



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109891663 B

(45) 授权公告日 2021.09.14

(21) 申请号 201880004121.X

(22) 申请日 2018.04.03

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109891663 A

(43) 申请公布日 2019.06.14

(30) 优先权数据  
10-2017-0048064 2017.04.13 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.04.26

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/KR2018/003937 2018.04.03

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/190557 KO 2018.10.18

(73) 专利权人 株式会社LG化学  
地址 韩国首尔

(72) 发明人 崔智洵 孔镇鹤 金东延 崔容硕

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 穆森 戚传江

(51) Int.Cl.  
H01M 10/42 (2006.01)  
H01M 50/244 (2021.01)  
H01M 50/247 (2021.01)  
H01M 50/249 (2021.01)

(56) 对比文件  
JP 2013026201 A, 2013.02.04  
CN 103675197 A, 2014.03.26  
CN 101542816 A, 2009.09.23  
US 2015188198 A1, 2015.07.02  
WO 2014125605 A1, 2014.08.21  
JP 2006065466 A, 2006.03.09

审查员 谢丽欣

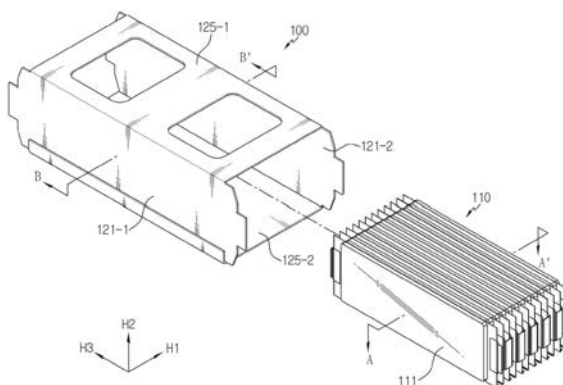
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

用于测试端板的装置和方法

(57) 摘要

提供了一种用于测试端板强度的装置和方法。根据本公开的实施例的装置被配置用于测试安装在电池模块上的端板。该测试装置包括：存储器单元，被配置用于存储指示包括在电池模块中的电池单体的数量的第一参数，指示电池单体的弹簧常数的第二参数，以及指示端板的弹簧常数的第三参数；以及控制单元，被配置用于基于第一参数生成与电池模块相关联的一维模型，基于第二参数、第三参数和一维模型计算第一F-D曲线，并且将指示第一F-D曲线的第一参考数据存储在存储器单元中。第一F-D曲线对应于根据由第一参数指示的电池单体的数量的端板的变形量和载荷之间的关系。



1. 一种用于测试端板的装置,所述端板安装在电池模块中,所述用于测试端板的装置包括:

存储器单元,所述存储器单元被配置成存储表示包括在所述电池模块中的电池单体的数量的第一参数、表示所述电池单体的弹簧常数的第二参数和表示所述端板的弹簧常数的第三参数;以及

控制单元,所述控制单元被配置成基于所述第一参数生成与所述电池模块相关联的一维模型,基于所述第二参数、所述第三参数和所述一维模型计算第一F-D曲线,并且将表示所述第一F-D曲线的第一参考数据存储在所述存储器单元中,

其中,所述第一F-D曲线对应于所述端板的变形量和载荷之间的关系,所述端板的变形量和载荷取决于由所述第一参数表示的所述电池单体的数量。

2. 根据权利要求1所述的用于测试端板的装置,其中,所述一维模型模拟其中电池堆的前表面和后表面由所述端板支撑的结构,所述电池堆包括按顺序堆叠的由所述第一参数表示的数量的所述电池单体。

3. 根据权利要求2所述的用于测试端板的装置,其中,所述控制单元被配置成使用以下等式1计算所述一维模型的等效弹簧常数:

<等式1>

$$K_{eq} = \frac{K1 \times K2}{(2 \times K1) + (n \times K2)}$$

其中, $k_{eq}$ 是所述等效弹簧常数, $n$ 是所述电池单体的数量, $K1$ 是所述电池单体的弹簧常数,并且 $K2$ 是所述端板的弹簧常数。

4. 根据权利要求3所述的用于测试端板的装置,其中,所述控制单元被配置成使用以下等式2计算所述第一F-D曲线:

<等式2>

$$F = K_{eq} \times n \times \Delta x_c = K2 \times \Delta x_e$$

其中, $F$ 是施加到所述端板的载荷, $\Delta x_c$ 是所述电池单体的变形量,并且 $\Delta x_e$ 是所述端板的变形量。

5. 根据权利要求4所述的用于测试端板的装置,其中,所述存储器单元还被配置成存储表示第二F-D曲线的第二参考数据,

所述控制单元被配置成基于所述第一参数和所述第二F-D曲线计算第三F-D曲线,

所述第二F-D曲线对应于所述电池单体的变形量与所述电池单体的反作用力之间的关系,并且

所述第三F-D曲线对应于所述电池堆的变形量与所述电池堆的反作用力之间的关系。

6. 根据权利要求5所述的用于测试端板的装置,其中,所述控制单元被配置成计算所述第一F-D曲线和所述第三F-D曲线的交点的坐标,并且基于所述交点的坐标,确定通过由所述第一参数表示的数量的电池单体的膨胀引起的所述端板的变形量和载荷。

7. 根据权利要求6所述的用于测试端板的装置,其中,所述控制单元被配置成当所述交点的坐标在预设参考范围内时输出第一测试结果信号,并且

所述第一测试结果信号通知所述端板通过预定义的设计标准。

8. 根据权利要求6所述的用于测试端板的装置,其中,所述控制单元被配置成当所述交

点的坐标在预设参考范围之外时输出第二测试结果信号,并且

所述第二测试结果信号通知所述端板未通过预定义的设计标准。

9. 根据权利要求6所述的用于测试端板的装置,其中,所述控制单元被配置成当所述交点的坐标在预设参考范围之外时调整所述第一参数。

10. 根据权利要求6所述的用于测试端板的装置,其中,所述控制单元被配置成当所述交点的坐标在预设参考范围之外时调整所述第三参数。

## 用于测试端板的装置和方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及用于测试端板的装置和方法,并且更具体地,涉及用于测试用于制造电池模块的一对端板的装置和方法。

[0002] 本申请要求于2017年4月13日在韩国提交的韩国专利申请No.10-2017-0048064的优先权,其公开内容通过引用被合并在此。

### 背景技术

[0003] 最近,对诸如膝上型计算机、摄像机和移动电话的便携式电子产品的需求急剧增长,并且随着机动车辆、用于储能的蓄电池、机器人和卫星的广泛开发,正在对能够被重复地再充电的高性能电池进行许多研究。

