(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 108808096 A
(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201810211513.5

(22)申请日 2018.03.15

(30)优先权数据
2017-090009 2017.04.28 JP

(71)申请人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 长谷川元 尾濑德洋 滨重规
西村英晃 松下祐贵 奥畑佑介
立石满 戎崎英世

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 孙蕾

(51)Int.Cl.
H01M 10/058(2010.01)

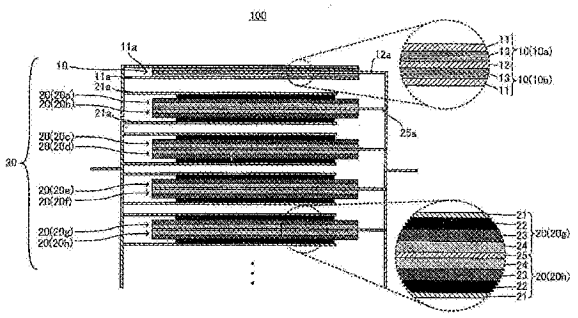
权利要求书1页 说明书14页 附图9页

(54)发明名称

层叠电池

(57)摘要

公开一种层叠电池，该层叠电池在针刺试验中，能够在短路电流分散体以及发电元件的短路时，比起发电元件，在短路电流分散体中使更多的回绕电流流过。做成如下层叠电池，该层叠电池的构成短路电流分散体的集电接头处的电阻比构成发电元件的集电接头处的电阻小。



CN 108808096 A

1.一种层叠电池，具备层叠体，该层叠体是至少一个短路电流分散体与多个发电元件的层叠体，其中，

在所述短路电流分散体中，层叠有第1集电体层、第2集电体层、及设置于所述第1集电体层以及所述第2集电体层之间的绝缘层，所述第1集电体层具备第1集电接头，所述第2集电体层具备第2集电接头，

在所述发电元件中，层叠有正极集电体层、正极材料层、电解质层、负极材料层以及负极集电体层，所述正极集电体层具备正极集电接头，所述负极集电体层具备负极集电接头，

所述正极集电接头彼此电连接以及所述负极集电接头彼此电连接，从而多个所述发电元件彼此并联地电连接，

所述第1集电体层经由所述第1集电接头而与所述正极集电体层电连接，所述第2集电体层经由所述第2集电接头而与所述负极集电体层电连接，

所述第1集电接头处的电阻与所述第2集电接头处的电阻的合计比所述正极集电接头处的电阻与所述负极集电接头处的电阻的合计小。

2.根据权利要求1所述的层叠电池，其中，

所述第1集电接头的电阻率比所述正极集电接头的电阻率小，

所述第2集电接头的电阻率比所述负极集电接头的电阻率小。

3.根据权利要求1或者2所述的层叠电池，其中，

所述正极集电接头以及所述负极集电接头从所述层叠体突出多个，在从所述层叠体突出的多个所述正极集电接头彼此之间夹入有由电阻率比该正极集电接头大的材料构成的层，在从所述层叠体突出的多个所述负极集电接头彼此之间夹入有由电阻率比该负极集电接头大的材料构成的层。

4.根据权利要求1～3中的任意一项所述的层叠电池，其中，

所述层叠电池具备多个短路电流分散体、且所述第1集电接头以及所述第2集电接头从所述层叠体突出多个，在从所述层叠体突出的多个所述第1集电接头彼此之间夹入有由与该第1集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，在从所述层叠体突出的多个所述第2集电接头彼此之间夹入有由与该第2集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，

所述正极集电接头以及所述负极集电接头从所述层叠体突出多个，在从所述层叠体突出的多个所述正极集电接头彼此之间夹入有由与该正极集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，在从所述层叠体突出的多个所述负极集电接头彼此之间夹入有由与该负极集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，

所述第1集电接头处的焊接面积比所述正极集电接头处的焊接面积大，所述第2集电接头处的焊接面积比所述负极集电接头处的焊接面积大。

5.根据权利要求1～4中的任意一项所述的层叠电池，其中，

所述第1集电接头的厚度比所述正极集电接头的厚度大，

所述第2集电接头的厚度比所述负极集电接头的厚度大。

6.根据权利要求1～5中的任意一项所述的层叠电池，其中，

所述第1集电接头的宽度比所述正极集电接头的宽度宽，

所述第2集电接头的宽度比所述负极集电接头的宽度宽。

层叠电池

技术领域

[0001] 本发明涉及层叠型的电池。

背景技术

[0002] 作为评价电池被从外部破坏的情况下的安全性的试验，已知针刺试验。针刺试验是刺入导电性的针来贯通电池并观察在发电元件内发生了内部短路时的温度上升等的试验。

[0003] 在专利文献1中公开了一种电池，在该电池中，在发电元件的外部设置有由两个绝缘层和配置于该两个绝缘层之间的导电层构成的保护元件。在专利文献1中，在针刺试验时，保护元件作为在先短路层发挥功能。即，在针刺试验时，使保护元件比发电元件先短路，在发电元件发生短路之前，进行发电元件的放电，从而抑制发电元件的内部的温度上升。在专利文献2～4中，也公开了用于抑制电池的内部短路所致的热的产生的各种技术。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：日本专利第6027262号公报

[0007] 专利文献2：日本特开平11-097066号公报

[0008] 专利文献3：日本特开2009-087600号公报

[0009] 专利文献4：日本特开2015-156323号公报

发明内容

[0010] 本发明者们面对如下这样的课题，即、在将层叠多个发电元件层叠并且并联地电连接的层叠电池中，当通过针刺试验使发电元件短路时，电子从一部分发电元件流入到其它发电元件(以下，有时将其称为“回绕电流”。)，一部分发电元件的温度局部地上升，电池材料发生劣化。例如，在对多个发电元件进行了针刺的情况下，短路电阻小的发电元件和短路电阻大的发电元件(包括未短路的发电元件)混合存在，回绕电流向短路电阻小的发电元件集中。

[0011] 本发明者们在用于解决上述课题的手段方面进行了潜心研究，其结果，得到了以下的多个见解。

[0012] (1)在层叠电池中，与发电元件分开地设置短路电流分散体，在针刺试验中，与一部分发电元件一起使短路电流分散体也短路，使来自短路电阻大的发电元件的回绕电流不仅分散到短路电阻小的发电元件，还分散到短路电阻小的短路电流分散体，从而能够抑制一部分发电元件的温度局部地上升。

[0013] (2)在针刺试验所致的短路时，短路电流分散体的电阻比发电元件的电阻越小，比起发电元件在短路电流分散体中越能够流过更多的回绕电流，能够抑制温度在发电元件的内部局部地上升。

[0014] (3)在针刺试验所致的短路时，为了使短路电流分散体的电阻比发电元件的电阻

小，有效的是使短路电流分散体的集电接头的电阻比发电元件的集电接头的电阻小。

[0015] 根据以上的见解，本申请作为用于解决上述课题的手段之一，

[0016] 公开一种层叠电池，具备层叠体，该层叠体是至少一个短路电流分散体与多个发电元件的层叠体，其中，在所述短路电流分散体中，层叠有第1集电体层、第2集电体层、及设置于所述第1集电体层以及所述第2集电体层之间的绝缘层，所述第1集电体层具备第1集电接头，所述第2集电体层具备第2集电接头，在所述发电元件中，层叠有正极集电体层、正极材料层、电解质层、负极材料层以及负极集电体层，所述正极集电体层具备正极集电接头，所述负极集电体层具备负极集电接头，所述正极集电接头彼此电连接以及所述负极集电接头彼此电连接，从而多个所述发电元件彼此并联地电连接，所述第1集电体层经由所述第1集电接头而与所述正极集电体层电连接，所述第2集电体层经由所述第2集电接头而与所述负极集电体层电连接，所述第1集电接头处的电阻与所述第2集电接头处的电阻的合计比所述正极集电接头处的电阻与所述负极集电接头处的电阻的合计小。

[0017] 所谓“集电接头处的电阻”，当在集电接头的表面设置有任意的层(例如、如后所述的由电阻率比集电接头大的材料构成的层、由电阻率与集电接头相同的材料构成的层等)的情况下，意味着该集电接头与该任意的层的作为整体的电阻。

[0018] 在本公开的层叠电池中，优选为所述第1集电接头的电阻率比所述正极集电接头的电阻率小，所述第2集电接头的电阻率比所述负极集电接头的电阻率小。

[0019] 在本公开的层叠电池中，还优选为所述正极集电接头以及所述负极集电接头从所述层叠体突出多个，在从所述层叠体突出的多个所述正极集电接头彼此之间夹入有由电阻率比该正极集电接头大的材料构成的层，在从所述层叠体突出的多个所述负极集电接头彼此之间夹入有由电阻率比该负极集电接头大的材料构成的层。

[0020] 在本公开的层叠电池中，还优选为所述层叠电池具备多个短路电流分散体、且所述第1集电接头以及所述第2集电接头从所述层叠体突出多个，在从所述层叠体突出的多个所述第1集电接头彼此之间夹入有由与该第1集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，在从所述层叠体突出的多个所述第2集电接头彼此之间夹入有由与该第2集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，所述正极集电接头以及所述负极集电接头从所述层叠体突出多个，在从所述层叠体突出的多个所述正极集电接头彼此之间夹入有由与该正极集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，在从所述层叠体突出的多个所述负极集电接头彼此之间夹入有由与该负极集电接头相同的材料构成的层，并且通过焊接接合，所述第1集电接头处的焊接面积比所述正极集电接头处的焊接面积大，所述第2集电接头处的焊接面积比所述负极集电接头处的焊接面积大。

[0021] “焊接面积”是指在集电接头与由和该集电体相同的材料构成的层的界面通过焊接牢固地接合接头和层的面积。即，焊接面积越大，接头与层的接合面积越大。

[0022] 在本公开的层叠电池中，还优选为所述第1集电接头的厚度比所述正极集电接头的厚度大，所述第2集电接头的厚度比所述负极集电接头的厚度大。

[0023] 在本公开的层叠电池中，还优选为所述第1集电接头的宽度比所述正极集电接头的宽度宽，所述第2集电接头的宽度比所述负极集电接头的宽度宽。

[0024] 在本公开的层叠电池中，设置于短路电流分散体的集电接头处的电阻比设置于发电元件的集电接头处的电阻小。由此，在针刺试验中的短路电流分散体以及发电元件的短

