一凹槽201的深度过浅,一方面无法有效缩短封装膜20的金属层22与电芯10之间的热传导路径,存在局部过热风险;另一方面在热封层23的清洗加工过程中,难以有效增加第一凹槽201内的热封层23的动摩擦系数 μ_1 ,也就难以有效增加 μ_1/μ_2 的值,难以确保电芯与封装膜贴合的紧密性。

[0102] $H1$ 与 $H2$ 通过满足 $H1/(H1+H2) \geq 30\%$,不仅能够有效缩短封装膜20的金属层22与电芯10之间的热传导路径,加快热量从电芯10内部向封装膜20外层的传递,尤其在高温或快充场景下,有助于降低局部过热风险,提升电芯的炉温通过率;同时能够有效增加第一凹槽201内的热封层23的动摩擦系数 μ_1 ,确保 $\mu_1/\mu_2 \geq 1.1$,使得电芯与封装膜贴合更加紧密,减少电芯与封装膜之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提高电芯的炉温通过率;而且能够为电芯10留出更多的容纳空间,有利于降低电池的整体厚度,提高体积能量密度。 $H1$ 与 $H2$ 通过满足 $H1/(H1+H2) \leq 100\%$,从而有效避免清洗时对金属层22造成损伤,保证封装膜20对电芯10的封装效果,确保封装膜20的力学性能,保证电芯能够通过跌落测试。

[0103] $S2/S1$ 如果过小,不仅第一凹槽201无法充分容纳电芯10,而且电芯10与第一凹槽201内的热封层23之间无法有效接触。因此, $S1$ 与 $S2$ 通过满足 $S2/S1 \geq 0.7$,不仅能够使得第一凹槽201为电芯10提供更大容纳空间,从而提高电池的能量密度,而且能够确保电芯10与第一凹槽201内的热封层23之间足够的接触面积,从而确保电芯10与第一凹槽201内的热封层23之间足够的摩擦力。由于封装膜20需加工形成第一容纳槽254, $S2/S1$ 如果过大,容易导致封装膜20容置腔的过渡区253的力学强度不足,不仅容易影响封装膜20的封装性能,而且容易造成后续电芯10循环膨胀导致角破,因此, $S1$ 与 $S2$ 通过满足 $S2/S1 \leq 0.98$,从而确保封装膜20容置腔的过渡区253的力学强度,保证封装膜20的封装性能,避免后续电芯10循环膨胀导致角破。

[0104] 进一步地,请参见图20所示,在清洗过程中,清洗完成后会有部分汽化的热封颗粒沉积在第一凹槽201内,形成如图20中所示的沉积区204,使得第一凹槽201内存在少量热封残留;沉积区204的面积小于或等于第一凹槽201沿第三方向Z的正投影面积的百分之五十,从而在保证封装膜20清洗完与电芯10之间还能够有一定粘结性的同时,防止热封残留太多影响电池整体平整性。

[0105] 在一些实施例中,请参见图1所示,在第一凹槽201的正投影区域范围内,金属层22的厚度为 $H3\text{mm}$;

[0106] 在第一凹槽201的正投影区域范围外,金属层22的厚度为 $H4\text{mm}$;

[0107] $H3$ 与 $H4$ 满足 $0.9 \leq H3/H4 \leq 1.1$ 。

[0108] $H3$ 与 $H4$ 通过满足 $0.9 \leq H3/H4 \leq 1.1$,从而确保第一凹槽201内露出的金属层22不会损伤,从而在提高电池能量密度的同时,保证封装膜20对电芯10的封装效果。

[0109] 在一些实施例中,请参见图9所示,封装膜20形成第一模壳25,第一模壳25包括第一壁体251,以及环周设于第一壁体251的外缘并由第一壁体251沿第三方向Z延伸而成的第

二壁体252,第一壁体251与第二壁体252围合形成第一容纳槽254;第一壁体251与第二壁体252的交接处形成过渡区253;

[0110] 请一并结合图10所示,第一凹槽201的边缘与过渡区253之间的距离为 $W1\text{mm}$, $W1$ 满足 $0 \leq W1 \leq 10$ 。

[0111] 需要说明的是,第一凹槽201如果至少部分位于过渡区253内,后续电芯10循环膨胀容易导致角破,因此, $W1$ 需满足 $W1 \geq 0$;第一凹槽201的面积如果过小,不仅容易减小第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间的接触面积,减小第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间的摩擦力,容易导致电芯与封装膜之间存在空气间隙,增大接触热阻,降低电池热均匀性,影响电池的炉温通过率,而且容易导致第一凹槽201内无法完全容纳电芯10最外圈的第一极片11,容易降低电池的体积能量密度,因此, $W1$ 还需满足 $W1 \leq 10$ 。

[0112] $W1$ 通过满足 $0 \leq W1 \leq 10$,不仅能够确保封装膜20的过渡区253的力学强度,保证封装膜20的封装性能,避免后续电芯10循环膨胀导致角破,确保电芯通过跌落测试;而且能够确保第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间的接触面积,保证第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间足够的摩擦力,使得电芯与封装膜贴合更加紧密,减少电芯与封装膜之间的空气间隙,降低接触热阻,从而提升电池整体散热效率,改善热均匀性,提高电芯的炉温通过率,并改善电芯循环膨胀,同时确保第一凹槽201内能够容纳更多的电芯,提高电池的体积能量密度。

[0113] 在一些实施例中,请参见图5所示,电芯10还包括第二极片12,第二极片12与第一极片11的极性相反,第二极片12为负极片;沿第二方向Y,第一凹槽201的边缘设置于第一极片11与第二极片12之间;

[0114] 和/或,沿第二方向Y,第一凹槽201的边缘与第二极片12的边缘之间的距离为 $L\text{mm}$, L 满足 $L \geq 0.2$ 。

[0115] 需要说明的是,第一极片11为正极片,第二极片12为负极片。封装膜20的热封层23上形成第一凹槽201后,热封层23的厚度会变薄,发生跌落时,电池内的第二极片12的边缘容易刺穿热封层23,第二极片12容易直接接触到封装膜20的金属层22,增加电池电化学腐蚀或短路的风险。

[0116] 通过沿第二方向Y将第一凹槽201的边缘设置于第一极片11与第二极片12之间,和/或,沿第二方向Y,第一凹槽201的边缘与第二极片12的边缘之间的距离为 $L\text{mm}$, L 满足 $L \geq 0.2$,从而确保封装膜20保留的热封层23可有效阻隔第二极片12与金属层22,降低电池电化学腐蚀或短路的风险,提高电池跌落测试通过率。

[0117] 在一些实施例中,请参见图16所示,电芯10沿第二方向Y的一侧设置有极耳(图未示);