[0004] 目前,商业上可用的电池包括镍镉电池、镍氢电池、镍锌电池、锂电池等,并且其中,锂电池具有很少或没有记忆效应,并且由于其的自由充电/放电、低自放电和高能量密度的优点,因此它们比镍基电池更受关注。

[0005] 特别地,为了高输出和大容量,在机动车辆或能量存储系统(ESS)中使用的电池模块包括多个电池单体。另外,设置在电池模块中的一对端板在两个方向上支撑多个电池单体的堆叠体,从而限制堆叠体的移动并保护堆叠体免受外力的影响。

[0006] 同时,通过电池单体中产生的气体或填充在负电极中的锂的浓度差可能在电池单体中发生膨胀。膨胀导致电池单体的形状变化。也就是说,随着电池单体反复充电和放电,厚度随着气体量的增加而逐渐增加。因此,随着堆叠体的电池单体劣化,从堆叠体传递到一对端板的载荷增加。而且,电池单体的温度、充电状态和开路电压(OCV)越高,膨胀越严重。

[0007] 与此相关,当端板的刚度太低时,端板可能容易因电池堆的变形而损坏。另外,当一对端板的刚度太高时,包括在电池堆中的电池单体的膨胀非常受限制,并且存在电池单体可能爆炸的风险。

### 发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 本公开旨在解决上述问题,并且因此本公开旨在提供一种用于测试端板是否具有合适刚度以在两个方向上支撑电池模块的堆叠体的装置和方法。

[0010] 本公开的这些和其他目的和优点将通过以下描述得以理解,并且根据本公开的实施例将显而易见。此外,将容易理解的是,本公开的目的和优点通过所附权利要求及其组合中阐述的手段来实现。

[0011] 技术解决方案

[0012] 用于实现上述目的的本公开的各种实施例如下。

[0013] 根据本公开的一个方面的测试装置被配置成测试安装在电池模块中的端板。该测试装置包括存储器单元,该存储器单元被配置成存储表示包括在电池模块中的电池单体的数量的第一参数、表示电池单体的弹簧常数的第二参数和表示端板的弹簧常数的第三参

数;以及控制单元,该控制单元被配置成基于第一参数生成与电池模块相关联的一维模型,基于第二参数、第三参数和一维模型计算第一力-距离(F-D)曲线,并且将表示第一F-D曲线的第一参考数据存储在存储器单元中。在这种情况下,第一F-D曲线对应于根据由第一参数表示的电池单体的数量的端板的变形量和载荷之间的关系。

[0014] 另外,一维模型模拟其中电池堆的前表面和后表面由端板支撑的结构,电池堆包括按顺序堆叠的由第一参数表示的数量的电池单体。

[0015] 另外,控制单元被配置成使用以下等式1计算一维模型的等效弹簧常数:

[0016] <等式1>

$$[0017] \quad K_{eq} = \frac{K1 \times K2}{(2 \times K1) + (n \times K2)}$$

[0018] 其中, $K_{eq}$ 是等效弹簧常数, $n$ 是电池单体的数量, $K1$ 是电池单体的弹簧常数,并且 $K2$ 是端板的弹簧常数。

[0019] 另外,控制单元被配置成使用以下等式2计算第一F-D曲线:

[0020] <等式2>

$$[0021] \quad F = K_{eq} \times n \times \Delta x_c = K2 \times \Delta x_e$$

[0022] 其中, $F$ 是施加到端板的载荷, $\Delta x_c$ 是电池单体的变形量,并且 $\Delta x_e$ 是端板的变形量。

[0023] 另外,存储器单元还可以被配置成存储表示第二F-D曲线的第二参考数据。控制单元可以被配置成基于第一参数和第二F-D曲线计算第三F-D曲线。在这种情况下,第二F-D曲线对应于电池单体的变形量与电池单体的反作用力之间的关系,并且第三F-D曲线对应于电池堆的变形量与电池堆的反作用力之间的关系。

[0024] 另外,控制单元可以被配置成计算第一F-D曲线和第三F-D曲线的交点的坐标,并且基于交点的坐标,确定通过由第一参数表示的数量的电池单体的膨胀引起的端板的变形量和载荷。

[0025] 另外,控制单元可以被配置成当交点的坐标在预设参考范围内时输出第一测试结果信号。第一测试结果信号可以通知端板通过预定义的设计标准。

[0026] 另外,控制单元可以被配置成当交点的坐标在预设参考范围之外时输出第二测试结果信号。第二测试结果信号可以通知端板未通过预定义的设计标准。

[0027] 另外,控制单元可以被配置成当交点的坐标在预设参考范围之外时调整第一参数。

[0028] 另外,控制单元可以被配置成当交点的坐标在预设参考范围之外时调整第三参数。

[0029] 技术效果

[0030] 根据本公开的至少一个实施例,能够在没有实际制造电池模块的情况下确定端板是否具有足够的刚度以承受由堆叠体中包括的多个电池单体的膨胀引起的载荷。

[0031] 另外,根据本公开的至少一个实施例,能够在没有实际制造电池模块的情况下预先识别由堆叠体中包括的多个电池单体的膨胀引起的端板的变形量。

[0032] 本公开的效果不限于上述效果,并且本领域的技术人员将从所附权利要求中清楚地理解本文未提及的其他效果。

## 附图说明

[0033] 附图图示本公开的优选实施例,并且与下面描述的本公开的详细描述一起用作提供对本公开的技术方面的进一步理解,并且因此,本公开不应该被解释为限于附图。

[0034] 图1是根据本公开的实施例的电池模块的示意图。

[0035] 图2是沿图1的线A-A'截取的电池单体的示意性横截面图。

[0036] 图3是图示根据本公开的实施例的测试装置的配置的示意图。

[0037] 图4是沿着图1的B-B'线截取的电池模块的示意性横截面图。

[0038] 图5是根据本公开的实施例的用于模拟电池模块的变形的一维模型的示意图。

[0039] 图6是示出与受限状态下的单个电池单体的厚度变形量和反作用力之间的关系对应的第二F-D曲线的曲线图。

[0040] 图7是示出电池堆的厚度变形量与反作用力的关系的曲线图。

[0041] 图8是关于通过根据本公开的实施例的测试装置测试端板的操作的图。

[0042] 图9是根据本公开的另一实施例的用于测试端板的方法的示意性流程图。

## 具体实施方式

[0043] 在下文中,将参考附图详细描述本公开的优选实施例。在描述之前,应理解,说明书和所附权利要求中使用的术语或词语不应被解释为限于一般和词典含义,而是基于允许发明人适当地定义术语以获得最佳解释的原则基于对应于本公开的技术方面的含义和概念来解释。

