(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111693573 A
(43)申请公布日 2020.09.22

(21)申请号 202010396718.2

(22)申请日 2020.05.12

(71)申请人 中国电子产品可靠性与环境试验研究所((工业和信息化部电子第五研究所)(中国赛宝实验室))
地址 511300 广东省广州市增城区朱村街朱村大道西78号

(72)发明人 陈程成 唐云涛 曹树波 邹雅冰 陈兰 赵振博

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224
代理人 林青中

(51)Int.Cl.
G01N 27/02(2006.01)
G01N 27/04(2006.01)
G01N 27/48(2006.01)
G01R 27/02(2006.01)

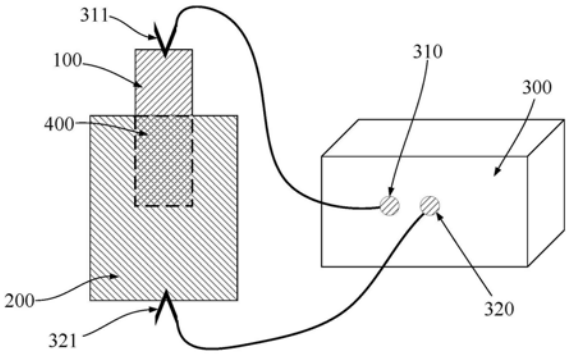
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

电池极耳焊接质量评估方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种电池极耳焊接质量评估方法和装置,该电池极耳焊接质量评估方法包括如下过程:获得无焊接缺陷的极耳焊接处的标准阻抗值;获得待测极耳焊接处的测试阻抗值;通过所述测试阻抗值和所述标准阻抗值的差值判定所述待测极耳焊接处的焊接质量;其中,获得标准阻抗值和测试阻抗值的测试方法如下:对极耳焊接处施加若干外加电压,获得对应的测试电流的数据,对获得的数据进行线性拟合,直线的斜率为所述极耳焊接处的阻抗值,其中,对所述电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-3}A/V。该方法对焊接处取多组电压与对应高精度的电流数据并求其斜率的方式获得其阻抗值,具有精确定位、准确度高、分辨率高的优点,能够有效检测出传统检测方法难以检测出的焊接质量问题。



CN 111693573 A

1.一种电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,包括如下步骤:

获得无焊接缺陷的极耳焊接处的标准阻抗值;

获得待测极耳焊接处的测试阻抗值;

根据所述测试阻抗值和所述标准阻抗值的差值判断所述待测极耳焊接处的焊接质量;其中,获得所述标准阻抗值和所述测试阻抗值所用的测试方法如下:

对焊接部位施加若干外加电压,获得对应电流的数据,对获得的数据进行线性拟合,拟合所得直线的斜率为所述焊接部位的阻抗值,其中,对所述电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-3}A/V。

2.根据权利要求1所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,当所述测试阻抗值与所述标准阻抗值之间的绝对差值大于预设差值时,判定所述待测极耳焊接质量不合格。

3.根据权利要求1所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,根据所述测试阻抗值与所述标准阻抗值之间的差值比判断所述待测极耳焊接处的焊接质量;所述差值比$r=|k(R_t-R_s)/R_s|+c$,其中,R_t是所述测试阻抗值,R_s是所述标准阻抗值,k是不为零的系数,c是常数,“||”表示求绝对值。

4.根据权利要求3所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,当所述差值比大于预设差值比时,判定所述待测极耳焊接质量不合格。

5.根据权利要求1所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,使用电化学工作站执行所述测试方法。

6.根据权利要求1所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,所述测试方法包括采用循环伏安法、交流阻抗法或线性扫描伏安法对所述焊接部位进行测试,以施加外加电压并获得对应电流的数据。

7.根据权利要求1～6任一项所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,所述外加电压的范围为-20mV～20mV。

8.根据权利要求1～6任一项所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,所述极耳焊接处包括极耳与集流体之间的重叠部位以及以所述重叠部分为中部向外辐射的极耳部分与集流体部分,电极连接至所述极耳部分和所述集流体部分,所述集流体部分的总面积是所述重叠部位面积的1.5～5倍。

9.根据权利要求1～6任一项所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,至少重复测试所述焊接部位3次,对测得的阻抗值求平均值,以所述平均值作为所述极耳焊接处的阻抗值。

10.根据权利要求1～6任一项所述的电池极耳焊接质量评估方法,其特征在于,测试至少10个无焊接缺陷的极耳焊接处的阻抗值,并求其平均值作为所述无焊接缺陷的极耳焊接处的标准阻抗值。

11.一种电池极耳焊接质量评估装置,其特征在于,包括:

极耳检测部件:所述极耳检测部件用于对待测极耳焊接处施加若干外加电压,获得对应电流的数据,对所述电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-3}A/V;

处理器部件:所述处理器部件用于对所述极耳检测部件获得的数据进行线性拟合处理,计算拟合所得直线的斜率,作为所述焊接部位的测试阻抗值;所述处理器部件还用于获取标准阻抗值,并计算所述测试阻抗值和所述标准阻抗值的差值,通过所述差值判断所述

