



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103035876 B

(45)授权公告日 2018.01.19

(21)申请号 201210367335.8

(22)申请日 2012.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103035876 A

(43)申请公布日 2013.04.10

(30)优先权数据
2011-217069 2011.09.30 JP

(73)专利权人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川县厚木市

(72)发明人 田岛亮太 细谷邦雄 长多刚
小国哲平 山崎舜平

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001
代理人 何欣亭 朱海煜

(51)Int.Cl.

H01M 4/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 101065877 A,2007.10.31,

CN 101834312 A,2010.09.15,

CN 101065877 A,2007.10.31,

Wang Xiaoliang等.Graphene Enhances Li Storage Capacity of Porous Single-Crystalline Silicon Nanowires.《Applied Materials & Interfaces》.2010,第2卷(第12期),摘要,第3712页左栏第2段以及附图3c、图5.

审查员 路婷婷

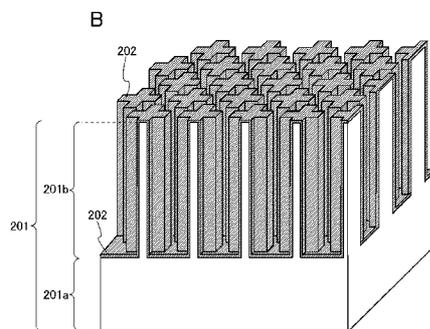
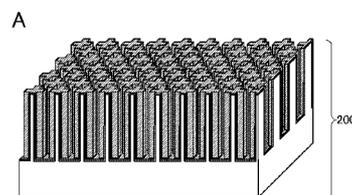
权利要求书1页 说明书21页 附图18页

(54)发明名称

蓄电装置

(57)摘要

本发明的课题是提供一种充放电容量大、能够进行急速的充放电且充放电所导致的电池特性的劣化少的蓄电装置。本发明是一种蓄电装置,其中负极包括具有多个柱状突起物的活性物质,并且垂直于柱状突起物的轴的截面形状为如十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形、Z字形那样的多角形状或包括曲线的多角形状。具有多个柱状突起物的活性物质也可以被石墨烯覆盖。



1. 一种蓄电装置的负极,包括:
包括多个突起物的活性物质;
石墨烯;
在所述多个突起物的每一个的顶部和所述石墨烯之间的保护层;以及在所述多个突起物与所述石墨烯之间的氧化硅层,
其中,所述保护层包含导电层,
其中,所述活性物质被所述石墨烯覆盖,以及
其中,垂直于所述多个突起物的每一个的轴的截面形状具有凹多角形状。
2. 根据权利要求1所述的蓄电装置的负极,其中所述凹多角形状包括十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形、Z字形以及包含其内角大于 180° 的角的形状中的任何一种。
3. 根据权利要求1所述的蓄电装置的负极,其中所述凹多角形状包括曲线。
4. 根据权利要求1所述的蓄电装置的负极,其中所述活性物质包括硅、锗、锡和铝中的一种以上。
5. 根据权利要求1所述的蓄电装置的负极,其中所述活性物质还包括共同部,所述共同部与所述多个突起物连接,并且所述多个突起物和所述共同部包含相同的材料。
6. 根据权利要求1所述的蓄电装置的负极,还包括:
集流体,
其中所述活性物质还包括在所述多个突起物与所述集流体之间的共同部,所述共同部与所述多个突起物和所述集流体连接,并且所述多个突起物和所述共同部包含相同的材料。
7. 根据权利要求1所述的蓄电装置的负极,其中以具有平移对称性的方式配置所述多个突起物。
8. 根据权利要求1所述的蓄电装置的负极,其中以交错的方式配置所述多个突起物。
9. 一种包括权利要求1所述的负极的蓄电装置。

蓄电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及蓄电装置。

背景技术

[0002] 近年来,随着环境技术的提高,对与现有的发电方式相比环境负荷小的发电装置(例如,太阳能发电装置)积极地进行研究开发。对发电技术进行开发的同时,对锂二次电池、锂离子电容器、空气电池等蓄电装置也进行开发。

[0003] 为了实现这些蓄电装置的大容量化,提出了在正极及负极中设置多个柱状突起物的技术(参照专利文献1至3)。为了降低由于该突起物施加到设置在正极和负极之间的分离器的压力,在正极及负极的每一个突起物的尖端上设置有绝缘体。

[0004] 此外,作为集成在硅芯片上的锂电池的电极,提出了设置在n型硅晶片上的亚微米直径的硅支柱(参照专利文献4)。已公开了通过岛光刻技术(island lithography)或光刻技术制造支柱。

[0005] 此外,一般来说,蓄电装置用电极一般包括:集流体以及以接触于集流体上的方式设置的活性物质等。作为负极活性物质,例如使用碳或硅等能够进行用作载流子的离子(以下,表示为载流子离子(carrier ions))的吸留及释放的材料。例如,硅或掺杂有磷的硅与碳相比,能够吸留碳的四倍的用作载流子的离子,因此其理论容量大,从蓄电装置的大容量化的观点来看是优选的。因此,通过组合上述柱状突起物结构,可以实现更大容量。

[0006] 但是,当对负极活性物质的载流子离子吸留量增大时,充放电循环中的伴随载流子离子的吸留及释放体积变化增大,使集流体与硅的密接性降低。其结果是,产生如下问题:重复充放电导致电池特性的劣化。

[0007] 于是,通过在集流体上形成由硅构成的层且在该由硅构成的层上设置由石墨构成的层,降低由硅构成的层的膨胀和收缩所导致的电池特性的劣化(参照专利文献5)。另外,硅的导电性比碳低,因此通过使用石墨覆盖硅粒子的表面且将包含该硅粒子的活性物质层形成在集流体上,制造降低了活性物质层的电阻率的负极。

[0008] 另一方面,近年来,提出了在半导体装置中使用石墨烯作为具有导电性的电子构件的技术。

[0009] 由于石墨烯具有化学稳定性和良好的电特性,所以有望应用于包括在半导体装置中的晶体管的沟道区、通孔、布线等。此外,为了提高锂离子电池用的电极材料的导电性,粒子状的活性物质被石墨或石墨烯覆盖(参照专利文献6)。

[0010] 专利文献1:日本专利申请公开2010-219030号公报

[0011] 专利文献2:日本专利申请公开2010-239122号公报

[0012] 专利文献3:日本专利申请公开2010-219392号公报

[0013] 专利文献4:日本专利申请公开2010-135332号公报

[0014] 专利文献5:日本专利申请公开2001-283834号公报

[0015] 专利文献6:日本专利申请公开2011-29184号公报。

[0016] 但是,当作为蓄电装置的电极采用上述柱状突起物时,保持该突起物的机械强度是困难的。就是说,柱状突起物在其结构上,耐冲击性及耐振动性不好。此外,由于重复进行对载流子离子的突起物的充放电,突起物变形,毕竟难以保持强度。并且,随着强度的降低,突起物从集流体滑落。此外,在圆筒型、角型等的蓄电装置中,卷绕电极而构成该蓄电装置,因此作为这些蓄电装置采用具有机械强度脆弱的突起物结构的电极是困难的。

[0017] 此外,当使用由石墨构成的层覆盖设置在集流体上的由硅构成的层时,由石墨构成的层的厚度变厚,即从亚微米变成微米单位,而使电解质和由硅构成的层之间的载流子离子的移动量降低。另一方面,在包含被石墨覆盖的硅粒子的活性物质层中,包含在活性物质层中的硅含量降低。其结果是,硅与载流子离子的反应量减少,而这会导致充放电容量的降低,并且难以进行对蓄电装置的急速充放电。

[0018] 此外,即使使用石墨烯覆盖粒子状的活性物质,也难以抑制重复充放电所导致的体积的膨胀以及由于该膨胀所导致的粒子状的活性物质的细粉化。

发明内容

[0019] 于是,本发明的一个方式提供一种充放电容量大,能够进行急速充放电且充放电所导致的电池特性的劣化少的蓄电装置。

[0020] 本发明的一个方式是一种蓄电装置,其中负极包括具有多个柱状突起物(或多个突起物)的活性物质,将垂直于突起物的轴的截面形状设定为如十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形以及Z字形那样的多角形状(或当其内角大于180度时,有时被称为凹多角形状)或包括曲线的多角形状,以与柱状突起物为四棱柱或圆柱的情况相比加强机械强度。

[0021] 本发明的一个方式是一种蓄电装置,其中负极包括集流体、集流体上的具有多个柱状突起物的活性物质,将垂直于突起物的轴的截面形状设定为如十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形以及Z字形那样的多角形状或包括曲线的多角形状,以与柱状突起物为四棱柱或圆柱的情况相比加强机械强度。