[0044] 因此,这里描述的实施例和附图中示出的图示仅仅是本公开的最优选实施例,但是并不旨在完全描述本公开的技术方面,因此应理解的是,在提交申请时可以对其进行各种其它的等同和修改。

[0045] 另外,在描述本公开时,当认为相关已知元件或功能的详细描述使本公开的关键主题不明确时,在此省略详细描述。

[0046] 包括诸如“第一”、“第二”等的序数的术语用于在各种元件中区分一个元件与另一个元件,但是不旨在通过术语限制元件。

[0047] 除非上下文另有明确说明,否则将理解,当在本说明书中使用术语“包括(comprise)”或“包括(include)”指定所陈述的元件的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他元件。另外,这里使用的术语“控制单元”指的是至少一个功能或操作的处理单元,并且这可以由硬件或软件单独或组合实现。

[0048] 另外,在整个说明书中,将进一步理解,当一个元件被称为“连接到”另一个元件时,它能够被直接连接到另一个元件,或者可以存在中间元件。

[0049] 图1是根据本公开的实施例的电池模块100的示意图。

[0050] 参考图1,电池模块100包括电池堆110和壳体120。电池模块100可以安装在诸如混合动力电动车辆的车辆中,以供应用于驱动设置在车辆中的电动机的电能。当然,电池模块100也可以安装在能量存储系统和智能手机中。

[0051] 在图1中,假设H1轴对应于电池模块100的宽度方向和电池单体111的厚度方向,H2轴对应于电池模块100的高度方向,并且H3轴对应于电池模块100的长度方向。

[0052] 电池堆110包括多个电池单体111。在电池堆110中,多个电池单体111沿预定方向

(例如,H1轴)按顺序堆叠。为此,电池堆110可以可选地进一步包括外盒。

[0053] 包括在电池堆110中的电池单体111的类型不限于特定类型。电池单体111可以包括任何类型的可再充电的电池单体,诸如锂离子电池、锂聚合物电池、镍镉电池、镍氢电池和镍锌电池。另外,根据壳体的类型,电池单体111可以被分类成袋型、圆柱形和棱柱形。包括在电池堆110中的电池单体111可以通过串联结构、并联结构或组合串联-并联结构彼此电连接。

[0054] 每个外盒与至少一个电池单体111机械地联接,以提供其中电池单体111稳定地固定在电池堆110中的结构。另外,外盒可以具有能够与相邻的另一外盒直接或者通过螺栓联接的形状。

[0055] 模块壳体120包括一对端板121-1、121-2和至少一个带125。每个端板121和每个带125可以通过各种方法(例如,焊接、螺栓)彼此联接。可替换地,模块壳体120可以通过嵌件成型方法一体地形成。

[0056] 模块壳体120内部具有空的空间,并且提供其中电池堆110被容纳在空的空间中的结构。另外,可以提供模块壳体120,使得电池堆110能够通过模块壳体120的开口部分插入或替换。

[0057] 当电池堆110被容纳在模块壳体120中时,一对端板121-1、121-2中的一个121-1邻接电池堆110的第一表面并且另一个121-2邻接电池堆110的第二表面。电池堆110的第一表面和第二表面可以面向相反的方向。因此,一对端板121-1、121-2中的每一个通过在两个方向上按压电池堆110来支撑电池堆110。也就是说,端板121-1可以将电池堆110的第一表面压靠在第二表面上,并且端板121-2可以将电池堆110的第二表面压靠在第一表面上。

[0058] 图2是示出与本公开的实施例有关的电池单体111的变形的图。图2是当沿图1的线A-A'截取电池堆110时电池单体111的横截面图。

[0059] 参考图2,每个电池单体111在处于稳定状态时可以具有第一厚度L1,并且在处于受限状态时可以具有第二厚度L2。这里,电池单体111的厚度可以指的是单个电池单体111在电池堆110的堆叠方向(即,图1中的H1轴)上的最大长度。

[0060] 另外,稳定状态可以指的是其中没有或几乎没有由膨胀引起的电池单体111的膨胀的状态。例如,当健康状态(SOH)处于预定范围(例如,80%或更多)、充电状态(SOC)处于预定范围(例如,小于70%)内并且温度在预定范围(例如,低于30度)内时,电池单体111被确定为处于稳定状态。

[0061] 另外,受限状态可以指的是其中电池单体111由于膨胀而扩张到最大的状态。例如,当SOH处于预定范围(例如,小于80%)内、SOC处于预定范围(例如,70%或更多)并且温度是预定范围(例如,45度或更高)时,电池单体111被确定为处于受限状态。第一厚度L1和第二厚度L1可以通过预定数量的电池单体111的先前实验被预先确定。

[0062] 随着电池单体111从稳定状态进入受限状态,电池单体111的中心部分逐渐膨胀,并且电池单体111的厚度变形量的最大值可以等于L2-L1。

[0063] 当电池单体111处于稳定状态时,通过电池单体111的膨胀施加到端板121的载荷很小或可忽略地小。相反,当电池单体111逐渐进入受限状态时,通过电池单体111的膨胀施加到端板121的载荷逐渐增加并且不再可忽略。

[0064] 因此,在实际制造由工程师设计的端板121之前,需要预先检查端板121是否能够

正确地按压电池堆110。

[0065] 图3是示出根据本公开的实施例的测试装置200的配置的示意图。

[0066] 参考图3,测试装置200被配置成测试安装在如图1中所示的电池模块100中的端板121是否具有适当的强度以支撑电池堆110,并且可以包括接口单元210、存储器单元220和控制单元230。

[0067] 接口单元210与诸如用户PC的外部设备通信连接,以向外部设备发送数据和从外部设备接收数据。接口单元210是可选组件,并且如有必要可以从测试装置200中省略。在接口单元210处从外部设备接收的数据可以存储在存储器单元220中。

[0068] 存储器单元220被配置成存储与测试端板121的操作相关联的各种类型的软件和数据。存储在存储器单元220中的所有数据的至少一部分可以通过接口单元210从外部设备提供。存储器单元220可以包括闪存类型、硬盘类型、固态硬盘(SSD)类型、硅盘驱动器(SDD)类型、多媒体卡微型、随机存取存储器(RAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)和可编程只读存储器(PROM)中的至少一种类型的存储介质。

[0069] 存储器单元220存储第一参数、第二参数和第三参数。第一参数表示要包括在电池堆110中的电池单体111的数量。第二参数表示单个电池单体111的弹簧常数。第三参数表示端板121的弹簧常数。存储器单元220可以进一步存储如下所述的第二参考数据,并且第二参考数据表示第二力-距离(F-D)曲线。第二F-D曲线对应于在受限状态下单个电池单体111的变形量和反作用力之间的关系。