[0118] 封装膜20还包括第一封装区101、第二封装区102和第三封装区103,第一封装区101设置于第一凹槽201沿第二方向Y靠近极耳的一侧,第二封装区102和第三封装区103分别设置于第一凹槽201沿第一方向X的两侧;

[0119] 第一凹槽201的边缘与第一封装区101之间的距离为 $W3\text{mm}$, $W3$ 满足 $L < W3 \leq 4$;

[0120] 和/或,第一凹槽201的边缘与第二封装区102之间的距离为 $W4\text{mm}$, $W4$ 满足 $0.2 \leq W4 \leq 10$;

[0121] 和/或,第一凹槽201的边缘与第三封装区103之间的距离为 $W5\text{mm}$, $W5$ 满足 $0.2 \leq W5$

≤ 10 。

[0122] 需要说明的是,第一凹槽201的边缘与第一封装区101之间的距离如果过近,容易导致电芯封装可靠性降低,无法通过跌落测试,同时电池循环过程中水汽容易进入电池本体导致循环电池异常膨胀,因此, $W3$ 需满足 $W3 > L$;第一凹槽201的边缘与第一封装区101之间的距离如果过远,不仅容易减小第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间的接触面积,减小第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间的摩擦力,容易导致电芯与封装膜之间存在空气间隙,增大接触热阻,降低电池热均匀性,影响电池的炉温通过率;而且容易导致第一凹槽201内无法完全容纳电芯10最外圈的第一极片11,容易降低电池的体积能量密度,因此, $W3$ 还需满足 $W3 \leq 4$ 。

[0123] 第一凹槽201的边缘与第二封装区102之间的距离如果过近,容易导致电芯封装可靠性降低,无法通过跌落测试,同时电池循环过程中水汽容易进入电池本体导致循环电池异常膨胀,因此, $W4$ 需满足 $W4 \geq 0.2$;第一凹槽201的边缘与第二封装区102之间的距离如果过远,不仅容易减小第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间的接触面积,减小第一凹槽201内的热封层23与电芯10之间的摩擦力,容易导致电芯与封装膜之间存在空气间隙,增大接触热阻,降低电池热均匀性,影响电池的炉温通过率,而且容易导致第一凹槽201内无法完全容纳电芯10最外圈的第一极片11,容易降低电池的体积能量密度,因此, $W4$ 还需满足 $W4 \leq 10$ 。

[0124] 第一凹槽201的边缘与第三封装区103之间的距离与第一凹槽201的边缘与第二封装区102之间的距离同理,在此不再赘述。

[0125] 在一些实施例中,请参见图6和图7所示,第一壁体251和所述第二壁体252形成第一模壳25;封装膜20还包括第二模壳26,第二模壳26与第一模壳25在封装后沿第三方向Z相对设置,第二模壳26封盖第一容纳槽254;

[0126] 第二模壳26的热封层23朝向电芯10的一侧形成第二凹槽202;沿第三方向Z,电芯10的至少部分与第二凹槽202相重叠。

[0127] 需要说明的是,封装膜20可以通过冲型形成第一模壳25和第二模壳26;可以通过激光清洗形成第一凹槽201和第二凹槽202;对于封装膜20的清洗,既可在冲型前对封装膜20进行预处理清洗,也可在冲型后对封装膜20进行清洗,冲型在电芯入壳前进行。

[0128] 通过采用上述设计,不仅能够使得第一凹槽201和第二凹槽202内的热封层23的厚度减小,而且能够使得第一凹槽201和第二凹槽202内的热封层23与电芯10之间的动摩擦系数增大,由此带来的有益效果与上述第一凹槽201的分析同理,在此不再赘述。

[0129] 在一些实施例中,请参见图15所示,沿第三方向Z,第二凹槽202的正投影区域位于第一凹槽201的正投影区域内;第二凹槽202的正投影区域的面积为 $S3\text{mm}^2$,第一凹槽201的正投影区域的面积为 $S4\text{mm}^2$, $S3$ 与 $S4$ 满足 $S3 \geq 90\% \times S4$;

[0130] 和/或,仍参见图15所示,第二凹槽202的正投影区域的边缘与第一凹槽201的正投影区域的边缘之间的距离为 $W2\text{mm}$, $W2$ 满足 $0 \leq W2 \leq 2$;

[0131] 和/或,在第一凹槽201的正投影区域范围内,封装膜20的厚度变化量不超过10%;

[0132] 和/或,在第二凹槽202的正投影区域范围内,封装膜20的厚度变化量不超过10%。

[0133] 需要说明的是,第二凹槽202的正投影区域位于第一凹槽201的正投影区域内, $S3$ 与 $S4$ 通过满足 $S3 \geq 90\% \times S4$,从而保证电池厚度一致性;和/或, $W2$ 通过满足 $0 \leq W2 \leq 2$,以确

保第二凹槽202的正投影区域完全位于第一凹槽201的正投影区域内,从而保证电池厚度一致性;和/或,在第一凹槽201的正投影区域范围内,封装膜20的厚度变化量不超过10%,从而保证电池厚度一致性;和/或,在第二凹槽202的正投影区域范围内,封装膜20的厚度变化量不超过10%,从而保证电池厚度一致性,进而确保电池电化学性能的稳定性。

[0134] 在一些实施例中,请参见图17和图18所示,封装膜20还包括第三模壳27,第三模壳27与第一模壳25在封装后沿第三方向Z相对设置;第三模壳27包括第三壁体271,以及环周设于第三壁体271的外缘并由第三壁体271沿第三方向Z延伸而成的第四壁体272;第三壁体271和第四壁体272共同围合形成第二容纳槽273;

[0135] 第三壁体271的热封层23朝向电芯10的一侧形成第三凹槽203;电芯10的至少部分与第三凹槽203相重叠。

[0136] 需要说明的是,封装膜20可以通过冲型形成第一模壳25和第三模壳27;可以通过激光清洗形成第一凹槽201和第三凹槽203。

[0137] 通过采用上述设计,不仅能够使得第一凹槽201和第三凹槽203内的热封层23的厚度减小,而且能够使得第一凹槽201和第三凹槽203内的热封层23与电芯10之间的动摩擦系数增大,由此带来的有益效果与上述第一凹槽201的分析同理,在此不再赘述。

[0138] 在一些实施例中,第一极片11包括第一活性层;在电芯10沿第三方向Z的截面上,带有第一活性层的第一极片11的层数为N, $N \leq 15$;