路时，比起发电元件，在短路电流分散体中能够流过更大的回绕电流。

附图说明

[0025] 图1是用于说明层叠电池100的层结构的概略图。

[0026] 图2是用于说明针刺试验中的层叠电池100的内部短路的状态的一个例子的概略图。

[0027] 图3是用于说明针刺试验中的层叠电池100的等效电路的一个例子的概略图。

[0028] 图4是用于说明设置于短路电流分散体10以及发电元件20的集电接头的一个例子(第1实施方式)的概略图。

[0029] 图5是用于说明设置于短路电流分散体10以及发电元件20的集电接头的一个例子(第2实施方式)的概略图。

[0030] 图6是用于说明设置于短路电流分散体10以及发电元件20的集电接头的一个例子(第3实施方式)的概略图。

[0031] 图7是用于说明设置于短路电流分散体10以及发电元件20的集电接头的一个例子(第4实施方式)的概略图。

[0032] 图8是用于说明设置于短路电流分散体10以及发电元件20的集电接头的一个例子(第5实施方式)的概略图。

[0033] 图9是用于说明短路电流分散体10的结构件的一个例子的概略图。

[0034] 附图标记说明

[0035] 10：短路电流分散体；11：第1集电体层；11a：第1集电接头；12：第2集电体层；12a：第2集电接头；13：绝缘层；20：发电元件；21：正极集电体层；21a：正极集电接头；22：正极材料层；23：电解质层；24：负极材料层；25：负极集电体层；25a：负极集电接头；30：层叠体；41：由电阻率比正极集电接头大的材料构成的层；42：由电阻率比负极集电接头大的材料构成的层；51：由与第1集电接头相同的材料构成的层；52：由与第2集电接头相同的材料构成的层；61：由与正极集电接头相同的材料构成的层；62：由与负极集电接头相同的材料构成的层；100：层叠电池。

具体实施方式

[0036] 1.层叠电池

[0037] 图1概略地示出层叠电池100的层结构。在图1中，为了便于说明，省略电池盒等而示出。

[0038] 如图1所示，层叠电池100具备层叠体30，该层叠体30是至少一个短路电流分散体10与多个发电元件20、20、…的层叠体。在短路电流分散体10中，层叠第1集电体层11、第2集电体层12及设置于第1集电体层11以及第2集电体层12之间的绝缘层13，第1集电体层11具备第1集电接头11a，第2集电体层12具备第2集电接头12a。在发电元件20中，层叠正极集电体层21、正极材料层22、电解质层23、负极材料层24以及负极集电体层25，正极集电体层21具备正极集电接头21a，负极集电体层25具备负极集电接头25a。在层叠电池100中，正极集电接头21a、21a、…彼此以及负极集电接头25a、25a、…彼此电连接，从而多个发电元件20、20、…彼此并联地电连接。另外，第1集电体层11经由第1集电接头11a而与正极集电体层21

电连接，第2集电体层12经由第2集电接头12a而与负极集电体层25电连接。在层叠电池100中，特征之一在于第1集电接头11a处的电阻与第2集电接头12a处的电阻的合计比正极集电接头21a处的电阻与负极集电接头25a处的电阻的合计小。

[0039] 1.1.短路电流分散体10

[0040] 短路电流分散体10具备第1集电体层11、第2集电体层12、设置于第1集电体层11以及第2集电体层12之间的绝缘层13。具备这样的结构的短路电流分散体10在电池的通常使用时利用绝缘层13使第1集电体层11与第2集电体层12适当地绝缘，另一方面，在针刺所致的短路时，第1集电体层11与第2集电体层12接触，电阻变小。

[0041] 1.1.1.第1集电体层11以及第2集电体层12

[0042] 第1集电体层11以及第2集电体层12只要由金属箔、金属网等构成即可。特别优选金属箔。作为构成集电体层11、12的金属，可举出Cu、Ni、Al、Fe、Ti、Zn、Co、Cr、Au、Pt、不锈钢等。第1集电体层11以及第2集电体层12也可以在其表面具有用于调整电阻的任意涂层。例如为碳涂层等。

[0043] 第1集电体层11以及第2集电体层12的厚度并不被特别限定。例如优选为0.1μm以上且1mm以下，更优选为1μm以上且100μm以下。在将集电体层11、12的厚度设为这样的范围的情况下，能够在针刺试验时，使集电体层11、12相互更适当地接触，能够使短路电流分散体10的短路电阻更小。

[0044] 第1集电体层11具备集电接头11a，第2集电体层12具备集电接头12a。如后所述，第1集电体层11经由集电接头11a电连接于发电元件20的正极集电体层21，第2集电体层12经由集电接头12a电连接于发电元件20的负极集电体层25。第1集电接头11a既可以是与第1集电体层11相同的材质，也可以是不同的材质。另外，第2集电接头12a既可以是第2集电体层12相同的材质，也可以是不同的材质。另外，第1集电接头11a既可以是与第1集电体层11相同的厚度，也可以是不同的厚度。进而，第2集电接头12a既可以是与第2集电体层12相同的厚度，也可以是不同的厚度。无论哪种情况，在本公开的层叠电池100中，在针刺试验时，从使更多的回绕电流流向短路电流分散体10的观点来看，重要的是第1集电接头11a处的电阻与第2集电接头12a处的电阻的合计比正极集电接头21a处的电阻与负极集电接头25a处的电阻的合计小。各集电接头的结构的详细内容将在后面叙述。

[0045] 1.1.2.绝缘层13

[0046] 在层叠电池100中，绝缘层13只要在电池的通常使用时使第1集电体层11与第2集电体层12绝缘即可。绝缘层13既可以是由有机材料构成的绝缘层，也可以是由无机材料构成的绝缘层，也可以是有机材料和无机材料混合存在的绝缘层。特别优选由有机材料构成的绝缘层。这是因为从在通常使用时发生因破损导致的短路的概率低这样的观点来看是有利的。

[0047] 作为能够构成绝缘层13的有机材料，可举出各种树脂。例如，是各种热可塑性树脂、各种热固化性树脂。特别优选聚酰亚胺等热固化性树脂。通常，热固化性树脂与热可塑性树脂相比热稳定性高、且硬质并且脆。即，在由热固化性树脂构成绝缘层13的情况下，在进行了短路电流分散体10的针刺的情况下，绝缘层13容易断裂，能够抑制绝缘层13跟随第1集电体层11、第2集电体层12的变形，能够使第1集电体层11与第2集电体层12更容易地接触。另外，即使绝缘层13的温度过度地上升，也能够抑制热分解。

[0048] 作为能够构成绝缘层13的无机材料，可举出各种陶瓷。例如是无机氧化物。此外，也可以由在表面具有氧化物被膜的金属箔构成绝缘层13。例如，通过防蚀铝处理在铝箔的表面形成阳极氧化被膜，从而能够得到在表面具有氧化铝被膜的铝箔。在该情况下，氧化被膜的厚度优选为0.01μm以上且5μm以下。下限更优选的是0.1μm以上，上限更优选的是1μm以下。

[0049] 绝缘层13的厚度并不被特别限定。例如优选为0.1μm以上且1mm以下，更优选为1μm以上且100μm以下。在将绝缘层13的厚度设为这样的范围的情况下，能够在电池的通常使用时，使第1集电体层11与第2集电体层12更适当地绝缘，并且能够利用针刺等外部应力导致的变形使第1集电体层11与第2集电体层12更适当地导通，从而使内部短路。

[0050] 1.2.发电元件20

[0051] 发电元件20是层叠有正极集电体层21、正极材料层22、电解质层23、负极材料层24以及负极集电体层25而成的。即，发电元件20能够作为单电池发挥功能。

[0052] 1.2.1.正极集电体层21

[0053] 正极集电体层21只要由金属箔、金属网等构成即可。特别优选金属箔。作为构成正极集电体层21的金属，可举出Ni、Cr、Au、Pt、Al、Fe、Ti、Zn、不锈钢等。正极集电体层21也可以在其表面具有用于调整电阻的任意的涂层。例如是碳涂层等。正极集电体层21的厚度并不被特别限定。例如优选为0.1μm以上且1mm以下，更优选为1μm以上且100μm以下。

[0054] 正极集电体层21具备正极集电接头21a。能够利用正极集电接头21a将正极集电体层21彼此容易地并联地电连接。正极集电接头21a既可以是与正极集电体层21相同的材质，也可以是不同的材质。另外，正极集电接头21a既可以是与正极集电体层21相同的厚度，也可以是不同的厚度。正极集电接头21a的结构的详细内容将在后面叙述。

[0055] 1.2.2.正极材料层22

[0056] 正极材料层22是至少包含活性物质的层。在将层叠电池100做成全固体电池的情况下，除了能够包含活性物质之外，还能够任意地包含固体电解质、粘结剂以及导电助剂等。另外，在将层叠电池100做成电解液系列的电池的情况下，除了能够包含活性物质之外，还能够任意地包含粘结剂以及导电助剂等。活性物质只要使用公知的活性物质即可。能够选择公知的活性物质中的、吸藏释放预定的离子的电位(充放电电位)不同的两个物质，将表示高的电位的物质作为正极活性物质，将表示低的电位的物质作为后述负极活性物质而分别使用。例如，在构成锂离子电池的情况下，作为正极活性物质，能够使用钴酸锂、镍酸锂、$LiNi_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}O_2$、锰酸锂、尖晶石系列锂化合物等各种含锂复合氧化物。在将层叠电池100做成全固体电池的情况下，正极活性物质的表面也可以被铌酸锂层、钛酸锂层、磷酸锂层等氧化物层覆盖。另外，在将层叠电池100做成全固体电池的情况下，固体电解质优选无机固体电解质。这是因为与有机聚合物电解质相比离子传导度高。另外，是因为耐热性比有机聚合物电解质优良。进而，是因为与有机聚合物电解质相比，在针刺时施加于发电元件20的压力为高压，由本公开的层叠电池100实现的效果变得显著。例如，可举出锆酸镧锂等氧化物固体电解质、$Li_2S-P_2S_5$等硫化物固体电解质。特别优选包含$Li_2S-P_2S_5$的硫化物固体电解质，更优选包含50摩尔%以上的$Li_2S-P_2S_5$的硫化物固体电解质。粘结剂能够使用丁二烯橡胶(BR)、丙烯酸丁二烯橡胶(ABR)、聚偏二氟乙烯(PVdF)等各种粘结剂。作为导电助剂，能够使用乙炔黑、科琴黑等碳材料、镍、铝、不锈钢等金属材料。正极材料层22中的各成