[0022] 此外,本发明的一个方式是在上述方式中多个柱状突起物和活性物质的顶面被石墨烯覆盖的蓄电装置。

[0023] 此外,本发明的一个方式是在上述方式中多个柱状突起物的每一个以具有平移对称性的方式配置的蓄电装置。

[0024] 除了多个柱状突起物以外,上述负极所具有的活性物质也可以具有与该多个柱状突起物连接的共同部。共同部是指覆盖集流体的整个面且使用与多个柱状突起物同样的材料形成的区域。当在层状的活性物质中利用蚀刻工序形成柱状突起物时,进行蚀刻去除之后残余的部分成为柱状突起物及共同部。

[0025] 在此,柱状突起物可以换言之为具有一个轴的突起物。突起物的轴是指穿过突起物的顶点(或者顶面的中心)以及突起物与共同部或集流体接触的面的中心的直线。就是说,突起物的轴是指穿过柱状突起物的纵向方向的中心的直线。此外,将多个柱状突起物的每一个的该直线在大致一致的方向平行的状态表示为多个柱状突起物的轴一致。典型的是,由多个柱状突起物的每一个的该直线构成的角度为10度以下,优选为5度以下。换言之,柱状突起物是指通过使用各向异性或各向同性蚀刻等半导体加工技术挖凿活性物质层等的方法,按照尺寸等事前的设计进行加工的结构体。如上所述,多个柱状突起物是指通过蚀

刻工序形成的结构体,并且与在任意方向随机地延伸的须状结构体不同。

[0026] 此外,上述突起物的柱状的形状包括锥体状、板状、管道状等形状。此外,也可以在多个柱状突起物的尖端与石墨烯之间具有保护层。

[0027] 共同部及多个柱状突起物可以由硅形成。或者,共同部及多个柱状突起物可以由添加有磷或硼等赋予导电型的杂质的硅形成。共同部及多个柱状突起物可以由单晶硅、多晶硅或非晶硅形成。或者,也可以共同部由单晶硅或多晶硅形成,并且多个柱状突起物由非晶硅构成。或者,也可以共同部及多个柱状突起物的一部分由单晶结构或多晶结构构成,并且多个柱状突起物的其他部分由非晶结构构成。

[0028] 此外,在本说明书中,石墨烯是指单层石墨烯或两层以上且一百层以下的多层石墨烯。单层石墨烯是指具有 π 键的一原子层的碳分子的片。此外,石墨烯也可以包含2atoms%以上且11atoms%以下的氧,优选包含3atoms%以上且10atoms%以下的氧。

[0029] 如上所述,负极的活性物质包括共同部、从共同部突出的多个柱状突起物。此外,多个柱状突起物的轴一致,并且在垂直于共同部的方向突出。因此,在负极中能够提高突起物的密度,而可以扩大活性物质的表面积。此外,在多个柱状突起物之间设置有空隙,并且因为石墨烯覆盖活性物质,所以即使充电导致活性物质的膨胀,也可以降低突起物彼此的接触。同时,即使活性物质剥离,也可以防止活性物质的破坏。另外,因为以在平面上具有平移对称性的方式配置多个柱状突起物,所以负极的均匀性高。因此,正极及负极中的局部的反应降低,且在正极和负极之间载流子离子和活性物质的反应均匀地发生。由此,当将该负极用作蓄电装置时,能够实现高速的充放电,同时可以抑制充放电所导致的活性物质的破坏及剥离。就是说,可以制造其高充放电循环特性进一步提高的蓄电装置。

[0030] 此外,垂直于柱状突起物的轴的截面形状为如十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形以及Z字形那样的多角形状或包括曲线的多角形状。当该截面形状为圆形时,因为圆是在平面上各向同性的图形,所以能够对应全方向的应力,并且与其他形状相比容易进行加工。但是,当截面形状为圆形时,为了确保需要的机械强度,需要扩大截面形状的直径。因此这是与使截面形状尽量小,增加柱状突起物的密度而实现蓄电装置的大容量化相反的结果。另一方面,当截面形状为矩形型时,产生方向性而成为只能够对应特定的方向的应力的结构阻力(structural resistance)低的结构。与此相反,通过作为其截面形状采用如十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形以及Z字形那样的凹多角形状、由正交的多个矩形部构成的形状或具有曲线的凹多角形状,本发明的一个方式的柱状突起物具有对水平应力准各向同性的稳定结构,因此可以不扩大截面形状的面积而具有能够对应全方向的应力的结构阻力。因此,可以配置多个小突起物,进而可以增大蓄电装置的容量。此外,十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形以及Z字部分地包括由正交的多个矩形部构成的形状,只要是包含由正交的多个矩形部构成的形状的形状,就可以使用这些形状。并且,包括曲线的多角形状是指具有圆形的角及曲线状的边的凹多角形状。

[0031] 此外,在截面形状为十字形等形状的情况下,与截面形状为圆形的情况相比,柱状突起物中的每体积的表面积增大。由此,通过形成垂直于突起物的轴的截面形状为十字形等形状的突起物,可以实现蓄电装置的高输出化。

[0032] 在该截面形状中,形状端的角部或凹部也可以带有圆形。因为外部应力或柱状突起物的膨胀和收缩所导致的内部应力集中在角部或凹部,所以当角部或凹部带有圆形时,

可以缓和上述集中而机械强度提高。角部或凹部的圆形也可以是由光刻工序时的曝光分辨率等的理由不可避免地形成的程度的圆形,或者可以预先意图性地设置光掩模以使角部或凸部具有圆形。

[0033] 此外,柱状突起物也可以具有平坦的顶面。通过在柱状突起物的顶面设置平坦的面,当使用间隔物形成蓄电装置时,柱状突起物可以以与该间隔物接触的方式支撑间隔物。因此,柱状突起物的顶面的平坦性越高,越可以将正极和负极之间的间隔保持为一定且均匀,而这有助于蓄电装置的小型化。此外,在柱状突起物的顶面的端部中,也可以其侧面弯曲,此时要注意不使柱状突起物的顶面的端部处于平坦面。

[0034] 此外,在蓄电装置中,通过活性物质表面与电解质接触,电解质和活性物质起反应,而在活性物质的表面上形成膜。该膜被称为SEI(Solid Electrolyte Interface:固体电解质界面),并被认为在减轻活性物质与电解质的反应且实现稳定化上是需要的。但是,当该膜变厚时,载流子离子难以吸留在活性物质中,而产生如下问题:活性物质和电解质之间的载流子离子的传导性的降低等。于是,如本发明的一个方式所示那样,通过使用石墨烯覆盖活性物质,可以抑制该膜的厚度的增加,其结果是,可以抑制载流子离子的传导性的降低。

[0035] 因为硅的导电性比碳低,并且因充放电而产生的非晶化使导电性进一步降低,所以使用硅作为活性物质的负极的电阻率增高。但是,因为石墨烯的导电性高,所以通过使用硅覆盖石墨烯,在用作载流子离子透过的部分的石墨烯中可以使电子的移动充分快。此外,因为石墨烯是薄的片状,所以通过使用石墨烯覆盖多个柱状突起物,可以进一步增多包含在活性物质层的硅量,并且,载流子离子的移动比石墨容易。其结果是,可以提高载流子离子的传导性,且可以提高用作活性物质的硅与载流子离子的反应性,载流子离子容易吸留在硅中。由此,在使用该负极的蓄电装置中,能够实现急速的充放电。

[0036] 根据本发明的一个方式,通过至少包括具有多个柱状突起物的活性物质以及覆盖该活性物质的石墨烯,可以提供一种充放电容量高,能够进行急速的充放电并且充放电所导致的劣化少的蓄电装置。

附图说明

[0037] 图1A和图1B是说明负极的图;

[0038] 图2A和图2B是说明负极的图;

[0039] 图3A至图3C是说明负极所具有的突起物的截面形状的图;

[0040] 图4A至图4D是说明负极所具有的突起物的截面形状的图;

[0041] 图5A至图5C是说明负极的制造方法的图;

[0042] 图6A和图6B是说明负极的图;

[0043] 图7A和图7B是说明负极的图;

[0044] 图8A和图8B是说明负极的图;

[0045] 图9A至图9C是说明负极的制造方法的图;

[0046] 图10A至图10C是说明正极的图;

[0047] 图11A和图11B是说明正极的图;

[0048] 图12是说明蓄电装置的图;