[0139] 和/或,第二极片12包括第二活性层,第二活性层包括硅基材料;第二活性层中硅元素的质量百分含量为1.5%~50%。

[0140] 需要说明的是,第一极片11为正极片,第一活性层为正极活性涂层,在电芯10沿第三方向Z的截面上,带有第一活性层的第一极片11的层数不超过15层,能够使得本方案应用在薄电池产品上时,其ED提升效果更显著。对于含硅碳负极的电芯,其第二极片12为负极片,第二活性层为负极活性涂层,第二活性层包括硅基材料,第二活性层中硅元素的质量百分含量为1.5%~50%;硅碳负极嵌锂过程中存在较大的体积膨胀,膨胀会导致对电池外包装产生较大的膨胀应力,存在易发生外包装角位破裂的安全失效,通过激光清洗(或者其他的清洗工艺,例如刮刀清洗等,本申请不限定具体的清洗方式)封装膜20的热封层23,形成上述实施例中的凹槽结构(第一凹槽201,或者第一凹槽201和第二凹槽202,或者第一凹槽201和第三凹槽203),并使电芯10与凹槽内的热封层23之间的动摩擦系数增大,凹槽的存在一方面不仅可以为电芯膨胀提供空间,形成凹槽的同时也使得电芯与凹槽内的热封层23之间的动摩擦系数增大,可以抑制电池(尤其是硅负极电池)在充放电过程中的膨胀形变。

[0141] 为验证封装膜20设置第一凹槽201对二次电池性能的影响,进行了如下实验:

[0142] 1. 炉温测试:

[0143] 将电芯以0.7C恒流充电至上限电压4.4V,随后以4.4V电压恒压充电至0.025C。充电完成后将电芯置于烤箱内,初始温度为 $25 \pm 3^\circ\text{C}$,并以 $5 \pm 2^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升温至设定好的目标温度(130°C , 140°C),保持目标温度60min,随后结束测试。炉温测试通过的判定标准是:电芯不发生起火或爆炸现象。若电芯测试过程中温度持续上升至起火或爆炸,则未通过测试。每个实施例或对比例均有10个电芯作为平行样进行测试,并记录电芯通过炉温测试的数量。

[0144] 2. 循环膨胀测试:

[0145] 测试开始前,以1C恒流充电至上限电压4.4V,随后以4.4V恒压充电至0.02C,记录初始满电状态电芯厚度,为初始厚度,随后以0.5C电流放电至3V。

[0146] 循环膨胀测试:以1C恒流充电至上限电压4.4V,随后以4.4V恒压充电至0.02C,静置10min;静置完成后,以0.5C电流放电至3V,静置10min。此为一个充放电循环。如此充电/放电循环1000T。1000T后将电芯充电至100%SOC,并记录1000T后满电电芯厚度,为循环测试厚度。

[0147] 计算电池循环厚度膨胀率。循环厚度膨胀率=(循环测试厚度-初始厚度)/初始厚度*100%。每个实施例或对比例均有3个电芯作为平行样进行测试,记录三个电芯在1000T循环后循环膨胀的均值。

[0148] 3. 跌落测试:

[0149] 将电芯以0.7C恒流充电至上限电压4.4V,随后以4.4V电压恒压充电至0.025C。充电完成后,将电芯置于固定夹具内。测试前后检查电芯外观并拍照。用夹具自由跌落地面,跌落高度为1.5m。对电芯六面四角各跌落一次,为一轮,共进行10轮测试。跌落测试通过的标准:不冒烟,不漏液,电芯压降<30mV。其中,电池压降=跌落测试前的电压值-跌落测试后的电压值。每个实施例或对比例测试10个锂离子电池,并记录通过跌落测试电芯数量。

[0150] 4. 体积能量密度:

[0151] 将电芯以0.5C的倍率恒流充电至4.4V,然后恒压充电至0.02C,完成电芯充电;接下来使用0.5C的倍率恒流放电,直至电芯电压降低至3.0V,记录放电过程中,放出的总容量C,并计算实际的锂离子电池体积V,VED=放电容量C*电压平台/电芯体积V,单位为Wh/L。

[0152] 以下对实验中各实施例与对比例中的具体设置进行详细说明,其中,第一极片11为正极片,第二极片12为负极片。

[0153] 实施例与对比例:

[0154] 实施例1

[0155] 电池制备:

[0156] (1) 配制正极片:将正极导电剂加入到正极粘结剂胶液中搅拌均匀后,再加入正极活性物质颗粒搅拌均匀,制备得到正极活性层浆料。以干重计,正极活性物质颗粒的质量含量为97.3%,正极粘结剂的质量含量为1.3%,正极导电剂的质量含量为1.4%。将活性浆料涂布在铝箔上,经烘烤、辊压后得到正极片。

[0157] (2) 制备负极片:将质量分数为的硅碳复合材料43.1%、以及53.8%石墨、0.5%的导电炭黑、1.3%的粘接剂及1.3%的分散剂混合均匀后,再加入适量去离子水分散均匀后,制备得到负极浆料,将负极浆料涂布在涂炭铜箔上,经烘烤、辊压后得到负极片。

[0158] (3) 正、负极片经分切、制片后和隔膜卷绕得到卷芯。

[0159] (4) 采用激光对冲型后的封装膜的容纳槽底壁的热封层进行清洗形成凹槽,将卷芯放入对冲型后的封装膜的容纳槽内,经封装、烘烤、注液、化成、二封、分选及OCV得到锂离子电池。

[0160] 各个实施例与对比例中的参数如表1所示。

[0161] 表1

[0162]

序号	μ_1/μ_2	$H_1/(H_1+H_2)$	W_1 /mm	W_3 /mm	W_4 /mm	W_5 /mm	L /mm
实施例 1	4.8	100%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 2	1.1	10%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 3	2.1	20%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 4	3	50%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 5	3.8	80%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 6	4.5	95%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 7	1.8	19%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 8	2.4	30%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 9	3.5	70%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 10	4.8	100%	1	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 11	4.8	100%	-0.5	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 12	4.8	100%	0	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 13	4.8	100%	5	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 14	4.8	100%	10	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 15	4.8	100%	12	2.05	2.35	2.35	0.25
实施例 16	4.8	100%	1	0.1	2.35	2.35	0.25
实施例 17	4.8	100%	1	0.4	2.35	2.35	0.25
实施例 18	4.8	100%	1	1.2	2.35	2.35	0.25
实施例 19	4.8	100%	1	4	2.35	2.35	0.25
实施例 20	4.8	100%	1	5	2.35	2.35	0.25
实施例 21	4.8	100%	1	2.05	0.1	2.35	0.25
实施例 22	4.8	100%	1	2.05	0.2	2.35	0.25
实施例 23	4.8	100%	1	2.05	6	2.35	0.25
实施例 24	4.8	100%	1	2.05	10	2.35	0.25
实施例 25	4.8	100%	1	2.05	12	2.35	0.25
实施例 26	4.8	100%	1	2.05	2.35	0.1	0.25
实施例 27	4.8	100%	1	2.05	2.35	0.2	0.25
实施例 28	4.8	100%	1	2.05	2.35	6	0.25

