



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106920918 B

(45) 授权公告日 2022. 01. 28

(21) 申请号 201610885623.0

(22) 申请日 2016.10.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106920918 A

(43) 申请公布日 2017.07.04

(30) 优先权数据
10-2015-0142162 2015.10.12 KR

(73) 专利权人 三星电子株式会社
地址 韩国京畿道

(72) 发明人 赵庆勋 朴辉烈 梁好晶 郑熙树
南承勋 许晋硕

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 翟然

(51) Int.Cl.

H01M 4/13 (2010.01)

H01M 50/474 (2021.01)

H01M 50/477 (2021.01)

H01M 50/483 (2021.01)

(56) 对比文件

CN 101427415 A, 2009.05.06

CN 103069633 A, 2013.04.24

US 2014272547 A1, 2014.09.18

CN 104662714 A, 2015.05.27

CN 101584065 A, 2009.11.18

CN 103098263 A, 2013.05.08

US 2015234465 A1, 2015.08.20

JP 2010061861 A, 2010.03.18

审查员 张雪

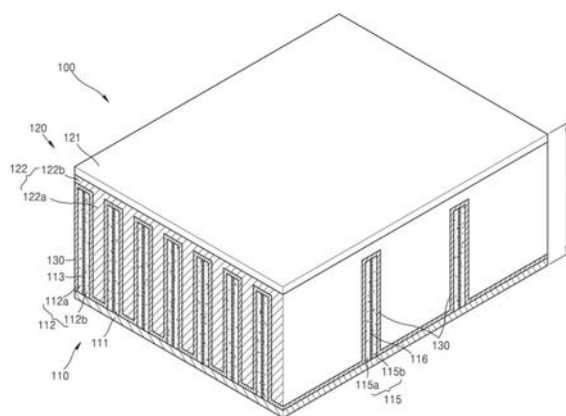
权利要求书2页 说明书15页 附图21页

(54) 发明名称

三维电极结构和具有电极结构的电池

(57) 摘要

三维(3D)电极结构包括:电极集电板;多个活性材料板,设置在电极集电板上并且从电极集电板突出;以及分隔壁,布置在电极集电板上并且在平面图中基本上垂直于多个活性材料板从而提供多个活性材料板的结构稳定性,其中3D电极结构可以是彼此间隔开并且电解质层位于其间的两个电极结构之一。



1. 一种三维电极结构,包括:
电极集电板;
多个活性材料板,设置在所述电极集电板上并且从所述电极集电板突出;以及
分隔壁,设置在所述电极集电板上并垂直于所述电极集电板,在平面图中沿着基本上垂直于所述多个活性材料板的长度方向的方向设置,
电解质层,沿着所述活性材料板的所述长度方向延伸以插置在所述多个活性材料板之间,
其中所述多个活性材料板具有平面形状,
其中所述电解质层覆盖所述活性材料板的具有所述平面形状的侧表面,并插置在所述电极集电板和所述分隔壁的上表面之间使得所述电解质层包括:面对所述电极集电板的第一表面、和与所述第一表面相反并面对所述分隔壁的所述上表面的第二表面,
所述电解质层的所述第一表面和所述第二表面均设置在所述分隔壁的所述上表面上。
2. 如权利要求1所述的三维电极结构,其中多个分隔壁在所述多个活性材料板的所述长度方向上以等间隔布置。
3. 如权利要求2所述的三维电极结构,其中所述多个分隔壁具有平面形状并且基本上平行于彼此布置。
4. 如权利要求2所述的三维电极结构,其中所述多个活性材料板在截面图中基本上垂直于所述电极集电板,并且
所述多个分隔壁在所述截面图中基本上垂直于所述电极集电板并且在所述平面图中基本上垂直于所述多个活性材料板。
5. 如权利要求2所述的三维电极结构,其中所述多个分隔壁关于所述电极集电板的平面表面具有与所述多个活性材料板相同的高度。
6. 如权利要求1所述的三维电极结构,其中所述分隔壁和所述多个活性材料板包括相同组分或者不同组分的活性材料。
7. 如权利要求1所述的三维电极结构,其中所述分隔壁包括非活性材料。
8. 如权利要求1所述的三维电极结构,还包括设置在所述分隔壁内部并且电接触所述电极集电板的分隔壁内部集电层,所述分隔壁内部集电层包括电导体。
9. 如权利要求8所述的三维电极结构,其中所述分隔壁内部集电层具有从所述电极集电板的平面表面突出并且延伸的平面形状。
10. 如权利要求8所述的三维电极结构,其中所述分隔壁内部集电层在所述分隔壁内部,基本上平行于所述分隔壁。
11. 如权利要求8所述的三维电极结构,其中所述分隔壁内部集电层被插入到所述分隔壁中,并且所述分隔壁内部集电层的两个表面接触所述分隔壁。
12. 如权利要求8所述的三维电极结构,其中所述分隔壁内部集电层的第一端部接触所述电极集电板,所述分隔壁内部集电层的与所述第一端部相反的第二端部接触电解质层或者设置在所述分隔壁内部。
13. 如权利要求1所述的三维电极结构,其中所述多个活性材料板以等间隔布置在所述电极集电板上。
14. 如权利要求1所述的三维电极结构,还包括设置在所述多个活性材料板内部并且电

接触所述电极集电板的内部集电层,所述内部集电层包括导体。

15.如权利要求1所述的三维电极结构,其中所述电极集电板包括导体。

16.如权利要求1所述的三维电极结构,还包括提供在所述电极集电板的其上设置有所述多个活性材料板的表面上的活性材料基层。

17.一种电池,包括:

第一电极结构;

第二电极结构,与所述第一电极结构间隔开;以及

电解质层,提供在所述第一电极结构和所述第二电极结构之间,

其中所述第一电极结构包括:

电极集电板;

多个第一活性材料板,设置在所述电极集电板上并且从所述电极集电板突出;以及

多个分隔壁,设置在所述电极集电板上并垂直于所述电极集电板,并且在平面图中沿着基本上垂直于所述多个第一活性材料板的长度方向的方向设置,

其中所述电解质层沿着所述第一活性材料板的所述长度方向延伸以插置在所述多个第一活性材料板之间,

其中所述多个第一活性材料板具有平面形状,

其中所述电解质层覆盖所述第一活性材料板的具有所述平面形状的侧表面,并插置在所述电极集电板和所述分隔壁的上表面之间使得所述电解质层包括:面对所述电极集电板的第一表面、和与所述第一表面相反并面对所述分隔壁的所述上表面的第二表面,

所述电解质层的所述第一表面和所述第二表面均设置在所述分隔壁的所述上表面上。

18.如权利要求17所述的电池,其中所述第二电极结构包括关于所述第一电极结构的所述多个第一活性材料板交替地布置的多个第二活性材料板,

其中所述多个第二活性材料板与所述第一电极结构的所述多个第一活性材料板分别彼此间隔开。

19.如权利要求17所述的电池,其中所述第一电极结构包括阴极电极,所述第二电极结构包括阳极电极。

20.如权利要求17所述的电池,其中所述第一电极结构、所述电解质层和所述第二电极结构限定第一电池单元层,

其中多个第一电池单元层在所述电池中层叠。

三维电极结构和具有电极结构的电池

技术领域

[0001] 本发明的示范实施方式涉及三维电极结构和包括该电极结构的电池。

背景技术

[0002] 根据电子技术的发展,诸如移动式电话、游戏机、便携式多媒体播放器(PMP)或者动态图像专家组音频层-3(MP3)播放器的移动式电子装置和诸如智能电话、智能平板、电子书终端、平板计算机、可穿戴移动式医疗装置的各种移动式电子装置的市场迅速增长。因此,对于适合于驱动这样的移动式电子装置的电池的需要也增加。

[0003] 不同于不可再充电的一次电池,二次电池是可再充电和可再放电的。具体地,锂二次电池具有比镍镉电池或者镍氢电池更高的电压,并且具有每单位重量的高能量密度。近来,正在进行通过使用三维电极来提供高容量二次电池的研究。

发明内容

[0004] 提供一种三维(3D)电极结构和包括3D电极结构的电池。

[0005] 附加的示范实施方式将在随后的描述中部分地阐述,并且将由该描述而部分地清楚,或者可以通过本示范实施方式的实践而习知。

[0006] 根据示范实施方式的一示范实施方式,3D电极结构包括:电极集电板;多个活性材料板,设置在电极集电板上以从电极集电板突出;以及分隔壁,布置在电极集电板上并且在平面图中基本上垂直于多个活性材料板。电极结构可以被理解为其中多个活性材料板设置在电极集电板上以从电极集电板突出的3D结构。

[0007] 在示范实施方式中,多个分隔壁可以被提供并且在多个活性材料板的长度方向上以等间隔布置。至少一些分隔壁也可以沿着多个活性材料板的长度方向以改变的间隔布置。

[0008] 在示范实施方式中,分隔壁可以基本上平行于彼此布置。分隔壁可以具有平坦的平面形状。在替代的示范实施方式中,分隔壁可以具有弯曲的平面形状。

[0009] 在示范实施方式中,多个活性材料板可以具有平面形状。

[0010] 在示范实施方式中,多个活性材料板可以基本上垂直于电极集电板的平面表面,分隔壁可以基本上垂直于电极集电板和多个活性材料板。即,分隔壁基本上垂直于电极集电板和多个活性材料板可以指的是分隔壁在截面图(例如,侧视图)中基本上垂直于电极集电板的平面表面并且在平面图(例如,俯视图)中也基本上垂直于活性材料板的平面表面。换言之,分隔壁基本上垂直于多个活性材料板的长度方向。然而,至少一些分隔壁也可以关于多个活性材料板倾斜地布置。

[0011] 在示范实施方式中,分隔壁关于电极集电板的平面表面具有与多个活性材料板相同的高度。

[0012] 在示范实施方式中,分隔壁和多个活性材料板可以包括相同组分的活性材料。在替代的示范实施方式中,分隔壁和多个活性材料板可以包括不同组分的活性材料。在替代

的示范实施方式中,分隔壁可以包括非活性材料。

[0013] 在示范实施方式中,3D电极结构可以还包括设置在分隔壁内部并且电接触电极集电板的分隔壁内部集电层。分隔壁内部集电层可以包括电导体。电导体可以例如是金属、导电聚合物、导电陶瓷或者碳结构。

[0014] 在示范实施方式中,分隔壁内部集电层可以具有从电极集电板的平面表面突出并且延伸的平面形状。分隔壁内部集电层可以基本上垂直于电极集电板的平面表面。分隔壁内部集电层可以在分隔壁内部基本上平行于分隔壁。分隔壁内部集电层可以插入到分隔壁中,分隔壁内部集电层的两个表面可以接触分隔壁。分隔壁内部集电层的第一端部可以接触电极集电板,分隔壁内部集电层的与第一端部相反的第二端部可以接触电解质层或者可以设置在分隔壁内部。

[0015] 在示范实施方式中,多个活性材料板可以以等间隔布置在电极集电板上。

[0016] 在示范实施方式中,3D电极结构可以还包括设置在多个活性材料板的至少内部且电接触电极集电板的内部集电层。内部集电层可以包括电导体。内部集电层可以基本上平行于多个活性材料板的平面表面。内部集电层可以具有从电极集电板基本上垂直地突出并且延伸的平面形状。内部集电层的第一端部可以接触电极集电板,内部集电层的与第一端部相反的第二端部可以接触电解质层。在替代的示范实施方式中,内部集电层的第一端部可以接触电极集电板,内部集电层的与第一端部相反的第二端部可以在多个活性材料板中。

[0017] 在示范实施方式中,电极集电板可以包括电导体。

[0018] 在示范实施方式中,3D电极结构可以还包括提供在电极集电板的其上设置有多多个活性材料板的表面上的活性材料基层。

[0019] 根据另一示范实施方式的示范实施方式,电池包括:第一电极结构;第二电极结构,与第一电极结构间隔开;以及电解质层,提供在第一电极结构和第二电极结构之间,其中第一电极结构可以是3D电极结构,该3D电极结构包括:电极集电板;设置在电极集电板上以从电极集电板突出的多个第一活性材料板;以及设置在电极集电板上并且在平面图中基本上垂直于多个第一活性材料板的分隔壁。第二电极结构也可以具有面对第一电极结构的3D结构。电池可以是可再充电的二次电池。

[0020] 根据另一示范实施方式的示范实施方式,电池包括:第一电极结构,包括第一电极集电板、设置在第一电极集电板上以从第一电极集电板突出的多个第一活性材料板、以及设置在第一电极集电板上并且在平面图中基本上垂直于多个第一活性材料板的分隔壁;第二电极结构,包括与多个第一活性材料板交替地布置的多个第二活性材料板,其中多个第一活性材料板与多个第二活性材料板分别彼此间隔开;以及电解质层,提供在第一电极结构和第二电极结构之间。

[0021] 在示范实施方式中,第二电极结构可以还包括在其上设置多个第二活性材料板的第二电极集电板。第一电极集电板和第二电极集电板可以彼此面对并且基本上平行于彼此。第一电极集电板和第二电极集电板可以每个是平坦的平面板或者具有曲率的弯曲平面板。第二电极集电板和多个第二活性材料板可以提供为单个主体。在替代的示范实施方式中,多个第二活性材料板可以附接在第二电极集电板上。

[0022] 在示范实施方式中,第一电极结构可以是阴极电极,第二电极结构可以是阳极电

极。在示范实施方式中,多个第一活性材料板例如可以包括包含具有阴极电极组分的烧结的陶瓷的阴极活性材料。具体地,多个第一活性材料板可以包括锂基阴极活性材料。多个第二活性材料板可以包括锂金属、硅、碳或者氧化物阳极。

[0023] 在示范实施方式中,电解质层可以包括固体电解质。

[0024] 在示范实施方式中,电解质层可以在多个第一活性材料板与多个第二活性材料板之间、在分隔壁与多个第二活性材料板之间、在多个第一活性材料板的末端与第二电极集电板之间、在分隔壁的末端与第二电极集电板之间、以及在多个第二活性材料板的末端与第一电极集电板之间提供为蜿蜒的形式。换言之,电解质层可以沿着多个第一活性材料板和分隔壁的表面提供为蜿蜒的形式。

[0025] 在示范实施方式中,第一电极结构、电解质层和第二电极结构可以形成第一电池单元层,具有与第一电池单元层相同结构的多个电池单元层可以被层叠。

[0026] 根据另一示范实施方式的示范实施方式,制造电池的方法包括提供第一片状层叠结构,在该第一片状层叠结构中,至少一个第一活性材料片和至少一个牺牲层在第一方向上交替地层叠;形成第一电极层叠结构,在该第一电极层叠结构中,第一片状层叠结构和分隔壁层在基本上垂直于第一方向的第二方向上交替地层叠;沿着基本上垂直于第一方向和第二方向两者的法线在第一电极层叠结构的表面上形成第一电极集电板;通过去除牺牲层而形成第一电极结构;以及在第一电极结构上顺序地形成固体电解质和第二电极结构。

[0027] 在示范实施方式中,通过加热和干燥包括第一活性材料的浆料,第一活性材料片可以提供为片状。

[0028] 在示范实施方式中,第一片状层叠结构可以通过交替地和重复地层叠第一活性材料片、第一内部集电层、第一活性材料片和牺牲层片而提供。

[0029] 在示范实施方式中,通过加热和干燥包括牺牲层材料的浆料,牺牲层片可以提供为片状。

[0030] 在示范实施方式中,通过加热和干燥包括第一活性材料的浆料,分隔壁层可以提供为片状。分隔壁层和第一活性材料片可以包括具有相同的组分的第一活性材料。分隔壁层和第一活性材料片可以包括具有相同的组分的第一活性材料。

[0031] 代替分隔壁层,分隔壁复合片可以与第一片状层叠结构交替地层叠从而形成第一电极层叠结构。分隔壁复合片可以通过顺序地层叠第一活性材料片、分隔壁内部集电层和第一活性材料片而提供。