待测极耳焊接处的焊接质量；

输出部件：所述输出部件用于输出来自所述处理器部件的处理结果。

12.根据权利要求11所述的电池极耳焊接质量评估装置，其特征在于，所述处理器部件还用于计算所述测试阻抗值与所述标准阻抗值之间的差值比，通过所述差值比判断所述待测极耳焊接处的焊接质量；所述差值比$r=|k(R_t-R_s)/R_s|+c$，其中，R_t表示所述测试阻抗值，R_s表示所述标准阻抗值，k是不为零的系数，c是常数，“||”表示求绝对值。

电池极耳焊接质量评估方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电池技术领域，特别是涉及一种电池极耳焊接质量评估方法及装置。

背景技术

[0002] 近年来，锂离子二次电池的能量密度、功率密度都有了显著的提升，这对锂离子电池的质量可靠性提出了更高的要求。对于以锂离子电池为代表的二次电池，其内部通常包括正极集流体和位于正极集流体上的正极活性物质、隔膜、电解质以及负极集流体和位于负极集流体上的负极活性物质。考虑到实际商用电池的包装和使用等因素，不可能直接将集流体暴露于外表面和外界导电，因此通常需要引出一条和集流体连接的金属条，起到和外界导电的作用，即极耳。

[0003] 极耳作为连接外部设备与电芯的关键部件，其工艺质量与焊接质量对电池的安全性与可靠性有着非常大的影响。虚焊、偏焊等工艺质量差的情况会导致电池焊点焊接阻抗大，当电池在大电流下充放电时，容易引起热量积累，造成极耳附近的隔膜、集流体、活性物质长时间过热而损伤，最终引起电池局部内短路甚至是热失控等安全事故。

[0004] 传统的检测极耳质量的方法为拉力测试法或电池内阻测试法，如公开号为CN109238610A的专利文件中公开了一种评估锂电池极耳焊接强度的评估方法，其公开了通过拉力测试和电池内阻的变化率测试以评判锂电池极耳的焊接质量。但是传统技术中公开的技术方案仍然无法有效检测出一些焊接部位真实存在的包括虚焊或偏焊等的质量问题。

发明内容

[0005] 基于此，本发明的目的在于提供一种能够精确分析电池极耳焊接部位阻抗的电池极耳焊接质量评估方法，以真实地反映传统技术中无法判断出的极耳焊接部位存在的质量问题。

[0006] 另一方面，本发明还提供了一种实现上述方法的电池极耳焊接质量评估装置。

[0007] 根据本发明的一个实施例，该极耳焊点检测方法包括如下步骤：

[0008] 获得无焊接缺陷的极耳焊接处的标准阻抗值；

[0009] 获得待测极耳焊接处的测试阻抗值；

[0010] 根据所述测试阻抗值和所述标准阻抗值的差值判断所述待测极耳焊接处的焊接质量；其中，获得所述标准阻抗值和所述测试阻抗值所用的测试方法如下：

[0011] 对焊接部位施加若干外加电压，获得对应电流的数据，对获得的数据进行线性拟合，拟合所得直线的斜率为所述焊接部位的阻抗值，其中，对所述电流的测试敏感度为$1\times10^{-6}A/V\sim1\times10^{-3}A/V$。

[0012] 在其中一个具体实施例中，当所述测试阻抗值与所述标准阻抗值之间的绝对差值大于预设差值时，判定所述待测极耳焊接质量不合格。

[0013] 在其中一个实施例中，还根据所述测试阻抗值与所述标准阻抗值之间的差值比判断所述待测极耳焊接处的焊接质量；所述差值比$r=|k(R_t-R_s)/R_s|+c$，其中，R_t是所述测试

阻抗值，R_s是所述标准阻抗值，k是不为零的系数，c是常数，“||”表示求绝对值。

[0014] 在其中一个实施例中，当所述差值比大于预设差值比时，判定所述待测极耳焊接质量不合格。

[0015] 在其中一个实施例中，使用电化学工作站执行所述测试方法。

[0016] 在其中一个实施例中，所述测试方法包括采用循环伏安法、交流阻抗法或线性扫描伏安法对极耳焊接处进行测试，以施加外加电压并获得对应电流。

[0017] 在其中一个实施例中，所述外加电压的范围为-20mV～20mV。

[0018] 在其中一个实施例中，所述极耳焊接处包括极耳与集流体之间的重叠部位以及以所述重叠部分为中部向外辐射的极耳部分与集流体部分，电极连接至所述极耳部分和所述集流体部分，所述集流体部分的总面积是所述重叠部位面积的1.5～5倍。

