



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109671996 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201811442546.7

G01L 1/14 (2006.01)

(22) 申请日 2018.11.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104714176 A, 2015.06.17

申请公布号 CN 109671996 A

CN 106842059 A, 2017.06.13

(43) 申请公布日 2019.04.23

JP 2013238403 A, 2013.11.28

(73) 专利权人 西交利物浦大学

US 2017268940 A1, 2017.09.21

地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅

CN 108827766 A, 2018.11.16

湖科教创新区仁爱路111号

审查员 胡艳

(72) 发明人 刘晨光 赵胤超 易若玮 杨莉

赵策洲

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有

限公司 32103

代理人 范晴

(51) Int. Cl.

H01M 10/42 (2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

锂离子电池电极应力原位测量系统

(57) 摘要

一种电化学能源技术领域锂离子电池电极应力原位测量系统,包括:充放电测试电路和高频电容测量电路;所述充放电测试电路设有第一电源,所述高频电容测量电路设有第二电源,第一电源和第二电源构成双通道电源,所述双通道电源与继电器切换模块电连接,通过继电器切换模块控制充放电测试电路或高频电容测量电路连通进行原位测量;控制模块控制充放电循环测试及高频电容测量进行;数据处理模块根据充放电循环测试数据和高频电容测量数据输出锂离子纽扣电池电极应力原位测量数据。本发明通过测量锂离子纽扣电池充放电后电容的变化推测电极应力的变化,采用的设备仪器简单,且降低了原位测量的难度,测量成本低。

1. 一种锂离子电池电极应力原位测量系统,其特征在于,包括:

充放电测试电路,与锂离子纽扣电池正负极电连接,对锂离子纽扣电池进行充放电循环测试,输出充放电循环测试数据;

高频电容测量电路,与锂离子纽扣电池正负极电连接,对经充放电循环测试的锂离子纽扣电池进行高频电容测量,输出高频电容测量数据;

所述充放电测试电路设有第一电源,所述高频电容测量电路设有第二电源,第一电源和第二电源构成双通道电源,所述双通道电源与继电器切换模块电连接,通过继电器切换模块控制充放电测试电路或高频电容测量电路连通,进行原位测量;

控制模块,与充放电测试电路、高频电容测量电路分别电连接输出控制信号控制充放电循环测试及高频电容测量进行;

数据处理模块,与充放电测试电路、高频电容测量电路分别电连接,根据充放电循环测试数据和高频电容测量数据输出锂离子纽扣电池电极应力原位测量数据。

2. 根据权利要求1所述锂离子电池电极应力原位测量系统,其特征是,所述控制模块与继电器切换模块电连接并输出电路通断控制信号。

3. 根据权利要求2所述锂离子电池电极应力原位测量系统,其特征是,所述继电器切换模块由两组四通道5V直流继电器模组组成,其中一个模组进行充放电循环测试中充电和放电的转换,另一模组进行高频电容测量中充电和放电的转换。

4. 根据权利要求1所述锂离子电池电极应力原位测量系统,其特征是,所述充放电测试电路通过第一电源与LCR测试仪电连接得到。

5. 根据权利要求1所述锂离子电池电极应力原位测量系统,其特征是,所述高频电容测量电路通过第二电源与LCR测试仪电连接得到。

锂离子电池电极应力原位测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种电化学能源领域的技术,具体是一种锂离子电池电极应力原位测量系统。

背景技术

[0002] 自从锂离子电池在1973年被索尼公司研发上市以来,其商用负极材料一直采用的是传统石墨电极,但石墨电极理论比容量只有372mAh/g,不足以满足现有高性能电子设备的需求,因此需要开发一种新型高比容量电极材料予以替代。

[0003] $\text{Li}_{4.4}\text{Si}$ 结构的硅负极材料具有超高的理论比容量(4200mAh/g)和较低的脱锂电位(约为0.5V),理论比容量是传统石墨电极的十倍。因此,硅成为锂离子电池中新型材料最富有潜力的材料之一。但是,该材料也存在很多缺点,需要予以克服。首先,硅作为半导体材料,导电率相比其他金属、碳基材料较低,需要合适的方法提高其自身导电率,为锂离子嵌入脱出提高更为快速的通道;其次,硅材料在充放电过程中,随着锂离子的嵌入脱出,会产生非常大的体积变化,最大体积超过原本的300%,将给负极结构带来巨大的应力,导致负极结构稳定性降低,电极内部发生碎裂,逐渐粉化,结构崩塌,接触电阻增大,最终导致循环性能降低;同时这种碎裂还会导致更多不导电SEI(Solid electrolyte interphase,固体电解质界面膜)的生成,加剧硅材料的腐蚀和能量衰减,最终导致电池性能降低。