[0032] 在示范实施方式中,分隔壁内部集电层可以通过用包括导电材料的膏涂覆第一活性材料片而提供。

[0033] 在示范实施方式中,通过加热和干燥包括非活性材料的浆料,分隔壁层可以提供为片状。

[0034] 在示范实施方式中,第一电极集电板可以使用沉积方法或者印刷方法而提供。

[0035] 在示范实施方式中,提供第一电极层叠结构和第一电极集电板可以还包括在基本上垂直于第三方向的方向上切割第一电极层叠结构,其中第一电极集电板可以设置在通过切割而提供的第一电极层叠结构的表面上。

[0036] 在示范实施方式中,制造电池的方法可以还包括烧结第一电极层叠结构。

[0037] 在示范实施方式中,烧结第一电极层叠结构可以在切割第一电极层叠结构之前进

行。牺牲层可以在切割第一电极层叠结构之后使用蚀刻操作被去除。

[0038] 在示范实施方式中,烧结第一电极层叠结构可以在切割第一电极层叠结构之后进行。当烧结第一电极层叠结构时,牺牲层也可以同时被去除。牺牲层可以使用烧熔 (burn-out) 操作或者熔融操作被去除。牺牲层的去除可以包括清洗牺牲层的残留物。

[0039] 在示范实施方式中,形成第一电极集电板可以还包括形成第一活性材料基层。

附图说明

[0040] 通过下文结合附图对示范实施方式的说明,这些和/或其它示范实施方式将变得更加明显且更易于理解,附图中:

[0041] 图1是电池的单元电池的结构的示范实施方式的透视图;

[0042] 图2是图1中示出的电池的单元电池的结构的分解透视图;

[0043] 图3是仅示出图1中示出的电池的单元电池的第一电极结构的局部透视图;

[0044] 图4是电池的单元电池的结构的另一示范实施方式的透视图;

[0045] 图5是电池的单元电池的结构的另一示范实施方式的透视图;

[0046] 图6是电池的单元电池的结构的另一示范实施方式的透视图;

[0047] 图7是电池的单元电池的结构的另一示范实施方式的透视图;

[0048] 图8是电池的单元电池的结构的另一示范实施方式的透视图;

[0049] 图9是图8中示出的电池的单元电池的结构的分解透视图;

[0050] 图10是电池的单元电池的结构的另一示范实施方式的透视图;

[0051] 图11是示出分隔壁厚度与活性材料的体积分数之间的关系的示范实施方式和比较示例的曲线图;

[0052] 图12是示出分隔壁之间的间隔与活性材料的体积分数之间的关系的示范实施方式和比较示例的曲线图;

[0053] 图13是透视图,示出具有通过层叠图1中示出的电池的单层单元电池而提供的层叠结构的示范性电池;以及

[0054] 图14A至14N示出制造图1的电池的方法的示范实施方式。

具体实施方式

[0055] 现在将详细参考示范实施方式,附图示出了示范实施方式的示例,其中通篇相同的附图标记指示相同的元件,并且为了说明的清楚和方便可以夸大附图中的元件的尺寸。在这点上,示范实施方式可以具有不同的形式且不应理解为限于在此给出的说明。因此,仅在下文参考附图来描述示范实施方式,从而解释示范实施方式。当诸如“.....中的至少一个”的表述在一列元件之后时,修改元件的整个列表而不修改列表中的各个元件。

[0056] 此外,当预定材料层被描述为形成在基板或者另一层上时,该材料层可以直接在该基板或者另一层上,或者也可以存在居间层。根据以下示范实施方式的每个层的材料是示范性的,也可以使用其他材料。此外,当元件被称为“在”层结构中的另一元件“以上”或者“上”时,它可以直接在另一“以上”或者“上”并且接触另一元件,或者也可以存在居间元件。

[0057] 将理解,尽管术语“第一”、“第二”、“第三”等可以在此使用以描述各种元件、部件、区域、层和/或部分,但是这些元件、部件、区域、层和/或部分不应该被这些术语限制。这些

术语仅用于区分一个元件、部件、区域、层或部分与另一元件、部件、区域、层或部分。因此，以下讨论的“第一元件”、“第一部件”、“第一区域”、“第一层”或者“第一部分”可以被称为“第二元件”、“第二部件”、“第二区域”、“第二层”或者“第二部分”而不背离此处的教导。

[0058] 在此使用的术语仅仅是为了说明特定实施方式的目的，而非旨在限制。如在此使用的，单数形式“一”和“该”旨在也包括复数形式，包括“至少一个”，除非上下文清楚地另外指示。“或”意味着“和/或”。如在此所用的，术语“和/或”包括一个或多个相关所列项目的任何及所有组合。还将进一步理解，术语“包括”和/或“包含”当在本说明书中使用，指定存在所述特征、区域、整体、步骤、操作、元件和/或部件，但是不排除一个或多个其他特征、区域、整体、步骤、操作、元件、组件和/或其组的存在或添加。

[0059] 此外，关系术语诸如“下”或者“底”以及“上”或者“顶”可以在此使用以描述一个元件与另一元件如附图所示的关系。将理解，空间关系术语旨在包括除图中所示的取向之外装置的不同取向。在示范实施方式中，当在一幅图中器件被翻转时，被描述为在其他元件的“下”侧的元件将定位于其他元件的“上”侧。因此，根据附图的特定取向，示范性术语“下”可以包括“下”和“上”两种取向。类似地，当在附图之一中的器件被翻转时，被描述为“在”其他元件“下面”或“之下”的元件将定位于在其他元件“之上”。因此，示范性术语“下面”或者“之下”可以包括上方和下方两种取向。

[0060] 考虑到对测量的质疑和与特定量的测量相关的误差（即，测量系统的限制），当在此使用时，“大约”或“大致”包括所述值在内，并表示在本领域普通技术人员确定的对于特定值的可接受的偏差范围内。例如，“大约”可以意味着在所述值的一个或多个标准偏差以内，或者在 $\pm 30\%$ 、 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 以内。

[0061] 除非另外限定，否则在此使用的所有术语（包括技术术语和科学术语）具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的相同的含义。将进一步理解，术语，诸如那些在通用词典中限定的术语，应该理解为具有与它们在相关技术和发明的语境中的含义一致的含义，而不应理解为理想化或过度形式化的含义，除非在此明确地如此限定。

[0062] 在此参考截面图描述了示范实施方式，截面图是理想化实施方式的示意图。因而，例如由制造技术和/或公差引起的图示形状的偏离是可能发生的。因此，在此描述的实施方式不应该理解为限于在此示出的区域的特定形状，而是包括例如由制造引起的形状的偏差。在示范实施方式中，示出或描述为平坦的区域通常可以具有粗糙的和/或非线性的特征。此外，示出的锐角可以被圆化。因此，在附图中示出的区域本质上是示意性的，它们的形状并非要示出区域的精确形状，并非旨在限制权利要求的范围。

[0063] 图1是根据示范实施方式的电池100的单元电池的结构的透视图。图2是图1中示出的电池的单元电池的结构的分解透视图。图3是仅示出图1中示出的电池100的单元电池的第一电极结构110的局部透视图。

[0064] 参照图1至3，根据示范实施方式的电池100可以包括三维（3D）的第一电极结构110、面对第一电极结构110的第二电极结构120、以及设置在第一电极结构110和第二电极结构120之间的电解质层130。

[0065] 第一电极结构110可以包括第一电极集电板111、电接触第一电极集电板111的多个第一活性材料板112、以及在平面图中基本上垂直于第一活性材料板112的分隔壁115。

[0066] 第一电极集电板111可以具有平面形状。在示范实施方式中，第一电极集电板111

可以包括导电金属材料诸如Cu、Au、Pt、Ag、Zn、Al、Mg、Ti、Fe、Co、Ni、Ge、In或者Pd。例如，第一电极集电板111可以是阴极集电极。

[0067] 第一活性材料板112可以设置在第一电极集电板111上并从第一电极集电板111突出。第一活性材料板112可以电接触第一电极集电板111的表面。第一活性材料板112可以具有平面形状。第一活性材料板112可以具有例如等于或者大于大约10的高度与厚度之比(即，高宽比)。在示范实施方式中，第一活性材料板112可以例如基本上垂直于第一电极集电板111的表面设置(例如，附接)。由于第一活性材料板112从第一电极集电板111的表面突出，第一电极结构110具有3D结构，使得电池的能量密度和速率特性可以都增加。

[0068] 第一活性材料板112可以包括第一活性材料、导电材料以及粘合剂的组合。在替代的示范实施方式中，第一活性材料板112可以仅包括第一活性材料而没有导电材料或者粘合剂。第一活性材料可以是阴极活性材料。在示范实施方式中，例如，第一活性材料板112可以包括具有与 LiCoO_2 相同的阴极电极组分的单晶或者烧结的多晶陶瓷。

[0069] 分隔壁115提供在第一电极集电板111上并且在平面图中基本上垂直于第一活性材料板112。在示范实施方式中，例如，分隔壁115可以设置在基本上垂直于第一活性材料板112的长度方向的方向上。分隔壁115支撑第一活性材料板112使得第一活性材料板112的形状被保持，即使第一活性材料板112具有高宽比很高的形状。在示范实施方式中，第一活性材料板112的高宽比，即，高度与厚度之比，例如可以是10或者更大，并且当电极结构仅包括第一活性材料板112而没有分隔壁115时，在制造工艺期间基本上垂直地竖立的第一活性材料板112会由于高的高宽比而容易坍塌或者弯曲，或者甚至在制造完成之后，第一活性材料板112会容易被变形。相反，由于分隔壁115可以提供在基本上垂直于第一活性材料板112的方向上，第一活性材料板112可以在结构上被稳定。此外，当电池100被驱动时，第一活性材料板112和第二活性材料板122在其厚度方向上膨胀和收缩，因此，应力被施加到电池100，并且分隔壁115减小电池100由于应力的变形，由此增加电池100的寿命。此外，分隔壁115可以用于提供第一活性材料板112之间的均匀的间隔，从而保证电池100的均匀的反应和充电容量。

[0070] 分隔壁115可以包括具有与第一活性材料板112相同的组分的第一活性材料或者与第一活性材料板112不同的组分的第一活性材料。在示范实施方式中，例如，分隔壁115可以包括阴极活性材料、导电材料和粘合剂的组合，或者仅包括阴极活性材料而没有导电材料或者粘合剂。在示范实施方式中，例如，分隔壁115可以包括具有与 LiCoO_2 相同的阴极组分的单晶或者烧结的多晶陶瓷。通过由与第一活性材料板112相同的阴极活性材料形成分隔壁115，电池100中的阴极活性材料的量(例如，体积)可以增加，由此增加电池100的能量密度。

[0071] 分隔壁115可以沿着第一活性材料板112的长度方向以等间隔提供。然而，至少一些分隔壁115也可以沿着第一活性材料板112的长度方向以不同的间隔提供。分隔壁115可以基本上平行于彼此设置。分隔壁115可以具有平面形状。在替代的示范实施方式中，分隔壁115可以具有弯折板或者弯曲板形状。虽然根据示范实施方式描述了多个分隔壁115，也可以仅提供一个分隔壁115。

[0072] 第二电极结构120可以包括面对第一电极集电板111并且基本上平行于第一电极集电板111的第二电极集电板121以及电接触第二电极集电板121的多个第二活性材料板

122。

[0073] 第二电极集电板121可以具有基本上平行于第一电极集电板111的平面形状,并且可以被理解为对应于第一电极集电板111(例如,阴极)的阳极集电板。在示范实施方式中,第二电极集电板121可以包括导电金属材料诸如Cu、Au、Pt、Ag、Zn、Al、Mg、Ti、Fe、Co、Ni、Ge、In或者Pd。

[0074] 第二活性材料板122可以包括具有平面形状并且从第二电极集电板121基本上垂直地突出并且延伸的第一部分122a。此外,第二活性材料板122可以还包括面对第一电极集电板111并且基本上平行于第一电极集电板111的第二部分122b。第二活性材料板122的第二部分122b可以具有接触第二电极集电板121的平面形状。在另一示范实施方式中,第二活性材料板122的第二部分122b可以被省略,并且第二活性材料板122可以仅包括第一部分122a。此外,第二活性材料板122的第二部分122b可以被理解为将在后面描述的第二电极集流器层的一部分。

[0075] 第二活性材料板122可以包括阳极活性材料。在示范实施方式中,例如,第二活性材料板122可以包括具有优异的导电性的阳极活性材料诸如锂(Li)。在替代的示范实施方式中,第二活性材料板122例如可以包括硅、碳或者氧化物阳极电极。

[0076] 当第二活性材料板122包括具有优异的导电性的活性材料时,第二活性材料板122的第二部分122b可以基本上作用为第二电极集电层,并且第二电极集电板121可以被省略。此外,如将在后面描述的,电解质层130可以具有沿着第一活性材料板112和分隔壁115的表面的蜿蜒形式,因此,第二活性材料板122也可以以蜿蜒方式沿着电解质层130的表面被涂覆而不是完全填充由第一电极结构110的第一活性材料板112和分隔壁115限定的空间。

[0077] 第一电极结构110和第二电极结构120彼此间隔开,电解质层130设置在第一电极结构110和第二电极结构120之间。具体地,电解质层130可以设置在第一活性材料板112和第二活性材料板122之间、在分隔壁115和第二活性材料板122之间、以及在第二活性材料板122和第一电极集电板111之间。在示范实施方式中,电解质层130例如可以具有蜿蜒的形状。换言之,电解质层130可以沿着第一活性材料板112和分隔壁115的表面提供为蜿蜒的形式。因此,第一活性材料板112和第二活性材料板122可以不彼此直接接触而是通过电解质层130交换金属离子。此外,第一电极集电板111可以仅电连接到第一活性材料板112,第二电极集电板121可以仅电连接到第二活性材料板122。根据示出的示范实施方式,电解质层130可以包括以蜿蜒的形式被固定的固体电解质。在示范实施方式中,电解质层130例如可以包括固体电解质,诸如 Li_3PO_4 、 $\text{Li}_3\text{PO}_{4-x}\text{N}_x$ 、 $\text{LiBO}_{2-x}\text{N}_x$ 、 $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{N}_x$ 、 LiBO_2N_x 、 Li_4SiO_4 - Li_3PO_4 或者 Li_4SiO_4 - Li_3VO_4 。基于包括固体电解质的电解质层130描述了根据示出的示范实施方式的电池100,但是电解质层130可以包括液体电解质。

[0078] 第一活性材料板112的导电性通常低于第一电极集电板111的导电性,因此,为了提供第一活性材料板112和第二活性材料板122之间的均匀的离子交换反应,第一内部集电层113可以分别插入到第一活性材料板112中。在示范实施方式中,例如,第一内部集电层113可以电连接到第一电极集电板111,并且可以插入到第一活性材料板112中。

[0079] 第一内部集电层113可以包括与第一电极集电板111的材料不同的导电材料或者与其相同的导电材料。虽然在图2中示出具有平坦的平面形状的第一内部集电层113,但第一内部集电层113不必是完全平面形的。在示范实施方式中,第一内部集电层113可以具有

各种形状,诸如鱼骨形状、网状形状或者点阵形状。

[0080] 由于具有平坦的平面形状的第一内部集电层113分别插入到第一活性材料板112中,每个第一内部集电层113的两个表面可以接触第一活性材料板112。第一内部集电层113可以从第一电极集电板111延伸并且接触电解质层130。即,每个第一内部集电层113的第一端部可以接触第一电极集电板111,并且每个第一内部集电层113的第二端部可以接触电解质层130。然后,第一内部集电层113可以分别将第一活性材料板112彼此完全分离。在示范实施方式中,每个第一活性材料板112可以例如经由第一内部集电层113被分成两个部分,即,第一部分112a和第二部分112b。