[0019] 在其中一个实施例中，至少重复测试极耳焊接处3次，对测得的阻抗值求平均值，以所述平均值作为所述极耳焊接处的阻抗值。

[0020] 在其中一个实施例中，测试至少10个无焊接缺陷的极耳焊接处的阻抗值，并求其平均值作为所述无焊接缺陷的极耳焊接处的标准阻抗值。

[0021] 一种实现上述电池极耳焊接质量评估方法的电池极耳焊接质量评估装置，其包括：

[0022] 所述极耳检测部件用于对待测极耳焊接处施加若干外加电压，获得对应电流的数据，对所述电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-3}A/V；

[0023] 处理器部件：所述处理器部件用于对所述极耳检测部件获得的数据进行线性拟合处理，计算拟合所得直线的斜率，作为所述焊接部位的测试阻抗值；所述处理器部件还用于获取标准阻抗值，并计算所述测试阻抗值和所述标准阻抗值的差值，通过所述差值判断所述待测极耳焊接处的焊接质量；

[0024] 输出部件：所述输出部件用于输出来自所述处理器部件的处理结果。

[0025] 在其中一个实施例中，所述处理器部件还用于计算所述测试阻抗值与所述标准阻抗值之间的差值比，通过所述差值比判断所述待测极耳焊接处的焊接质量；所述差值比$r=|k(R_t-R_s)/R_s|+c$，其中，R_t表示所述测试阻抗值，R_s表示所述标准阻抗值，k是不为零的系数，c是常数，“||”表示求绝对值。

[0026] 上述电池极耳焊接质量评估方法通过针对极耳焊接处进行检测，采用取多组电压与对应电流数据并求其斜率的方式获得其阻抗值，具有精确定位且准确度高的优点；同时限定对所述电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-3}A/V，以使得测得的极耳焊接处的阻抗值具有较高的分辨率。由此，即使极耳焊接处存在虚焊或偏焊导致的局部极细微的差别，也能被该方法检测出来，以避免焊接处某些焊点处发生热量明显聚集。

[0027] 实现上述方法的电池极耳焊接质量评估装置能够用于对电池极耳进行抽样检测，并有效评估同一批次电池的工艺质量或可靠性等问题，具有极高的应用价值。

附图说明

[0028] 图1为一实施例提供的电池极耳焊接质量评估装置检测极耳焊接处的示意图；

[0029] 图2为试验例1及对比例1检测的极耳焊接处电压-电流数据示意图。

具体实施方式

[0030] 为了便于理解本发明，下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的较佳实施例。但是，本发明可以以许多不同的形式来实现，并不限于本文所描述的实施例。相反地，提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容的理解更加透彻全面。

[0031] 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发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明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，不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。本文所使用的“多”表示两个或两个以上项目的组合。

[0032] 极耳通常和集流体部分重叠，重叠部位上通过超声或激光等工艺形成若干焊点，以使得二者焊接在一起。在焊点表面通常还会包覆一层塑胶片，以防止金属带刺破隔膜发生短路。然而在实际焊接过程中，因为设备的误差，有时会发生虚焊、偏焊等焊接质量不合格的情况。焊接部位质量不合格会导致电池在实际使用场景下的反复充放电过程中发生热量聚集积累的情况，尤其是部分需要大电流充放电使用的应用场景。为了尽量避免此类情况的发生，也出现了一些用于检测极耳焊接质量的测试方式。例如拉力测试，其通过对极耳和集流体施加两方向相反的作用力，若极耳焊接处能承受住施加的拉力，即判定为合格电池极耳；又例如电池内阻测试，通过测试电池的内阻，或者是通过测试某些拉力处理前后的内阻变化，以判定电池极耳是否合格。上述方法也一直被作为常用检测方法应用。

[0033] 然而发明人在实际工作过程中却发现，即使是通过了上述测试的部分电池极耳，例如拉力测试合格，电池内阻测试基本无差异，但在实际使用的过程中，电池极耳处表现出来的热积累程度却存在明显不同，仍然有部分塑胶片表面出现熔融的情况。也即，上述测试方法并不能够检测出部分电池极耳焊接处的真实情况，即使通过了上述检测，电池极耳焊接处在使用过程中依然会存在安全隐患。

[0034] 有鉴于此，发明人进行了深入的研究，发现部分即使真实存在的虚焊或偏焊情况的极耳，在拉力测试过程中依然不会断裂；因为拉力测试通常都采用一个固定拉力值，而程度较轻的虚焊或偏焊情况并不会使极耳在这一固定拉力测试的过程中断裂。另外，发明人还发现，对于上述情况，通过测试电池的内阻或其变化率的方式也是无法检测出来的。由于极耳焊接处是金属与金属接触，程度较轻的虚焊或偏焊带来的电阻的变化通常在于10^{-2}mΩ～10^{-1}mΩ的量级，其对于电池内阻以及传统测试过程检测范围存在的测试误差来说几乎毫无影响，且传统的检测手段根本无法达到此检测分辨率，或是达到足够的精度以检测出极耳焊点电阻之间的细微差异，因此，上述测试手段同样也无法检测出该情况。