[0070] 控制单元230被连接到接口单元210和存储器单元220,允许通信,并通过接口单元210管理数据的传送和接收,并且基于从存储器单元220提供的数据在端板121上执行测试操作。可以使用专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理设备(DSPD)、可编程逻辑设备(PLD)、场可编程门阵列(FPGA)、微控制器、微处理器和用于执行其他功能的电气单元中的至少一个以硬件实现控制单元230。

[0071] 具体地,控制单元230基于第一参数生成与电池模块100对应的一维模型。下面将参考图6更详细地描述一维模型。

[0072] 另外,控制单元230基于第二参数、第三参数和一维模型计算第一F-D曲线。第一F-D曲线可以对应于根据由第一参数表示的电池单体111的数量的端板121的变形量和载荷之间的关系。也就是说,第一F-D曲线可以限定由电池堆110中包括的电池单体111的膨胀引起的从电池堆传递到端板121的载荷,以及因此在端板121中发生多少翘曲。控制单元230可以将表示所计算的第一F-D曲线的第一参考数据存储在存储器单元220中。

[0073] 图4是沿图1的B-B'线截取的电池模块100的示意性横截面图。参考图4,能够更容易地理解由图1中所示的电池堆110中包括的电池单体111的膨胀引起的端板121-1、121-2的变形。

[0074] 当相应的电池单体111由于膨胀而扩张时,电池单体111在中心部分处比在其他部分处变形更多,并且因此一对端板121也在中心部分处变形最多。也就是说,在每个端板121的中心部分处发生翘曲变形。

[0075] 图4的I1与从电池堆110传递到端板121的载荷有关,并且I2与端板121的根据I1的变形有关。另外,图4的W1表示当电池堆中包括的电池单体111处于稳定状态时模块壳体120

的宽度,并且图4的W2表示当包括在电池电极中的电池单体111处于受限状态时模块壳体120的宽度。也就是说,当电池单体111从稳定状态到达受限状态时,每个端板121可以变形了 $\Delta x_e$ 。对于本领域的技术人员来说显而易见的是,随着包括在电池堆110中的电池单体111的数量增加,W2和W1之间的差也将增加。

[0076] 当端板121的刚度非常大时,尽管包括在电池堆110中的电池单体111达到受限状态,电池模块100的整体宽度变化也将不存在或非常小。也就是说,包括在电池堆110中的电池单体111的变形受到太多限制,并且结果,可能发生电池单体111的突然爆炸。

[0077] 相反,当端板121的刚度非常小时,端板121不能充分地限制电池堆110的厚度变化。也就是说,当包括在电池堆110中的电池单体111到达受限状态时,电池模块100的宽度变形太大,并且结果,可能发生包括在电极组件中的电池单体111之间的电连接断开的问题。

[0078] 图5是根据本公开的实施例的用于模拟电池模块100的变形的一维模型的示意图。

[0079] 在本公开中,一维模型模拟其中包括按顺序堆叠的由第一参数表示的数量的电池单体111的电池堆110的前表面(图1中的第一表面)和后表面(图1中的第二表面)分别由两个端板121-1、121-2支撑的结构。

[0080] 一维模型可以具有这样的基本结构,其中与由第一参数表示的电池单体111的数量对应的弹簧 $S_c$ 串联连接在与一对端板121-1、121-2对应的两个弹簧 $S_e$ 之间。在下文中,为了便于描述,假设n个电池单体111形成电池堆110。

[0081] 首先,图5的(a)示出当电池单体111处于稳定状态时的一维模型。在这种情况下,沿着H1轴(参见图1),每个弹簧 $S_c$ 可以具有第一基本长度,并且每个弹簧 $S_e$ 可以具有第二基本长度。另外,K1可以是由第二参数表示的弹簧 $S_c$ 的弹簧常数,并且K2可以是由第三参数表示的弹簧 $S_e$ 的弹簧常数。

[0082] 随后,图5的(b)示出当电池堆110中的电池单体111处于受限状态时的一维模型。在这种情况下,每个弹簧 $S_e$ 以第二基本长度保持,同时每个弹簧 $S_c$ 具有比第一基本长度长了 $\Delta x_c$ 的长度。也就是说, $\Delta x_c$ 可以是当每个电池单体111处于稳定状态时每个电池单体111的厚度与当每个电池单体111处于受限状态同时没有施加来自于端部121的载荷时每个电池单体111的厚度之间的差。因此,电池堆110的总变形量是 $(n \times \Delta x_c)$ 。

[0083] 随后,图5的(c)示出当每个弹簧 $S_c$ 通过从端板121向另一个端板121施加力F而返回到第一基本长度同时电池单体111处于受限状态时的一维模型。也就是说,力F可以等于在如图5的(b)所示的状态下将电池堆110压缩 $(n \times \Delta x_c)$ 所需的力。

[0084] 同时,当弹簧 $S_c$ 在一维模型中串联连接在弹簧 $S_e$ 之间时,控制单元230可以使用以下等式1计算一维模型的等效弹簧常数。

[0085] <等式1>

$$[0086] \quad K_{eq} = \frac{K1 \times K2}{(2 \times K1) + (n \times K2)}$$

[0087] 等式1的 $K_{eq}$ 表示一维模型的等效弹簧常数。

[0088] 同时,可以使用以下等式2来计算图5的(c)中的载荷F。

[0089] <等式2>

$$[0090] \quad F = K_{eq} \times n \times \Delta x_c = K2 \times \Delta x_e$$

[0091] 端板121的变形量  $\Delta x_e$  可以根据等式1和等式2通过以下等式3写出。

[0092] <等式3>

$$[0093] \quad \Delta x_e = \left\{ \frac{K1}{(2 \times K1) + (n \times K2)} \right\} \times n \times \Delta x_c$$

[0094] 控制单元230可以根据等式2和3计算与端板121的变形量和载荷之间的关系对应的第一F-D曲线(参见图8的C1)。

[0095] 图6是示出与受限状态下的单电池单体111的厚度变形量和反作用力的关系对应的第二F-D曲线C2的曲线图,并且图7是示出与电池堆110的厚度变形量和反作用力之间的关系对应的第三F-D曲线C3的曲线图。

[0096] 单个电池单体111的反作用力的大小可以等于从单个电池单体111施加到端板121的载荷的大小。

[0097] 图6中所示的曲线图的X轴是单个电池单体111的厚度变形量,并且因为单个电池单体111处于受限状态,所以厚度变形量的最小值可以是0,并且最大值可以是L2-L1。另外,图6中所示的曲线图的Y轴是单个电池单体111的反作用力,并且当单个电池单体111的厚度变形量为0时,其是最大值F1,并且当单个电池单体111的厚度变形量是L2-L1时,其是0。也就是说,单个电池单体111在受限状态下的厚度变形量0表示在两个方向上按压电池堆110的端板121的刚度很高使得单个电池单体111的膨胀被完全受限。