[0081] 如上所述,由于第一内部集电层113分别插入到第一活性材料板112中,电子可以容易地从第一活性材料板112的靠近第二电极集电板121的端部传输到第一电极集电板111。在示范实施方式中,当不存在第一内部集电层113时,第一活性材料板112的靠近第二电极集电板121的端部与第一活性材料板112的其他部分相比相对远离第一电极集电板111,因此,电子可能不会从第一活性材料板112的端部容易地传输到第一电极集电板111。因此,当第一活性材料板112的长度增加时,第一活性材料板112的端部很难被使用。然而,通过使用第一内部集电层113,可以促进从第一电极集电板111到第一活性材料板112的靠近第二电极集电板121的端部的电子迁移。因此,由于金属离子可以在第一活性材料板112和第二活性材料板122之间通过电解质层130整体均匀地交换,可以提供具有足够长的长度(例如,高度)的第一活性材料板112。

[0082] 同样地,分隔壁内部集电层116可以插入到分隔壁115中。在示范实施方式中,例如,分隔壁内部集电层116也可以电连接到第一电极集电板111,并且可以插入到分隔壁115中。

[0083] 分隔壁内部集电层116可以包括与第一内部集电层113和第一电极集电板111不同的导电材料,但是也可以包括与第一内部集电层113和第一电极集电板111相同的导电材料。在示范实施方式中,分隔壁内部集电层116可以例如包括金属、导电聚合物、导电陶瓷或者碳结构。分隔壁内部集电层116可以具有平坦的平面形状,像第一内部集电层113一样,但是可以不具有完全平坦的平面形状。在示范实施方式中,分隔壁内部集电层116例如可以具有各种形状,诸如鱼骨形状、网状形状或者点阵形状。

[0084] 由于分隔壁内部集电层116分别插入到分隔壁115中,每个分隔壁内部集电层116的两个表面可以接触分隔壁115。分隔壁内部集电层116可以从第一电极集电板111延伸并且接触电解质层130。即,每个分隔壁内部集电层116的第一端部可以接触第一电极集电板111,并且每个分隔壁内部集电层116的第二端部可以接触电解质层130。然后,分隔壁内部集电层116可以分别完全分离分隔壁115。在示范实施方式中,每个分隔壁115例如可以经由分隔壁内部集电层116被分成两个部分115a和115b。

[0085] 分隔壁内部集电层116分别被插入到分隔壁115中,因此,电子可以容易地从分隔壁115的靠近第二电极集电板121的端部传输到第一电极集电板111。

[0086] 虽然图1至3示出第一内部集电层113和分隔壁内部集电层116分别被插入到第一活性材料板112和分隔壁115中,但这是示范性的,示范实施方式不限于此。即,第一内部集电层113可以选择性地仅提供在多个第一活性材料板112的一些中。此外,分隔壁内部集电层116可以仅选择性地提供在一些分隔壁115中。在示范实施方式中,一个第一内部集电层

113例如可以插入在每两个第一活性材料板112之间。

[0087] 此外,虽然在参照图1至3描述的示范实施方式中示出了具有完全平坦的平面形状的第一电极集电板111和第二电极集电板121以及具有理想的矩形形状的电池100,但示范实施方式不限于此。在替代的示范实施方式中,第一电极集电板111和第二电极集电板121可以具有具备曲率的弯曲的平面形状并且可以基本上平行于彼此布置以形成弯折的矩形形状电池。具有弯折形式的电池可以应用于具有弯曲表面的各种电子装置。

[0088] 根据示出的示范实施方式,独立于彼此并且基本上平行彼此的多个第一和第二活性材料板112和122在基本上垂直于第一和第二电极集电板111和121的表面的方向上交替地布置在第一和第二电极集电板111和121之间。因此,电池100的能量密度和速率特性可以均提高。在示范实施方式中,即使当第一和第二活性材料板112和122的高度增加以增加电池100的单元电池的高度 h 时,反应面积也与高度 h 成比例地增加,因此,例如可以保持高速特性。此外,当电池100的单元电池的高度 h 增加时,第一和第二活性材料板112和122在电池100中的比例(fraction)可以增加,使得电池100的能量密度也增加。此外,电池100的使用时间及其充电速度都可以增加。此外,由于使用固体电解质,根据示出的示范实施方式的电池100可以具有高的电池稳定性。也可以提供具有小尺寸的电池100的单元电池,因此作为紧凑型装置诸如移动装置或者可穿戴装置的电池可以是适当的。

[0089] 虽然在上述示范实施方式中第一电极结构110是阴极并且第二电极结构120是阳极,但示范实施方式不限于此。即,与此相反,例如,第一电极结构110可以是阳极电极,并且第二电极结构120可以是阴极电极。

[0090] 图4是根据另一示范实施方式的电池200的单元电池的结构的透视图。图4中示出的电池200与参照图1至3描述的电池100的不同在于分隔壁内部集电层116(参照图1)被省略。图4的电池200除了分隔壁215之外的其他结构可以与图1至3的电池100相同。当分隔壁115(参照图1)包括具有足够高的导电性的活性材料时,即使分隔壁内部集电层116被省略,电子也可以容易地从分隔壁115的靠近第二电极集电板121的端部传输到第一电极结构210的第一电极集电板111,因此,分隔壁内部集电层116可以被省略。

[0091] 虽然在图4中第一内部集电层113被示出为接触电解质层130,但根据另一示范实施方式,第一内部集电层113可以不接触电解质层130。

[0092] 图5是根据另一示范实施方式的电池300的单元电池的结构的透视图。

[0093] 图5中示出的电池300与图4的电池200的不同在于第一电极结构310的分隔壁315包括非活性材料。由于分隔壁315可以包括任何材料而限于活性材料,可以使用具有良好的性质诸如刚性的材料或者在制造工艺方面有利的材料。

[0094] 图6是根据另一示范实施方式的电池400的单元电池的结构的透视图。

[0095] 图6中示出的电池400与分别参照图4和5描述的电池200和300的不同在于第一内部集电层113被省略。当第一电极结构410的第一活性材料板412包括具有足够高的导电性的活性材料时,第一内部集电层113可以被省略。分隔壁415可以包括与第一活性材料板412同质的活性材料或者包括非活性材料。

[0096] 图7是根据另一示范实施方式的电池500的单元电池的结构的透视图。

[0097] 与参照图1至6描述的电池100、200、300和400相比,图7中示出的电池500的不同在于第一电极结构510除了包括导电材料的第一集电极层511之外还包括包含第一活性材料

的第一活性材料基层512。第一集电极层511可以被理解为第一电极集电板。通过也在电池500的底表面上形成第一活性材料(例如,阴极活性材料),电池500中的第一活性材料(例如,阴极活性材料)的量(例如,体积)可以增加,由此增加电池500的能量密度。第一内部集电层113可以穿过第一活性材料基层512以电接触第一集电极层511。在示范实施方式中,第一内部集电层113可以被省略。

[0098] 图8是根据另一示范实施方式的电池600的单元电池的结构透视图。图9是图8中示出的电池600的单元电池的结构分解透视图。参照图8和9,根据示范实施方式的电池600与参照图1至7描述的电池100、200、300、400和500的不同在于第二内部集电层623被插入到第二电极结构620的第二活性材料板622中。第二活性材料板622可以被分成两个部分,即,第一部分622a和第二部分622b。当第二活性材料板622包括具有相对低的导电率的活性材料时,可以通过使用第二内部集电层623而促进电子传输,从而例如直到第二内部集电层623的端部都被充分地使用。第二电极集电板621可以类似于图1中的第二电极集电板121。即,第二电极集电板621可以基本上平行于第一电极结构610的第一电极集电板111。

[0099] 图10是根据另一示范实施方式的电池700的单元电池的结构透视图。如参照图8和9描述的示范实施方式一样,第一和第二内部集电层713和723分别从第一和第二电极集电板711和721延伸直到电解质层130并且接触电解质层130。因此,第一和第二内部集电层713和723可以分别将第一和第二活性材料板112和122完全分离。然而,如图10中所示,第一和第二内部集电层713和723延伸靠近电解质层130但是可以不直接接触电解质层130。在这种情况下,第一活性材料板712的分别接触第一内部集电层713的两个表面的两个部分712a和712b可以不被完全划分而是在邻近于电解质层130的区域中保持连接。同样地,第二活性材料板722的分别接触第二内部集电层723的两个表面的两个部分722a和722b可以不被完全划分而是在邻近于电解质层130的区域中保持连接。虽然图10示出第一和第二内部集电层713和723都不接触电解质层130,但是,例如,第一和第二内部集电层713和723之一可以接触电解质层130而另一个可以不接触电解质层130。相同情况可以适用于分隔壁115和分隔壁内部集电层116。即,分隔壁内部集电层116可以接触电解质层130,但不限于此。分隔壁内部集电层116中的至少一个可以不接触电解质层130。

[0100] 图11是示出根据示范实施方式和比较示例的分隔壁厚度与活性材料的体积分数之间的关系的曲线图。图12是示出根据示范实施方式和比较示例的分隔壁之间的间隔与活性材料的体积分数之间的关系的曲线图。在每个曲线图中,第一示例对应于其中分隔壁包括第一活性材料的示例,如参照图4描述的电池200中一样,第二示例对应于分隔壁包括非活性材料的示例,如参照图5描述的电池300中一样。在比较示例中,不包括分隔壁。在示范实施方式和比较示例中,例如,假设第一活性材料板的一侧(例如,图1的部分112a)的厚度是大约10微米(μm),第一内部集电极的厚度是大约1 μm ,第一活性材料板的高度是大约200 μm ,第一活性材料板之间的空的空间的厚度是大约20 μm ,整个电池单元的尺寸是30毫米(mm) $\times$ 11mm。使用分隔壁的厚度与分隔壁间的间隔之间的函数计算第一活性材料的体积分数。活性材料的体积分数与电池的体积能量密度直接相关。

[0101] 首先,参照图11,示出了当第一和第二示范实施方式的分隔壁之间的间隔是1mm并且分隔壁的厚度例如在大约10 μm 与大约100 μm 之间时第一活性材料的体积分数。在比较示例中,由于不包括分隔壁,可以理解,第一活性材料的体积分数没有变化,如虚线所示。根据

第一示范实施方式,当分隔壁的厚度增加时,第一活性材料的体积分数逐渐增加。如上所述,当第一活性材料的体积分数增加时,电池可以充电的能量的能量密度可以逐渐增加。根据第二示范实施方式,当分隔壁的厚度增加时,第一活性材料的体积分数可以逐渐减小。

[0102] 接着,当参照图12时,示出当第一和第二示范实施方式的分隔壁的厚度是大约 $20\mu\text{m}$ 并且分隔壁之间的间隔例如在大约 0.25mm 与大约 3.0mm 之间时第一活性材料的体积分数。在比较示例中,由于不包括分隔壁,可以理解,第一活性材料的体积分数没有变化,如虚线所示。根据第一示范实施方式,当分隔壁之间的间隔增加时,第一活性材料的体积分数可以逐渐减小。根据第二示范实施方式,当分隔壁之间的间隔减小时,第一活性材料的体积分数可以逐渐增加。

[0103] 参照图11和12,当分隔壁的厚度是大约 $20\mu\text{m}$ 并且分隔壁之间的间隔是大约 1mm 时,与不包括分隔壁时相比,第一活性材料的体积分数的变化是大约 ± 2 百分比(%)。即使当包括分隔壁时,第一活性材料的体积分数的变化也可以减小到 $\pm 2\%$ 或更小,因此,可以使用不考虑分隔壁已经设计的电池的设计尺寸而不会有大的变化,并且可以提供高能量密度。

[0104] 图13是透视图,示出根据示范实施方式的具有通过层叠图1中示出的电池100的单元电池而提供的层叠结构的电池800。参照图13,当层叠电池800的多个单元电池时,电池100的单元电池可以设置为使得相同类型的电极集电板彼此接触。在示范实施方式中,例如,一个电池100的单元电池的第一电极集电板111可以接触另一电池100的单元电池的第一电极集电板111,并且一个电池100的单元电池的第二电极集电板121可以接触另一电池100的单元电池的第二电极集电板121。然后,通过连接第一导线801到第一电极集电板111并且连接第二导线802到第二电极集电板121,层叠的多个电池100的单元电池可以基本上彼此并联电连接。

[0105] 根据上述示范实施方式的电池100、200、300、400、500、600、700和800可以是可再充电的二次电池。

[0106] 接着,将在下文描述根据上述示范实施方式的电池的制造方法。

[0107] 图14A至14N示出根据示范实施方式的制造图1的电池100的方法。

[0108] 图14A示出进行球磨和混合操作的装置(例如,研磨机1001)。参照图14A,进行球磨和混合操作,其中用于形成活性材料片材料诸如活性材料、分散剂、溶剂、粘合剂、塑化剂等等被放入到研磨机1001中并且被精细地研磨并混合以制备浆料1011。在示范实施方式中,活性材料例如可以是具有 LiMO_2 组分($\text{M}=\text{Co}$ 、 Ni 和 Mn 之一或者它们中的两个或更多的组合)的阴极活性材料粉末。

[0109] 接着,图14B示出其中通过使用流延成型(tape casting)方法将第一活性材料片提供为厚的带形式的示范性操作。参照图14B,首先,移动带1002被涂覆有浆料1011。移动带1002可以通过使用例如刮片而被涂覆有均匀厚度的浆料1011。接着,涂覆在移动带1002上的浆料1011可以被干燥以制造第一活性材料片1011'。为了有效地干燥浆料1011,涂覆为片状的浆料1011可以在等于或者低于粘合剂的玻璃转变温度 T_g 的温度下被加热。

[0110] 参照图14C,第一活性材料片1011'可以具有大约 $1\mu\text{m}$ 至大约 $30\mu\text{m}$ 的厚度,但不限于此。第一活性材料片1011'可以是包括阴极活性材料、分散剂、粘合剂、塑化剂等等的阴极活性材料片。虽然以上描述了通过使用流延成型方法制造第一活性材料片1011的方法,但示范实施方式不限于此,第一活性材料片1011'可以使用各种方法提供。

[0111] 接着,参照图14D,制备牺牲层片1020。牺牲层片1020可以具有大约 $1\mu\text{m}$ 至大约 $50\mu\text{m}$ 的厚度,但不限于此。牺牲层片1020可以通过以片状形成包括牺牲层材料、分散剂、溶剂、粘合剂、塑化剂等等的浆料并且通过使用干燥操作去除溶剂而提供。牺牲层材料的示例可以通过诸如氟化氢(HF , 0.5%至20%)的蚀刻溶液可去除的 Li_2MSiO_4 ($\text{M}=\text{Co}$ 、 Ni 和 Mn 之一或者它们中的两个或更多个的组合),但不限于此。可以根据蚀刻溶液选择各种牺牲层材料。此外,根据另一示例,根据去除牺牲层的方法,各种材料可以用作牺牲材料。在示范实施方式中,例如,诸如通过烧结操作可去除的碳(C)、或者通过熔融工艺可去除的 Li_2CO_3 、 LiCl 的材料可以用作牺牲层材料。

[0112] 参照图14E,通过交替地层叠第一活性材料片1011'、第一内部集电层1012、第一活性材料片1011'和牺牲层片1020而提供第一片状层叠结构1030。包括第一活性材料片1011'、第一内部集电层1012和第一活性材料片1011'的层叠结构可以相应于第一活性材料板112和第一内部集电层113(以下被称为第一活性材料复合片1010)的结构。第一内部集电层1012可以是阴极集电极层。在示范实施方式中,例如,可以通过用包括集电极材料诸如 Au 或者 Pd 的膏或者内部集电极浆料涂覆第一活性材料片1011'而提供第一内部集电层1012。在示范实施方式中,不仅可以通过印刷浆料或者膏,还可以使用其他方法诸如使用物理气相沉积(PVD)方法诸如蒸镀而溅射内部集电极材料或者沉积内部集电极材料,来提供第一内部集电层1012。

[0113] 在示范实施方式中,第一内部集电层1012可以具有沿着Z方向的大约 $1\mu\text{m}$ 的厚度,但不限于此。根据XYZ坐标,第一片状层叠结构1030的层叠表面基本上平行于XY平面,第一片状层叠结构1030的层叠方向是Z方向。第一片状层叠结构1030的层叠片的次数可以是一次至数千次,但不限于此。