[0163] 表1 (续)

[0164]

序号	μ_1/μ_2	$H_1/(H_1+H_2)$	W_1 /mm	W_3 /mm	W_4 /mm	W_5 /mm	L /mm
实施例 29	4.8	100%	1	2.05	2.35	10	0.25
实施例 30	4.8	100%	1	2.05	2.35	12	0.25
实施例 31	4.8	100%	1	2.05	2.35	2.35	0.1
实施例 32	4.8	100%	1	2.05	2.35	2.35	0.2
实施例 33	4.8	100%	1	2.05	2.35	2.35	0.3
对比例 1	1	0	1	2.05	2.35	2.35	0.25
对比例 2	5.5	*	1	2.05	2.35	2.35	0.25

[0165] 注：(1) 表1中实施例11中 W_1 的取值为-0.5表示第一凹槽201至少部分设在了过渡区253,即过渡区253的至少部分也被进行了清洗;

[0166] (2) 表1中对比例2中的“*”表示第一凹槽201实际上已清洗至金属层22,即第一凹槽201内对应的金属层22至少部分被清洗。

[0167] 各个实施例与对比例中的实验结果如表2所示。

[0168] 表2

[0169]

序号	炉温通过 率/130℃	炉温通过率 /140℃	循环膨胀 /1000T	跌落测试	体积能量 密度/Wh/L
实施例 1	10PASS/10	10PASS/10	7.88%	10PASS/10	674.4
实施例 2	10PASS/10	8PASS/10	11.85%	10PASS/10	661.8
实施例 3	10PASS/10	9PASS/10	11.06%	10PASS/10	663.9
实施例 4	10PASS/10	10PASS/10	10.37%	10PASS/10	667.4
实施例 5	10PASS/10	10PASS/10	9.24%	10PASS/10	670.9
实施例 6	10PASS/10	10PASS/10	8.33%	10PASS/10	673.7
实施例 7	10PASS/10	9PASS/10	11.23%	10PASS/10	663.2
实施例 8	10PASS/10	10PASS/10	10.75%	10PASS/10	664.6
实施例 9	10PASS/10	10PASS/10	9.67%	10PASS/10	670.2
实施例 10	10PASS/10	10PASS/10	7.98%	10PASS/10	674.4
实施例 11	10PASS/10	7PASS/10	8.13%	2PASS/10	674.4
实施例 12	10PASS/10	10PASS/10	7.95%	9PASS/10	674.4
实施例 13	10PASS/10	10PASS/10	8.58%	10PASS/10	674.4
实施例 14	10PASS/10	10PASS/10	9.06%	10PASS/10	668.7

[0170] 表2(续)

序号	炉温通过 率/130℃	炉温通过率 /140℃	循环膨胀 /1000T	跌落测试	体积能量 密度/Wh/L
实施例 15	10PASS/10	2PASS/10	9.41%	10PASS/10	660.5
实施例 16	10PASS/10	10PASS/10	13.7%	0PASS/10	674.4
实施例 17	10PASS/10	10PASS/10	7.83%	5PASS/10	674.4
实施例 18	10PASS/10	10PASS/10	7.97%	10PASS/10	674.4
实施例 19	10PASS/10	10PASS/10	8.15%	10PASS/10	674.4
实施例 20	10PASS/10	6PASS/10	8.44%	10PASS/10	660.5
实施例 21	10PASS/10	10PASS/10	13.56%	3PASS/10	674.4
实施例 22	10PASS/10	10PASS/10	8.06%	10PASS/10	674.4
实施例 23	10PASS/10	10PASS/10	8.66%	10PASS/10	674.4
实施例 24	10PASS/10	5PASS/10	8.93%	10PASS/10	674.4
实施例 25	10PASS/10	0PASS/10	9.38%	10PASS/10	660.5
实施例 26	10PASS/10	10PASS/10	13.86%	3PASS/10	674.4
实施例 27	10PASS/10	10PASS/10	7.92%	10PASS/10	674.4
实施例 28	10PASS/10	10PASS/10	8.65%	10PASS/10	674.4
实施例 29	10PASS/10	5PASS/10	8.96%	10PASS/10	674.4
实施例 30	10PASS/10	0PASS/10	9.56%	10PASS/10	660.5
实施例 31	10PASS/10	10PASS/10	8.66%	6PASS/10	674.4
实施例 32	10PASS/10	10PASS/10	8.06%	10PASS/10	674.4
实施例 33	10PASS/10	10PASS/10	8.13%	10PASS/10	674.4
对比例 1	10PASS/10	0PASS/10	14.31%	10PASS/10	660.5
对比例 2	10PASS/10	10PASS/10	8.33%	1PASS/10	677.6

[0171] 注:表2中“PASS”表示通过,例如,“5PASS/10”表示10个样品中5个样品通过实验测试。

[0173] 通过上述实验,由实施例1至实施例6相较于对比例1可知, μ_1 与 μ_2 通过满足 $\mu_1/\mu_2 \geq 1.1$,能够提高电芯炉温通过率,并改善电芯循环膨胀,且在 $1.1 \leq \mu_1/\mu_2 \leq 5$ 的范围内, μ_1/μ_2 的值越大效果越好;实施例1至实施例6相较于对比例2, μ_1 与 μ_2 通过满足 $\mu_1/\mu_2 \leq 5$,从而确保封装膜20的力学性能,保证电芯能够通过跌落测试。

[0174] 由实施例8至实施例10相较于实施例7可知, H_1 与 H_2 通过满足 $H_1/(H_1+H_2) \geq 30\%$,能够提高电芯炉温通过率,并改善电芯循环膨胀,同时提高电芯的体积能量密度,且在 $30\% \leq H_1/(H_1+H_2) \leq 100\%$ 范围内, $H_1/(H_1+H_2)$ 的值越大效果越好。如果 $H_1/(H_1+H_2) \geq 100\%$,容易在清洗时对金属层22造成损伤,无法确保封装膜20的力学性能,在此不再设置实施例。

[0175] 由实施例12至实施例14相较于实施例11可知, W_1 通过满足 $W_1 \geq 0$,能够确保电芯通过跌落测试;由实施例12至实施例14相较于实施例15可知, W_1 通过满足 $W_1 \leq 10$,能够提高电

芯的炉温通过率,并改善电芯循环膨胀,提高电池的体积能量密度,且在 $0 \leq W1 \leq 10$ 的范围内, $W1$ 的值越小效果越好。

[0176] 由实施例17至实施例19相较于实施例16可知, $W3$ 通过满足 $W3 > L$,可以确保电池通过跌落测试,并改善电池循环膨胀;由实施例17至实施例19相较于实施例20可知, $W3$ 通过满足 $W3 \leq 4$,可以提高电池的炉温通过率,提高电池的体积能量密度。