[0049] 图13是说明电气设备的图；

[0050] 图14A至图14C是说明电气设备的图；

[0051] 本发明的选择图为图6A和图6B。

[0052] 标号说明

[0053] 100 负极；100a 负极；100b 负极；101 活性物质；101a 共同部；101b 柱状突起物；103 保护层；200 负极；200a 负极；200b 负极；201 活性物质；201a 共同部；201b 柱状突起物；202 石墨烯；203 保护层；300 负极；301 活性物质；301a 共同部；301b 柱状突起物；302 石墨烯；400 正极；401 正极集流体；402 正极活性物质层；403 正极活性物质；404 石墨烯；405 间隔物；500 锂二次电池；501 负极集流体；503 负极活性物质层；505 负极；507 正极集流体；509 正极活性物质层；511 正极；513 分离器；515 电解质；517 外部端子；519 外部端子；521 垫圈；5000 显示装置；5001 框体；5002 显示部；5003 扬声器部；5004 蓄电装置；5100 照明装置；5101 框体；5102 光源；5103 蓄电装置；5104 天花板；5105 侧壁；5106 地板；5107 窗户；5200 室内机；5201 框体；5202 送风口；5203 蓄电装置；5204 室外机；5300 电冷藏冷冻箱；5301 框体；5302 冷藏室用门；5303 冷冻室用门；5304 蓄电装置；9033 卡子；9034 显示模式切换开关；9035 电源开关；9036 省电模式切换开关；9038 操作开关；9630 框体；9631 显示部；9631a 显示部；9631b 显示部；9632a 区域；9632b 区域；9633 太阳能电池；9634 充放电控制电路；9635 电池；9636 DCDC转换器；9637 转换器；9638 操作键；9639 键盘显示切换按钮。

具体实施方式

[0054] 以下，参照附图说明本发明的实施方式。但是，实施方式可以以多个不同方式来实施，所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实，就是其方式和详细内容可以被变换为各种各样的形式而不脱离本发明的宗旨及其范围。因此，本发明不应该被解释为仅限定在以下实施方式所记载的内容中。

[0055] 实施方式1

[0056] 在本实施方式中，使用图1A至图5C说明充放电所导致的劣化少且充放电循环特性高的蓄电装置的负极的结构及其制造方法。

[0057] 图1A是负极100的透视图。负极100是用作活性物质的构造。

[0058] 在此，活性物质是指与载流子离子的吸留及释放有关的物质。活性物质层除了活性物质以外还具有导电助剂、粘合剂、石墨烯等中的任一种以上。因此，“活性物质”和“活性物质层”有区别。

[0059] 此外，将使用锂离子作为载流子离子的二次电池称为锂二次电池。此外，作为代替锂离子能够使用的载流子离子，有：钠离子、镓离子等的碱金属离子；钙离子、铟离子、钡离子等的碱土金属离子；铍离子；或镁离子等。

[0060] 使用图1B、图2A和图2B说明负极100的详细结构。此外，在图2A及图2B中，将负极100的典型的方式示出为负极100a、100b。

[0061] 图1B是负极100的扩大透视图，图2A和图2B是负极100的扩大截面图。负极100具有活性物质101。此外，活性物质101具有共同部101a、从共同部101a突出的柱状突起物101b。如图1B所示那样，多个柱状突起物101b在共同部101a的顶面以一定的间隔配置。以当柱状

突起物101b吸留载流子离子而其体积膨胀时不与其他柱状突起物接触的程度密度设置该间隔。这样,通过多个柱状突起物101b设置在活性物质101中,可以大幅度地增加负极的表面积且提高充放电容量。

[0062] 共同部101a用作柱状突起物101b的基层。此外,共同部101a是连续的层,而共同部101a与多个柱状突起物101b接触。此外,柱状突起物101b的顶部或棱也可以弯曲。通过柱状突起物101b的顶部或棱弯曲,即突起物的端部没有角部,可以缓和由于伴随载流子离子的脱离和插入的体积的膨胀和收缩所导致的应力集中在角部,而可以抑制柱状突起物的变形。

[0063] 此外,在图1A和图1B中柱状突起物101b具有十字形的垂直于突起物的轴的截面形状。此时,截面形状是指包括大致平行于形成有柱状突起物的面的平面的、柱状突起物的截面形状。此外,柱状突起物101b具有平坦的顶面。通过在柱状突起物的顶面设置平坦面,当使用后述的间隔物时,以接触该间隔物的方式能够支撑间隔物。由此,柱状突起物的顶面的平坦性越高,柱状突起物的屈曲强度越高,并且可以将正极和负极之间的间隔保持为固定且均匀,这有助于蓄电装置的可靠性的提高及小型化。此外,在柱状突起物的顶面的端部中,也可以其侧面弯曲,此时要注意不使柱状突起物的顶面的端部处于平坦面。

[0064] 在图1A和图1B中,柱状突起物101b的截面形状是十字形。突起物的截面形状不局限于此,既可以是如H字形、L字形、I字形、T字形、U字形、Z字形那样的多角形状或包括曲线的多角形状,又可以是它们和十字形的组合等。

[0065] 作为活性物质101,使用能够进行用作载流子的离子的吸留及释放的硅、锗、锡、铝等中的任一种以上。此外,作为活性物质101,优选使用充放电理论容量高的硅。或者,也可以使用添加有磷、硼等赋予一个导电型的杂质元素的硅。添加有磷、硼等赋予一个导电型的杂质元素的硅的导电性提高,因此可以提高负极的导电率。

[0066] 共同部101a及多个柱状突起物101b适当地采用单晶结构或多晶结构。或者,也可以共同部101a采用单晶结构或多晶结构,并且多个柱状突起物101b采用非晶结构。或者,可以共同部101a及多个柱状突起物101b的一部分采用单晶结构或多晶结构,并且多个柱状突起物101b的其他部分采用非晶结构。此外,该多个柱状突起物101b的一部分包含至少接触于共同部101a的区域。

[0067] 此外,共同部101a与多个柱状突起物101b的边界不明确。由此,将在活性物质101中穿过形成在多个柱状突起物101b间的谷中的最深的谷底、且将在活性物质101中与形成有柱状突起物101b的面平行的面定义为共同部101a与多个柱状突起物101b的边界104。

[0068] 此外,多个柱状突起物101b的纵向一致。就是说,多个柱状突起物101b的轴105一致。更优选的是,多个柱状突起物101b的每一个的形状大致一致。通过采用这种结构,可以控制活性物质的体积。此外,突起物的轴105是指穿过突起物的顶点(或顶面的中心)以及突起物与共同部接触的面的中心的直线。就是说,轴105是指穿过柱状突起物的纵向的中心的直线。此外,多个柱状突起物的轴一致是指在多个柱状突起物的每一个的该直线在大致一致的方向平行,典型的是,由多个柱状突起物的每一个的轴构成的角度为10度以下,优选为5度以下。

[0069] 此外,将多个柱状突起物101b从共同部101a延伸的方向称为纵向,并将沿纵向切断的截面形状称为纵向的截面形状。

[0070] 关于柱状突起物101b,垂直于突起物的轴的截面形状的宽度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $1\mu\text{m}$ 以下,优选为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $0.5\mu\text{m}$ 以下。此外,柱状突起物101b的高度为突起物的宽度的5倍以上且100倍以下,优选为10倍以上且50倍以下,典型的是, $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下,优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下。

[0071] 通过将柱状突起物101b的垂直于突起物的轴的截面形状的宽度设定为 $0.1\mu\text{m}$ 以上,还可以增高充放电容量,并且通过将其设定为 $1\mu\text{m}$ 以下,即使在进行充放电时突起物膨胀也可以防止突起物的崩溃。通过将柱状突起物101b的高度设定为 $0.5\mu\text{m}$ 以上,可以提高充放电容量,并且通过将其设定为 $100\mu\text{m}$ 以下,即使在进行充放电时突起物膨胀也可以防止突起物的崩溃。

[0072] 此外,柱状突起物101b中的“高度”是指在纵向的截面形状中,沿着穿过柱状突起物101b的顶点(或顶面的中心)的轴的方向的该顶点与共同部101a之间的间隔。

[0073] 此外,多个柱状突起物101b分别拉开固定的间隔地设置在共同部101a上。柱状突起物101b的间隔优选为柱状突起物101b的宽度的1.29倍以上且2倍以下。之后详细说明,该范围基于优选将在柱状突起物的顶面的配置中反复的基本结构的最小单位中、柱状突起物101b所占的比例设定为25%以上且60%以下。其结果是,即使使用该负极的蓄电装置的充电导致柱状突起物101b的体积的膨胀,柱状突起物101b彼此也不接触,而可以抑制柱状突起物101b的破坏,同时可以阻碍蓄电装置的充放电容量的降低。

[0074] 此外,因为在负极100的活性物质101中多个柱状突起物101b从共同部101a突出,所以活性物质101的表面积比板状活性物质宽。另外,多个柱状突起物的轴一致且在垂直于共同部的方向突出,因此可以提高负极中的突起物的密度,而可以进一步扩大表面积。另外,在多个柱状突起物间设置有空隙,因此即使充电导致活性物质的膨胀,也可以降低突起物彼此的接触。此外,如后面所述,多个柱状突起物具有平移对称性,在负极中以高均匀性形成有多个柱状突起物,因此降低正极及负极中的局部的反应,且在正极和负极之间载流子离子和活性物质的反应均匀地发生。由此,当将负极100用于蓄电装置时,可以实现高速的充放电同时可以抑制充放电所导致的活性物质的破坏及剥离,而可以制造其循环特性进一步提高的蓄电装置。并且,通过将突起物的形状设为大致一致,可以减少局部的充放电同时可以控制活性物质的重量。此外,当突起物的高度一致时,可以防止电池制造工序中的局部的负荷,而可以提高成品率。由此,可以控制电池的规格。