[0114] 此外,参照图14F,可以提供分隔壁复合片1040。分隔壁复合片1040可以通过在分隔壁片1041上形成分隔壁内部集电层1042并且在分隔壁内部集电层1042上层叠分隔壁片1041而提供。分隔壁片1041可以是与以上所述的第一活性材料片1011'基本上相同的片。然而,根据另一示范实施方式,分隔片1041也可以包括具有与第一活性材料片1011'不同的组分的第一活性材料或者包括非活性材料。分隔壁内部集电层1042可以是阴极集电极层。在示范实施方式中,可以通过用包括集电极材料诸如 Au 或者 Pd 的膏涂覆分隔壁片1041而提供分隔壁内部集电层1042。在示范实施方式中,分隔壁内部集电层1042可以具有例如大约 $1\mu\text{m}$ 或更小的厚度,但不限于此。

[0115] 接着,当参照图14G时,通过交替地层叠至少一个第一片状层叠结构1030和至少一个分隔壁复合片1040而提供第一电极层叠结构1050。根据XYZ坐标,至少一个第一片状层叠结构1030和至少一个分隔壁复合片1040在Y方向上层叠。换言之,第一片状层叠结构1030的基本上平行于XZ平面的表面层叠在分隔壁复合片1040上。在示范实施方式中,层叠第一片状层叠结构1030和分隔壁复合片1040的次数可以是例如一次至数百次,但不限于此。

[0116] 接着,参照图14H,第一电极层叠结构1050在预定温度下烧结。在示范实施方式中,烧结温度可以是例如大约900摄氏度($^{\circ}\text{C}$)至大约1100 $^{\circ}\text{C}$,但不限于此。根据以上烧结操作,第一电极层叠结构1050被烧结。即,第一活性材料复合片1010、牺牲层片1020以及分隔壁复合片1040被同时烧结以形成被烧结的第一电极层叠结构1050。

[0117] 接着,参照图14I,通过使用切割器诸如刀1003切割烧结的第一电极层叠结构

1050,第一电极层叠结构1050被分成多个第一电极层叠结构1050'。第一电极层叠结构1050的切割方向是Y方向,第一电极层叠结构1050'的截面基本上平行于YZ平面。第一活性材料板112(参照图1)和分隔壁115的高度可以根据以上所述的切割工艺来确定。

[0118] 接着,参照图14J,第一电极集电板1060设置在第一电极层叠结构1050'上。第一电极集电板1060设置在第一电极层叠结构1050'的表面上。在示范实施方式中,第一电极集电板1060设置在第一电极层叠结构1050'的在图14J的操作中被切割的顶表面上,并且第一电极集电板1060基本上平行于第一电极层叠结构1050'的根据XYZ坐标的YZ平面。第一电极集电板1060可以通过使用例如沉积方法或者印刷方法而提供。

[0119] 参照图14K,牺牲层1020(参照图14E)从第一电极集电板1060所附接的第一电极层叠结构1050'去除。牺牲层1020可以通过以干式方法或湿式方法使用仅选择性地蚀刻牺牲层1020的材料去除。在示范实施方式中,当第一活性材料复合片1010和分隔壁复合片1040的活性材料是 LiCoO_2 并且牺牲层1020包括 $\text{Li}_2\text{CoSiO}_4$ 时,例如HF可以用作蚀刻材料。蚀刻材料可以根据第一活性材料复合片1010和分隔壁复合片1040的活性材料或者牺牲层1020的材料而改变。通过去除牺牲层1020,完成了具有如图14K所示的3D结构的第一电极结构1070。

[0120] 第一电极结构1070可以利用与上述工艺不同的工艺制造。

[0121] 虽然在上述操作中第一电极层叠结构1050被烧结然后被切割,但在替代的示范实施方式中,例如,第一电极层叠结构1050可以被首先切割然后被烧结。

[0122] 虽然在上述操作中第一电极集电板1060设置在被切割的第一电极层叠结构1050上然后牺牲层1020被蚀刻,作为另一示例,牺牲层1020可以被首先从第一电极层叠结构1050蚀刻然后可以提供第一电极集电板1060。

[0123] 作为另一示例,当第一活性材料复合片1010和分隔壁复合片1040的活性材料是 LiCoO_2 时,牺牲层1020包括可以在烧结期间被烧熔的材料诸如C,牺牲层1020可以在烧结第一电极结构1070的同时被去除。在示范实施方式中,在形成如图14G所示的第一电极层叠结构1050而之后,没有进行烧结操作,例如,第一电极层叠结构1050可以紧接着被切割为具有如图14I所示的预定厚度的部分。接着,如图14J所示,第一电极集电板1060设置在第一电极层叠结构1050上以形成第一电极结构1070(牺牲层1020仍未从其去除),然后热被施加到第一电极结构1070由此去除牺牲层1020(即,烧熔牺牲层1020)并且同时烧结第一电极结构1070。在替代的示范实施方式中,如图14I所示,第一电极层叠结构1050可以首先被切割然后可以在其上进行烧结和烧熔操作,第一电极集电板1060可以设置在被烧结的第一电极结构1050上。

[0124] 作为另一示例,当第一活性材料复合片1010和分隔壁复合片1040的活性材料是 LiCoO_2 时,牺牲层1020包括可以在烧结期间被烧熔的材料诸如 Li_2CO_3 或者 LiCl ,牺牲层1020可以在烧结第一电极结构1070的同时被去除。即,在如图14G所示形成第一电极层叠结构1050之后,第一电极层叠结构1050可以紧接着被切割为具有如图14I所示的预定厚度的部分而没有烧结操作。然后第一电极集电板1060如图14J所示设置在第一电极层叠结构1050上从而形成第一电极1070(牺牲层1020仍未从其去除)。接着,热可以施加到第一电极结构1070从而同时去除牺牲层1020(即,熔出牺牲层1020)和烧结第一电极结构1070。随后,可以进行洗去剩余的牺牲层1020的清洗操作。在替代的示范实施方式中,如图14I所示,第一电

极层叠结构1050可以首先被切割,然后可以执行烧结操作、熔融操作和清洗操作,然后第一电极集电板1060可以设置在烧结的第一电极层叠结构1050上。

[0125] 在下文将描述通过使用按照上述方式制造的第一电极结构1070来制造电池100(参照图1)的方法。

[0126] 参照图14L,固体电解质1080设置在第一电极结构1070上。在示范实施方式中,固体电解质1080可以通过使用例如化学气相沉积(CVD)方法、原子层沉积(ALD)方法或者溅射方法沉积在第一活性材料复合片1010的表面和第一电极集电板1060的表面上。在示范实施方式中,固体电解质1080可以包括诸如锂磷氮氧化物(LiPON)的非晶陶瓷。然而,固体电解质1080的材料不限于此。

[0127] 参照图14M,第二电极结构1090设置在固体电解质1080上。第二电极结构1090可以提供为填充第一电极结构1070的空的空间。在替代的示范实施方式中,第二电极结构1090可以不完全填充第一电极结构1070的空的空间而是可以沿着固体电解质1080的表面以蜿蜒的方式被覆盖。第二电极结构1090可以包括阳极活性材料。在示范实施方式中,例如,第二电极结构1090可以包括锂,但不限于此。在示范实施方式中,可以通过例如使用蒸镀法在固体电解质1080上沉积锂或者通过在第一电极结构1070的空的空间中填充熔化的锂而提供第二电极结构1090。然而,形成第二电极结构1090的方法不限于此,第二电极结构1090也可以使用其他方法提供。

[0128] 参照图14N,通过在第二电极结构1090上形成第二电极集电板1095而完成电池1000。第二电极集电板1095是阳极集电极并且可以包括例如Cu,但不限于此。

[0129] 根据上述示范实施方式的3D电极结构以及包括其的电池,由于多个第一活性材料板和多个第二活性材料板分别垂直于第一电极集电层和第二电极集电层,电池的能量密度和速率特性可以均提高。在示范实施方式中,即使当电池的单元电池的高度增加时,因为反应面积也与高度成比例地增加,例如高速特性可以保持。此外,当电池的单元电池的高度增加时,电池中的阴极活性材料和阳极活性材料的比例增加,由此增加二次电池的能量密度。

[0130] 通过布置在平面图中基本上垂直于多个第一活性材料板的一个或多个分隔壁并且分隔壁和第一活性材料板两者在截面图中均基本上垂直于第一电极集电板,第一活性材料板的3D结构即使第一活性材料板的高宽比(例如,高度与厚度之比)例如等于或者大于大约10的时候也可以稳定。

[0131] 当制造第一电极结构时,由于分隔壁的支撑结构,第一活性材料板可以不弯折或者坍塌,因此,可以提供第一活性材料板之间均匀的间隔。

[0132] 由于提供了分隔壁的支撑结构,可以防止由于第一电极结构和第二电极结构的体积膨胀导致的变形。

[0133] 由于提供了分隔壁的支撑结构,可以提供第一活性材料板之间均匀的间隔,并且通过稳定第一电极结构的结构,电池的寿命可以增加。

[0134] 根据一个或多个示范实施方式的电池可以具有紧凑的尺寸,因此作为紧凑型装置诸如移动装置或者可穿戴装置的电池可以是适当的。

[0135] 应该理解,在此描述的示范实施方式应该被认为仅仅是描述的含义而不是为了限制的目的。在每个示范实施方式中的特征或示范实施方式的描述应该通常被认为是可适用于其他示范实施方式中的其他类似的特征或示范实施方式。

[0136] 虽然已经参考附图描述了一个或多个示例示范实施方式,但本领域普通技术人员将理解,可以在其中进行形式和细节方面的各种改变而不背离由权利要求所定义的精神和范围。