[0035] 结合发明人发现的情况及探究出的上述原因，发明人认为有必要提供一种新的分辨率和精确度较高、针对性检测极耳焊接处的采用电化学方法评估极耳焊接质量的方法。

[0036] 根据本发明其中一个实施例，该电池极耳焊接质量评估方法包括如下步骤。

[0037] 步骤S1，获得无焊接缺陷的极耳焊接处的标准阻抗值。

[0038] 需要指出的是，无焊接缺陷指的是经过评判，不存在虚焊、过焊、焊破、偏焊等质量问题的焊点的极耳。评判应当是结合多方面进行的，比如说通过极耳焊点的形貌以及其在具体使用过程中是否发生明显异常热量聚集情况进行评判；但是总而言之，还是应当主要

以实际体现的热量性能评判，因为这会显著影响电池的实际使用性能。例如，根据完成充放电后的电池内部极耳表面塑胶片是否发生熔融判断极耳焊点是否为无焊接缺陷的极耳焊点。

[0039] 由于在不同的电池中，极耳和集流体所使用材质有所区别，所得的标准阻抗值也会有所区别。例如对于锂离子电池，极耳可以采用铝、镍、铜或其中至少一种的合金材料；正极集流体通常采用铝箔，负极集流体通常采用铜箔。另外，不同的极耳焊接工艺，例如超声焊接和激光焊接，也可能会导致焊接处界面存在一定差异。因此，对于不同极耳、集流体材质或是不同焊接工艺的锂离子电池的极耳焊接处，其标准阻抗值也应当重新测试。

[0040] 步骤S2，获得待测极耳焊接处的测试阻抗值。

[0041] 以上所有“焊接处”都应当理解为极耳和集流体之间发生焊接的部位，不过考虑到实际测试过程的可操作性，也可以从更宽泛的角度来说，扩大为极耳和集流体之间的重叠部位。为了方便检测过程与检测电极接触或夹取，并且减小由于局部的厚度浮动等因素带来的误差，可选地极耳焊接处可以包括极耳与集流体之间的重叠部位以及以该重叠部分为中部向外辐射的极耳部分与集流体部分，向外辐射的极耳部分和集流体部分可以分别供给电极接触或夹取。集流体部分的总面积是所述重叠部位面积的1.5～5倍，例如，集流体部分的面积是重叠部位面积的1.5倍、2倍、3倍、4倍或5倍。此处的“中部”并非狭义上的“中心”，而是只要处于向外辐射的极耳与集流体内部即可。

[0042] 例如，可参见图1，一个极耳焊接处的具体示例，单就极耳焊接处部分来说，其包括极耳100、集流体200以及极耳100和集流体200的重叠部位400；裁取的极耳100具有略为超出重叠部位400的部分。另外，由于重叠部位一般是矩形，因此优选地，裁取的集流体也是包括重叠部位的矩形，一般来说，集流体部分的长边长度可以是重叠部位长边的1.1～2.5倍，短边长度可以是重叠部位的1.1～2倍；优选地，集流体部分的长边长度可以是重叠部位长边的1.2～2倍，短边长度可以是重叠部位的1.2～1.5倍。考虑到软包电池、18650柱形电池和动力电池实际情况的区别，集流体裁取部分也可对应调整。

[0043] 步骤S3，通过所述测试阻抗值和所述标准阻抗值的差值判断所述待测极耳焊接处的焊接质量；其中，获得所述标准阻抗值和所述测试阻抗值所用的测试方法如下：

[0044] 对焊接部位施加若干外加电压，获得对应电流的数据，对获得的数据进行线性拟合，拟合所得直线的斜率为所述极耳焊接处的阻抗值，其中，对所述电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-3}A/V。其中，“测试敏感度”指的是在单位电压范围内所能检测出的电流的精度。

[0045] 在判定待测极耳焊接处的焊接质量时，可以通过测试阻抗值和标准阻抗值的差值进行判定。作为一个具体示例，当测试阻抗值与标准阻抗值之间的绝对差值或其绝对值大于预设差值时，判定所述待测极耳焊接质量不合格；其中，“绝对差值”指的是对所得差值求绝对值，确保所得值为正值。

[0046] 由于不同的极耳、集流体之间的材质搭配、焊接方式的区别，所以其实际阻抗值范围和由于异常导致的差值可能会有所不同，进而预设差值也会有所不同。例如，对于采用超声波工艺焊接的，极耳为铝带、集流体为铝箔的软包锂离子电池，预设差值可设为0.08mΩ，当测试阻抗值与标准阻抗值之间的差值或其绝对值大于预设差值时，判定待测极耳焊接质量不合格。考虑到电阻更小的情况，在其他一些具体示例中，当所述测试阻抗值和所述标准