分的含有量只要与以往相同即可。正极材料层22的形状也只要与以往相同即可。特别是根据能够容易地构成层叠电池100的观点，优选片状的正极材料层22。在该情况下，正极材料层22的厚度例如优选为0.1μm以上且1mm以下，更优选为1μm以上且150μm以下。

[0057] 1.2.3.电解质层23

[0058] 电解质层23是至少包含电解质的层。在将层叠电池100做成全固体电池的情况下，电解质层23能够包含固体电解质和任意地包含粘结剂。固体电解质优选上述无机固体电解质。粘结剂能够适当地选择与正极材料层22所使用的粘结剂同样的粘结剂来使用。固体电解质层23中的各成分的含有量与以往相同即可。固体电解质层23的形状也只要与以往相同即可。特别是根据能够容易地构成层叠电池100的观点，优选片状的固体电解质层23。在该情况下，固体电解质层23的厚度例如优选为0.1μm以上且1mm以下，更优选为1μm以上且100μm以下。另一方面，在将层叠电池100做成电解液系列电池的情况下，电解质层23包含电解液和隔板。这些电解液、隔板对于本领域技术人员而言是不言自明的，所以在此省略详细的说明。

[0059] 1.2.4.负极材料层24

[0060] 负极材料层24是至少包含活性物质的层。在将层叠电池100做成全固体电池的情况下，除了能够包含活性物质之外，还能够任意地包含固体电解质、粘结剂以及导电助剂等。另外，在将层叠电池100做成电解液系列的电池的情况下，除了能够包含活性物质之外，还能够任意地包含粘结剂以及导电助剂等。活性物质只要使用公知的活性物质即可。能够选择公知的活性物质中的、吸藏释放预定的离子的电位(充放电电位)不同的两个物质，将表示高的电位的物质作为上述正极活性物质，将表示低的电位的物质作为负极活性物质而分别使用。例如，在构成锂离子电池的情况下，作为负极活性物质，能够使用石墨、硬碳等碳材料、钛酸锂等各种氧化物、Si、Si合金、或者金属锂、锂合金。固体电解质、粘结剂以及导电助剂能够适当地选择与正极材料层22所使用的固体电解质同样的固体电解质、粘结剂以及导电助剂来使用。负极材料层24中的各成分的含有量只要与以往相同即可。负极材料层24的形状也只要与以往相同即可。特别是根据能够容易地构成层叠电池100的观点，优选片状的负极材料层24。在该情况下，负极材料层24的厚度例如优选为0.1μm以上且1mm以下，更优选为1μm以上且100μm以下。不过，优选以使负极的容量比正极的容量大的方式决定负极材料层24的厚度。

[0061] 1.2.5.负极集电体层25

[0062] 负极集电体层25只要由金属箔、金属网等构成即可。特别优选金属箔。作为构成负极集电体层25的金属，可举出Cu、Ni、Fe、Ti、Co、Zn、不锈钢等。负极集电体层25也可以在其表面具有用于调整接触电阻的任意的涂层。例如是碳涂层等。负极集电体层25的厚度并不被特别限定。负极集电体25的厚度并不被特别限定。例如优选为0.1μm以上且1mm以下，更优选为1μm以上且100μm以下。

[0063] 负极集电体层25具备负极集电接头25a。能够利用负极集电接头25a将负极集电体层25彼此容易地并联电连接。负极集电接头25a既可以是与负极集电体层25相同的材质，也可以是不同的材质。另外，负极集电接头25a既可以是与负极集电体层25相同的厚度，也可以是不同的厚度。负极集电接头25a的结构的详细内容将在后面叙述。

[0064] 1.3.短路电流分散体以及发电元件的配置、连接方式

[0065] 1.3.1.发电元件的数量、配置

[0066] 在层叠电池100中，发电元件20的层叠数并不被特别限定，只要根据作为目的的电池的输出适当地决定即可。在该情况下，既可以层叠成多个发电元件20相互直接接触，也可以是多个发电元件20隔着任意的层(例如绝缘层)、间隔(空气层)而层叠。在图1中，为了便于说明，设为在发电元件20b与发电元件20c之间、发电元件20d与发电元件20e之间、以及发电元件20f与发电元件20g之间分别隔开间隔，但无需在多个发电元件20之间隔开间隔。根据提高电池的输出密度的观点，优选层叠成多个发电元件20相互直接接触。另外，如图1所示，优选为两个发电元件20a、20b共用负极集电体25。通过这样做，电池的输出密度更加提高。进而，如图1所示，在层叠电池100中，优选使多个发电元件20的层叠方向与发电元件20中的各层21～25的层叠方向一致。通过这样做，层叠电池100的约束变容易，电池的输出密度更加提高。

[0067] 1.3.2.发电元件彼此的电连接

[0068] 在层叠电池100中，正极集电接头21a、21a…彼此以及负极集电接头25a、25a、…彼此电连接，从而多个发电元件20、20、…彼此并联地电连接。在这样并联地连接的发电元件中，在一个发电元件发生短路的情况下，电子从其它发电元件向该一个发电元件集中而流入。即，在电池短路时，焦耳发热容易变大。换言之，在具备这样并联连接的多个发电元件20、20、…层叠电池100中，可能产生上述课题。

[0069] 1.3.3.短路电流分散体与发电元件的电连接

[0070] 在层叠电池100中，短路电流分散体10的第1集电体层11经由第1集电接头11a而与发电元件20的正极集电体层21电连接，短路电流分散体10的第2集电体层12经由第2集电接头12a而与发电元件20的负极集电体层25电连接。通过这样电连接短路电流分散体10和发电元件20，能够在短路电流分散体10以及一部分发电元件(例如，发电元件20a)的短路时，从其它发电元件(例如发电元件20b)向短路电流分散体10产生大的回绕电流。

[0071] 1.3.4.接头的集合捆扎

[0072] 在图1中，为了便于说明，示出了集电接头彼此利用在纸面上下方向上延伸的导电部件间接地连接的方式，但即使不使用这样的导电部件，通过进行集电接头彼此的集合捆扎(将接头集合地捆扎)，也能够将集电接头彼此直接地连接。即，集电接头11a、21a也可以被集合并捆扎于一个部位。同样地，关于集电接头12a、25a，也可以被集合并捆扎于一个部位。关于接头的集合捆扎的做法，对于本领域技术人员而言是不言自明的事项，所以在此省略详细的说明。

[0073] 1.3.5.短路电流分散体与发电元件的位置关系

[0074] 至少一个短路电流分散体10与多个发电元件20、20、…只要相互层叠即可。在该情况下，既可以将短路电流分散体10与发电元件直接层叠，也可以隔着其它层(绝缘层、隔热层等)而间接地层叠。短路电流分散体10既可以层叠在多个发电元件20、20、…的外侧，也可以层叠在多个发电元件20、20、…之间，也可以层叠在多个发电元件20、20、…的外侧和多个发电元件20、20、…之间这双方。特别优选如图1所示在层叠有短路电流分散体10和多个发电元件20、20、…的情况下，短路电流分散体10至少设置于比多个发电元件20、20、…靠外侧的位置。由此，在针刺试验时，短路电流分散体10比发电元件20、20、…先短路，能够从发电元件20向短路电流分散体10产生回绕电流，能够抑制发电元件20的内部的发热。

[0075] 容易发生针刺所致的电池的短路的是针从发电元件20的正极集电体层21朝向负极集电体层25(或者,从负极集电体层25朝向正极集电体层21)刺入的情况。即,在层叠电池100中,优选使针刺方向与各层的层叠方向一致。更具体而言,优选在层叠电池100中,发电元件20中的正极集电体层21、正极材料层22、电解质层23、负极材料层24以及负极集电体层25的层叠方向、多个发电元件20的层叠方向、短路电流分散体10中的第1集电体层11、绝缘层13以及第2集电体层12的层叠方向、以及短路电流分散体10与多个发电元件20、20、…的层叠方向是相同的方向。在做成这样的结构的情况下,起到更显著的效果。

[0076] 1.3.6.短路电流分散体与发电元件的大小关系

[0077] 在层叠电池100中,短路电流分散体10覆盖发电元件20的尽可能多的部分,从而在针刺时,易于使短路电流分散体10比发电元件20先短路。从该观点出发,优选例如在层叠电池100中在从短路电流分散体10与多个发电元件20、20、…的层叠方向观察时,短路电流分散体10的外缘存在于比发电元件20、20、…的外缘靠外侧的位置。或者,在如图1所示多个发电元件20、20、…的层叠方向与发电元件20中的各层21～25的层叠方向相同的情况下,优选在从短路电流分散体10与多个发电元件20、20、…的层叠方向观察时,短路电流分散体10的外缘存在于比正极材料层22、电解质层23以及负极材料层24的外缘靠外侧的位置。但是,在该情况下,使得短路电流分散体10的第1集电体层11与发电元件20的负极集电体层25不短路。即,在短路电流分散体10与发电元件20之间设置绝缘体等,即使增大短路电流分散体10,也能够防止短路电流分散体10与发电元件20的短路。