[0137] 本申请要求于2015年10月12日提交的韩国专利申请第10-2015-0142162号的优先权及由其产生的所有权益,其内容通过引用整体包括在此。

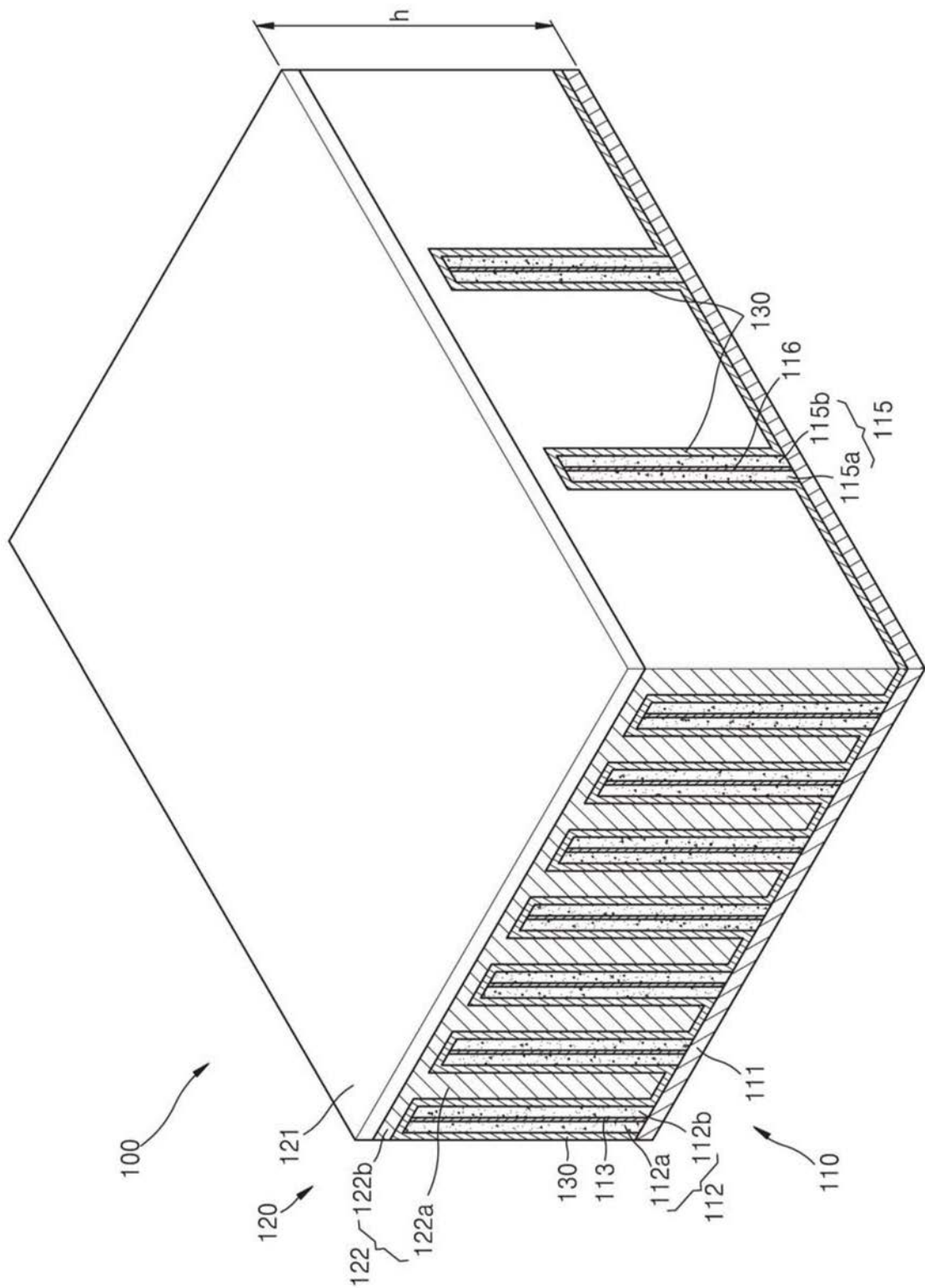


图1

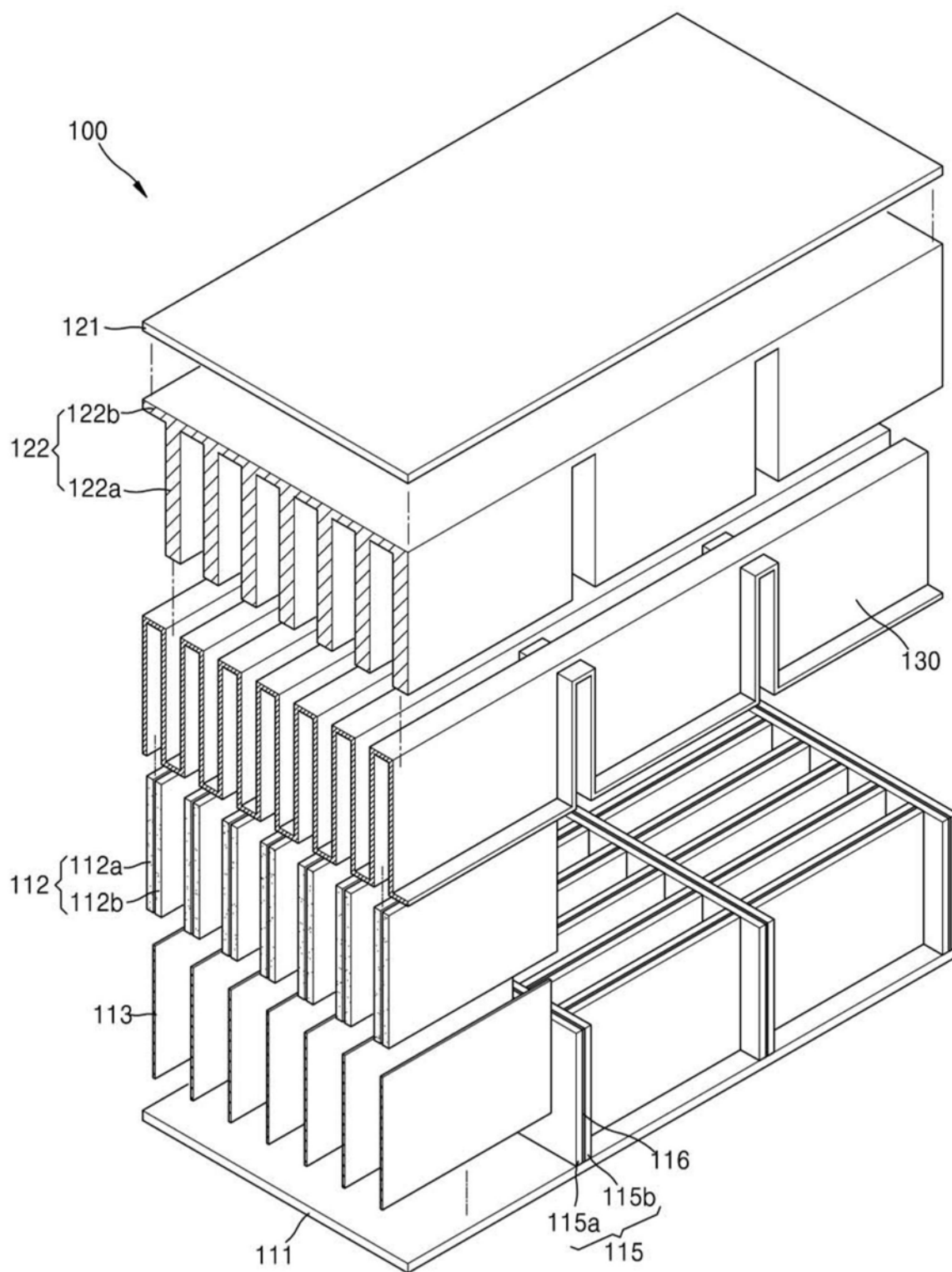


图2

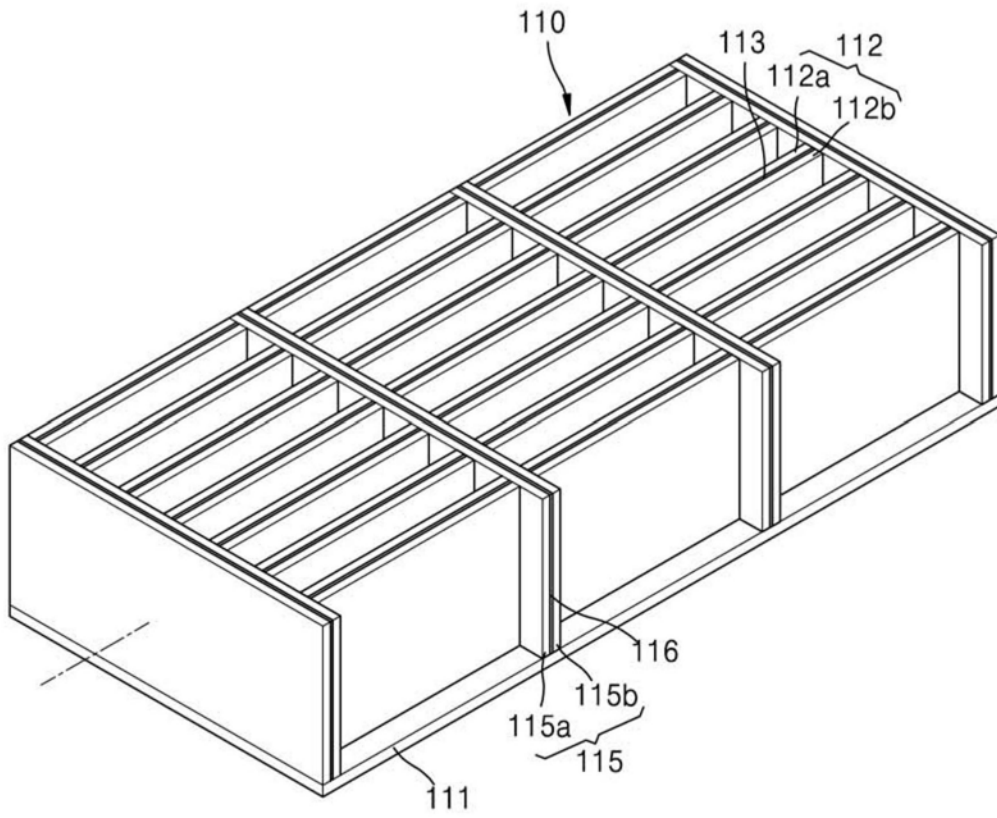


图3

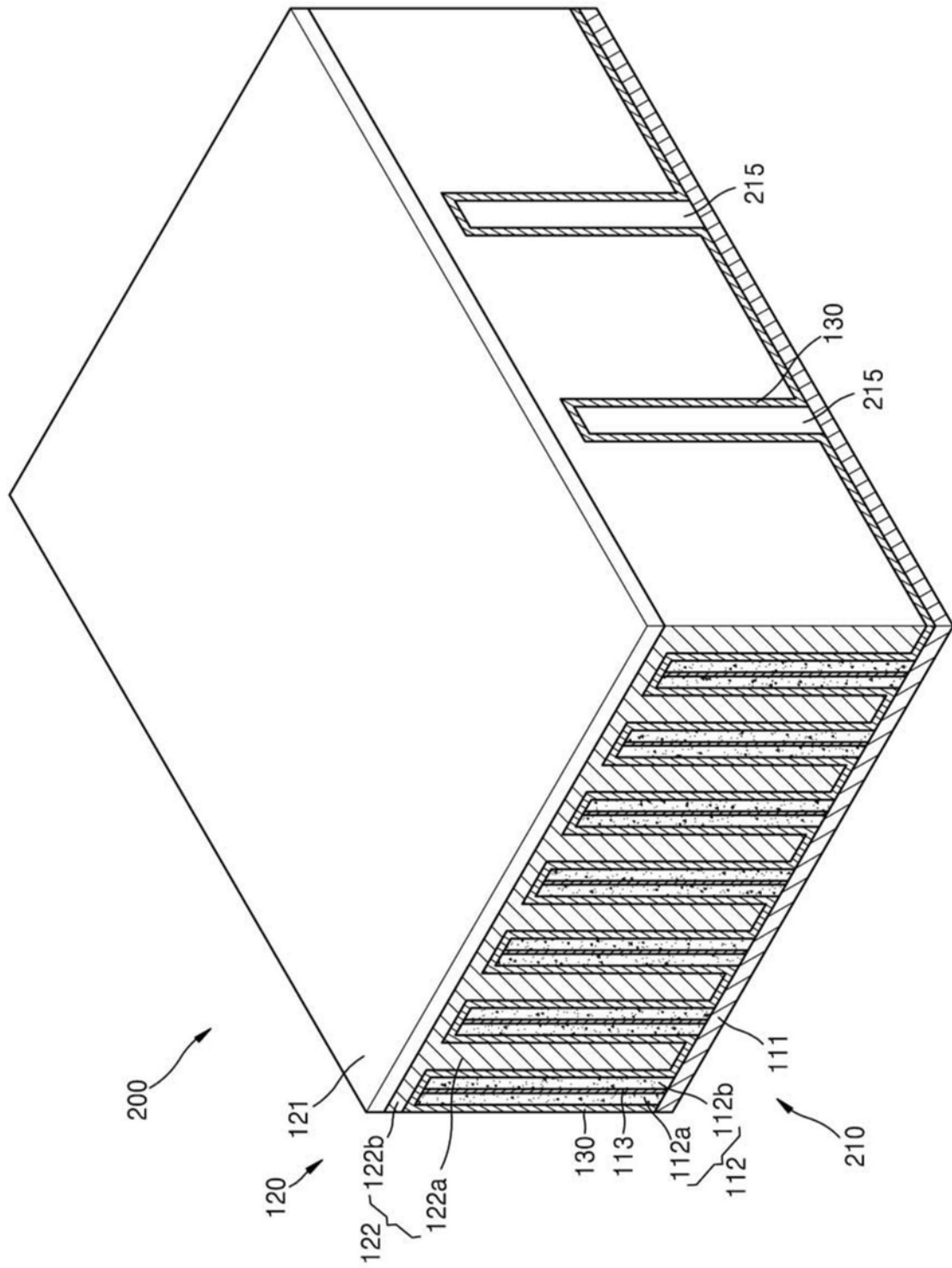


图4

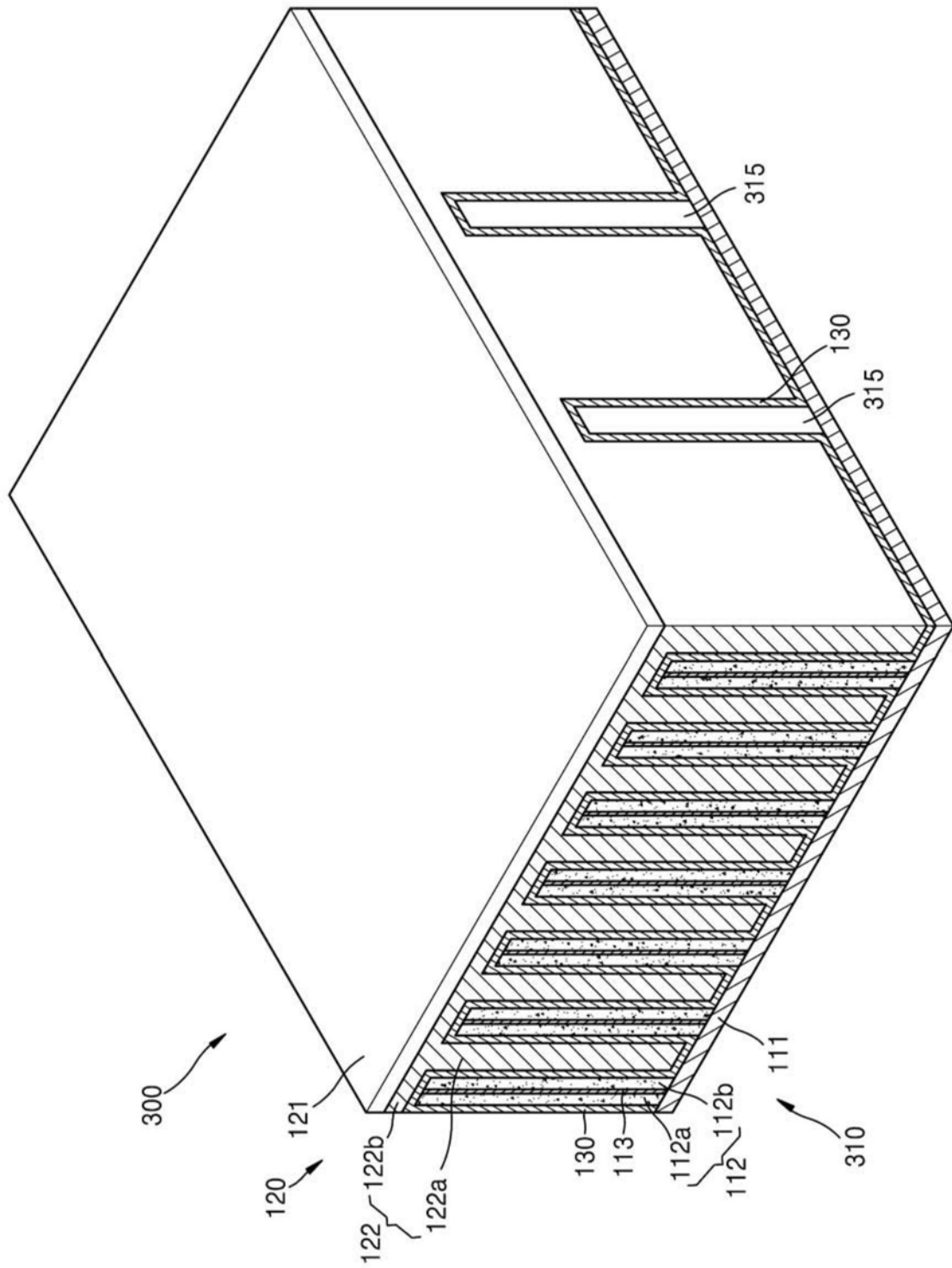


图5