阻抗值的差值大于0.05mΩ时，即可判定待测极耳焊接质量不合格。预设差值通常可通过如下方式求得，例如选取若干有焊接缺陷的极耳焊接处，测量其实际电阻值，并将该电阻值与标准电阻值求差，获得的最小差值可作为预设差值的根据，例如，将该最小差值作为预设差值，或是提高检测标准，将另一个小于该最小差值的值作为预设差值。其中，“有焊接缺陷”也可通过塑胶片熔融的情况判定。例如，拆解充放电过后的电池，根据电池内部的极耳焊点上的塑胶片是否熔化进行判定，熔化的确定为有焊接缺陷的焊点。

[0047] 在其他一些具体示例中，可通过测试阻抗值和标准阻抗值之间的差值比判定极耳的焊接质量，差值比定义为，以测试阻抗值与标准阻抗值的差除以所述标准阻抗值所得比值；其可通过如下公式表示：差值比$r=|k(R_t-R_s)/R_s|+c$，其中，R_t是测试阻抗值，R_s是标准阻抗值，k是不为零的系数，c是常数。为了方便计算、比较以及理解，在下述各情况中，均默认k为1，c为0，“||”表示求平均值。

[0048] 当该差值比的绝对值大于预设差值比时，判定所述待测极耳焊接质量不合格。由于不同的极耳、集流体之间的材质搭配、焊接方式的区别，所以其实际阻抗值范围和由于异常导致的差值可能会有所不同，进而预设差值比也会有所不同。例如，对于采用超声波工艺焊接的，极耳为铝带、集流体为铝箔的软包锂离子电池，可将预设差值比设为50％。当所述差值比大于50％时，判定待测极耳焊接质量不合格。根据不同需求，也可将其条件设置得更为苛刻，例如当所述差值比大于30％时，即可判定待测极耳焊接质量不合格。判定其实差值比数据应该是一个更为普适的方式，当差值比过大时，可以明显认为焊接质量存在较大差异。预设差值比通常可通过如下方式求得，例如选取若干有焊接缺陷的极耳焊接处，测量其实际电阻值，并将该电阻值与标准电阻值求差值比，获得的最小差值比可作为预设差值比的根据，例如，将该最小差值比作为预设差值，或是提高检测标准，将另一个小于该最小差值比的值作为预设差值比。

[0049] 在其中一个具体示例中，测试待测极耳焊接处的阻抗可以使用电化学工作站。电化学工作站是一种已经广泛商用化的电化学测试系统，其具有精度高、分辨率高的优点。不过电化学工作站的设备成本也显著较高，参数设置也较为复杂，并且其中许多功能部件也并非我们需要的，因此也可以仅采用一种能够施加电压并且具有较高电流检测精度的检测设备即可。

[0050] 在其中一个具体示例中，测试方法可以选用循环伏安法、交流阻抗法或线性扫描伏安法，对极耳焊接处进行测试，以施加外加电压并获得对应电流的数据。

[0051] 在其中一个具体示例中，在测试焊接处的阻抗时，为了防止温度变化导致结果的显著误差，外加电压的范围应当尽量控制在-20mV～20mV之间，并且考虑到取多组数据，因此施加的电压间隔尽可能均匀，例如选取如下值中的部分：-20mV、-15mV、-10mV、-5mV、5mV、10mV、15mV、20mV；其中可以理解地，电压的负值是一种更贴近真实测试情况的表示，其表示施加与检测电极方向相反的电压，对应地，在不考虑检测误差的情况下，检测出的电流也应该为负值。优选地，外加电压的范围应当尽量控制在-10mV～10mV之间，例如选取如下值中的部分：-10mV、-8mV、-6mV、-5mV、-4mV、-3mV、-2mV、2mV、3mV、4mV、5mV、6mV、8mV、10mV。

[0052] 在其中一个具体示例中，优选地，电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-4}A/V；更优选地，电流的测试敏感度为1×10^{-6}A/V～1×10^{-5}A/V。异常焊接的极耳的阻抗值与标准阻抗值差值可能往往在0.1mΩ～1mΩ，甚至是0.01mΩ～0.1mΩ之间，因此，必须要保持尽

可能高的电流检测精度，以获得尽可能准确的结果。

[0053] 易于理解，在对所得数据进行线性拟合的过程中，所有数据不应该明显偏离拟合所得直线，否则必然对结果造成较大误差。为了尽可能确保测试结果的准确性，可以至少重复测试极耳焊接处3次，对测得的阻抗值求平均值作为所述极耳焊接处的阻抗值。并且，至少重复测试三次，还可以帮助判断测试所得值是否准确，以避免因为测试的随机因素造成的误差。

[0054] 在其中一个具体示例中，应当测试至少10个无焊接缺陷的极耳焊接处的阻抗值，并求其平均值，作为标准阻抗值，以尽可能减少误差。

[0055] 发明人偶然发现了在传统的对极耳焊接质量检测方法中存在的不足，并进行了大量分析，并最终发现了极耳焊接处电阻及其变化极小，从而提出了上述检测方法。该检测方法通过结合线性拟合的方式以及高精度的电流检测，以获得10^{-3}～10^{-1}mΩ数量级的电阻检出能力，从而使得检测结果更能反应焊接处的真实情况，发现质量问题。并且，根据焦耳定律，阻抗会直接影响发热性能，而极耳焊接部位的发热又直接影响电池的安全性，因此对阻抗极为精确的检测有助于直接确保极耳在电池的实际应用过程中的安全性。