[0078] 另一方面,从更加提高电池的能量密度的观点以及能够容易地防止上述短路电流分散体10与发电元件20的短路的观点出发,尽可能减小短路电流分散体10为好。即、从该观点出发,优选在层叠电池100中,在从短路电流分散体10与多个发电元件20、20、…的层叠方向观察时,短路电流分散体10的外缘存在于比发电元件20、20、…的外缘靠内侧的位置。或者,在多个发电元件20、20、…的层叠方向与发电元件20中的各层21～25的层叠方向相同的情况下,优选在从短路电流分散体10与多个发电元件20、20、…的层叠方向观察时,短路电流分散体10的外缘存在于比正极材料层22、电解质层23以及负极材料层24的外缘靠内侧的位置。

[0079] 1.4.层叠电池100的作用、效果

[0080] 参照图2、3,更详细地说明层叠电池100的作用及效果。在图2、3中,在对层叠电池100进行了针刺试验的情况下,设为短路电流分散体10与发电元件20a、20b短路,发电元件20c以及20d不短路。另外,在图3所示的等效电路中,假定为短路电流分散体10的短路电阻R_5与发电元件20a以及20b的短路电阻R_6相等($R_5=R_6$)。另外,未短路的发电元件20c、20d而维持大的值作为电阻R_6,并且接着经由接头将电力供给到外部。在这样的情况下,如果短路电流分散体10的第1集电接头11a处的电阻R_1与第2集电接头12a处的电阻R_2的合计R_1+R_2比正极集电接头21a处的电阻R_3与负极集电接头25a处的电阻R_4的合计R_3+R_4小,则大量的回绕电流从发电元件20c、20d向短路电流分散体10流入。即,根据层叠电池100,在针刺试验时,流入到发电元件20的电流被抑制,能够抑制发电元件20的温度上升。

[0081] 2.集电接头的具体例子

[0082] 以下,示出起到上述作用及效果的集电接头的优选的具体例子。

[0083] 2.1.第1实施方式

[0084] 图4示出第1实施方式的集电体层以及集电接头的方式例。在图4中，关于集电体层以及集电接头，示出了从图1的纸面上下方向观察时的形状。在图4(A)、(B)中，示出构成短路电流分散体10的第1集电体层11的形状以及第2集电体层12的形状的一个例子。在图4(C)、(D)中，示出构成发电元件20的正极集电体层21的形状以及负极集电体层25的形状的一个例子。

[0085] 如图4所示，各集电体层11、12、21、25分别在外缘的一部分具备集电接头11a、12a、21a、25a。在此，第1集电接头11a的电阻率比正极集电接头21a的电阻率小，第2集电接头12a的电阻率比负极集电接头25a的电阻率小。由此，使第1集电接头11a处的电阻比正极集电接头21a处的电阻小，使第2集电接头12a处的电阻比负极集电接头25a处的电阻小。在下述表1中，示出能够构成集电接头的材料的一个例子，并且示出该材料所具有的电阻率。

[0086] 【表1】

[0087]

	电阻率($10^{-6}\Omega \cdot cm$)
Al	2.65
Al合金(A3003)	3.45
Cu	1.72
Fe	9.7
不锈钢(SUS304)	72
Ti	55
Au	2.19
Ag	1.62

[0088] 根据表1，例如作为第1集电接头11a使用由铝(Al)构成的接头，作为正极集电接头21a使用由不锈钢(SUS304)构成的接头，从而易于使第1集电接头11a处的电阻比正极集电接头21a处的电阻小。在第2集电接头12a与负极集电接头25a的组合中，也将电阻率小的材料用作第2集电接头12a，将电阻率大的材料用作负极集电接头25a为好。由此，能够在针刺试验所致的短路时，比起发电元件20，向短路电流分散体10流入更多的回绕电流，能够降低发电元件20中的焦耳发热，抑制温度上升。

[0089] 在第1实施方式中，各集电接头11a、12a、21a、25a也可以具有相同的厚度以及形状，所以被认为能够使集电接头11a、12a、21a、25a的成形加工手段统一，另外层叠时的各层的定位也变容易。

[0090] 2.2.第2实施方式

[0091] 图5示出第2实施方式的集电接头的方式例。如图5所示，在层叠电池200中，正极集电接头21a以及负极集电接头25a从层叠体30突出多个，在从层叠体30突出的多个正极集电接头21a、21a、...彼此之间夹入有由电阻率比正极集电接头21a大的材料构成的层41，在从层叠体30突出的多个负极集电接头25a、25a、...彼此之间夹入有由电阻率比负极集电接头25a大的材料构成的层42。

[0092] 在第2实施方式中，设为通过在发电元件20的集电接头21a、21a...彼此之间以及集电接头25a、25a、...彼此之间夹入由电阻率大的材料构成的层41、42，从而使集电接头21a、25a处的电阻增大。即，即使假设集电接头11a、12a、21a、25a本身的材质(电阻率)相同，

由于层41、42的存在，也能够使集电接头11a、12a处的电阻比集电接头21a、25a处的电阻小。由此，能够在针刺试验所致的短路时，比起发电元件20，使得更多的回绕电流流向短路电流分散体10，能够降低发电元件20中的焦耳发热，抑制温度上升。这样，在层叠电池200中，在能够使集电接头11a、12a、21a、25a的材料统一这点上是有优势的。

[0093] 此外，被夹入在发电元件20的集电接头21a、21a…彼此之间以及集电接头25a、25a、…彼此之间的层41、42也可以通过焊接等接合于集电接头。在该情况下，如后所述还能够通过使接合面积增减，使集电接头处的电阻变化。

[0094] 在层叠电池200中，不需要集电接头21a、25a的集合捆扎。即，无需将集电接头21a、21a、…彼此以及集电接头25a、25a、…彼此折弯，所以能够抑制伴随集合捆扎的活性物质材料的滑落，并且还能够削减由集合捆扎产生的死区空间。

[0095] 2.3.第3实施方式

[0096] 图6示出第3实施方式的集电接头的方式例。图6(A)示出层叠电池300的层结构，在图6(B)中，将层叠电池300中的第1集电接头11a以及正极集电接头21a侧的结构进行放大而示出，在图6(C)中，将层叠电池300中的第2集电接头12a以及负极集电接头25a侧的结构进行放大而示出。

[0097] 如图6所示，层叠电池300具备多个短路电流分散体10、且第1集电接头11a以及第2集电接头12a从层叠体30突出多个。在层叠电池300中，在从层叠体30突出的多个第1集电接头11a、11a、…彼此之间夹入由与第1集电接头11a相同的材料构成的层51，并且通过焊接接合。另外，在从层叠体30突出的多个第2集电接头12a、12a彼此之间夹入由与第2集电接头12a相同的材料构成的层61，并且通过焊接接合。另外，在层叠电池300中，与层叠电池200同样地，正极集电接头21a以及负极集电接头25a从层叠体30突出多个。在从层叠体30突出的多个正极集电接头21a、21a、…彼此之间夹入由与正极集电接头21a相同的材料构成的层52，并且通过焊接接合。另外，在从层叠体30突出的多个负极集电接头25a、25a、…彼此之间夹入由与负极集电接头25a相同的材料构成的层62，并且通过焊接接合。在这样的层叠电池300中，特征之一在于第1集电接头11a处的焊接面积比正极集电接头21a处的焊接面积大，第2集电接头12a处的焊接面积比负极集电接头25a处的焊接面积大。即，第1集电接头11a与层51的接合面积比正极集电接头21a与层52的接合面积大，第2集电接头12a与层61的接合面积比负极集电接头25a与层62的接合面积大。

[0098] 例如，在层叠电池300中，如图6所示，第1集电接头11a与层51之间的焊接数比正极集电接头21a与层61之间的焊接数多，由此第1集电接头11a处的焊接面积(接头11a与层51的接合面积)比正极集电接头21a处的焊接面积(接头21a与层61的接合面积)大。另外，第2集电接头12a与层52之间的焊接数比负极集电接头25a与层62之间的焊接数多，由此第2集电接头12a处的焊接面积(接头12a与层52的接合面积)比负极集电接头25a处的焊接面积(接头25a与层62的接合面积)大。这样通过使第1集电接头11a以及第2集电接头12a处的焊接面积比正极集电接头21a以及负极集电接头25a处的焊接面积大，集电接头11a、12a处的电阻比集电接头21a、25a处的电阻小。由此，能够在针刺试验所致的短路时，比起发电元件20，使更多的回绕电流流向短路电流分散体10，能够降低发电元件20中的焦耳发热，抑制温度上升。

[0099] 在层叠电池300中，也可以如图6(C)所示，在第2集电接头12a与负极集电接头25a

之间夹入任意的层63而通过焊接接合。层63的材质并不被特别限定。例如，既能够做成由与第2集电接头12a相同的材料构成的层，也能够做成由与负极集电接头25a相同的材料构成的层。第1集电接头11a与正极集电接头21a之间也同样地可以夹入任意的层(未图示)而通过焊接接合。

[0100] 在层叠电池300中，层51、52、61、62由与集电接头11a、12a、21a、25a相同的材料构成。因此，在集电接头11a、12a、21a、25a与层51、52、61、62的接合强度高、进而也没不同种类材料的接合所致的腐蚀等的担心这点上是有优势的。

[0101] 在层叠电池300中，也与层叠电池200同样地，不需要集电接头21a、25a的集合捆扎(将集电接头集合地捆扎)。另外，也不需要集电接头11a、12a的集合捆扎。即，无需将集电接头彼此折弯，所以能够抑制伴随集合捆扎的活性物质材料的滑落，并且还能够削减由集合捆扎产生的死区空间。

[0102] 2.4.第4实施方式

[0103] 图7示出第4实施方式的集电接头的方式例。如图7所示，在层叠电池400中，第1集电接头11a的厚度比正极集电接头21a的厚度大，第2集电接头12a的厚度比负极集电接头25a的厚度大。由此，集电接头11a、12a处的电阻比集电接头21a、25a处的电阻小。因而，能够在针刺试验所致的短路时，比起发电元件20，使更多的回绕电流流向短路电流分散体10，能够降低发电元件20中的焦耳发热，抑制温度上升。在第4实施方式中，也在能够使集电接头11a、12a、21a、25a的材料统一这点上是有优势的。

[0104] 此外，在图7中，设为集电体层的厚度与集电接头的厚度相同，但也能够仅增大集电接头的厚度。但是，从易于进行集电接头的成形加工的观点来看，优选将集电体层的厚度直接做成集电接头的厚度。但是，在该情况下，作为层叠电池整体的厚度增加，体积能量密度下降。