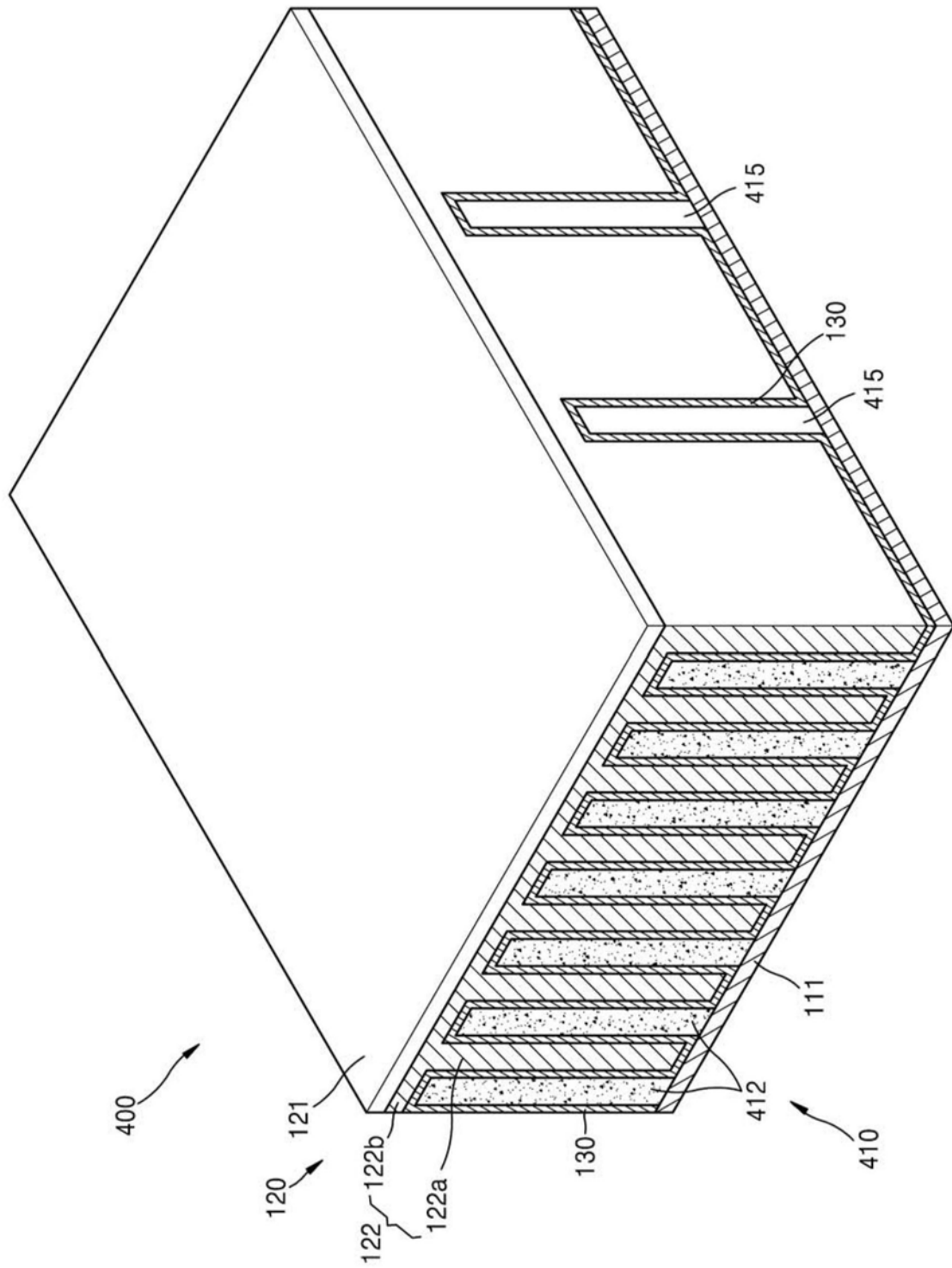


图6

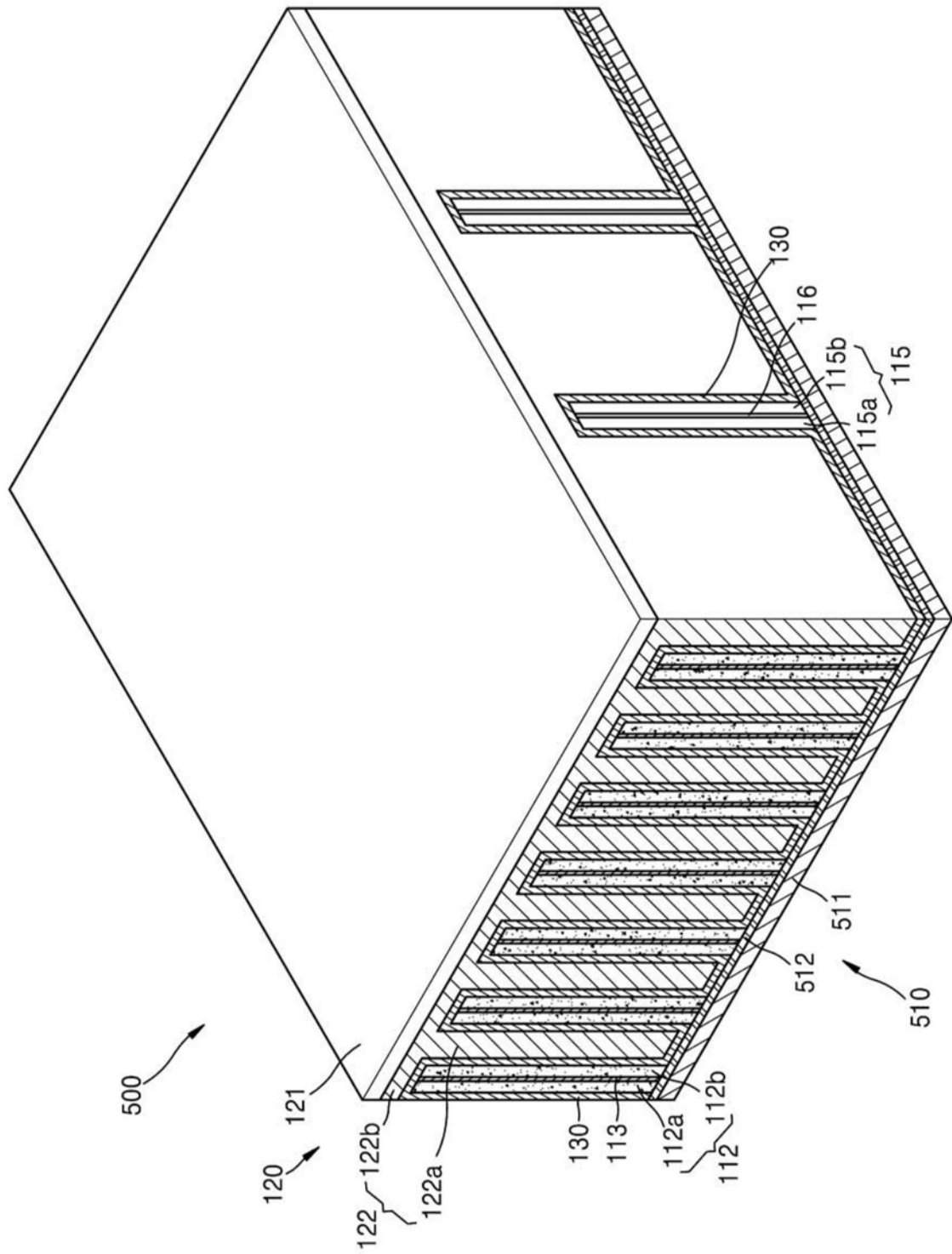


图7

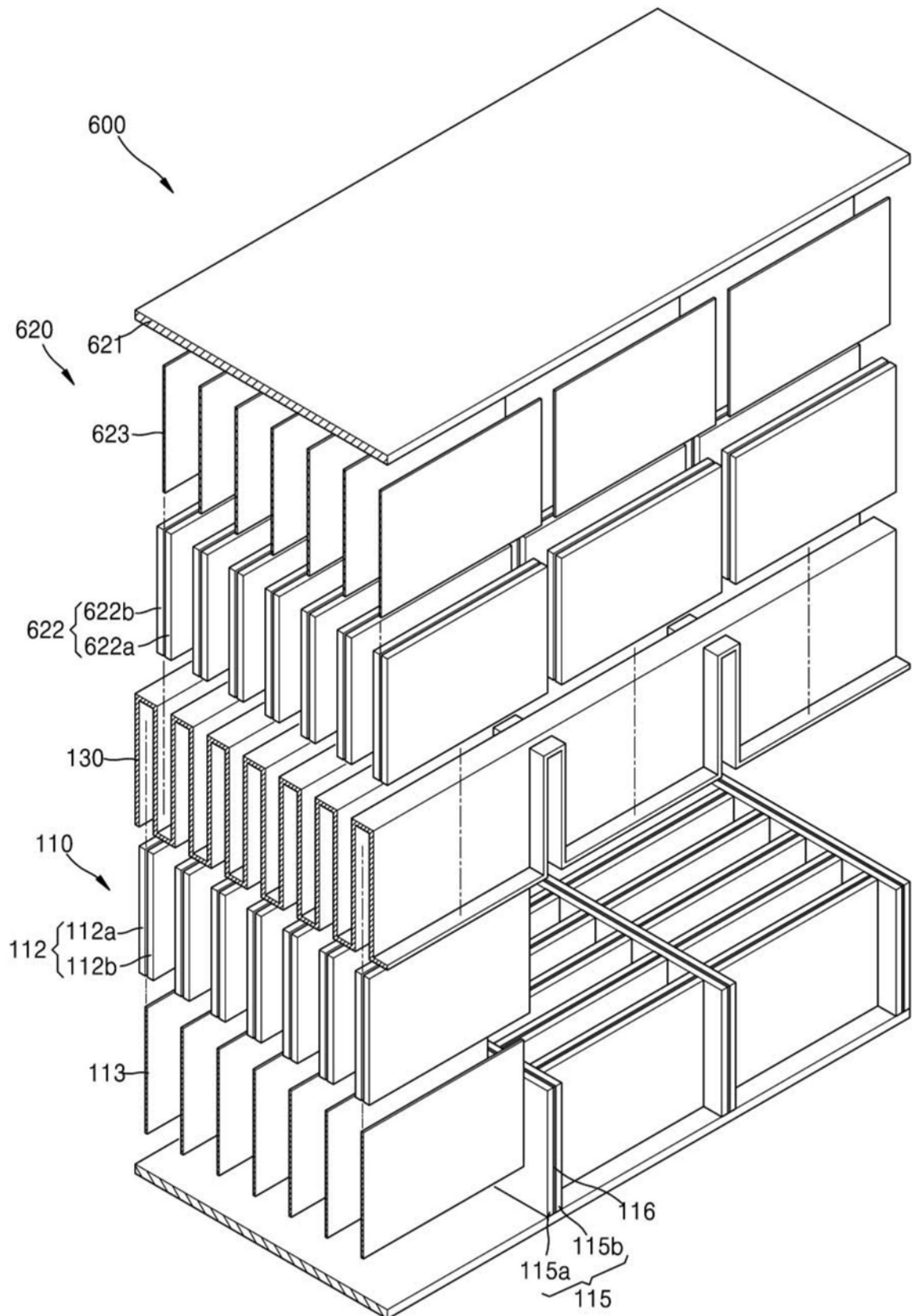


图9

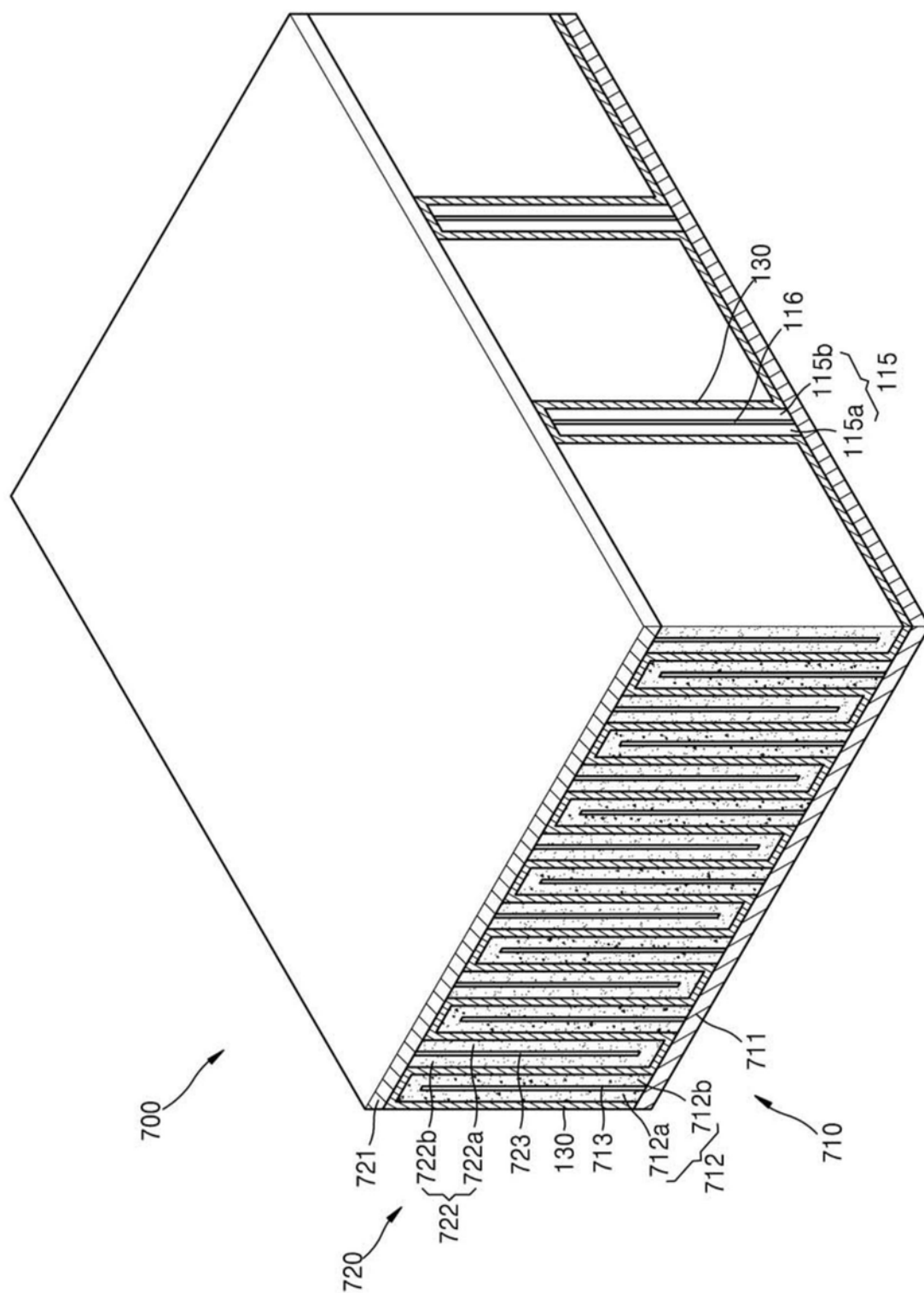


图10

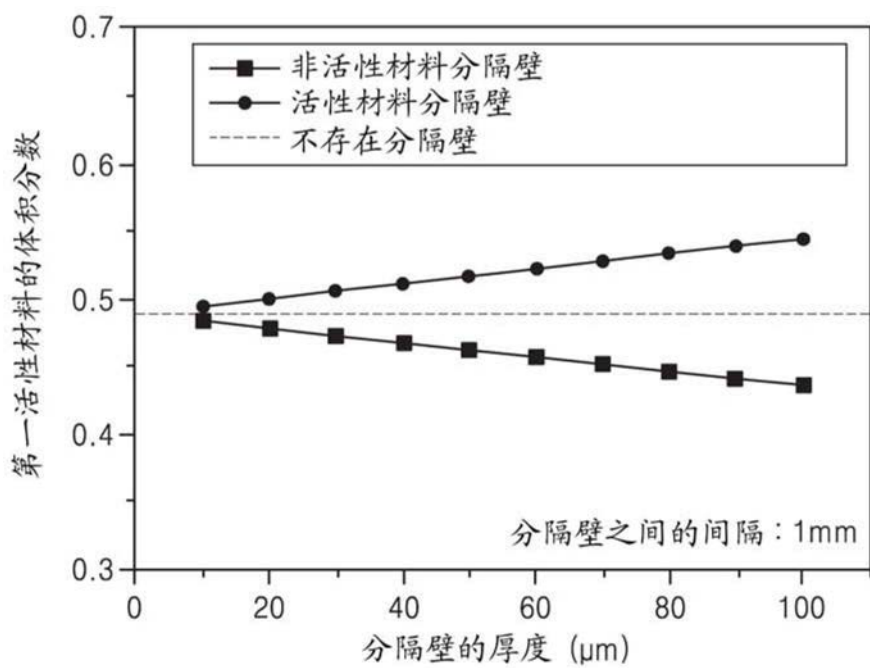


图11

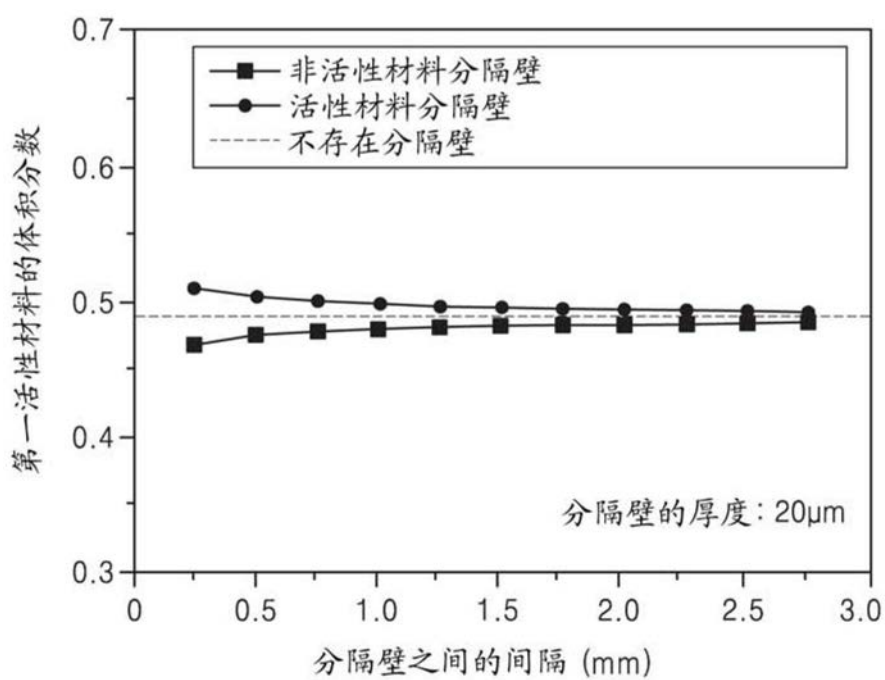


图12

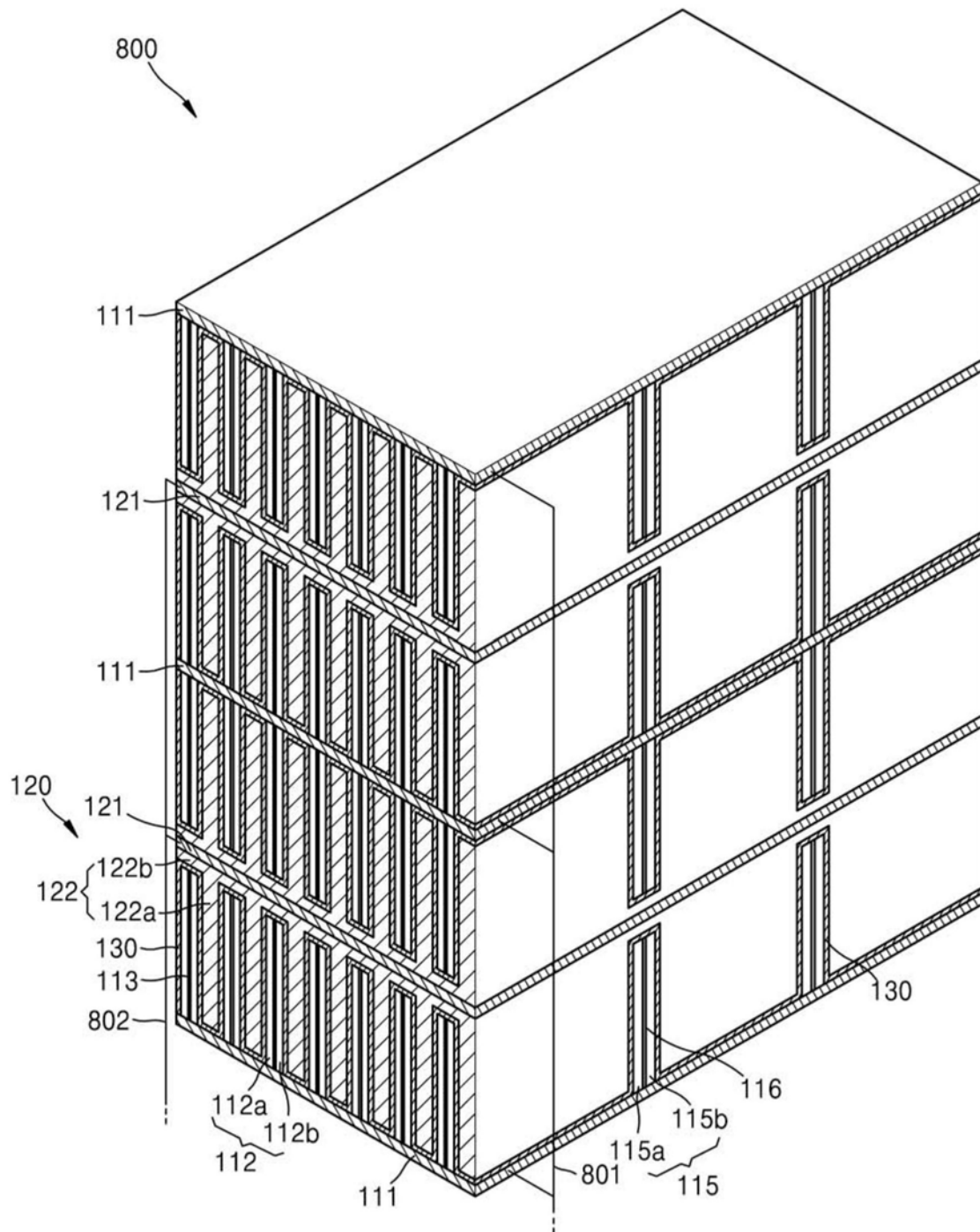


图13