[0075] 此外,如图2B所示的负极100b那样,也可以在包含在活性物质101的多个柱状突起物101b的顶面设置保护层103。

[0076] 作为保护层103,可以适当地使用导电层、半导体层或绝缘层。保护层103的厚度优选为 100nm 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下。此外,通过使用其蚀刻速度慢于活性物质101的材料形成保护层103,保护层103起到通过蚀刻形成多个柱状突起物时的硬质掩模的作用,而可以降低多个柱状突起物的高度的不均匀。

[0077] 使用图3A至图3C说明本实施方式所示的电极的截面形状。

[0078] 图3A是共同部101a以及从共同部101a突出的多个柱状突起物101b的俯视图。在此,在上下左右的方向以相同间隔配置有垂直于突起物的轴的截面形状为十字形的多个柱状突起物101b。在图3A至图3C中,柱状突起物101b的截面形状是十字形。但是突起物的截面形状不局限于此,既可以是H字形、L字形、I字形、T字形、U字形、Z字形,又可以是它们和十字

形的组合等。就是说,截面形状不是圆形或椭圆形,而是组合多个矩形形状的多角形状或包括曲线的多角形状。

[0079] 垂直于突起物的轴的截面形状为圆形时,因为圆是在平面上各向同性的图形,所以能够对应全方向(在包含圆的平面中,从圆的中心朝向圆之外的所有方向。)的应力。此外,与其他形状相比容易进行加工。但是,当截面形状为圆形时,为了确保需要的机械强度需要扩大截面形状的直径。这是与使截面形状尽量小,增加柱状突起物的密度而实现蓄电装置的大容量相反的结果。另一方面,当截面形状为单纯的矩形时,产生方向性而成为只能够对应特定的方向的应力的结构阻力低的结构。与此相反,通过作为柱状突起物的截面形状采用如十字形、H字形、L字形、I字形、T字形、U字形以及Z字形那样的多角形状或包括曲线的多角形状,柱状突起物具有对水平应力准各向同性的稳定结构,因此可以不扩大截面形状的面积而具有能够对应全方向的应力的结构阻力。因此,可以配置多个小突起物,进而可以增大蓄电装置的容量。

[0080] 此外,在截面形状为十字形等的情况下,与截面形状为圆形的情况相比,柱状突起物中的每体积的表面积增大。由此,通过形成其截面形状为十字形等多角形状或包括曲线的多角形状的突起物,可以实现蓄电装置的高输出化。

[0081] 图3B是将图3A多个柱状突起物101b在方向a移动时的俯视图。在图3A和图3B中,多个柱状突起物101b的位置是相同的。此外,在此,在图3A中,多个柱状突起物101b在方向a的方向移动,但是即使在方向b、方向c的每一个方向移动,也可以是与图3B同样的配置。就是说,在排列有柱状突起物的截面的平面坐标中,图3A所示的多个柱状突起物101b具有在平移运行时有既定的距离也对称的平移对称性。此外,图3A所示的多个柱状突起物101b因为例如当以十字形的截面形状的中心为轴旋转 90° 时,与原有的截面形状重叠,所以具有旋转对称性。

[0082] 在此,在图3A的柱状突起物的截面的配置中,使用线110示出重复的基本结构的最小单位(以下,称为对称性的单位)。在对称性的单位中,柱状突起物101b所占的比例优选为25%以上且60%以下。就是说,对称性的单位中的柱状突起物间的空隙率优选为40%以上且75%以下。当在对称性的单位中柱状突起物101b所占的比例为25%以上时,可以将负极中的充放电容量的理论容量设定为1000mAh/g以上。另一方面,当柱状突起物101b所占的比例为60%时,充放电容量变成最大(就是说,理论容量),并且即使相邻的突起物膨胀它们彼此也不接触,而可以防止突起物的破坏。其结果是,可以实现高充放电容量,同时可以降低充放电所导致的负极的劣化。

[0083] 在图3A中,柱状突起物101b所占的比例为31%左右。与此相反,在图3C中,在既定的方向以交错(之字形)的方式配置有具有十字形截面形状的柱状突起物。此时,柱状突起物101b所占的比例为50%左右,与图3A所示的柱状突起物的配置相比,可以增大充放电的理论容量。

[0084] 此外,图4A至图4D示出垂直于柱状突起物的轴的截面形状为十字形以外的形状的例子。图4A是示出柱状突起物的截面形状为U字形的图。图4B是示出柱状突起物的截面形状为H字形或I字形的图。图4C是示出柱状突起物的截面形状为L字形的图。图4D是示出柱状突起物的截面形状为T字形的图。图4A至图4D所示的柱状突起物的截面形状都是组合多个矩形的图形,并且这些图形的配置具有平移对称性。

[0085] 通过以具有平移对称性的方式配置多个柱状突起物,可以降低多个柱状突起物的每一个的电子传导性的不均匀。由此,正极及负极中的局部的反应被降低且载流子离子和活性物质的反应均匀地发生,而可以防止扩散过电压(浓度过电压),同时可以提高电池特性的可靠性。

[0086] 此外,图4A至图4D所示的截面形状具有能够对应全方向的应力的结构。由此,负极的机械强度得到提高。此外,以交错(之字形)的方式配置截面形状,因此有助于进一步提高强度。

[0087] 接着,使用图5A至图5C说明负极100的制造方法。在此,作为负极100的一个方式使用图2A所示的负极100a而进行说明。

[0088] 如图5A所示,在硅衬底120上形成掩模121。

[0089] 使用单晶硅衬底或多晶硅衬底作为硅衬底120。此外,通过使用添加有磷的n型硅衬底、添加有硼的p型硅衬底作为硅衬底,可以不设置集流体而将活性物质用作负极。

[0090] 掩模121可以利用光刻工序形成。此外,掩模121可以利用喷墨法、印刷法等形成。作为掩模121的顶面图案,使用如图3A至图3C或图4A至图4D那样的以既定的间隔配置十字形等的图形的图案。

[0091] 接着,使用掩模121对硅衬底120选择性地蚀刻,如图5B所示那样,形成具有共同部101a及多个柱状突起物101b的活性物质101。作为硅衬底的蚀刻方法,可以适当地使用干蚀刻法、湿蚀刻法。此外,通过使用深蚀刻法的博世(BOSCH)法,可以形成高的突起物。

[0092] 例如,通过使用ICP(Inductively Coupled Plasma:感应耦合等离子体)装置且作为蚀刻气体使用氯、溴化氢及氧来对n型硅衬底进行蚀刻,可以形成具有共同部101a及多个柱状突起物101b的活性物质101。另外,在此调整蚀刻时间,以便使共同部101a残留。此外,适当地调整蚀刻气体的流量比即可,作为蚀刻气体的流量比的一个例子,可以将氯、溴化氢及氧的每个流量比设定为10:15:3。

[0093] 如本实施方式所示那样,通过使用掩模对硅衬底进行蚀刻,可以形成其轴一致的多个柱状突起物。此外,可以形成其截面形状为十字形等任意形状的柱状突起物。并且,可以形成其立体形状大致一致的多个柱状突起物。

[0094] 最后,通过去除掩模121,如图5C所示那样,可以制造负极100a。

[0095] 根据本实施方式,可以形成图2A所示的负极100a。

[0096] 此外,在硅衬底120上形成保护层,在该保护层上形成掩模121,使用该掩模121形成被分离的保护层103(参照图2B),然后使用该掩模121及被分离的保护层对硅衬底120选择性地蚀刻,由此可以形成图2B所示的负极100b。此时,当多个柱状突起物101b高,即蚀刻时间长时,在蚀刻工序中掩模的厚度逐渐变薄,一部分掩模被去除,而使硅衬底120露出。其结果是,突起物的高度产生偏差,但是通过将分离的保护层103用作硬质掩模,可以防止硅衬底120的露出,并且可以减小突起物的高度的偏差。

[0097] 实施方式2

[0098] 在本实施方式中,使用图6A至图7B说明一种充放电所导致的劣化少且具有高充放电循环特性的蓄电装置的负极的结构及其制造方法。本实施方式所说明的负极的与实施方式1不同之处在于设置石墨烯的结构。

[0099] 图6A是负极200的透视图。负极200是作为活性物质起作用的结构。

[0100] 使用图6B、图7A及图7B说明负极200的详细结构。在图7A和图7B中,作为负极200的典型的方式分别示出负极200a、200b而进行说明。

[0101] 本实施方式所示的负极200是实施方式1所示的负极100的表面被石墨烯202覆盖的负极。就是说,负极200具有活性物质201以及覆盖活性物质201的石墨烯202。包括柱状突起物的截面形状的其他结构与实施方式1所示的负极100相同。