[0177] 由实施例22至实施例24相较于实施例21可知, $W4$ 通过满足 $W4 \geq 0.2$,可以确保电池通过跌落测试,并改善电池循环膨胀;由实施例22至实施例24相较于实施例25可知, $W4$ 通过满足 $W4 \leq 10$,可以提高电池的炉温通过率,提高电池的体积能量密度。

[0178] 由实施例27至实施例29相较于实施例26可知, $W5$ 通过满足 $W5 \geq 0.2$,可以确保电池通过跌落测试,并改善电池循环膨胀;由实施例27至实施例29相较于实施例30可知, $W5$ 通过满足 $W5 \leq 10$,可以提高电池的炉温通过率,提高电池的体积能量密度。

[0179] 由实施例32和实施例33相较于实施例31可知, L 通过满足 $L \geq 0.2$,能够提高电池跌落测试通过率。

[0180] 虽然结合附图描述了本发明的实施例,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下做出各种修改和变型,这样的修改和变型均落入由所附权利要求所限定的范围之内。

20

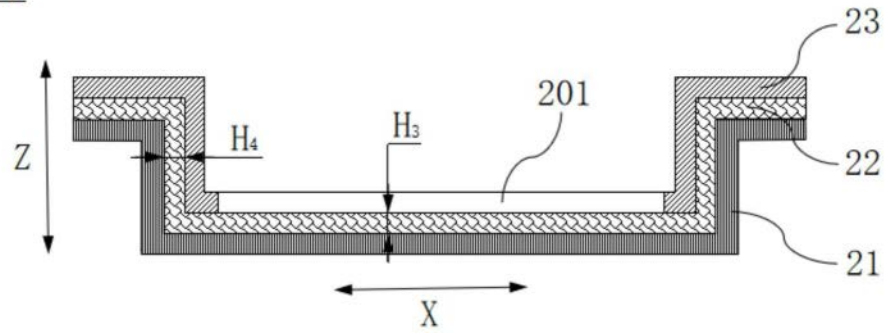


图1

20

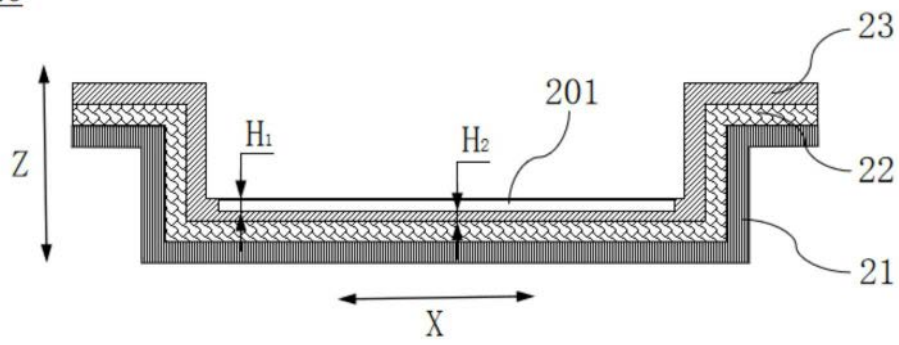


图2

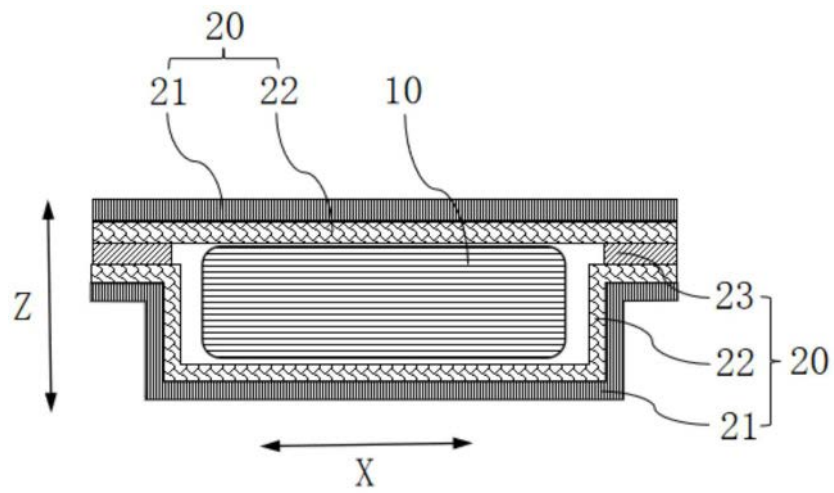


图3

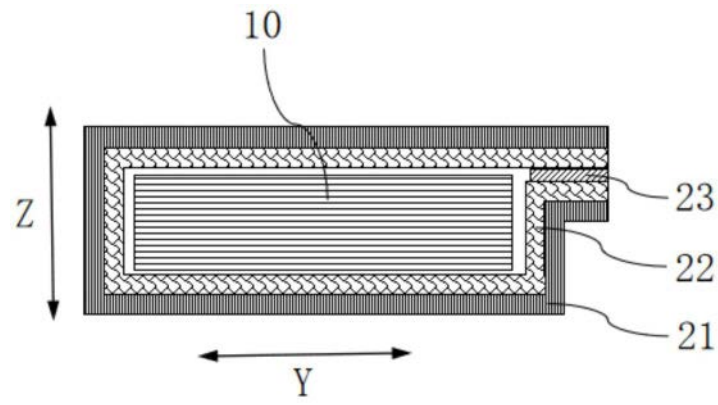


图4

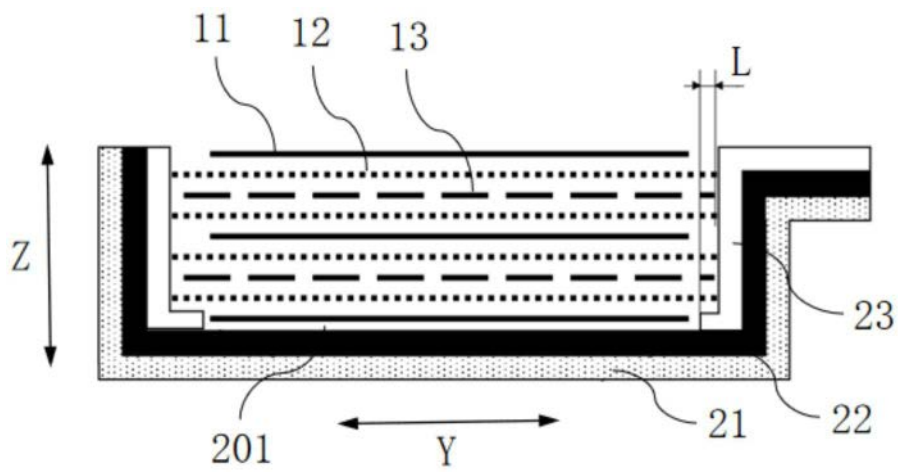