[0105] 2.5.第5实施方式

[0106] 图8示出第5实施方式的集电体层以及集电接头的方式例。在图8中，关于集电体层以及集电接头，示出了从图1的纸面上下方向观察时的形状。图8(A)、(B)示出构成短路电流分散体10的第1集电体层11以及第1集电接头11a的形状、及第2集电体层12以及第2集电接头12a的形状的一个例子。图4(C)、(D)示出构成发电元件20的正极集电体层21以及正极集电接头21a的形状、及负极集电体层25以及负极集电接头25a的形状的一个例子。如图8所示，关于第5实施方式的集电体层以及集电接头，第1集电接头11a的宽度比正极集电接头21a的宽度宽，第2集电接头12a的宽度比负极集电接头25a的宽度窄。由此，集电接头11a、12a处的电阻比集电接头21a、25a处的电阻小。因而，能够在针刺试验所致的短路时，比起发电元件20，使更多的回绕电流流向短路电流分散体10，能够降低发电元件20中的焦耳发热，抑制温度上升。在第5实施方式中，也是在能够使集电接头11a、12a、21a、25a的材料统一这点上是有优势的。另外，与第4实施方式不同，也能够避免作为层叠电池整体的厚度的增加，所以易于提高体积能量密度。

[0107] 如上那样，根据本公开的层叠电池，第1集电接头处的电阻与第2集电接头处的电阻的合计比正极集电接头处的电阻与负极集电接头处的电阻的合计小，从而能够在针刺试验中的短路电流分散体以及发电元件的短路时，比起发电元件，在短路电流分散体中流过更大的回绕电流。

[0108] 3.层叠电池的制造方法

[0109] 通过在第1集电体层11(例如、金属箔)与第2集电体层12(例如、金属箔)之间配置绝缘层13(例如、绝缘膜),能够容易地制作短路电流分散体10。也可以如图9所示,在第2集电体层12的两面配置绝缘层13、13,还在绝缘层13、13的与第2集电体层12相反一侧的面配置第1集电体层11、11。在此,为了保持短路电流分散体10的形状,也可以使用粘接剂、树脂等使各层相互贴合。在该情况下,粘接剂等无需涂敷于各层的整个面,只要涂敷于各层的表面的一部分即可。

[0110] 关于发电元件20,能够通过公知的方法来制作。例如,在制造全固体电池的情况下,将正极材料通过湿式涂布于正极集电体层21的表面并使其干燥,从而形成正极材料层22,将负极材料通过湿式涂布于负极集电体层25的表面并使其干燥,从而形成负极材料层24,通过在正极材料层21与负极材料层24之间转印包含固体电解质等的固体电解质层23,并进行冲压成形而一体化,从而能够制作发电元件20。此时的冲压压力并不被特别限定,但例如优选设为2ton/cm^2以上。此外,它们的制作次序仅仅是一个例子,根据除此以外的次序也能够制作发电元件20。例如,还能够不通过湿式法而通过干式法形成正极材料层等。

[0111] 将这样制作出的短路电流分散体10相对于多个发电元件20进行层叠,并且将设置于第1集电体层11的接头11a与正极集电体层21电连接,将设置于第2集电体层12的接头12a与负极集电体层25电连接,将正极集电体层21的接头21a彼此电连接,将负极集电体层25的接头25a彼此电连接,从而能够电连接短路电流分散体10和发电元件20,并且将多个发电元件20彼此并联地电连接。此时,能够如上所述利用接头的形状、连接的方式等使第1集电接头11a处的电阻与第2集电接头12a处的电阻的合计比正极集电接头21a处的电阻与负极集电接头25a处的电阻的合计小。通过将这样电连接的层叠体30真空装入到层压膜、不锈钢罐等电池盒内,从而能够制作层叠电池。此外,它们的制作次序仅仅是一个例子,根据除此以外的次序也能够制作层叠电池。

[0112] 或者,代替上述固体电解质层而配置隔板,制作出与上述同样地电连接的层叠体,在此基础上将该层叠体装入于填充有电解液的电池盒内等,从而也能够制造电解液系列电池作为层叠电池。在电解液系列电池的制造时,也可以省略各层的冲压成形。

[0113] 4.补充事项

[0114] 在上述说明中,示出了由1个第1集电体层、两个绝缘层以及1个第2集电体层构成短路电流分散体的方式,但本公开的层叠电池并不限定于该方式。短路电流分散体只要在第1集电体层与第2集电体层之间具有绝缘层即可,各层的数量不被特别限定。

[0115] 在上述说明中,示出了两个发电元件共用1个负极集电体层的方式,但本公开的层叠电池并不限定于该方式。发电元件只要作为单电池发挥功能即可,只要层叠有正极集电体层、正极材料层、电解质层、负极材料层以及负极集电体层即可。

[0116] 在上述说明中,说明了具备1个或者两个短路电流分散体10的方式,但短路电流分散体10的数量不限定于此。在层叠电池中,也可以具备3个以上的短路电流分散体10。

[0117] 在上述说明中,作为最优选的方式,示出了各层的层叠方向全部一致的方式,但本公开的层叠电池并不限定于该方式。发电元件中的正极集电体层等的层叠方向、多个发电元件的层叠方向、短路电流分散体中的第1集电体层等的层叠方向、以及短路电流分散体与发电元件的层叠方向中的任意1个以上层叠方向也可以是不同的方向。

[0118] 在上述说明中，示出了层叠有多个发电元件的方式，但即使在层叠电池中未层叠多个发电元件的方式(仅由单电池构成的方式)中，也被认为起到某种程度的效果。然而，上述焦耳发热在层叠有多个发电元件的方式中容易比一个发电元件大。即，在层叠有多个发电元件的方式中，能起到更显著的效果。在这一点上，在层叠电池中层叠多个发电元件这种情况有优势性。

[0119] 在上述说明中，示出了还包括电解液系列电池以及全固体电池中的任意电池的层叠电池。但是，本公开的技术被认为在做成全固体电池的情况下发挥更大的效果。全固体电池相比于电解液系列电池，发电元件内的间隙少，在针刺时，在针贯通发电元件时，施加于发电元件的压力高。因而，被认为发电元件的短路电阻变小，大量的回绕电流易于流入到短路部。进而，在全固体电池中，有时为了降低发电元件内的内部电阻，对发电元件赋予约束压力。在该情况下，在发电元件的层叠方向(正极集电体层朝向负极集电体层的方向)上被赋予约束压力，在针刺时，将基于针的压力与约束压力相加而施加到发电元件，所以被认为正极集电体层与负极集电体层接触而容易短路，另外，发电元件的短路电阻容易变小。因此，被认为通过设置短路电流分散层来使回绕电流分散而产生的效果变得显著。另一方面，在电解液系列电池中，通常电池盒内被电解液充满，各层浸渍于电解液，电解液被供给到各层的间隙，在针刺时由针施加的压力小，所以被认为发电元件的短路电阻变大。因而，向一部分发电元件流入的回绕电流的量有可能会比全固体电池中的回绕电流的量小。因此，被认为设置短路电流分散体的效果比全固体电池的情况相对小。进而，在电解液系列的电池中，关于集电接头等，存在被不与电解液发生反应的材料制约这样的问题。另一方面，在全固体电池中，没有这样的问题。由于以上的原因，本公开的层叠电池优选为全固体电池。

[0120] 在经由双极型电极将发电元件彼此串联地电连接的情况下，被认为当将针刺入到一部分发电元件时，回绕电流经由针从其它发电元件流向该一部分发电元件。即，经由接触电阻高的针而回绕，其电流量小。另外，在经由双极型电极将发电元件彼此串联地电连接的情况下，被认为在针刺入到所有的发电元件的情况下回绕电流最大，但在这样的情况下，被认为已经充分地进行了发电元件的放电，不易发生一部分发电元件的温度局部地上升这样的情况。另一方面，在将发电元件彼此并联地电连接的情况下，在针刺试验时，仅仅是一部分发电元件短路，回绕电流就经由接头等集中于该一部分发电元件，所以容易产生一部分发电元件的温度局部地上升这样的课题。如上那样，本公开的技术是解决在将发电元件彼此并联地电连接的电池中特别产生的课题的技术，对将发电元件彼此并联地电连接的电池发挥特别显著的效果。

[0121] 此外，在上述说明中，假定为在针刺试验时的短路电流分散体的短路电阻(图3的R_5)与发电元件的短路电阻(图3的R_6)相等，但关于短路电流分散体的短路电阻与发电元件的短路电阻的大小关系，不是本公开的技术的本质，并不被特别限定。例如，被认为在针刺试验时，如果短路电流分散体的短路电阻比发电元件的短路电阻小，则能够使更多的回绕电流流向短路电流分散体。然而，短路电流分散体的短路电阻、发电元件的短路电阻有可能会根据针刺的条件等而发生变化，为了维持其大小关系，需要花费一些工夫。相对于此，如上所述，通过对集电接头的材质(电阻率)、形状等花费工夫，能够容易地调整集电接头处的电阻，不论在针刺试验时还是在通常使用时，都易于维持集电接头处的电阻的大小关系。关于这一点，本公开的技术可以说是为了解决上述课题而根据与短路电流分散体的短路电