[0098] 另外,处于受限状态的单个电池单体111的反作用力0表示端板121的刚度太低而不会影响单个电池单体111从第一厚度L1到第二厚度L1的膨胀。这里,X轴的单位是长度单位(例如,“mm”),并且Y轴的单位是力或重量的单位(例如,“kgf”)。

[0099] 通过连续地或离散地增加或减小在有限状态下施加到多个电池单体111中的每一个的载荷的同时反复地执行测量厚度的过程,可以获得图6中所示的第二F-D曲线C2。

[0100] 图7的曲线图示出第三F-D曲线C3,并且可以对应于基于电池堆110中包括的电池单体111的总数(=n)校正图6的第二F-D曲线的结果。也就是说,显然的是,当电池堆110中包括的电池单体111的数量是2或更多时,电池堆110的厚度变形量的最大值大于单个电池单体111的厚度变形量的最大值L2-L1,并且电池堆110的反作用力的最大值F2大于单个电池单体111的反作用力的最大值(F1,参见图6)。

[0101] 控制单元230可以基于表示图6中所示的第二F-D曲线C2的数据和被包括在电池堆110中的电池单体111的数量生成表示图7中所示的第三F-D曲线C3的数据。例如,当第一参数=n时,穿过是图6中所示的第二F-D曲线的x和y截距中的每一个的n倍的两个点F2和M的线可以是图7的第三F-D曲线。

[0102] 尽管图6和7示出第二F-D曲线C2和第三F-D曲线C3中的每一个具有直线形状,这仅用于说明,并且应理解,第二F-D曲线C2和第三F-D曲线C3的形状可以取决于电池单体111的结构和材料而改变。

[0103] 图8是关于通过根据本公开的实施例的测试装置200测试端板121的操作的图。也就是说,图8是描述评估端板121是否具有适当的刚度范围以在两个方向上支撑电池堆110的操作的参考图。

[0104] 参考图8,能够看到示例性第一F-D曲线C1和图7中所示的第三F-D曲线C3之间的关系。如上所述,因为第一F-D曲线C1示出端板121的载荷与变形量之间的关系,所以端板121

的变形量和施加到端板121的载荷可以具有比例关系。另外,因为第三F-D曲线C3示出电池堆110的反作用力与变形量之间的关系,所以电池堆110的变形量和电池堆110的反作用力可以具有反比例关系。

[0105] 因此,如图8中所示,第一F-D曲线和第三F-D曲线在点P处相交。在第一F-D曲线和第三F-D曲线相交的点P处,从电池堆110施加到端板121的载荷和从端板121施加到电池堆110的载荷达到平衡。

[0106] 控制单元230可以计算第一F-D曲线C1和第三F-D曲线C3相交的点P的坐标。另外,控制单元230可以基于所计算的交点P的坐标,确定在由第一参数表示的n个电池单体111处于受限状态并且电池堆110和端板121达到平衡的同时施加到端板121的载荷,以及其相应的端板121的变形量。也就是说,交点P的坐标的x值是端板121的变形量,并且y值是施加到端板121的载荷。

[0107] 控制单元230可以将交点P的坐标与参考范围进行比较。也就是说,控制单元230可以确定交点P是否位于参考范围内。存储器单元220可以存储与第一参考范围和第二参考范围中的至少一个相关联的信息,以用于评估端板121的强度。第一参考范围可以由与端板121的变形量相关联的下限值G1和上限值G2来定义,并且第二参考范围可以由与施加到端板121的载荷相关联的下限值J1和上限值J2限定。也就是说,当交点P的x值位于第一参考范围内并且交点P的y值位于第二参考范围内时,端板121被确定为具有足够的刚度以通过设计标准,并且在其他实例中,端板121未被确定为具有足够的刚度以通过设计标准。当然,在仅将与第一参考范围相关联的信息存储在存储器单元220中的情况下,当交点P的x值位于第一参考范围内时,处理器230可以确定端板121具有足够的刚度以通过设计标准,不管交点P的y值如何。

[0108] 当交点P的坐标在预设的第一和第二参考范围内时,控制单元230可以输出第一测试结果信号。第一测试结果信号可以通知端板121通过预定义的设计标准。

[0109] 相反,当交点P的坐标在第一参考范围或第二参考范围之外时,控制单元230可以输出第二测试结果信号。第二测试结果信号可以通知端板121未通过预定义的设计标准。

[0110] 大于第一参考范围的上限值G2的交点P的x轴值和/或小于第二参考范围的下限值J1的交点P的y轴值可以表示端板121的刚度不足。因此,当交点P的x轴值大于第一参考范围的上限值或交点P的y轴值小于第二参考范围的下限值时,控制单元230可以输出第三测试结果信号,该第三测试结果信号通知第一参数的减小和第三参数的增加中的至少一个是必要的。

[0111] 小于第一参考范围的下限值G1的交点P的x轴值和/或大于第二参考范围的上限值J2的交点P的y轴值可以表示端板121的刚度太大。因此,当交点P的x轴值小于第一参考范围的下限值或交点P的y轴值大于第二参考范围的上限值时,控制单元230可以输出第四测试结果信号,该第四测试结果信号通知第一参数的增加和第三参数的减少中的至少一个是必要的。

[0112] 与输出第二至第四测试结果信号的操作一起或与其分开,控制单元230可以调整第一参数和第三参数中的至少一个。例如,在输出第三测试结果信号之前和之后,控制单元230可以执行将第一参数减小第一值的操作或者将第三参数增加第二值的操作中的至少一个。作为另一示例,在输出第四测试结果信号之前和之后,控制单元230可以执行将第一参

数增加第三值的操作或者将第三参数减小第四值的操作中的至少一个。在这种情况下,第一至第四值是正数并且可以被预设。

[0113] 图9是根据本公开的另一实施例的用于测试端板121的方法的示意性流程图。

[0114] 在910中,控制单元230基于第一参数生成与电池模块100相关联的一维模型。第一参数表示包括在电池模块100中的电池单体111的数量。另外,一维模型模拟其中包括按顺序堆叠的通过第一参数表示的数量的电池单体111的电池堆110的前表面和后表面在相对侧上由两个端板121-1、121-2支撑的结构。

[0115] 在915中,控制单元230基于第二参数、第三参数和一维模型计算第一F-D曲线。第二参数表示单个电池单体111的弹簧常数,并且第三参数表示端板121的弹簧常数。另外,第一F-D曲线对应于根据第一参数表示的电池单体111的数量的端板121的变形量与载荷之间的关系。控制单元230可以将表示所计算的第一F-D曲线的第一参考数据存储在存储器单元220中。