图5

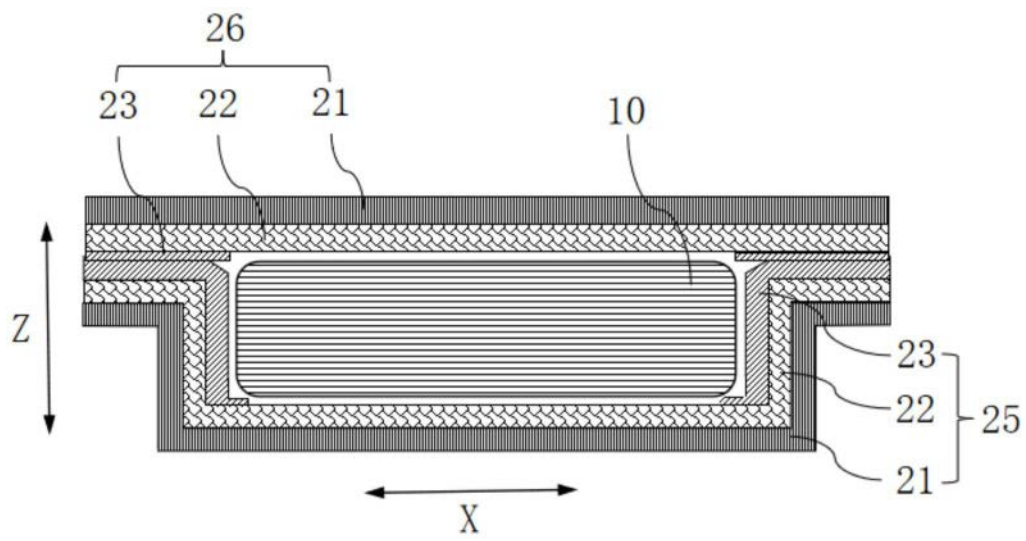


图6

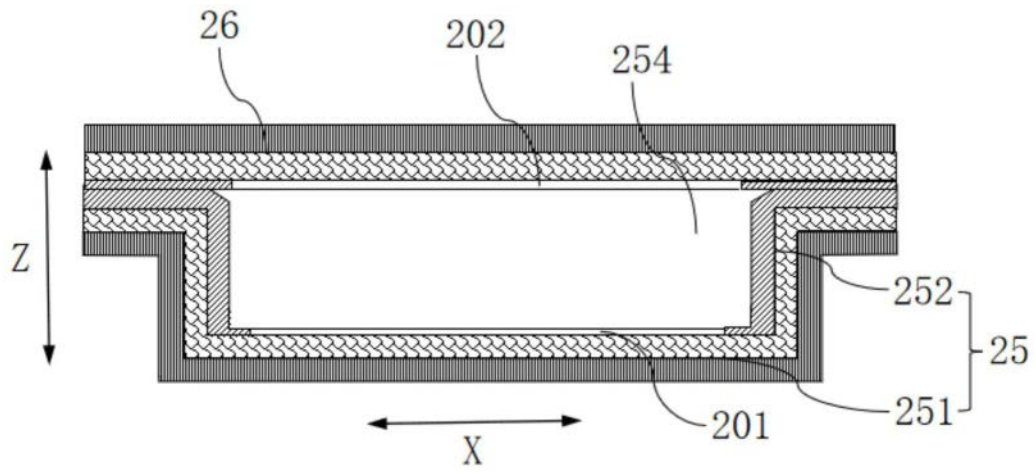


图7

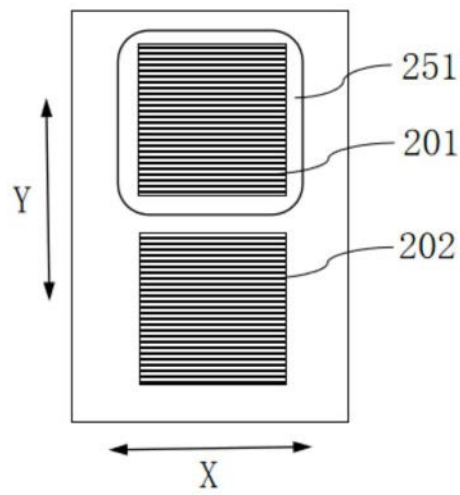


图8

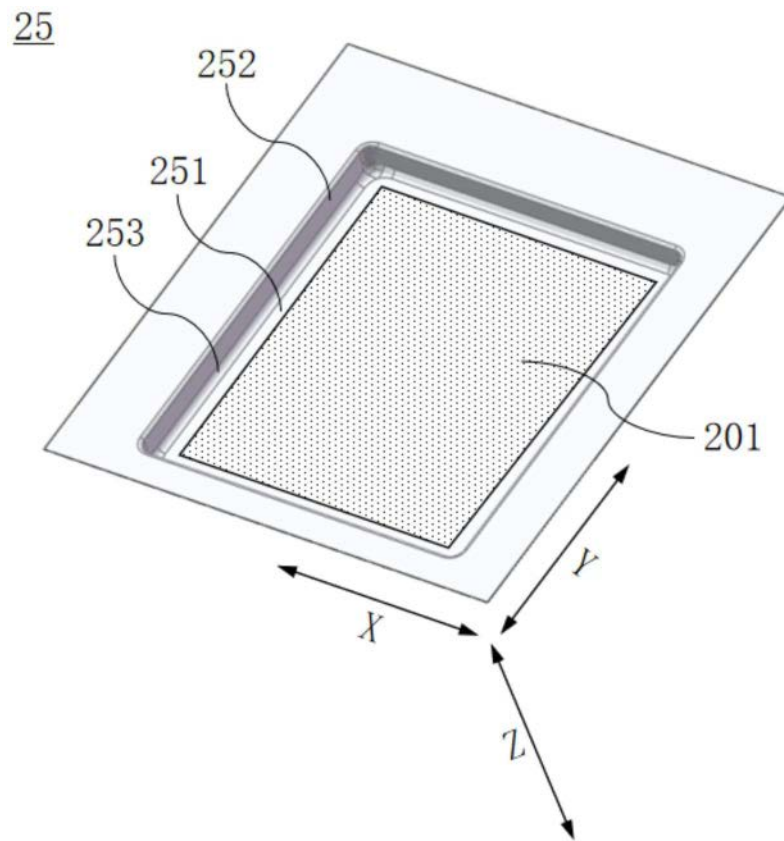


图9

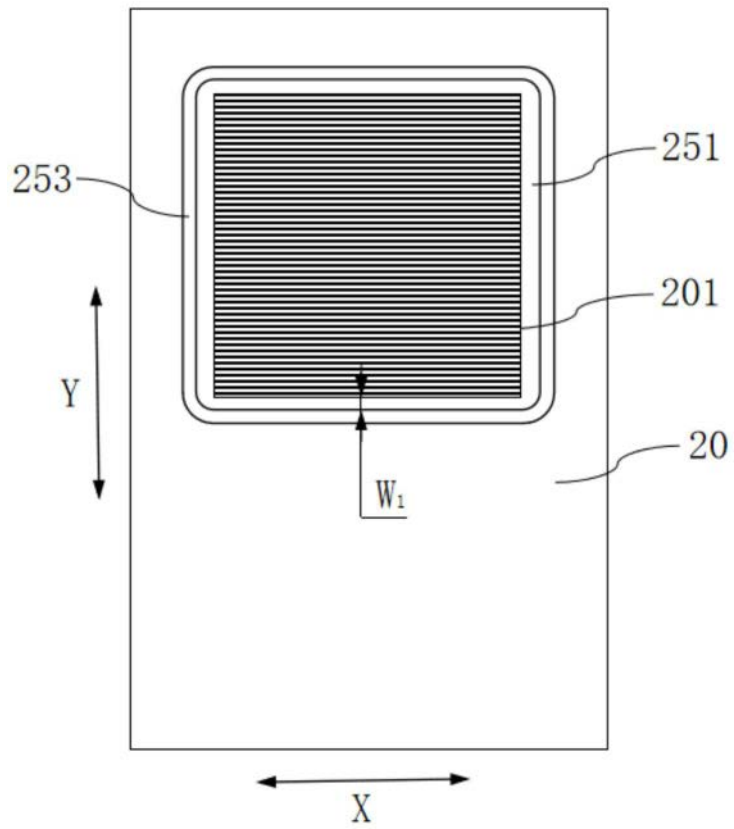


图10

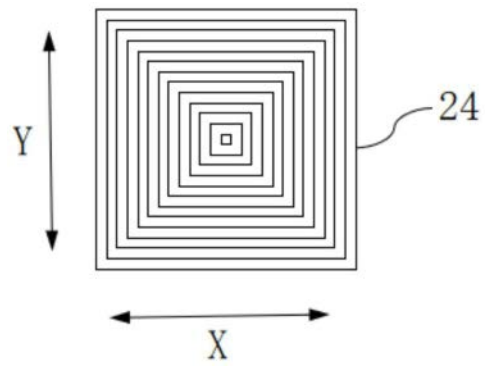


图11

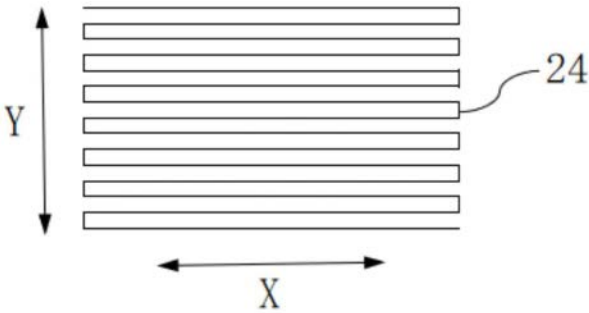


图12