[0102] 石墨烯202覆盖共同部201a的顶面、柱状突起物201b的侧面及顶面。石墨烯也可以与活性物质的各部分直接接触,此外,在能够进行载流子离子的对活性物质的脱离及插入的范围中,在活性物质和石墨烯之间存在有氧化膜等的绝缘膜是允许的。

[0103] 石墨烯202用作导电助剂。此外,有时石墨烯202用作活性物质。

[0104] 石墨烯202包括单层石墨烯或多层石墨烯。石墨烯202是长度几 μm 的片状。

[0105] 单层石墨烯是指具有 π 键的1原子层的碳分子的片,其厚度极薄。此外,由碳构成的六元环在平面方向扩展,并且在其一一部分形成有七元环、八元环、九元环以及十元环等六元环的一部分的碳键被断裂的多元环。

[0106] 此外,有时多元环由碳及氧构成。或者,有时多元环的碳与氧键合。当石墨烯包含氧时,六元环的一部分的碳键被断裂,该键被断裂的碳与氧键合而形成多元环。因此,在该碳与氧的键的内部具有间隙,该间隙用作离子能够移动的通路。就是说,包含在石墨烯的氧的比例越多,作为离子能够移动的通路的间隙的比例越增加。

[0107] 此外,石墨烯202包含氧时,氧的比例为全体的2atomic%以上且11atomic%以下,优选为3atomic%以上且10atomic%以下。氧的比例越低,越可以提高石墨烯的导电性。此外,越增加氧的比例,可以形成更多的在石墨烯中用作离子的通路的间隙。

[0108] 当石墨烯202采用多层石墨烯时,因为由多个单层石墨烯构成,典型的是由2层以上且100层以下的单层石墨烯构成石墨烯202,所以其厚度极薄。通过单层石墨烯包含氧,石墨烯的层间距离大于0.34nm且0.5nm以下,优选为0.38nm以上且0.42nm以下,更优选为0.39nm以上且0.41nm以下。在一般的石墨烯中,因为单层石墨烯的层间距离为0.34nm。因为石墨烯202的层间距离比石墨长,所以在与单层石墨烯的表面平行的方向的离子的移动变容易。此外,石墨烯202包含氧,并且由包括多元环的单层石墨烯或多层石墨烯构成,在各处具有间隙。因此,当石墨烯202采用多层石墨烯时,离子能够在以下的间隙移动:与单层石墨烯的表面平行的方向、即单层石墨烯彼此的间隙,以及在与石墨烯的表面垂直的方向、即设置在单层石墨烯的每一个中的间隙。

[0109] 通过使用硅作为负极的活性物质,与使用石墨作为活性物质的情况相比,理论吸附容量大,因此有利于蓄电装置的小型化。

[0110] 此外,因为在负极200的活性物质201中从共同部201a突出有多个柱状突起物201b,所以与板状的负极活性物质相比其表面积宽。此外,因为多个柱状突起物的轴一致且在与共同部垂直的方向多个柱状突起物突出,所以在负极中可以提高突起物的密度且进一步增加表面积。此外,在多个柱状突起物间设置有空隙,并且石墨烯覆盖活性物质,因此即使因充电而活性物质膨胀,也可以减少突起物彼此的接触。并且,即使活性物质剥离,因石墨烯也可以防止活性物质的破坏。另外,多个柱状突起物具有平移对称性,在负极中以高均匀性形成有多个柱状突起物,因此降低正极及负极中的局部的反应,且在正极和负极之间载流子离子和活性物质的反应均匀地发生。由此,当将负极200用于蓄电装置时,可以实现

高速的充放电同时可以抑制充放电所导致的活性物质的破坏及剥离,而可以制造其循环特性进一步提高的蓄电装置。并且,通过将突起物的形状设为大致一致,可以降低局部的充放电同时可以控制活性物质的重量。此外,当突起物的高度一致时,可以防止电池制造工序中的局部的负荷,而可以提高成品率。由此,可以控制电池的规格。

[0111] 此外,在蓄电装置中,通过活性物质201的表面与电解质接触,电解质和活性物质起反应,而在活性物质的表面上形成膜。该膜被称为SEI(Solid Electrolyte Interface:固体电解质界面),并被认为在减轻活性物质与电解质的反应且实现稳定化上是需要的。但是,当该膜变厚时,载流子离子难以被活性物质吸留,而产生如下问题:活性物质和电解质之间的载流子离子的传导性的降低等。

[0112] 通过使用石墨烯202覆盖活性物质201,可以抑制该膜的厚度的增加,其结果是,可以抑制载流子离子的传导性的降低。

[0113] 此外,因为石墨烯的导电性高,所以通过使用石墨烯覆盖硅,在石墨烯中可以使电子的移动充分快。此外,因为石墨烯是厚度较薄的片状,所以通过在多个柱状突起物上设置石墨烯,可以增多包含在活性物质层中的活性物质质量,并且,载流子离子的移动比石墨容易。其结果是,可以提高载流子离子的传导性,且可以提高用作活性物质的硅与载流子离子的反应性,载流子离子容易吸留在活性物质中。由此,在使用该负极的蓄电装置中,能够实现急速的充放电。

[0114] 此外,也可以在活性物质201与石墨烯202之间具有氧化硅层。通过在活性物质201上设置氧化硅层,当进行蓄电装置的充电时,用作载流子的离子被插入到氧化硅中。其结果是,形成 Li_4SiO_4 、 Na_4SiO_4 、 K_4SiO_4 等碱金属硅酸盐; Ca_2SiO_4 、 Sr_2SiO_4 、 Ba_2SiO_4 等碱土金属硅酸盐; Be_2SiO_4 、 Mg_2SiO_4 等硅酸盐化合物。这些硅酸盐化合物用作载流子离子的移动路径。此外,通过具有氧化硅层,可以抑制活性物质201的膨胀。由此,可以边维持充放电容量边抑制活性物质201的破坏。此外,即使在充电之后进行放电,用作载流子离子的金属离子也不都从形成在氧化硅层的硅酸盐化合物中被释放且其一部分残留,因此氧化硅层成为氧化硅和硅酸盐化合物的混合层。

[0115] 此外,优选将该氧化硅层的厚度设定为2nm以上且10nm以下。通过将氧化硅层的厚度设定为2nm以上,可以缓和因充放电而发生的活性物质201的膨胀。此外,当氧化硅层的厚度为10nm以下时,用作载流子的离子的移动容易,而可以阻碍充放电容量的降低。通过在活性物质201上设置氧化硅层,可以缓和充放电中的活性物质201的膨胀和收缩,并且可以抑制活性物质201的破坏。

[0116] 此外,如图7B所示的负极200b那样,也可以在包含在活性物质201的多个柱状突起物201b的顶部和石墨烯202之间设置保护层203。

[0117] 作为保护层203,可以适当地使用导电层、半导体层或绝缘层。保护层203的厚度优选为100nm以上且10 μm 以下。此外,通过使用其蚀刻速度慢于活性物质201的材料形成保护层203,保护层203起到通过蚀刻形成多个柱状突起物时的硬质掩模的作用,而可以降低多个柱状突起物的高度的不均匀。

[0118] 接着,对负极200的制造方法进行说明。该制造方法到形成具有多个柱状突起物的活性物质的工序与实施方式1所示的制造方法相同。

[0119] 通过在活性物质201上形成石墨烯202,如图7A所示那样,可以制造负极200a。

[0120] 作为石墨烯202的形成方法有气相法,其中在活性物质201上形成镍、铁、金、铜或包含它们的合金作为核之后,在包含甲烷、乙炔等碳化氢的气氛下从核使石墨烯成长。此外还有液相法,其中在使用包含氧化石墨烯的分散液在活性物质201的表面上设置氧化石墨烯之后,还原氧化石墨烯来形成石墨烯。

[0121] 通过将氧化石墨烯分散到溶剂的方法以及在溶剂中使石墨氧化之后将氧化石墨分离为氧化石墨烯的方法等,可以得到包含氧化石墨烯的分散液。在此,说明使用使石墨氧化之后将氧化石墨分离为氧化石墨烯而形成的包含氧化石墨烯的分散液,在活性物质201上形成石墨烯202的方法。

[0122] 在本实施方式中,使用被称为Hummers法的氧化法形成氧化石墨烯。在Hummers法中,对单晶石墨粉末添加过锰酸钾的硫酸溶液、过氧化氢水等而起氧化反应来形成包含氧化石墨的混合液。由于石墨中的碳的氧化,石墨具有羧基等的羰基、羟基等的官能团。由此,与石墨相比氧化石墨中的多个石墨烯的层间距离长。接着,通过对包含氧化石墨的混合液施加超声波振动,可以劈开其层间距离长的氧化石墨而使氧化石墨烯分离,同时可以形成包含氧化石墨烯的分散液。此外,也可以适当地使用Hummers法以外的氧化石墨烯的形成方法。