[0056] 另一方面，请参见图1，根据本发明的一个实施例，还提供了一种实现上述电池极耳焊接质量评估方法的电池极耳焊接质量评估装置，其包括：

[0057] 极耳测试部件300，极耳测试部件300包括工作电极310和对电极320；工作电极310通过夹具311与极耳100连接；对电极320通过夹具321与集流体200联机。极耳测试部件300用于对极耳焊接处400施加电压并获取对应电流，电流的测试精度为1×10^{-3}A～1×10^{-6}A。应当理解，其中极耳100和集流体200所连接的夹具是可以进行互换的。

[0058] 处理器部件，图1中未示出，其可内嵌于极耳测试部件300内，也可以是一外接的处理器；处理器部件用于对极耳检测部件测得的一组外加电压及对应电流数据进行线性拟合处理，计算拟合所得直线的斜率，作为待测极耳焊接处的测试阻抗值；处理器部件还用于获取标准阻抗值，并计算测试阻抗值和标准阻抗值的差值，通过所述差值判断所述待测极耳焊接处的焊接质量。

[0059] 输出部件，图1中未示出，其用于输出来自处理器部件的处理结果。

[0060] 在其他一些具体示例中，还可以外设一极耳输送装置，以实现对极耳的全自动化抽检，节约实际检测过程的工序。

[0061] 在其他一些具体示例中，处理器部件还用于计算测试阻抗值与标准阻抗值之间的差值比，通过差值比判断待测极耳焊接处的焊接质量；差值比$r=(k(R_t-R_s)/R_s)+c$，其中，R_t表示测试阻抗值，R_s表示标准阻抗值，k是不为零的系数，c是常数。

[0062] 为了更易于理解及实现本发明，本发明还提供了如下较易实施的、更为具体详细的试验例作为参考。通过下述具体试验例的描述及性能结果，本发明的各实施例以及其优点也将更为明显。

[0063] 以下各试验例和对比例中所用原料如无特殊说明，皆可从市场常规购得。

[0064] 试验例1

[0065] (1)获取无焊接缺陷的极耳，拆解待测软包电池，取其正极极耳，正极集流体材质为铝，正极极耳材质为镍；按照如下方法判断其是否为无焊接缺陷的极耳：若极耳表面保护胶带未熔融，并且在显微镜下观测其焊点形状相似，焊点表面积基本接近，即可判定为无焊

接缺陷的极耳;裁剪部分集流体,裁剪的集流体长边的长度为2cm,短边的长度为1cm;极耳上端预留1cm^{2}的空间用于接触检测电极。

[0066] (2)电化学测试,电化学工作站的工作电极端夹和对电极端夹分别夹于待测样品的极耳和集流体的预留夹压处,预留夹压处不与焊接处接触,检测方法为线性扫描伏安法,测试条件为:测试电压窗口为-0.3mV～1mV,电流的测试敏感度设为10^{-6}A/V。

[0067] (3)数据处理,将步骤(2)中测得数据以电流为x轴,电压为y轴,作电压-电流图,如图2示出,计算其斜率,即为测得的极耳焊接阻抗值。

[0068] (4)重复测试三次,取所得阻抗值的平均值。

[0069] 试验例2

[0070] (1)获取无焊接缺陷的极耳,拆解待测软包电池,取其正极极耳,正极集流体材质为铝,正极极耳材质为镍;按照如下方法判断其是否为无焊接缺陷的极耳:若极耳表面保护胶带未熔融,并且在显微镜下观测其焊点形状相似,焊点表面积基本接近,即可判定为无焊接缺陷的极耳;裁剪部分集流体,裁剪的集流体长边的长度为2.5cm,短边的长度为1.5cm;极耳上端预留0.8cm^{2}的空间用于接触检测电极。

[0071] (2)电化学测试,电化学工作站的工作电极端夹和对电极端夹分别夹于待测样品的极耳和集流体的预留夹压处,预留夹压处不与焊接处接触,检测方法为交流阻抗法,测试条件为:测试电压窗口为-1mV～0.6mV,电流的测试敏感度设为10^{-3}A/V。

[0072] (3)数据处理,将步骤(2)中测得数据以电流为x轴,电压为y轴,作电压-电流图,计算其斜率,即为测得的极耳焊接阻抗值。

[0073] (4)重复测试四次,取所得阻抗值的平均值。

[0074] 试验例3

[0075] (1)获取无焊接缺陷的极耳,拆解待测软包电池,取其正极极耳,正极集流体材质为铝,正极极耳材质为镍;按照如下方法判断其是否为无焊接缺陷的极耳:若极耳表面保护胶带未熔融,并且在显微镜下观测其焊点形状相似,焊点表面积基本接近,即可判定为无焊接缺陷的极耳;裁剪部分集流体,裁剪的集流体长边的长度为3cm,短边的长度为1.2cm;极耳上端预留0.6cm^{2}的空间用于接触检测电极。