[0116] 在920中,控制单元230可以基于第一参数和第二F-D曲线计算第三F-D曲线。控制单元230可以从预先存储在存储器单元220中的第二参考数据确定第二F-D曲线。第二F-D曲线对应于单个电池单体111的变形量和反作用力之间的关系,并且第三F-D曲线对应于电池堆110的变形量和反作用力之间的关系。电池堆110的变形量是反映包括在电池堆110中的电池单体111的相应膨胀的结果。

[0117] 在925中,控制单元230计算第一F-D曲线和第三F-D曲线的交点的坐标。交点表示电池堆110的反作用力与端板121施加的力之间的平衡。控制单元230由基于交点的计算坐标确定由通过第一参数表示的数量的电池单体111的膨胀引起的端板121的变形量和载荷。端板121的载荷对应于端板121施加到电池堆110的力。

[0118] 在930中,控制单元230确定交点是否位于预设参考范围内。

[0119] 在935中,当交点的坐标在预设参考范围内时,控制单元230输出第一测试结果信号。第一测试结果信号可以通知端板121通过预定义的设计标准。在935之后,该方法结束。

[0120] 在940中,当交点的坐标在参考范围之外时,控制单元230输出第二测试结果信号。第二测试结果信号可以通知端板121未通过预定义的设计标准。

[0121] 在945中,控制单元230调整第一参数和第三参数中的至少一个。在这种情况下,第一参数或第三参数的增加或减少的量可以由控制单元230根据交点和参考范围之间的关系来确定。当在945中调整第一参数时,该方法返回到910。相反,当仅调整第三参数时,控制单元230返回到915而不是910。

[0122] 上文描述的本公开的实施例不是仅通过装置和方法实现的,并且可以通过实现与本公开的实施例的配置相对应的功能的程序或者具有记录在其上的程序的记录介质来实现,并且本领域的技术人员可以从前面描述的实施例的公开内容容易地实现此实现。

[0123] 尽管已经关于有限数量的实施例和附图在上文中描述本公开,但是本公开不限于此,并且对于本领域的技术人员来说显而易见的是,可以在本公开的技术方面和所附权利要求要求的等同范围内对其进行各种修改和变化。

[0124] 另外,在不脱离本公开的技术方面的情况下,本领域的技术人员可以对本文所述的本公开进行许多替换、修改和变化,并且本公开不限于上述实施例和附图,并且每个实施例可以部分地或全部地选择性地组合以允许各种修改。