[0004] 目前对 $\text{Li}_{4.4}\text{Si}$ 结构硅负极材料进行了诸多改进,同时研究人员开发了多种原位测量方法对锂离子电池充放电循环前后电极表面结构与形貌、电极材料复合情况、电极应力变化等进行表征,以便对改进后材料进行评估。现有的原位测量方法多借助于高精密仪器如透射电子显微镜、X射线衍射仪、原子力显微镜对材料的观测实现,测量仪器昂贵复杂,并且通常需要严格的测试环境。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提出了一种锂离子电池电极应力原位测量系统,通过测量锂离子纽扣电池充放电后电容的变化推测电极应力的变化,采用的设备仪器简单,且降低了原位测量的难度,测量成本低。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 本发明包括:

[0008] 充放电测试电路,与锂离子纽扣电池正负极电连接,对锂离子纽扣电池进行充放电循环测试,输出充放电循环测试数据;

[0009] 高频电容测量电路,与锂离子纽扣电池正负极电连接,对经充放电循环测试的锂离子纽扣电池进行高频电容测量,输出高频电容测量数据;

[0010] 所述充放电测试电路设有第一电源,所述高频电容测量电路设有第二电源,第一电源和第二电源构成双通道电源,所述双通道电源与继电器切换模块电连接,通过继电器切换模块控制充放电测试电路或高频电容测量电路连通,进行原位测量;

[0011] 控制模块,与充放电测试电路、高频电容测量电路分别电连接输出控制信号控制充放电循环测试及高频电容测量进行;

[0012] 数据处理模块,与充放电测试电路、高频电容测量电路分别电连接,根据充放电循环测试数据和高频电容测量数据输出锂离子纽扣电池电极应力原位测量数据。

[0013] 所述控制模块与继电器切换模块电连接并输出电路通断控制信号。

[0014] 所述继电器切换模块由两组四通道5V直流继电器模组组成,其中一个模组进行充放电循环测试中充电和放电的转换,另一模组进行高频电容测量中充电和放电的转换。

[0015] 所述充放电测试电路通过第一电源与LCR测试仪电连接得到。

[0016] 所述高频电容测量电路通过第二电源与LCR测试仪电连接得到。

[0017] 技术效果

[0018] 与现有技术相比,本发明具有如下技术效果:

[0019] 1) 基于锂离子电池负极片中电极隔膜材料相较于其他电极材料弹性较大而弹性模量较小的特性,即在锂离子电池充放电时电极膨胀过程中,电极隔膜材料相对于其他材料形变较大,电极隔膜材料形变与电极应力正相关,利用锂离子电池正负极间的距离减小电容相应增大的原理,通过电容的变化,实现了对电极中应力变化的检测;本发明只需将待测锂离子电极材料制成锂离子纽扣电池进行测试即可,大大减少了测试中对高精密观测设备的依赖性,测试中采用的直流电源、LCR数字电桥等电器元件和设备通用易得,大大降低了原位测试的难度;

[0020] 2) 采用本发明测试电极材料,无需破坏电池结构,可用于不同充放电循环次数后电极应力测量。

附图说明

[0021] 图1为实施例1的系统结构示意图;

[0022] 图2为实施例1测量的硅电极电池在420mAh/g电流密度下的前三次充放电曲线;

[0023] 图3为实施例1测量的硅电极电池在420mAh/g电流密度下的前三次电容变化曲线;

[0024] 图中:控制模块1、充放电测试电路2、高频电容测量电路3、继电器切换模块4、数据处理模块5、锂离子纽扣电池6。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图及具体实施方式对本发明进行详细描述。

[0026] 实施例1

[0027] 如图1所示,本实施例包括:

[0028] 充放电测试电路2,与锂离子纽扣电池6正负极电连接,对锂离子纽扣电池6进行充放电循环测试,输出充放电循环测试数据;

[0029] 高频电容测量电路3,与锂离子纽扣电池6正负极电连接,对经充放电循环测试的锂离子纽扣电池进行高频电容测量,输出高频电容测量数据;