[0076] (2)电化学测试,电化学工作站的工作电极端夹和对电极端夹分别夹于待测样品的极耳和集流体的预留夹压处,预留夹压处不与焊接处接触,检测方法为循环伏安法,测试条件为:测试电压窗口为-0.5mV～0.5mV,电流的测试敏感度设为10^{-5}A/V。

[0077] (3)数据处理,将步骤(2)中测得数据以电流为x轴,电压为y轴,作电压-电流图,计算其斜率,即为测得的极耳焊接阻抗值。

[0078] (4)重复测试四次,取所得阻抗值的平均值。

[0079] 试验例4

[0080] (1)获取无焊接缺陷的极耳,拆解待测软包电池,取其正极极耳,正极集流体材质为铝,正极极耳材质为镍;按照如下方法判断其是否为无焊接缺陷的极耳:若极耳表面保护胶带未熔融,并且在显微镜下观测其焊点形状相似,焊点表面积基本接近,即可判定为无焊接缺陷的极耳;裁剪部分集流体,裁剪的集流体长边的长度为2.8cm,短边的长度为2cm;极耳上端预留1cm^{2}的空间用于接触检测电极。

[0081] (2)电化学测试,电化学工作站的工作电极端夹和对电极端夹分别夹于待测样品

的极耳和集流体的预留夹压处，预留夹压处不与焊接处接触，检测方法为线性扫描伏安法，测试条件为：测试电压窗口为-1mV～1mV，电流的测试敏感度设为10^{-4}A/V。

[0082] (3)数据处理，将步骤(2)中测得数据以电流为x轴，电压为y轴，作电压-电流图，计算其斜率，即为测得的极耳焊接阻抗值。

[0083] (4)重复测试五次，取所得阻抗值的平均值。

[0084] 对比例1

[0085] (1)获取存在焊接缺陷的极耳，拆解待测软包电池，取其正极极耳，正极集流体材质为铝，正极极耳材质为镍；按照如下方法判断其是否存在焊接缺陷的极耳：极耳表面保护胶带熔融，并且在显微镜下观测其焊点表面积明显较无焊接缺陷的焊点小，即可判定为存在焊接缺陷；裁剪部分集流体，裁剪的集流体长边的长度为2cm，短边的长度为1cm；极耳上端预留1cm^2的空间用于接触检测电极。

[0086] (2)电化学测试，电化学工作站的工作电极端夹和对电极端夹分别夹于待测样品的极耳和集流体的预留夹压处，预留夹压处不与焊接处接触，检测方法为线性扫描伏安法，测试条件为：测试电压窗口为-0.3mV～1mV，电流的测试敏感度设为10^{-6}A/V。

[0087] (3)数据处理，将步骤(2)中测得数据以电流为x轴，电压为y轴，作电压-电流图，如图2示出，计算其斜率，即为测得的极耳焊接阻抗值。

[0088] (4)重复测试三次，取所得阻抗值的平均值。

[0089] 对比例2

[0090] (1)获取存在焊接缺陷的极耳，拆解待测软包电池，取其正极极耳，正极集流体材质为铝，正极极耳材质为镍；按照如下方法判断其是否存在焊接缺陷的极耳：极耳表面保护胶带熔融，并且在显微镜下观测其焊点表面积明显较无焊接缺陷的焊点小，即可判定为存在焊接缺陷；裁剪部分集流体，裁剪的集流体长边的长度为2cm，短边的长度为1cm；极耳上端预留1cm^2的空间用于接触检测电极。

[0091] (2)电化学测试，采用多功能万用表(测试精度为1mΩ)夹于待测样品的极耳和集流体的预留夹压处，测试其样品电阻值。

[0092] (4)重复测试三次，取所得阻抗值的平均值。

[0093] 其中，以上各试验例与对比例测得的阻抗结果可见于表1。

[0094] 表1

[0095]

	试验例 1	试验例 2	试验例 3	试验例 4	对比例 1	对比例 2
平均阻抗(mΩ)	0.175	0.182	0.178	0.165	0.317	1

[0096] 以上各试验例测得结果均为充放电后经检测无热量聚集导致的胶带熔融的极耳，即无焊接缺陷的极耳，可以发现其平均阻抗较为接近；而对于对比例1示出的存在焊接缺陷的极耳，测得的其平均阻抗明显较大，证明存在焊接缺陷的极耳和的阻抗确实较大；对比例2为现有的直接测试阻抗的方法，其精度仅能达到mΩ级别，且直接对阻抗进行测试也无法获得能够精确反映极耳真实阻抗的值，因此有必要以各实施例所述精度以及采用线性拟合处理数据的方法进行测试。