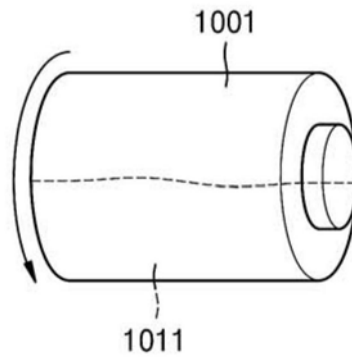


图14A

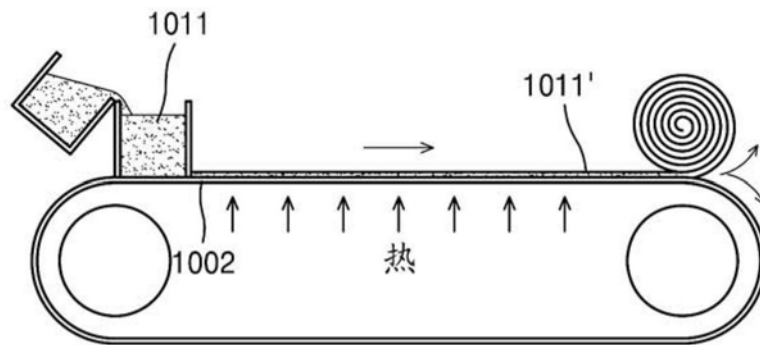


图14B

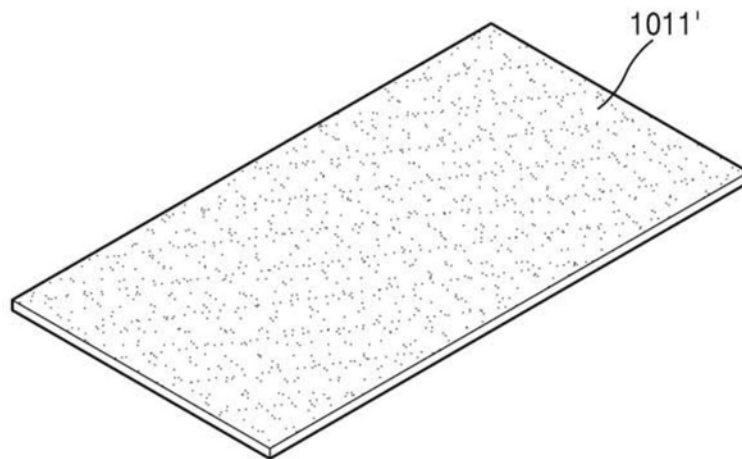


图14C

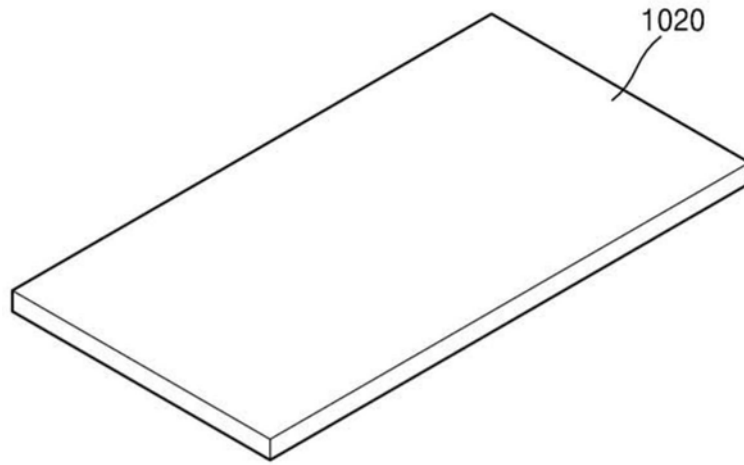


图14D

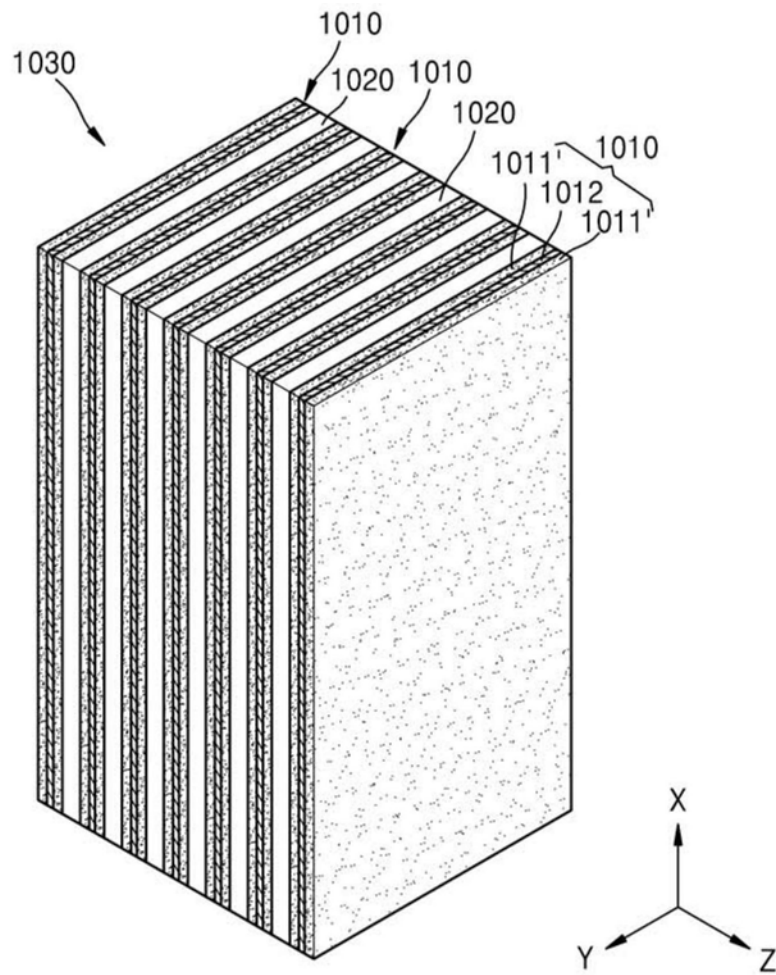


图14E

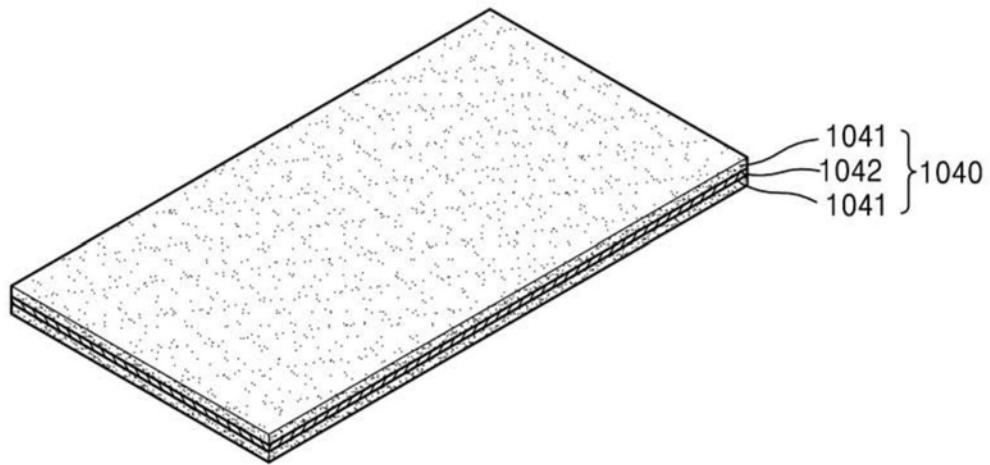


图14F

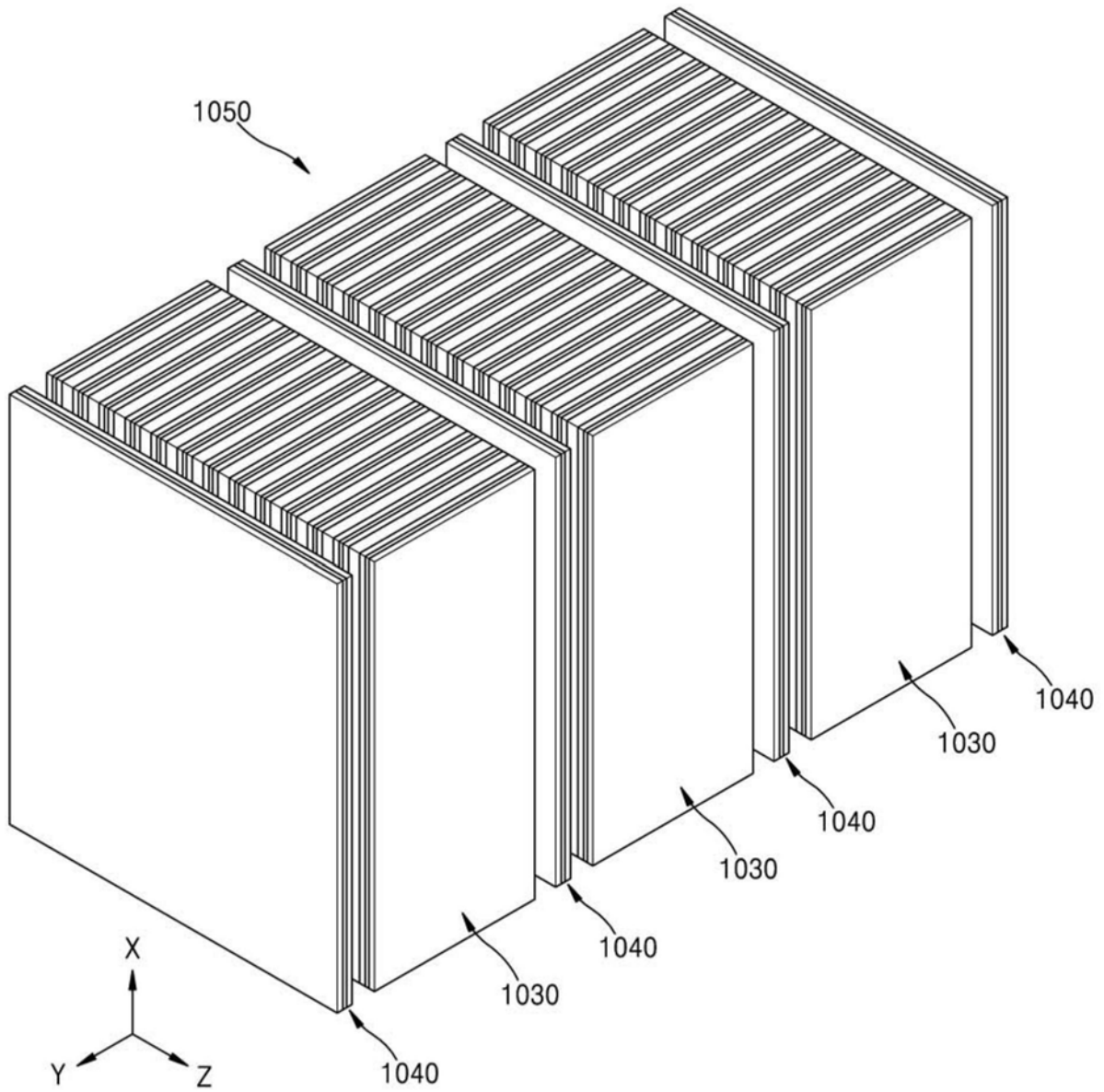


图14G