[0123] 此外,氧化石墨烯具有环氧基、羧基等的羰基、羟基等。此外,因为在具有极性的液体中氢电离,所以具有羰基的氧化石墨烯被离子化,而不同的氧化石墨烯彼此不容易凝集。因此,在具有极性的液体中,氧化石墨烯均匀地分散,并且可以在后面的工序中在氧化硅层的表面以均匀的比例设置氧化石墨烯。

[0124] 作为将活性物质201浸渍在包含氧化石墨烯的分散液中,并在活性物质201上设置氧化石墨烯的方法,有涂敷法、旋涂法、浸渍法、喷射法、电泳法等。此外,也可以组合这些方法中的多个。此外,当使用电泳法时,由于可以将被离子化的氧化石墨烯电气地移动到活性物质中,因此可以将氧化石墨烯设置到共同部与多个柱状突起物接触的区域。因此,即使在多个柱状突起物较高时,也可以在共同部及多个柱状突起物的表面均匀地设置氧化石墨烯。

[0125] 作为还原设置在活性物质201上的氧化石墨烯的方法,有如下方法:在真空中或惰性气体(氮或稀有气体等)中等的气氛下,以150℃以上,优选为200℃以上的温度且活性物质201能够承受的温度以下进行加热的方法。进行加热的温度越高或进行加热的时间越长,氧化石墨烯越容易被还原而可以得到纯度高(即,碳以外的元素的浓度低)的石墨烯。或者还有将氧化石墨烯浸在还原性溶液中并还原氧化石墨烯的方法。

[0126] 注意,在Hummers法中使用硫酸对石墨进行处理,所以虽然氧化石墨与砷基等键合,但是这种分解(脱离)在300℃左右的温度下开始。因此,在通过加热还原氧化石墨烯的方法中,优选在300℃以上的温度下进行氧化石墨烯的还原。

[0127] 在上述还原处理中相邻的石墨烯彼此键合而成为更巨大的网眼状或片状。此外,在该还原处理中,由于氧的脱离在石墨烯内形成间隙。并且,石墨烯彼此以平行于衬底的方式重叠。其结果是,形成离子在石墨烯的层间及石墨烯内的间隙中能够移动的石墨烯。

[0128] 根据本实施方式,可以形成图7A所示的负极200a。

[0129] 实施方式3

[0130] 在本实施方式中,使用图8A和图8B说明充放电所导致的劣化少且充放电循环特性高的蓄电装置的负极的结构及其制造方法。本实施方式所说明的负极的与实施方式1不同之处在于具有集流体的结构,并且说明设置石墨烯的结构。

[0131] 图8A及图8B是负极300的俯视图。在负极300中,在集流体303上设置活性物质层。

[0132] 图8B是集流体303及活性物质层的扩大截面图。在集流体303上设置活性物质层。此外,活性物质层具有活性物质301及覆盖活性物质301的石墨烯302。此外,活性物质301具有共同部301a以及从共同部301a突出的多个柱状突起物301b。此外,多个柱状突起物301b的纵向一致。就是说,多个柱状突起物301b的轴一致。

[0133] 集流体303可以使用以不锈钢、金、铂、锌、铁、铝、铜及钛等为代表的金属以及它们的合金等的导电性高的材料。此外,作为集流体303,优选使用添加有硅、钛、钨、钽、钼等的提高耐热性的元素的铝合金。此外,集流体303可以使用与硅起反应而形成硅化物的金属元素。作为与硅起反应而形成硅化物的金属元素,可以举出锆、钛、钪、钒、铌、钽、铬、钼、钨、钴、镍等。

[0134] 集流体303可以适当地具有箔状、板状(片状)、网状、冲孔网金属状、冲压网金属状等的形状。

[0135] 活性物质301可以适当地使用与实施方式1所示的活性物质101同样的材料。

[0136] 共同部301a与实施方式1所示的共同部101a相同,用作多个柱状突起物301b的基底,是在集流体303上连续的层。此外,共同部301a及多个柱状突起物301b彼此接触。

[0137] 多个柱状突起物301b可以适当地使用实施方式1所示的多个柱状突起物101b的形状。

[0138] 共同部301a及多个柱状突起物301b可以适当地具有单晶结构、多晶结构或非晶结构。此外,也可以采用微晶结构等的位于上述结构的中间的结晶结构。并且,也可以共同部301a采用单晶结构或多晶结构,多个柱状突起物301b采用非晶结构。或者,可以共同部301a及多个柱状突起物301b的一部分采用单晶结构或多晶结构,多个柱状突起物301b的其他部分采用非晶结构。此外,该多个柱状突起物301b的一部分至少包括与共同部301a接触的区域。

[0139] 作为多个柱状突起物301b的宽度及高度,可以采用与实施方式1所示的柱状突起物101b相同的宽度及高度。

[0140] 石墨烯302可以适当地使用与实施方式2所示的石墨烯202同样的结构。

[0141] 此外,虽然未图示,但是也可以活性物质没有共同部,而在集流体303上设置有分离的多个柱状突起物301b,在集流体303及多个柱状突起物301b上形成石墨烯302。此外,多个柱状突起物301b的轴一致。

[0142] 此时,因为石墨烯302与集流体303的一部分接触,所以在石墨烯302中电子容易流动,而可以提高载流子离子与活性物质的反应性。

[0143] 此外,当使用形成硅化物的金属材料作为集流体303时,有时在集流体303中硅化物层形成在与活性物质301接触的一侧。当将形成硅化物的金属材料用于集流体303时,形成硅化钛、硅化锆、硅化钪、硅化钒、硅化铌、硅化钽、硅化铬、硅化钼、硅化钨、硅化钴、硅化镍等作为硅化物层。

[0144] 在本实施方式所示的负极中,可以将集流体303用作支撑体而设置活性物质层。因

此,当集流体303具有箔状、网状等柔性时,可以制造具有柔性的负极。

[0145] 接着,负极300的制造方法与实施方式1所示的方法相同,但是本实施方式的与实施方式1所示的方法不同之处在于:在集流体303上形成硅层,并且进行蚀刻工序形成具有共同部301a和柱状突起物301b的活性物质301。

[0146] 使用图9A至图9C说明负极300的具体制造方法。首先,在集流体303上形成硅层320。接着,对硅层320与实施方式1同样地形成掩模321。

[0147] 可以适当地利用CVD法、溅射法、蒸镀法等形成硅层320。使用单晶硅、多晶硅或非晶硅作为硅层320。此外,硅层320既可以是添加有磷的n型硅层,又可以是添加有硼的p型硅层。

[0148] 接着,使用掩模321对硅层320选择性地蚀刻,来形成图9B所示那样的具有共同部301a及多个柱状突起物301b的活性物质301。作为硅层320的蚀刻方法,可以适当地使用干蚀刻法、湿蚀刻法。此外,即使采用干蚀刻法,也通过使用博世法可以形成高度较高的突起物。

[0149] 接着,通过在去除掩模321之后在活性物质301上形成石墨烯302,可以制造在集流体303上具有活性物质层的负极300。

[0150] 石墨烯302可以与实施方式2所示的石墨烯202同样地制造。

[0151] 此外,在图9B中,通过对共同部301a进行蚀刻而使集流体303露出,可以制造集流体上只具有柱状突起物301b作为活性物质的负极。

[0152] 此外,在硅层320上形成保护层(未图示),在该保护层上形成掩模321,并且使用该掩模321形成被分离的保护层(参照图7B),然后使用该掩模321及被分离的保护层对硅层320选择性地蚀刻,由此可以制造包括具有保护层的活性物质层的负极。此时,当多个柱状突起物301b高度较高,即蚀刻时间长时,在蚀刻工序中掩模的厚度逐渐变薄,一部分掩模被去除,而使硅层320露出。其结果是,突起物的高度产生偏差,但是通过将分离的保护层用作硬质掩模,可以防止硅层320的露出,并且可以减小突起物的高度的偏差。

[0153] 实施方式4

[0154] 在本实施方式中,说明蓄电装置的正极结构及制造方法。

[0155] 图10A是示出正极400的截面图。在正极400中,在正极集流体401上形成有正极活性物质层402。

[0156] 正极集流体401可以使用铂、铝、铜、钛以及不锈钢等高导电性材料。另外,正极集流体401可以适当地采用箔状、板状、网状等的形状。

[0157] 正极活性物质层402可以使用 LiFeO_2 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 、 V_2O_5 、 Cr_2O_5 、 MnO_2 等作为材料。