[0030] 所述充放电测试电路2设有第一电源,所述高频电容测量电路3设有第二电源,第一电源和第二电源构成双通道电源,所述双通道电源与继电器切换模块4电连接,通过继电器切换模块4控制充放电测试电路或高频电容测量电路连通,进行原位测量;

[0031] 控制模块1,与充放电测试电路2、高频电容测量电路3分别电连接输出控制信号控制充放电循环测试及高频电容测量进行;

[0032] 数据处理模块5,与充放电测试电路2、高频电容测量电路3分别电连接,根据充放电循环测试数据和高频电容测量数据输出锂离子纽扣电池电极应力原位测量数据。

[0033] 所述控制模块1与继电器切换模块4电连接并输出电路通断控制信号。

[0034] 所述继电器切换模块4由两组四通道5V直流继电器模组组成,其中一个模组进行充放电循环测试中充电和放电的转换,另一模组进行高频电容测量中充电和放电的转换。

[0035] 所述充放电测试电路2通过第一电源与LCR测试仪电连接得到。

[0036] 所述高频电容测量电路3通过第二电源与LCR测试仪电连接得到。

[0037] 所述双通道电源采用Agilent公司的3647A直流电源。

[0038] 所述LCR测试仪采用HP公司的4275A型LCR测试仪,可通过应用程序控制,自动进行不同频率、偏压、精度的切换,满足实际测量过程中不同的测量需求。

[0039] 具体地,选取活性物质质量达68.7%的硅颗粒复合电极材料(Si-CB-CMC)制成负极电极片,将负极电极片设置在铜片上并旋涂一层PVDF作为隔膜,再设置锂金属正极片,组装成CR2032规格的纽扣电池进行电极应力原位测量;设置充放电测试电压上限为0.7V,下限为0.01V,电流密度为420mAh/g,测试频率为100kHz,充放电循环测试切换进入电容测量的时间间隔为5min,电容测量结束后自动切换回充放电循环测试;最终得到如图2所示电池充放电曲线和如图3所示的与电极应力变化对应的电容变化曲线。