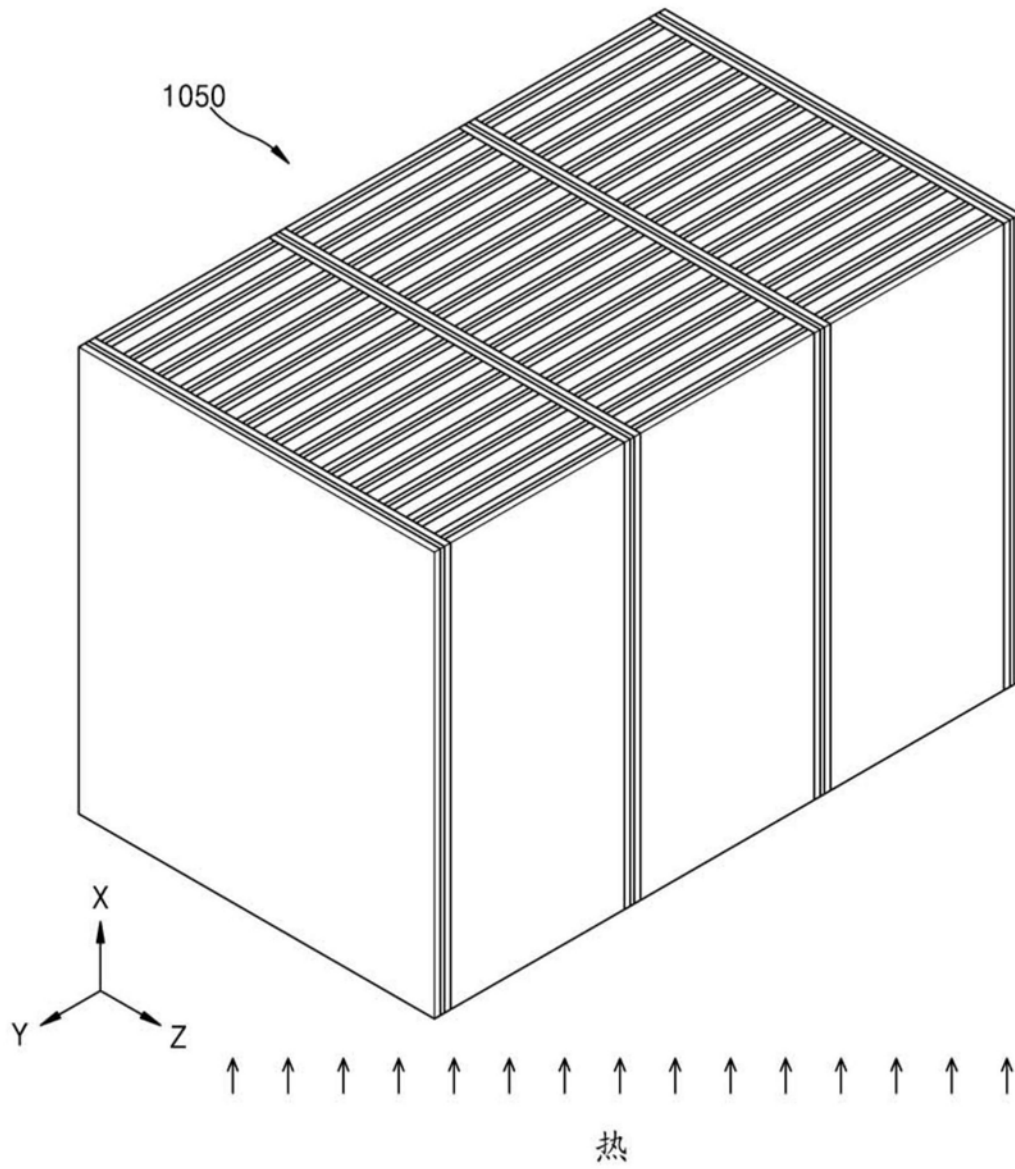


图14H

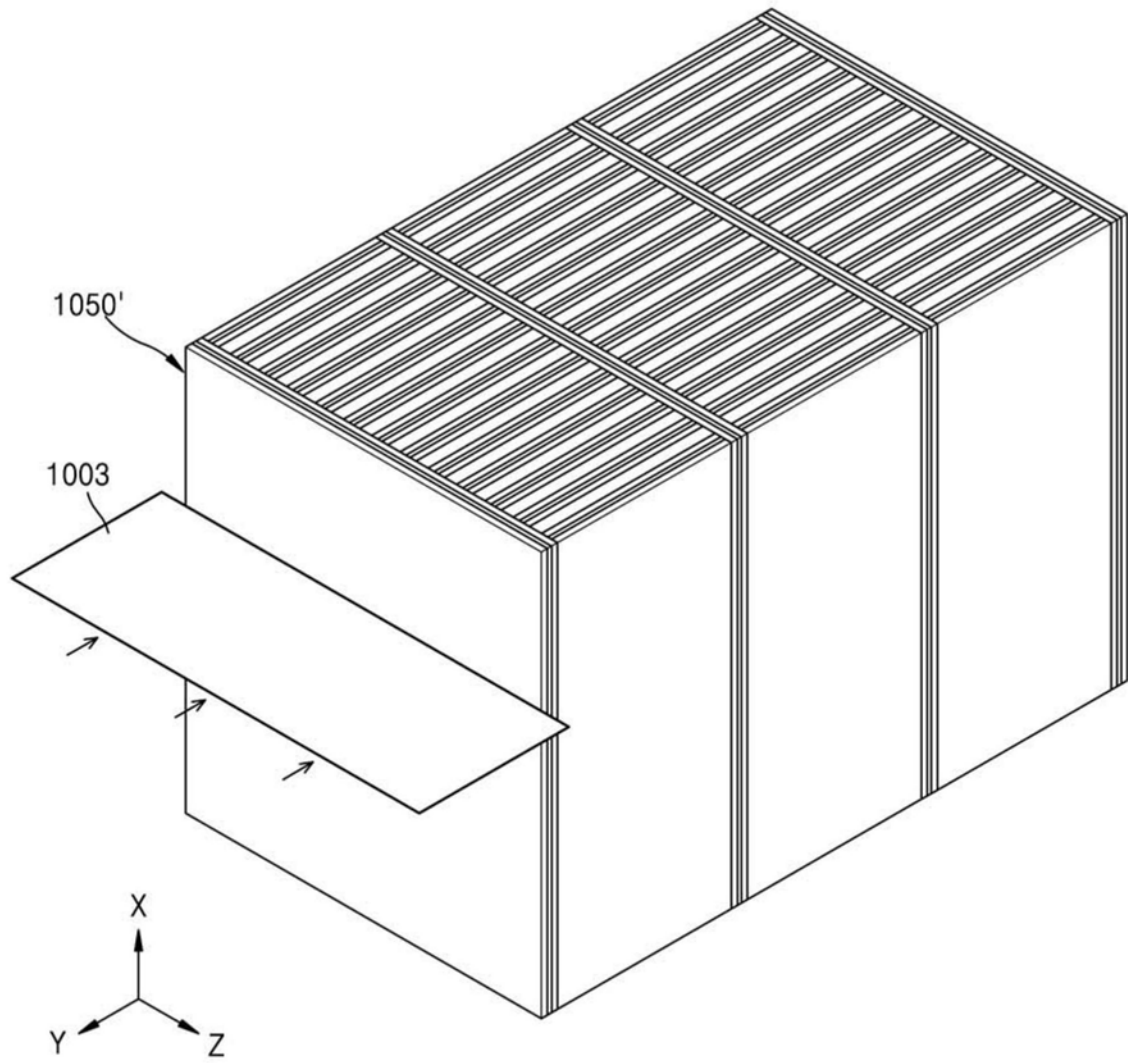


图14I

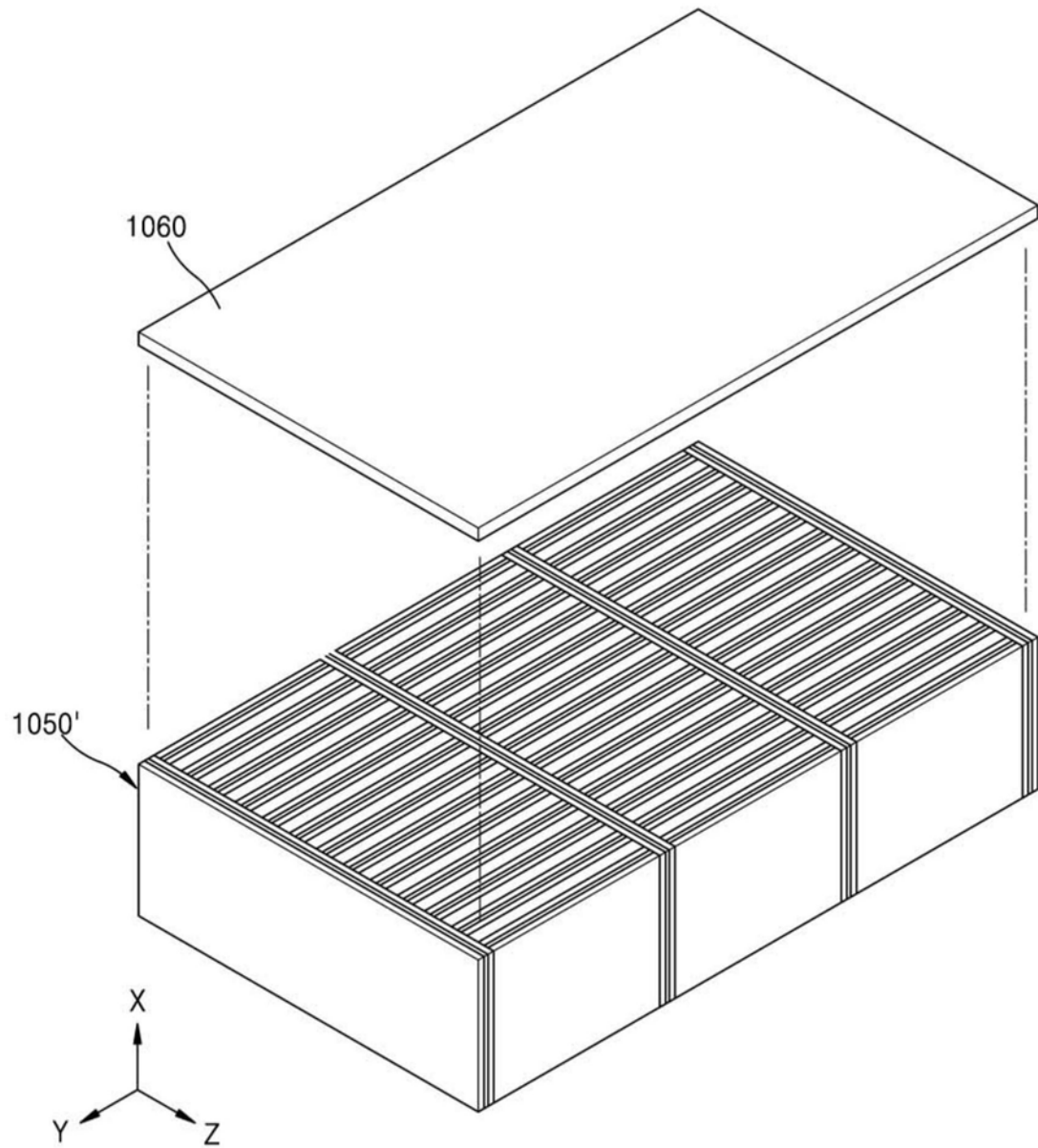


图14J

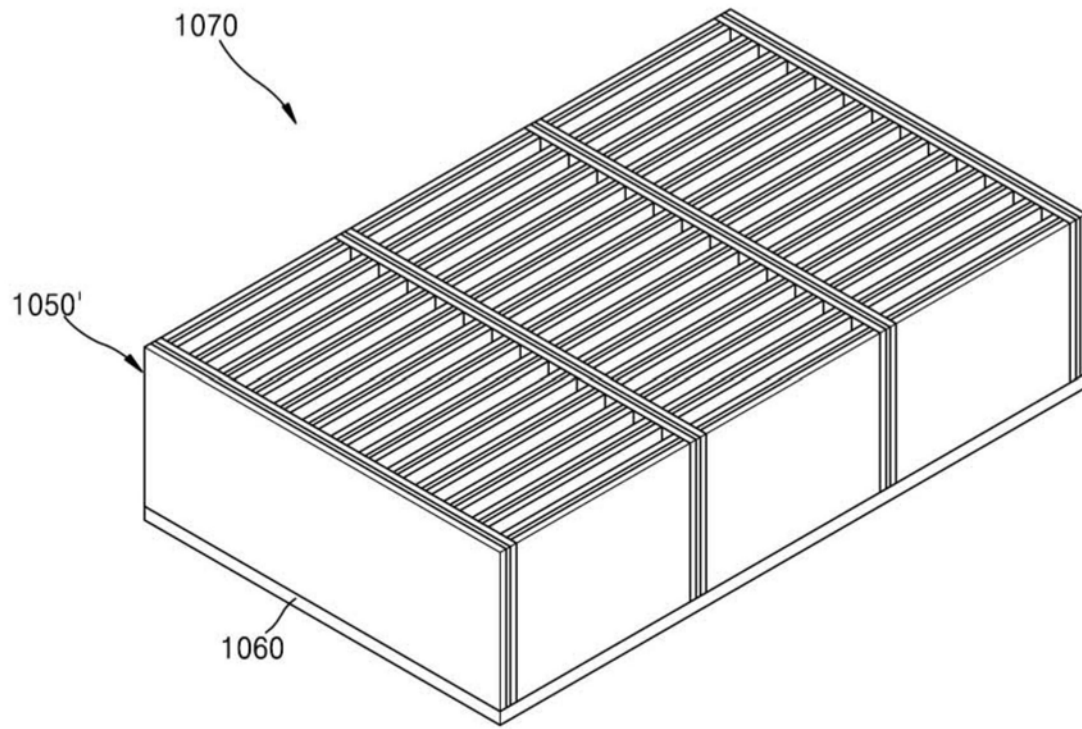


图14K

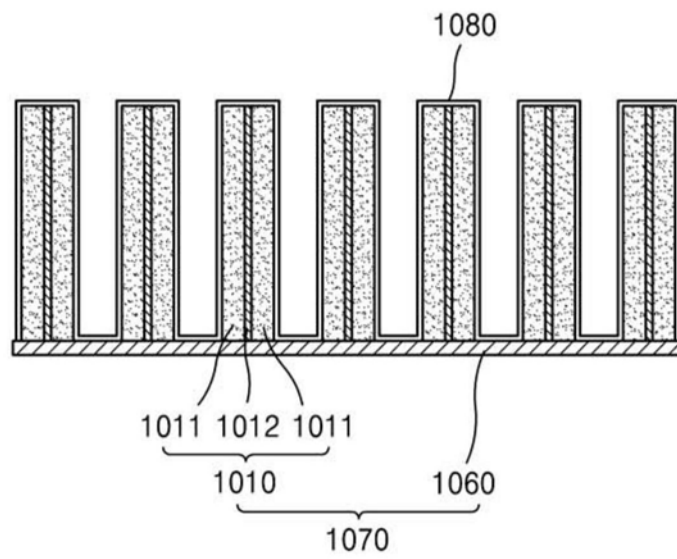


图14L

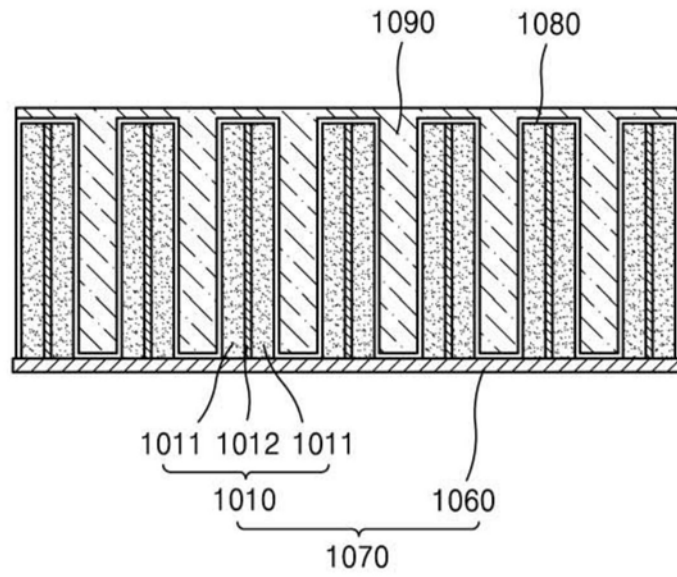


图14M

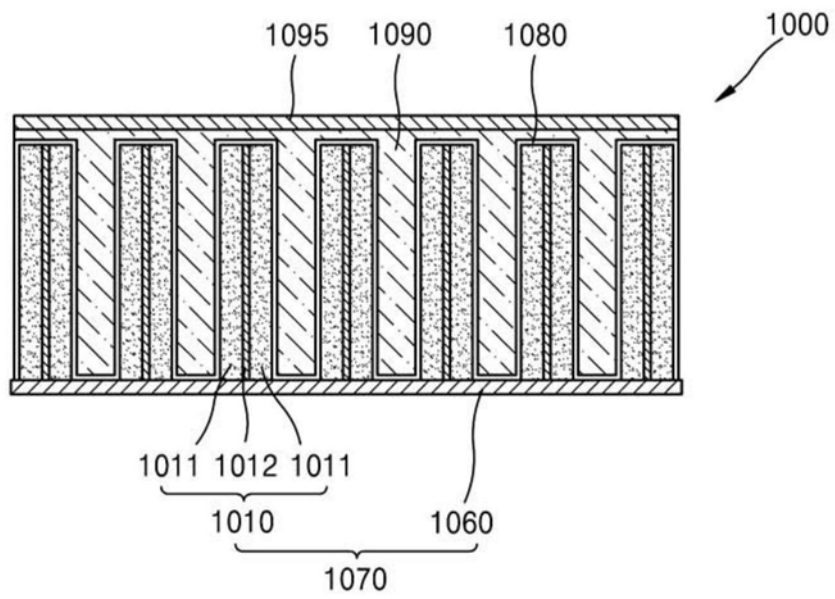


图14N