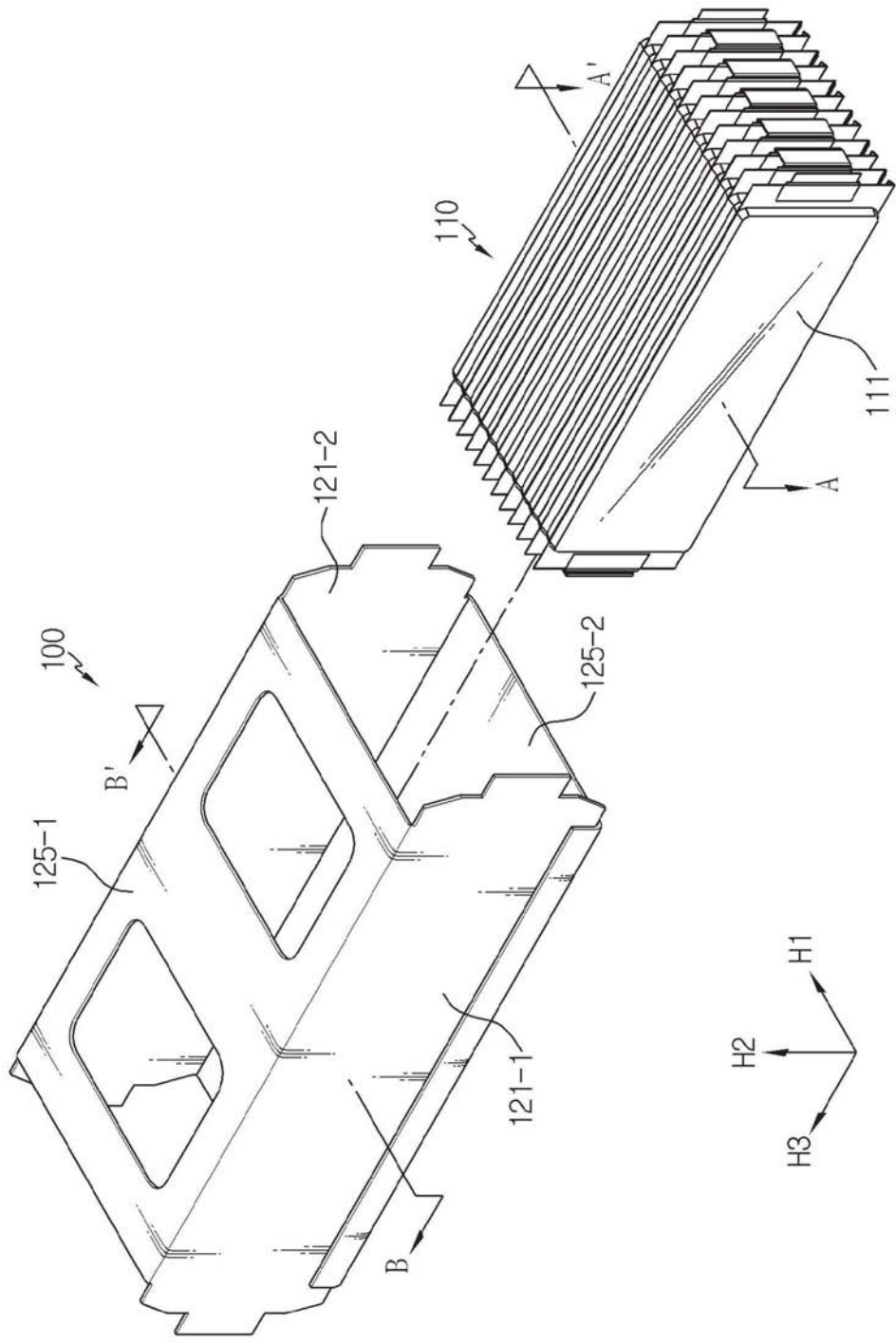


图1

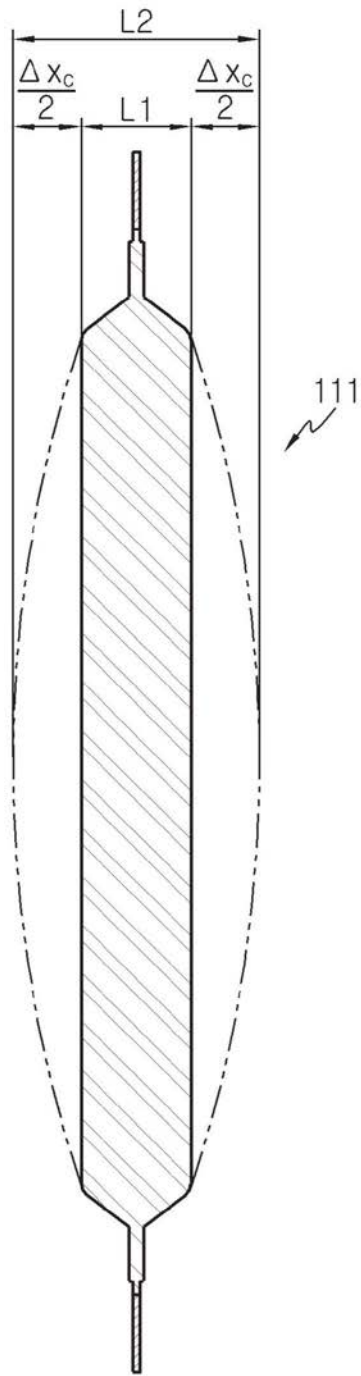


图2

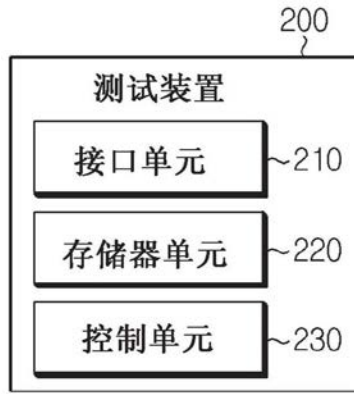


图3

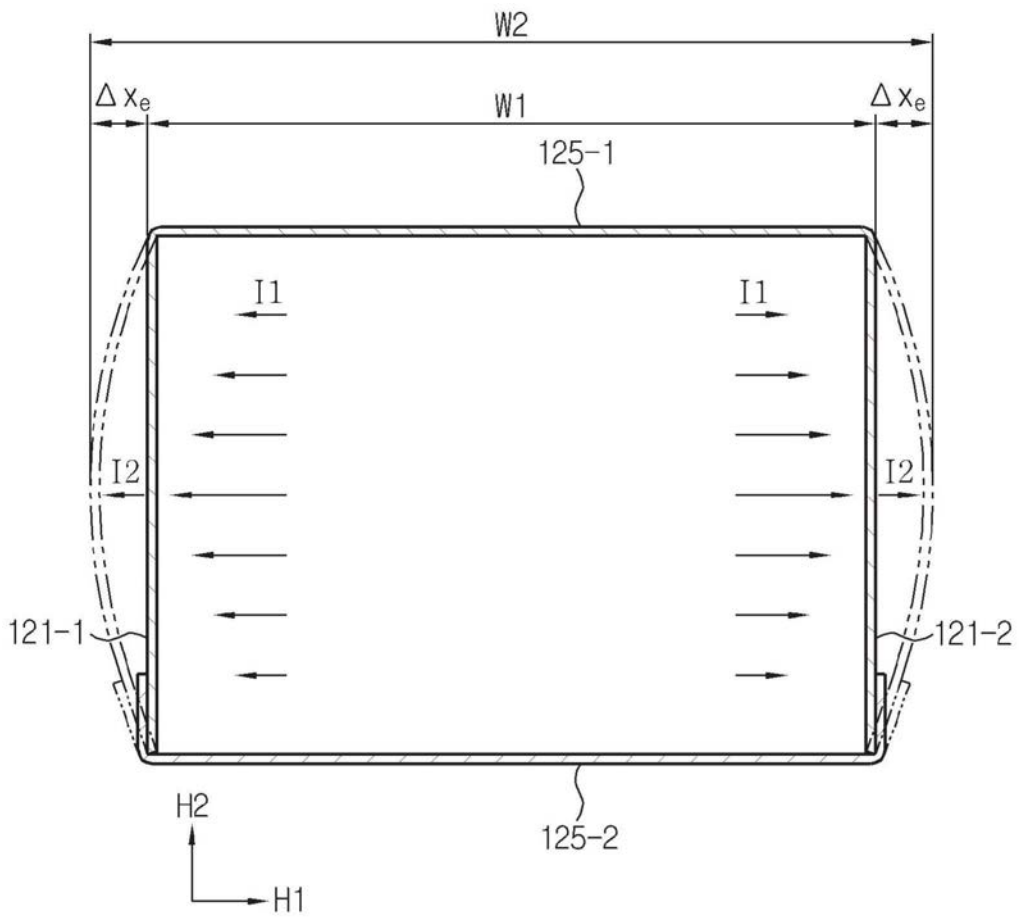


图4

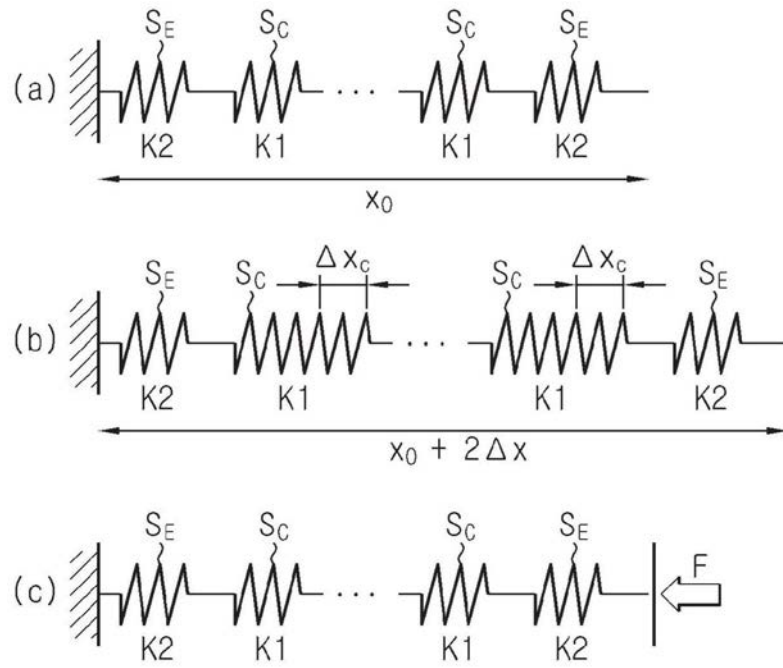