阻、发电元件的短路电阻不同的观点来完成的技术。

[0122] 工业上的可利用性

[0123] 本公开的层叠电池例如能够适合地用作车搭载用的大型电源。

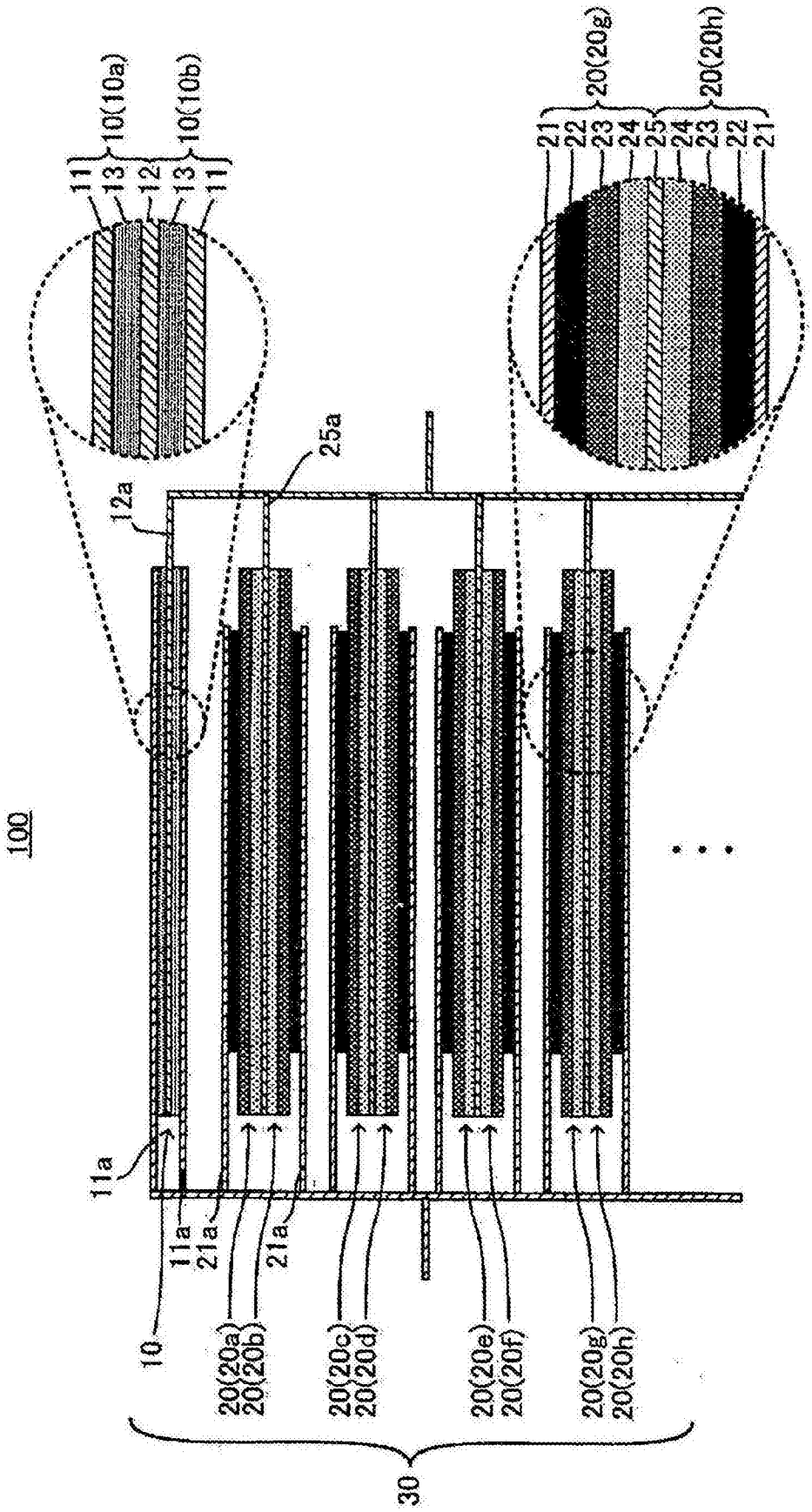

10(10a)
10(10b)
11
13
12
13
11
20(20g)
20(20h)
21
22
23
24
25
24
23
22
21
25a
12a
100
11a
11a
21a
21a
10
20(20a)
20(20b)
20(20c)
20(20d)
20(20e)
20(20f)
20(20g)
20(20h)
30