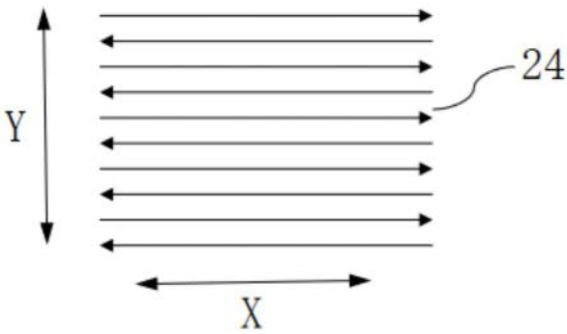


图13

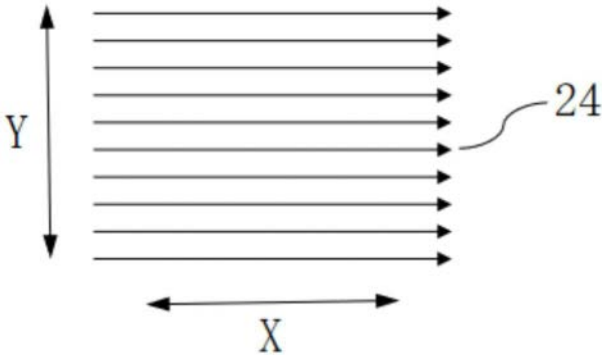


图14

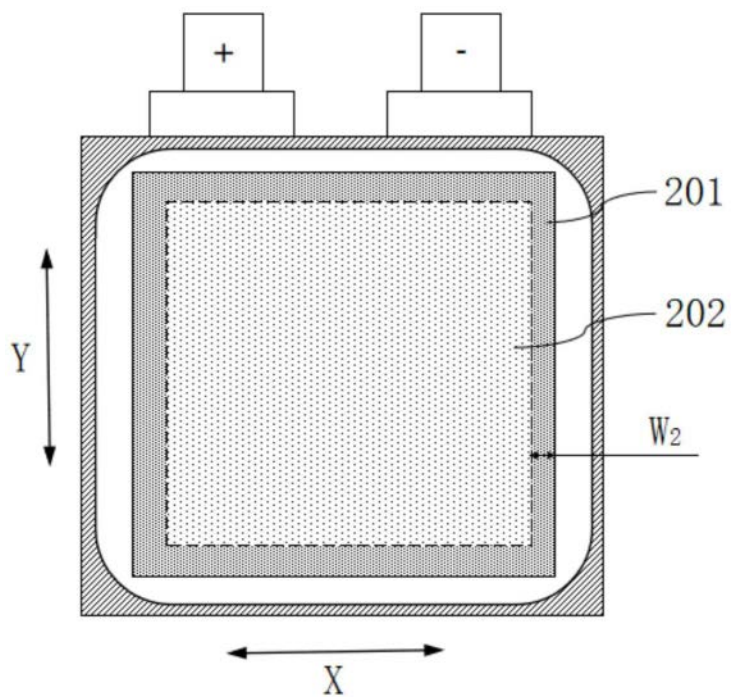


图15

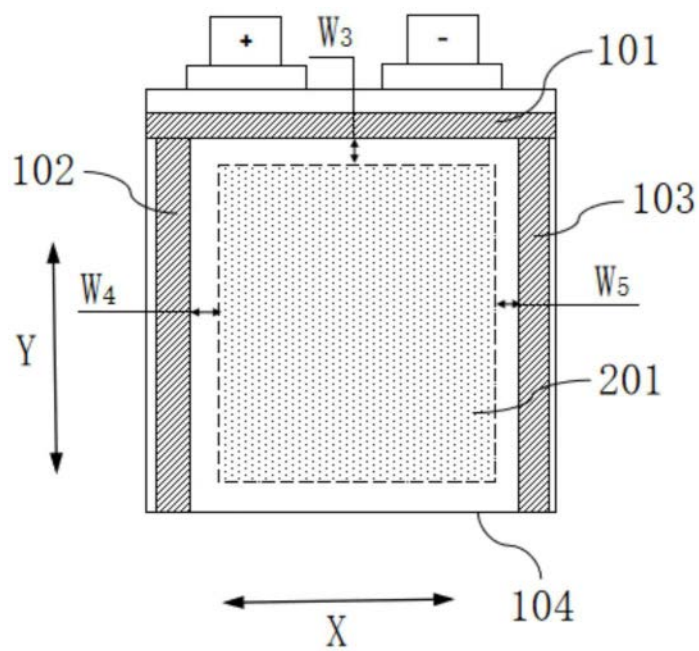


图16

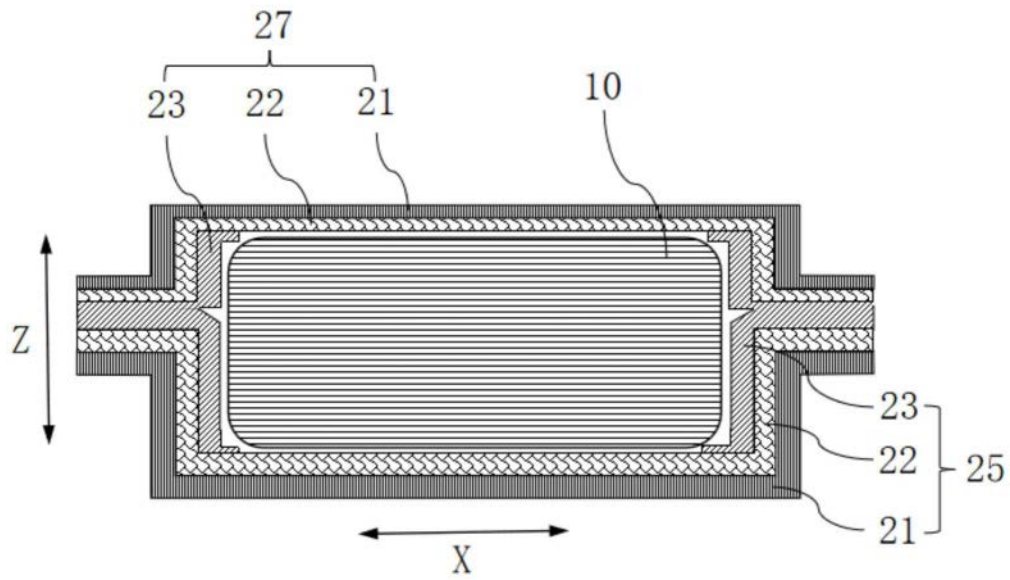


图17

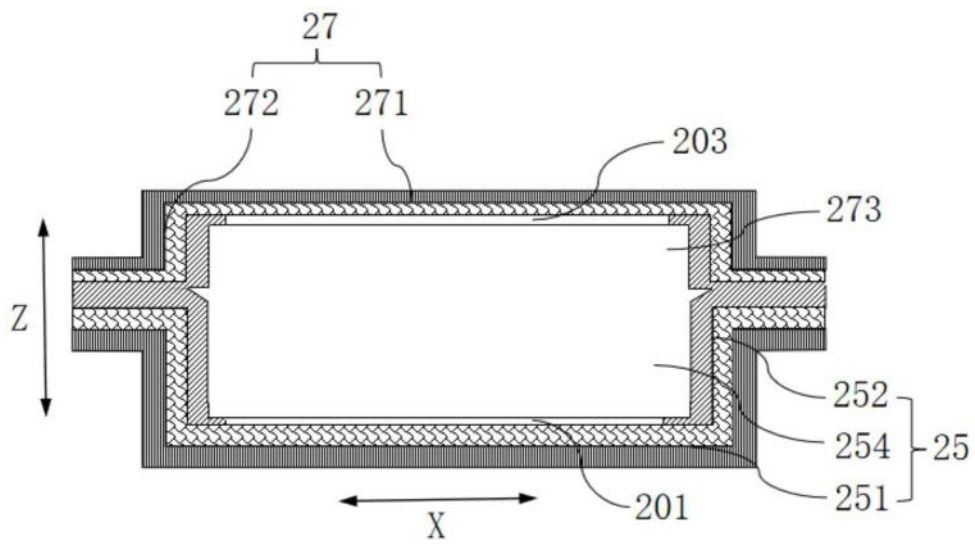


图18

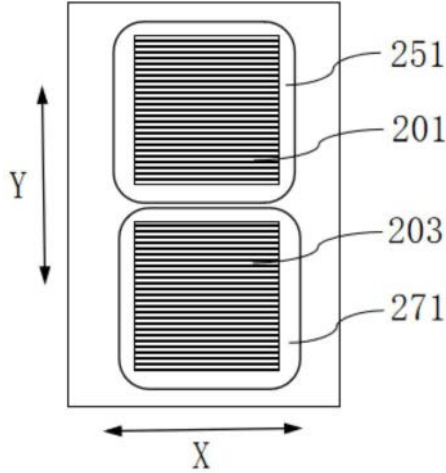


图19

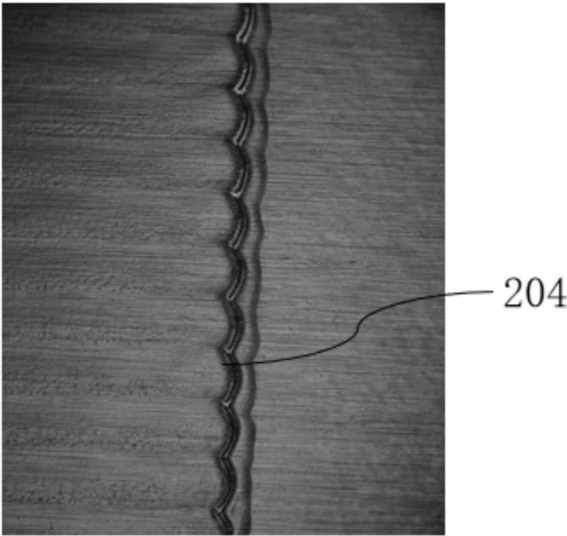


图20