图5

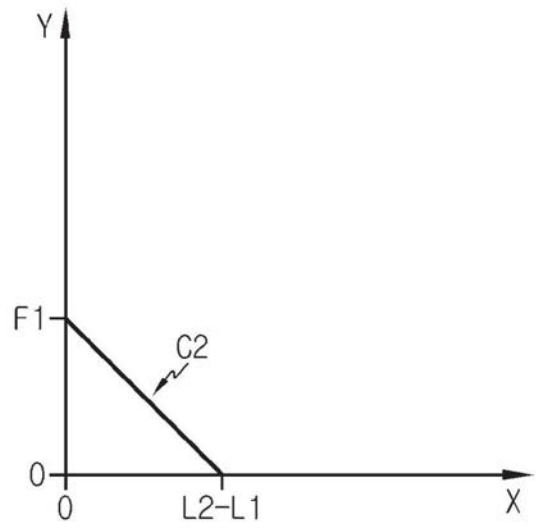


图6

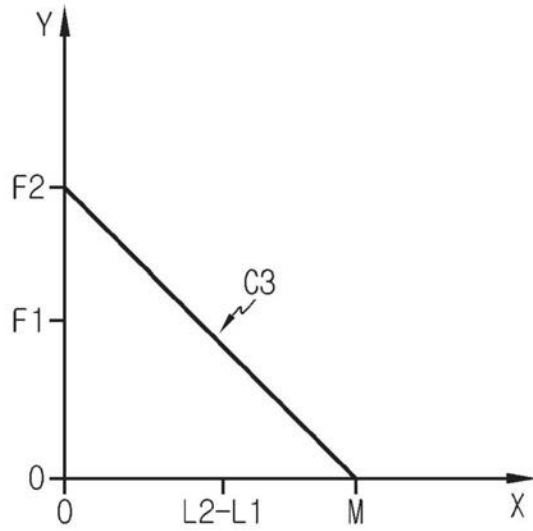


图7

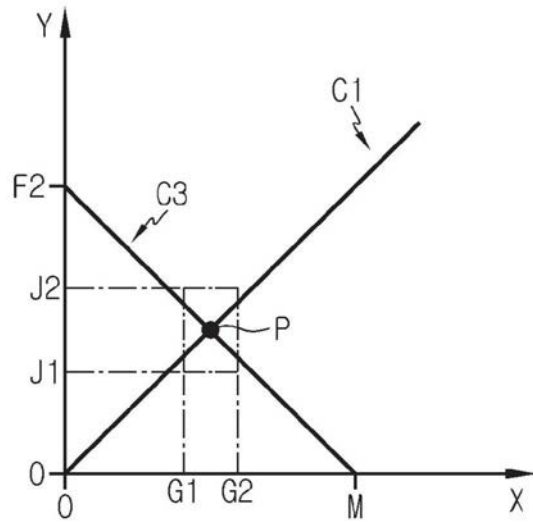


图8

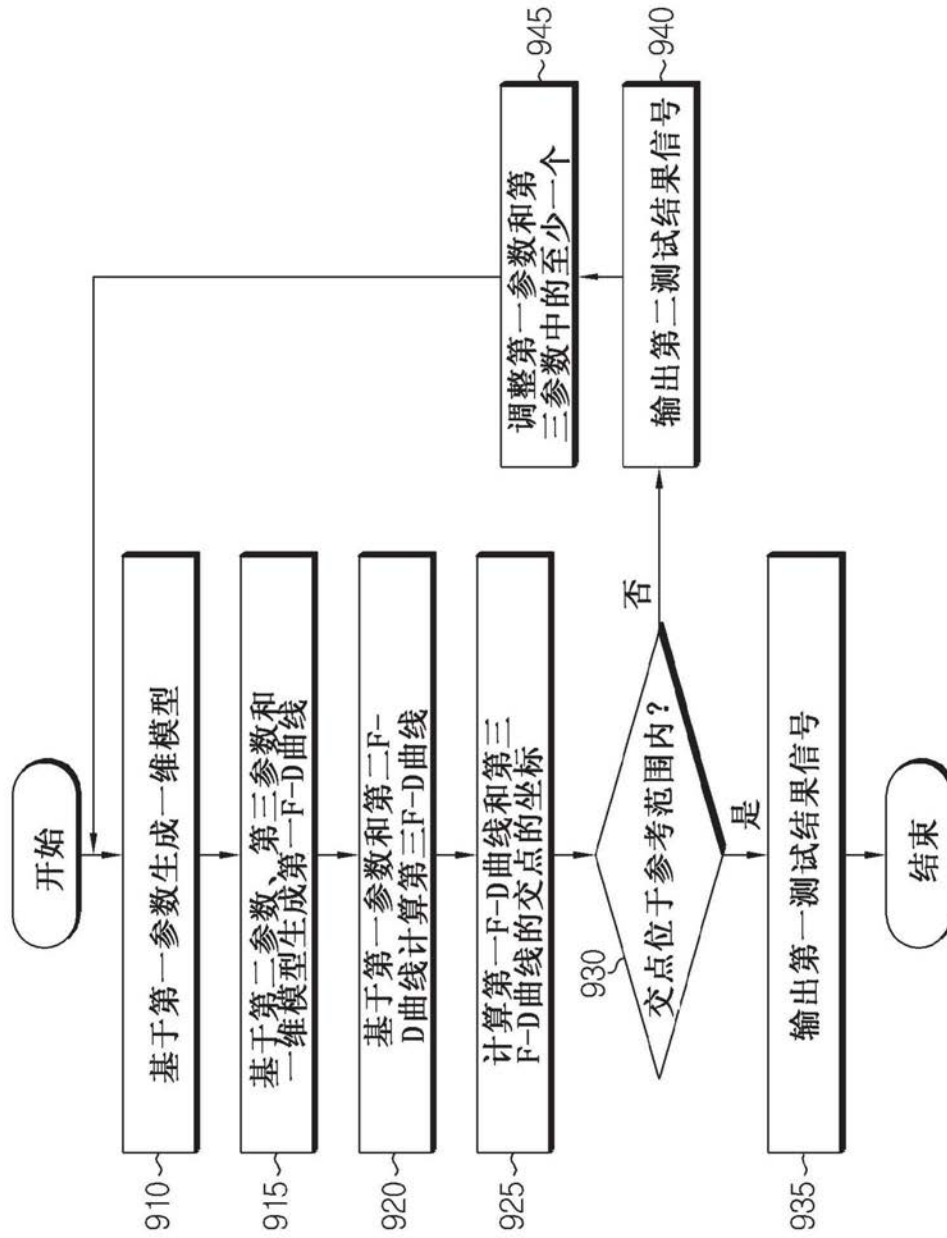


图9