图1

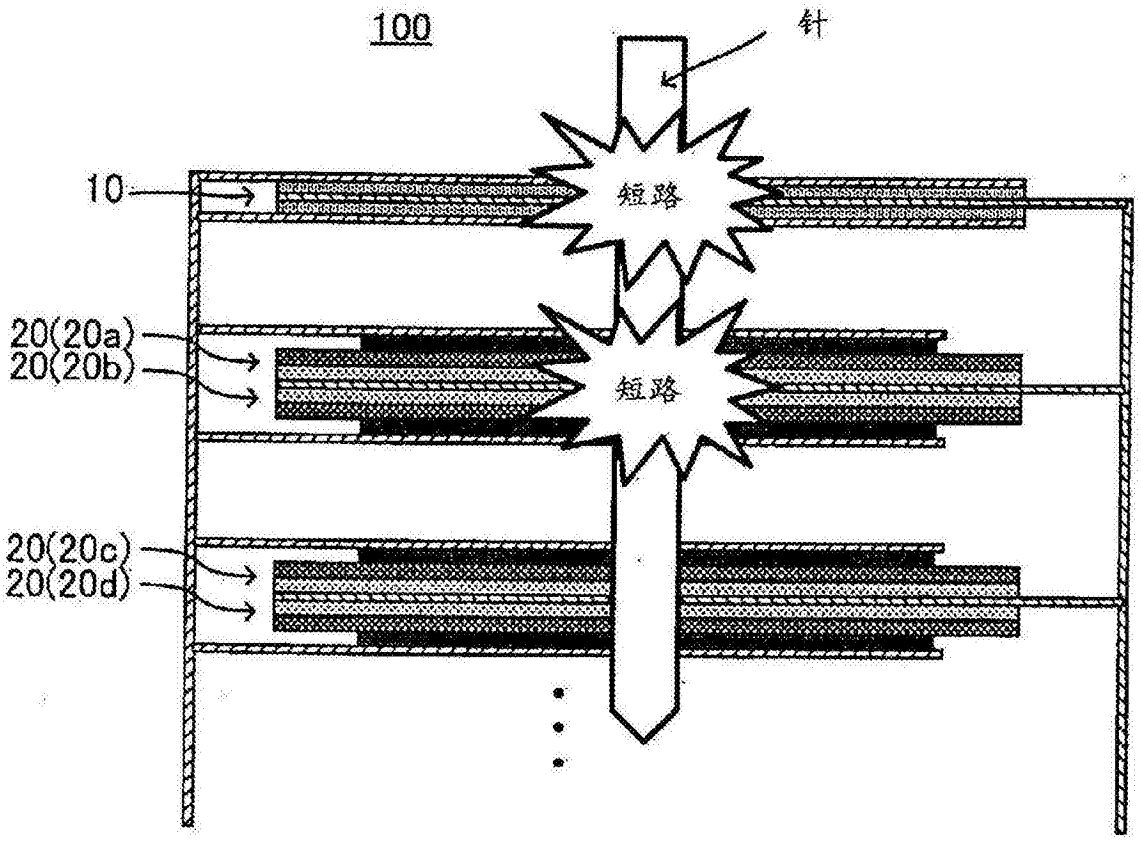


图2

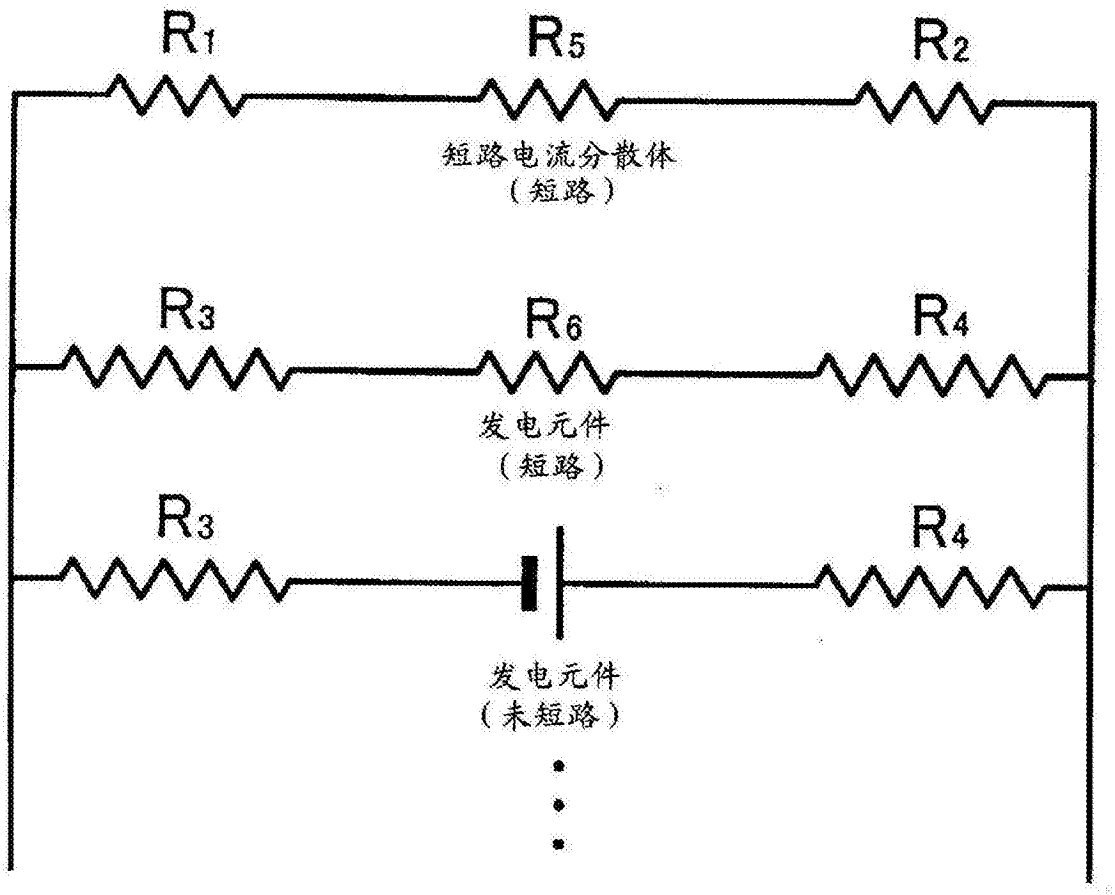


图3

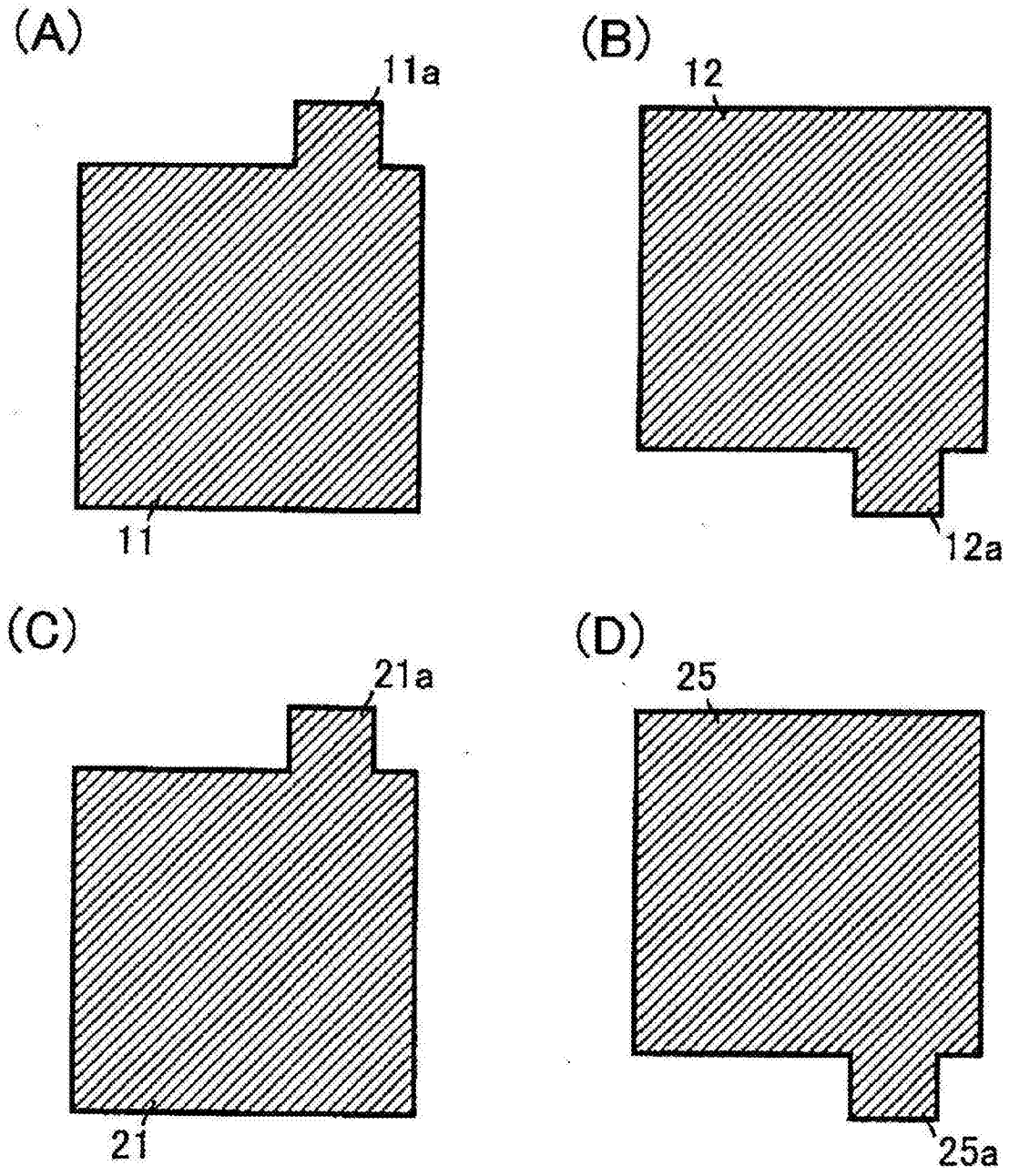


图4

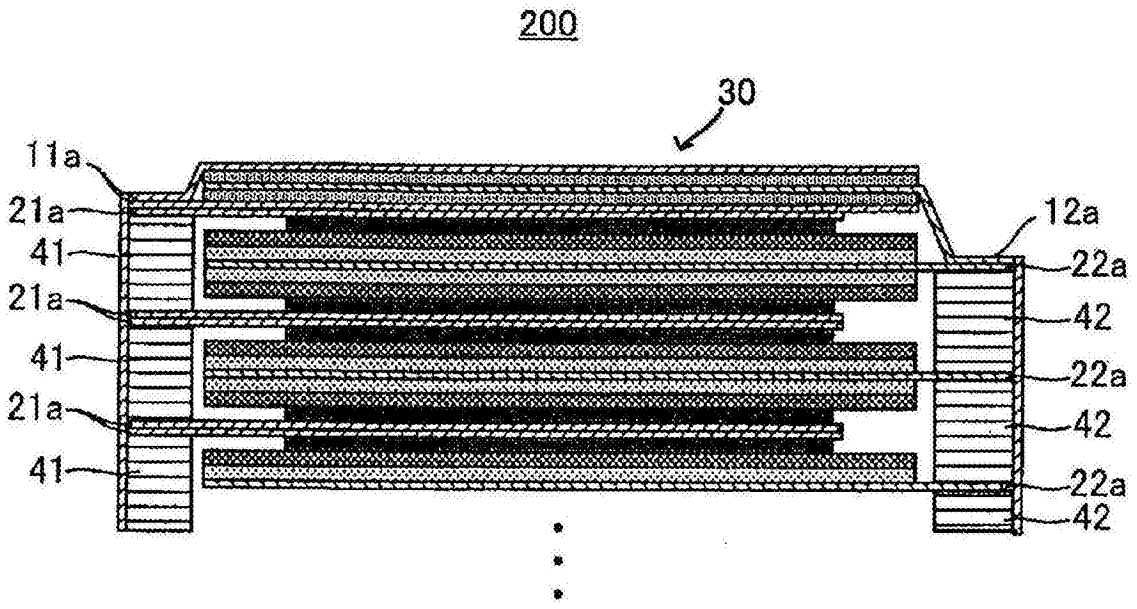