[0040] 需要强调的是:以上仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

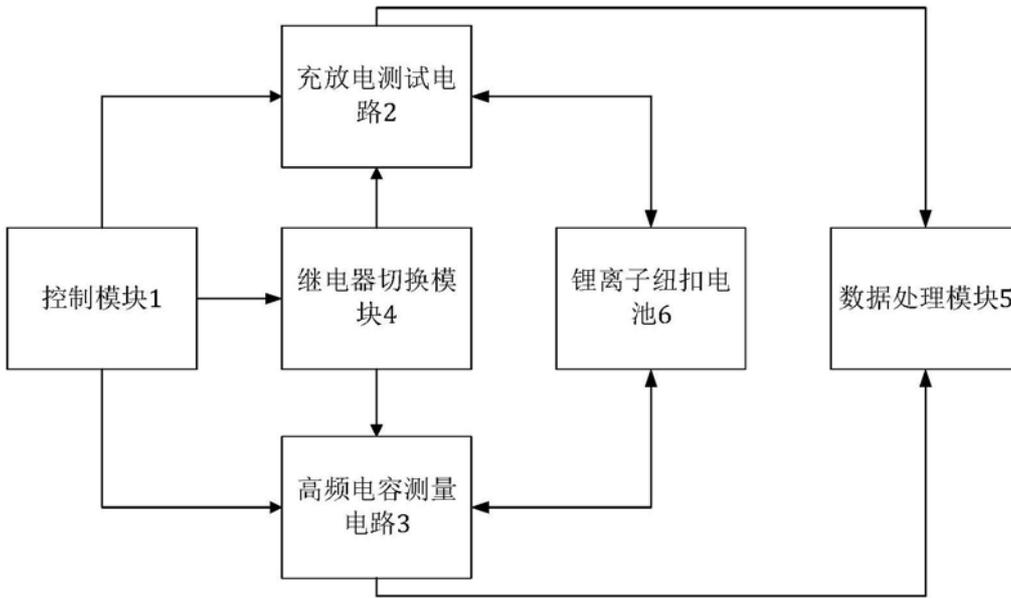


图1

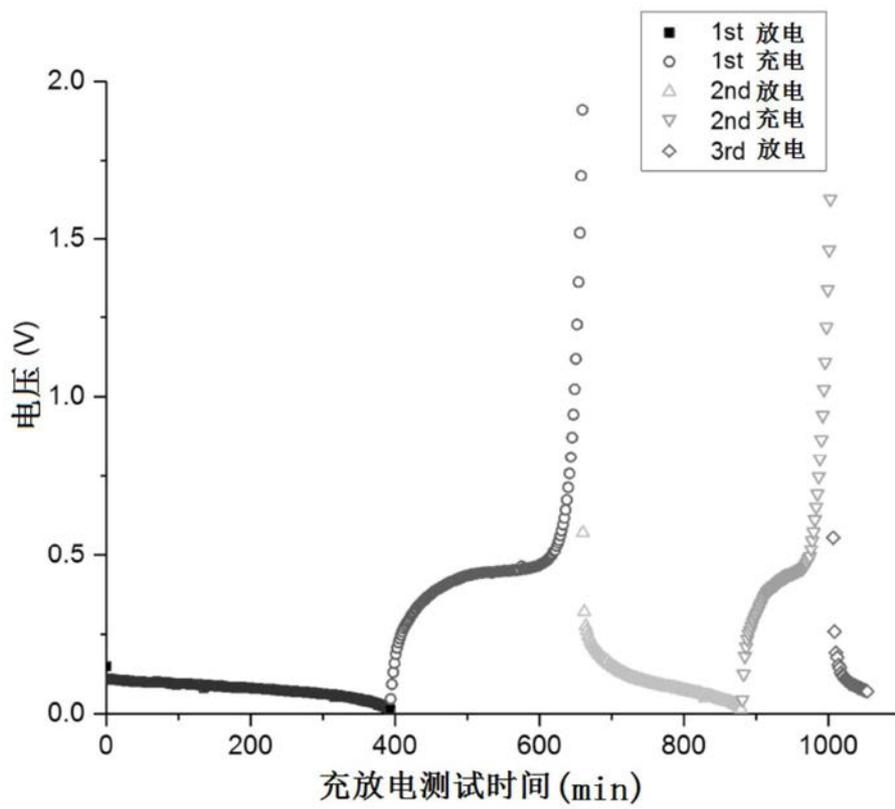


图2

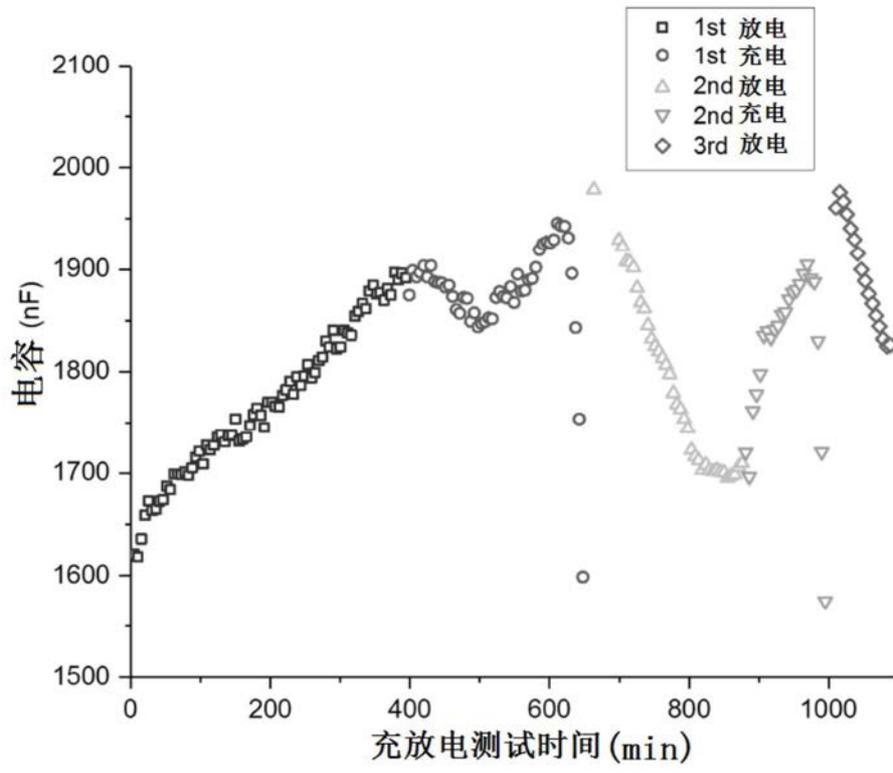


图3