[0097] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存

在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

[0098] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

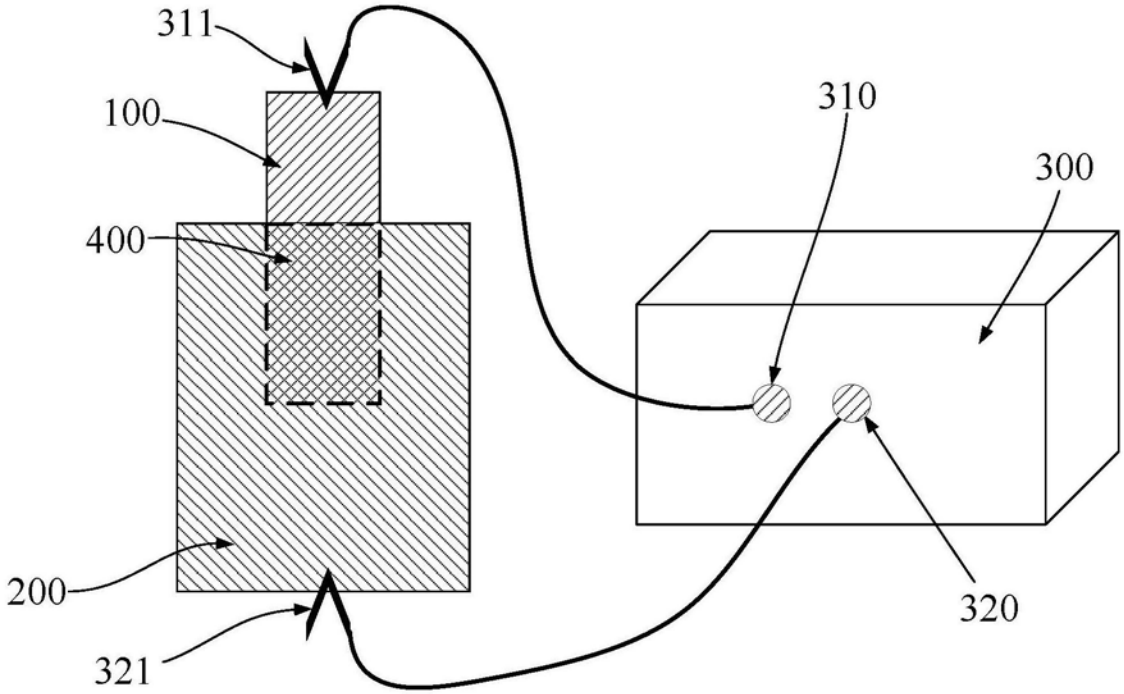

311
100
400
310
300
200
320
321

图1

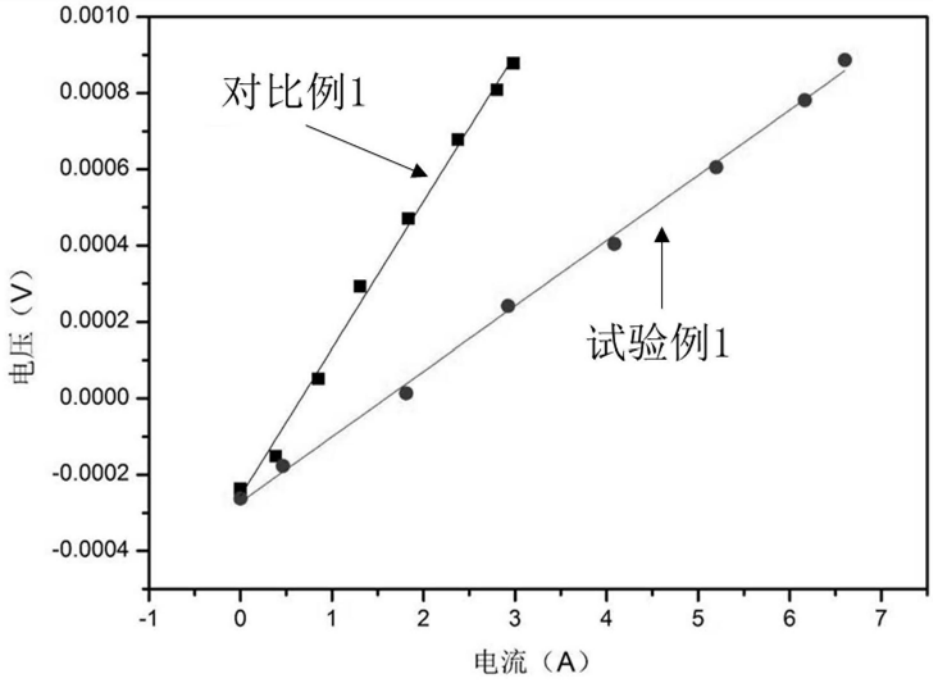

0.0010
0.0008
0.0006
0.0004
0.0002
0.0000
-0.0002
-0.0004
电压（V）
对比例1
试验例1
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
电流（A）

图2