图5

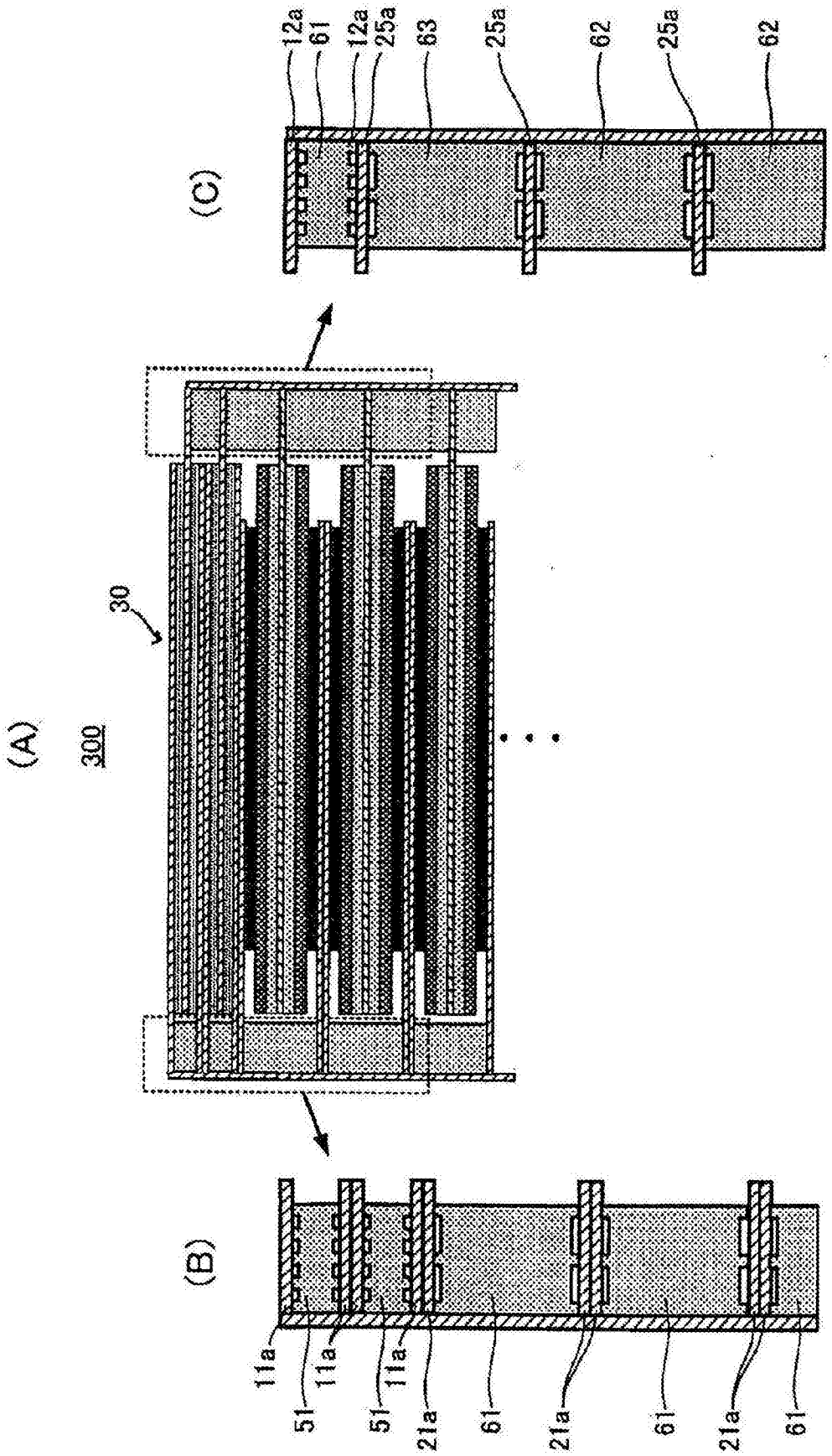


图6

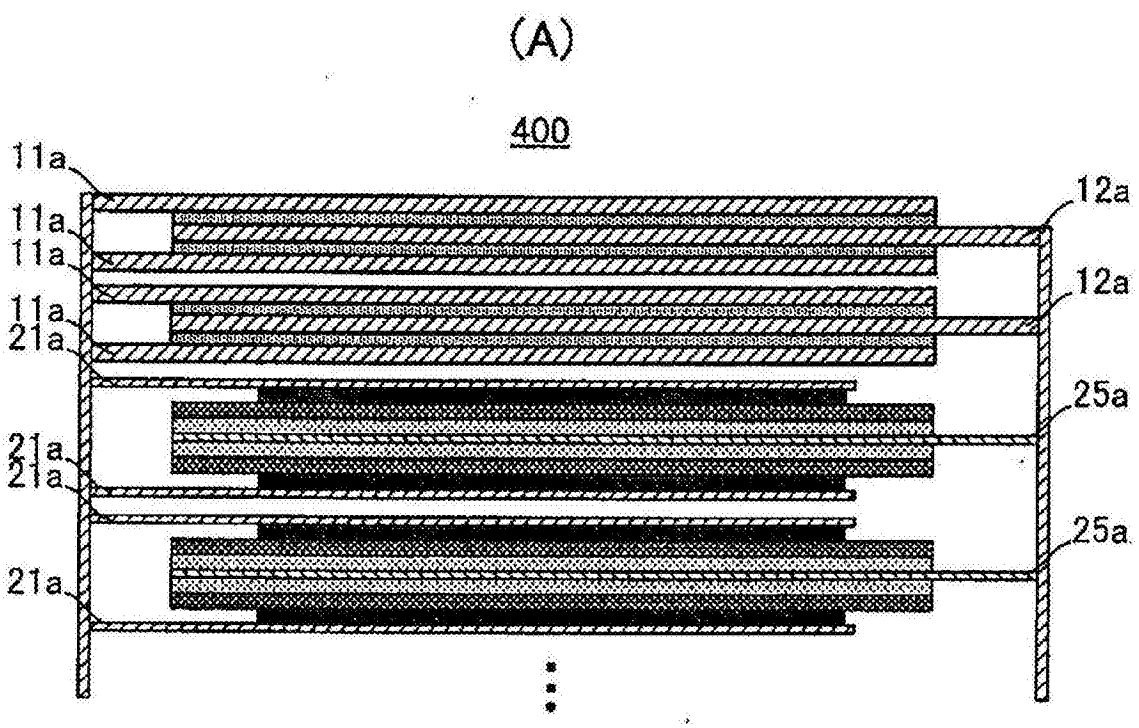


图7

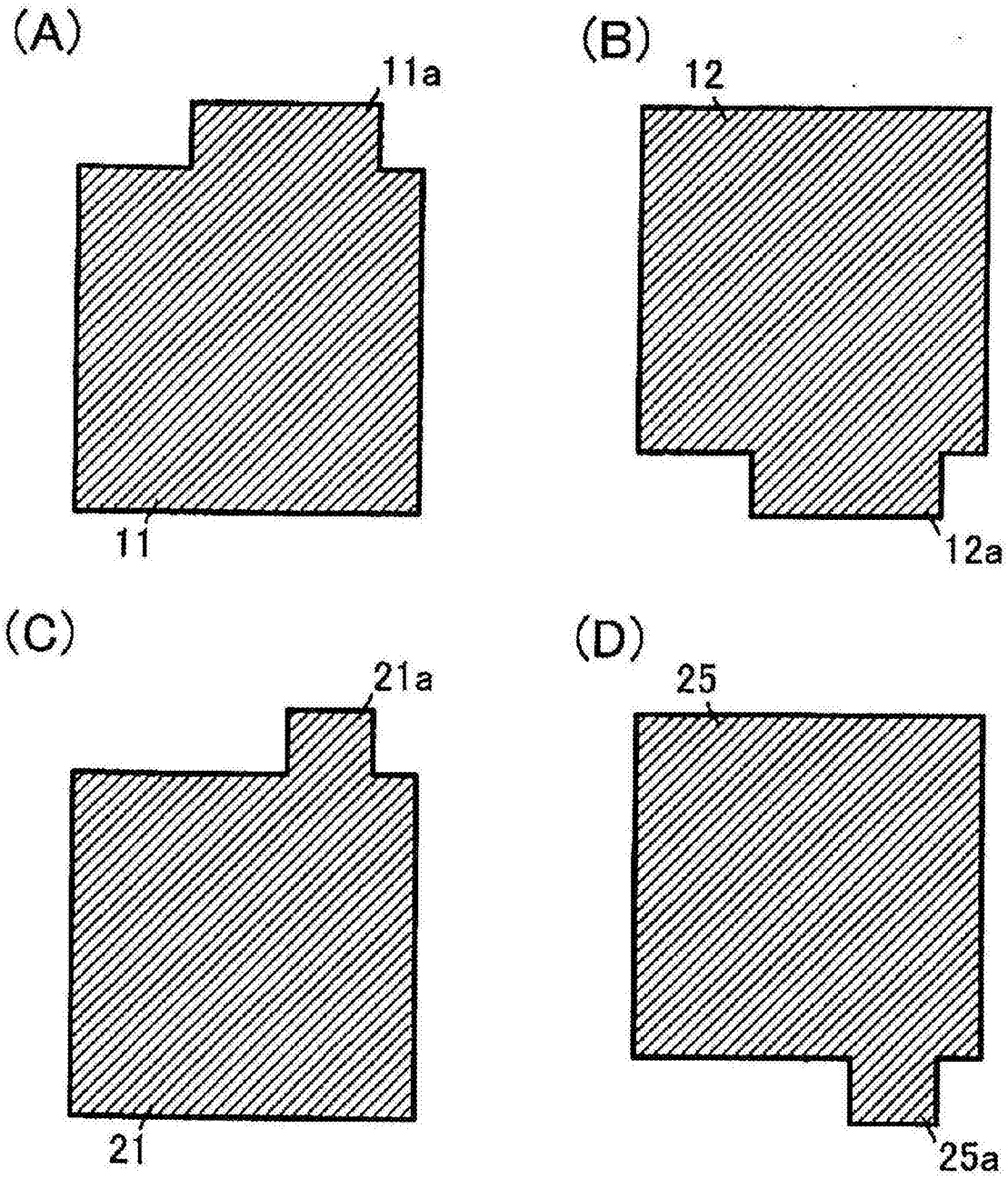


图8

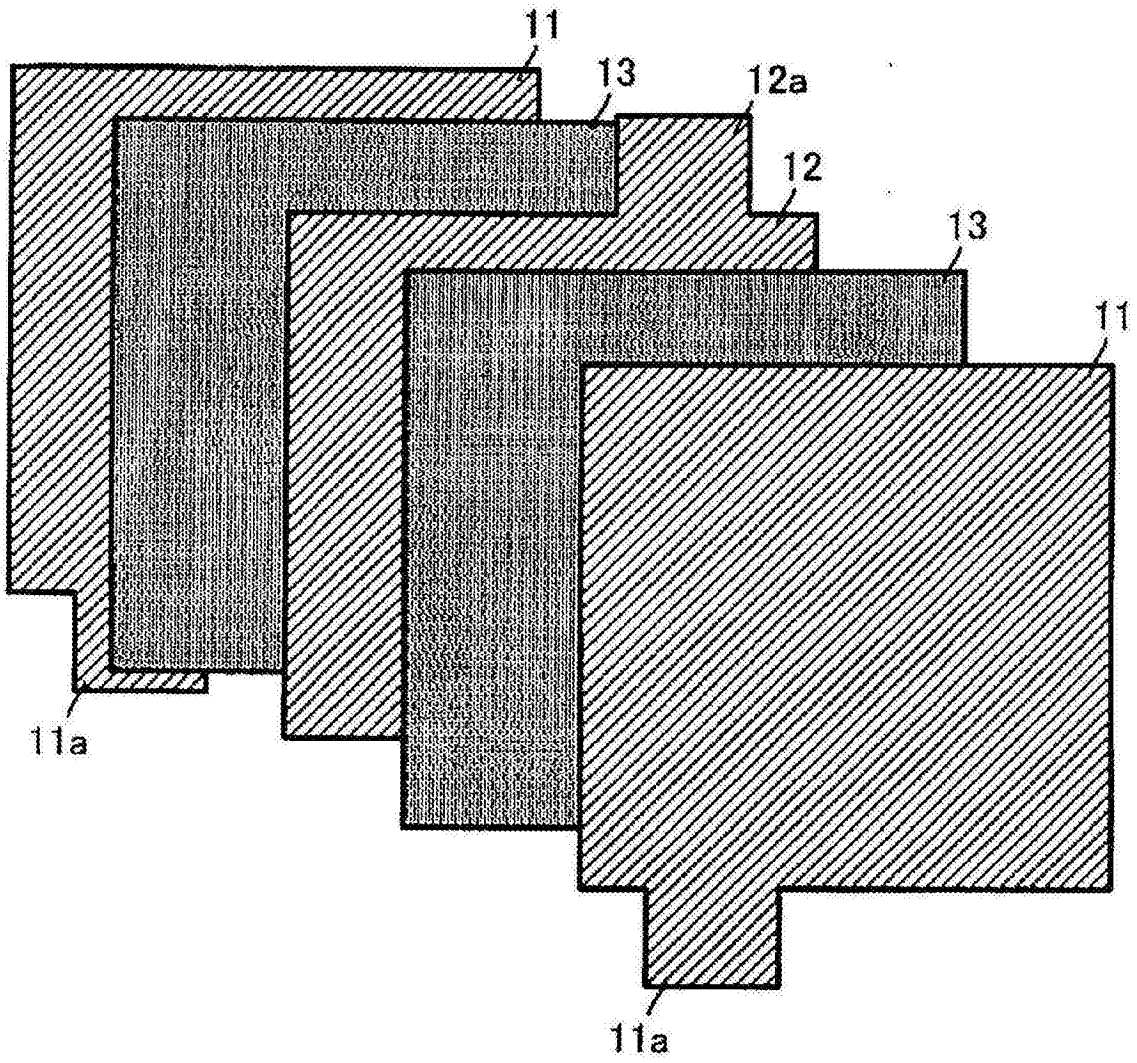


图9