[0158] 或者,也可以使用橄榄石型结构的含锂复合氧化物(通式为 LiMPO_4 (M为Fe(II)、Mn(II)、Co(II)、Ni(II)中的一种以上)。作为材料可以使用通式 LiMPO_4 的典型例子的锂化合物,诸如 LiFePO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 、 $\text{LiFe}_a\text{Ni}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ ($a+b$ 为1以下, $0 < a < 1$, $0 < b < 1$)、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Co}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_c\text{Co}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ ($c+d+e$ 为1以下, $0 < c < 1$, $0 < d < 1$, $0 < e < 1$)、 $\text{LiFe}_f\text{Ni}_g\text{Co}_h\text{Mn}_i\text{PO}_4$ ($f+g+h+i$ 为1以下, $0 < f < 1$, $0 < g < 1$, $0 < h < 1$, $0 < i < 1$)等。

[0159] 或者,也可以使用通式为 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ (M为Fe(II)、Mn(II)、Co(II)、Ni(II)中的一

种以上, $0 \leq j \leq 2$) 等的含锂复合氧化物。作为材料可以使用通式 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ 的典型例子的锂化合物, 诸如 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_a\text{Co}_b\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ ($k+l$ 为 1 以下, $0 < k < 1$, $0 < l < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Co}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ ($m+n+q$ 为 1 以下, $0 < m < 1$, $0 < n < 1$, $0 < q < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_r\text{Ni}_s\text{Co}_t\text{Mn}_u\text{SiO}_4$ ($r+s+t+u$ 为 1 以下, $0 < r < 1$, $0 < s < 1$, $0 < t < 1$, $0 < u < 1$) 等。

[0160] 另外, 当载流子离子是锂离子以外的碱金属离子、碱土金属离子、铍离子或者镁离子时, 作为正极活性物质层 402, 也可以在上述锂化合物及含锂复合氧化物中使用碱金属 (例如, 钠、钾等)、碱土金属 (例如, 钙、锶、钡等)、铍或镁代替锂。

[0161] 图 10B 是正极活性物质层 402 的平面图, 该正极活性物质层 402 包括能够吸留且释放载流子离子的粒子状的正极活性物质 403 以及覆盖多个该正极活性物质 403 且内部填充有该正极活性物质 403 的石墨烯 404。不同的石墨烯 404 覆盖多个正极活性物质 403 的表面。另外, 正极活性物质 403 也可以部分露出。此外, 石墨烯 404 可以适当地使用实施方式 2 所示的石墨烯 202。

[0162] 正极活性物质 403 的粒径优选为 20nm 以上且 100nm 以下。另外, 由于电子在彼此相邻的正极活性物质 403 间容易移动, 所以正极活性物质 403 的粒径优选小。

[0163] 另外, 即使石墨层不覆盖正极活性物质 403 的表面也能够获得充分的特性, 但是通过一起使用被石墨层覆盖的正极活性物质及石墨烯, 载流子在正极活性物质之间跳动而电流流过, 所以是优选的。

[0164] 图 10C 是图 10B 的正极活性物质层 402 的一部分的截面图。正极活性物质层 402 具有正极活性物质 403 以及覆盖该正极活性物质 403 的石墨烯 404。在截面图中, 观察到线状的石墨烯 404。由同一个石墨烯或多个石墨烯包裹多个正极活性物质。换言之, 多个正极活性物质存在于在同一个石墨烯中或在多个石墨烯之间。另外, 有时石墨烯是袋状, 多个正极活性物质被包裹在其内部。另外, 有时不被石墨烯覆盖且一部分正极活性物质露出。

[0165] 至于正极活性物质层 402 的厚度, 在 20 μm 以上且 100 μm 以下的范围内选择所希望的厚度。优选的是, 适当地调节正极活性物质层 402 的厚度, 以避免裂纹和剥离的发生。

[0166] 另外, 正极活性物质层 402 还可以具有石墨烯的体积的 0.1 倍以上且 10 倍以下的乙炔黑粒子、一维地展宽的碳粒子 (碳纳米纤维等) 或已知的粘合剂。

[0167] 另外, 在正极活性物质中, 有的由于用作载流子的离子的吸留而发生体积的膨胀。因此, 随着充放电正极活性物质层变脆, 正极活性物质层的一部分受到破坏, 结果会使蓄电装置的可靠性降低。然而, 由于即使充放电导致正极活性物质的体积膨胀, 石墨烯覆盖该周围, 因此能够防止正极活性物质的分散或正极活性物质层的破坏。就是说, 石墨烯具有即使正极活性物质随着充放电而体积膨胀及收缩也维持正极活性物质之间的键合的效果。

[0168] 另外, 石墨烯 404 与多个正极活性物质接触, 并用作导电助剂。此外, 石墨烯 404 具有保持能够吸留且释放载流子离子的正极活性物质 403 的功能。因此, 不需要将粘结剂混合到正极活性物质层中, 可以增加每单位正极活性物质层中的正极活性物质的量, 从而可以提高蓄电装置的充放电容量。

[0169] 接着, 对正极活性物质层 402 的制造方法进行说明。

[0170] 首先, 形成包含粒子状的正极活性物质以及氧化石墨烯的浆料。接着, 将该浆料涂

在正极集流体上,然后与实施方式2所示的石墨烯的制造方法同样利用还原气氛下的加热进行还原处理。由此,在烧结正极活性物质的同时,使氧化石墨烯所包含的氧脱离,从而在石墨烯中形成间隙。另外,氧化石墨烯所包含的氧未全部被还原,氧的一部分残留在石墨烯中。通过上述步骤,可以在正极集流体401上形成正极活性物质层402。其结果是,正极活性物质层的导电性得到提高。

[0171] 氧化石墨烯因为包含氧,所以在极性溶剂中带负电。其结果是,氧化石墨烯分散。因此,包含在浆料中的正极活性物质不容易凝集,而可以降低焙烧所导致正极活性物质的粒径的增大。由此,相邻的正极活性物质间的电子的移动变容易,而可以提高正极活性物质层的导电性。

[0172] 此外,如图11A和图11B所示那样,可以在正极400的表面设置间隔物405。图11A是具有间隔物的正极的透视图,并且图11B示出沿着图11A的虚线A-B的截面图。

[0173] 如图11A和图11B所示那样,在正极400中,在正极集流体401上设置有正极活性物质层402。此外,在正极活性物质层402上设置间隔物405。

[0174] 间隔物405可以使用具有绝缘性并不与电解质起反应的材料形成。典型地,可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂、硅酮树脂、聚酰亚胺、聚酰胺等有机材料、玻璃浆、玻璃粉、玻璃带等低熔点玻璃。通过将间隔物405设置在正极400上,在后面形成的蓄电装置中不需要分离器。其结果是,可以减少蓄电装置的构件的数量且可以降低成本。此外,因为可以不使用分离器而使间隔物405与正极及负极接触,所以明显地有助于蓄电装置的薄型化、小型化。

[0175] 间隔物405的平面形状优选具有格子状、圆形或多角形的闭环状等的使一部分正极活性物质层402露出的形状。其结果是,可以防止正极和负极的接触,并且可以促进正极和负极之间的载流子离子的移动。

[0176] 间隔物405的厚度优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $5\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $2\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下。其结果是,与如现有的蓄电装置那样在正极和负极之间设置几十 μm 厚的分离器的情况相比,可以缩小正极和负极之间的间隔,并且可以减小正极和负极之间的载流子离子的移动距离。由此,可以将包含在蓄电装置内的载流子离子有效地用于充放电。此外,实现蓄电装置的薄型化、小型化。

[0177] 间隔物405可以适当地利用印刷法、喷墨法等形成。

[0178] 在此,通过在实施方式1至3所示的柱状突起物的顶面设置平坦面,当形成使用间隔物405的蓄电装置时,柱状突起物可以与间隔物405接触而支撑间隔物405。因此,柱状突起物的顶面的平坦性越高,越可以使正极和负极之间的间隔保持为一定且均匀,而这有助于蓄电装置的薄型化、小型化。此外,在柱状突起物的顶面的端部中,也可以其侧面弯曲,此时要注意不使柱状突起物的顶面的端部成为平坦面。

[0179] 实施方式5

[0180] 在本实施方式中,说明蓄电装置的结构及制造方法。

[0181] 参照图12说明本实施方式的蓄电装置的典型例子的锂二次电池的一个方式。这里,下面说明锂二次电池的截面结构。

[0182] 图12是锂二次电池的截面图。

[0183] 锂二次电池500包括:由负极集流体501及负极活性物质层503构成的负极505;由正极集流体507及正极活性物质层509构成的正极511;以及夹在负极505与正极511之间的

分离器513。另外,分离器513中含有电解质515。此外,负极集流体501与外部端子517连接,并且正极集流体507与外部端子519连接。外部端子519的端部埋入垫片521中。就是说,外部端子517和外部端子519被垫片521绝缘。

[0184] 负极505可以适当地使用实施方式1所示的负极100、实施方式2所示的负极200或实施方式3所示的负极300来形成。

[0185] 作为正极集流体507及正极活性物质层509,可以分别适当地使用实施方式4所示的正极集流体401及正极活性物质层402。

[0186] 作为分离器513,使用绝缘多孔体。作为分离器513的典型例子,可以举出纤维素(纸)、聚乙烯、聚丙烯等。

[0187] 此外,如图11A和图11B所示那样,当作为正极511使用在正极活性物质层上具有间隔物的正极时,也可以不设置分离器513。

[0188] 电解质515的溶质使用具有载流子离子的材料。作为电解质的溶质的典型例子,可以举出 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiPF_6 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 等锂盐。

[0189] 另外,当载流子离子是锂离子以外的碱金属离子、碱土金属离子、铍离子或者镁离子时,作为电解质515的溶质也可以在上述锂盐中使用碱金属(例如,钠、钾等)、碱土金属(例如,钙、锶、钡等)、铍或镁代替锂。

[0190] 此外,作为电解质515的溶剂,使用能够输送载流子离子的材料。作为电解质515的溶剂,优选使用非质子有机溶剂。作为非质子有机溶剂的典型例子,可以使用碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、 γ -丁内酯、乙腈、乙二醇二甲醚、四氢呋喃等中的一种或多种。此外,当作为电解质515的溶剂使用凝胶化的高分子材料时,不容易漏液且安全性得到提高。并且,能够实现锂二次电池500的薄型化及轻量化。作为凝胶化的高分子材料的典型例子,可以举出硅胶、丙烯酸胶、丙烯腈胶、聚氧化乙烯、聚氧化丙烯、氟类聚合物等。此外,通过作为电解质515的溶剂使用一个或多个具有阻燃性及非挥发性的离子液体(室温熔融盐),即使因蓄电装置的内部短路或过充电等而内部温度上升也可以防止蓄电装置的破裂或起火等。

[0191] 此外,作为电解质515,可以使用 Li_3PO_4 等的固体电解质。另外,当作为电解质515使用固体电解质时,不需要分离器。

[0192] 作为外部端子517、519,可以适当地使用不锈钢板、铝板等金属构件。

[0193] 注意,在本实施方式中,虽然作为锂二次电池500示出硬币型锂二次电池,但是,可以采用密封型锂二次电池、圆筒型锂二次电池、方型锂二次电池等各种形状的锂二次电池。此外,也可以采用层叠有多个正极、多个负极、多个分离器的结构,以及卷绕有正极、负极、分离器的结构。

[0194] 接着,说明本实施方式所示的锂二次电池500的制造方法。

[0195] 首先,利用实施方式1及本实施方式所示的制造方法适当地制造负极505及正极511。

[0196] 接着,将负极505、分离器513及正极511浸渍在电解质515中。接着,可以在外部端子517上依次层叠负极505、分离器513、垫片521、正极511及外部端子519,并且使用“硬币压接机(コインかしめ機; coin cell crimper)”使外部端子517与外部端子519压接,来制造硬币型锂二次电池。

[0197] 另外,也可以将间隔物及垫圈插在外端子517与负极505之间或在外端子519与正极511之间来进一步提高外部端子517与负极505之间的连接性及外部端子519与正极511之间的连接性。

[0198] 实施方式6

[0199] 根据本发明的一个方式的蓄电装置可以用作利用电力驱动的各种各样的电气设备的电源。

[0200] 作为使用根据本发明的一个方式的蓄电装置的电气设备的具体例子,可以举出:显示装置;照明装置;台式或笔记本型个人计算机;再现存储在DVD(Digital Versatile Disc:数字通用光盘)等记录介质中的静态图像或动态图像的图像再现装置;移动电话;便携式游戏机;便携式信息终端;电子书阅读器;摄像机;数码相机;微波炉等高频加热装置;电饭煲;洗衣机;空调器等空调设备;电冷藏箱;电冷冻箱;电冷藏冷冻箱;DNA保存用冷冻器;以及透析装置等。另外,利用来自蓄电装置的电力通过电动机推进的移动体等也包括在电气设备的范畴内。作为上述移动体,例如可以举出:电动汽车;兼作内燃机和电动机的混合动力汽车(hybrid vehicle);以及包括电动辅助自行车的电动自行车等。

[0201] 另外,在上述电气设备中,作为用来供应大部分的耗电量的蓄电装置(也称为主电源),可以使用根据本发明的一个方式的蓄电装置。或者,在上述电气设备中,作为当来自上述主电源或商业电源的电力供应停止时能够对电气设备进行电力供应的蓄电装置(也称为不间断电源),可以使用根据本发明的一个方式的蓄电装置。或者,在上述电气设备中,作为与来自上述主电源或商业电源的对电气设备的电力供应同时进行的将电力供应到电气设备的蓄电装置(也称为辅助电源),可以使用根据本发明的一个方式的蓄电装置。

[0202] 图13示出上述电气设备的具体结构。在图13中,显示装置5000是使用根据本发明的一个方式的蓄电装置5004的电气设备的一个例子。具体地说,显示装置5000相当于电视广播接收用显示装置,具有框体5001、显示部5002、扬声器部5003和蓄电装置5004等。根据本发明的一个方式的蓄电装置5004设置在框体5001的内部。显示装置5000既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5004中的电力。因此,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据本发明的一个方式的蓄电装置5004用作不间断电源,也可以使用显示装置5000。

[0203] 作为显示部5002,可以使用半导体显示装置诸如液晶显示装置、在每个像素中具备有机EL元件等发光元件的发光装置、电泳显示装置、DMD(Digital Micromirror Device:数字微镜装置)、PDP(Plasma Display Panel:等离子体显示屏)及FED(Field Emission Display:场致发射显示器)等。

[0204] 另外,除了用于电视广播接收用的显示装置之外,显示装置还包括所有显示信息用显示装置,例如个人计算机用或广告显示用等。

[0205] 在图13中,安镶型照明装置5100是使用根据本发明的一个方式的蓄电装置5103的电气设备的一个例子。具体地说,照明装置5100具有框体5101、光源5102和蓄电装置5103等。虽然在图13中例示蓄电装置5103设置在镶有框体5101及光源5102的天花板5104的内部的情况,但是蓄电装置5103也可以设置在框体5101的内部。照明装置5100既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5103中的电力。因此,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据本发明的一个方式的蓄电装置5103用作

不间断电源,也可以使用照明装置5100。

[0206] 另外,虽然在图13中例示设置在天花板5104的安镶型照明装置5100,但是根据本发明的一个方式的蓄电装置既可以用于设置在天花板5104以外的例如墙5105、地板5106或窗户5107等的安镶型照明装置,又可以用于台式照明装置等。

[0207] 另外,作为光源5102,可以使用利用电力人工性地得到光的人工光源。具体地说,作为上述人工光源的一个例子,可以举出白炽灯泡、荧光灯等放电灯以及LED或有机EL元件等发光元件。

[0208] 在图13中,具有室内机5200及室外机5204的空调器是使用根据本发明的一个方式的蓄电装置5203的电气设备的一个例子。具体地说,室内机5200具有框体5201、送风口5202和蓄电装置5203等。虽然在图13中例示蓄电装置5203设置在室内机5200中的情况,但是蓄电装置5203也可以设置在室外机5204中。或者,也可以在室内机5200和室外机5204的双方中设置有蓄电装置5203。空调器既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5203中的电力。尤其是,当在室内机5200和室外机5204的双方中设置有蓄电装置5203时,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据本发明的一个方式的蓄电装置5203用作不间断电源,也可以使用空调器。

[0209] 另外,虽然在图13中例示由室内机和室外机构成的分体式空调器,但是也可以将根据本发明的一个方式的蓄电装置用于在一个框体中具有室内机的功能和室外机的功能的一体式空调器。

[0210] 在图13中,电冷藏冷冻箱5300是使用根据本发明的一个方式的蓄电装置5304的电气设备的一个例子。具体地说,电冷藏冷冻箱5300具有框体5301、冷藏室门5302、冷冻室门5303和蓄电装置5304等。在图13中,蓄电装置5304设置在框体5301的内部。电冷藏冷冻箱5300既可以接受来自商业电源的电力供应,又可以使用蓄积在蓄电装置5304中的电力。因此,即使当由于停电等不能接受来自商业电源的电力供应时,通过将根据本发明的一个方式的蓄电装置5304用作不间断电源,也可以利用电冷藏冷冻箱5300。

[0211] 另外,在上述电气设备中,微波炉等高频加热装置和电饭煲等电气设备在短时间内需要高电力。因此,通过将根据本发明的一个方式的蓄电装置用作辅助商业电源不能充分供应的电力的辅助电源,当使用电气设备时可以防止商业电源的断路器跳闸。

[0212] 另外,在不使用电气设备的时间段,尤其是在商业电源的供应源能够供应的总电量中的实际使用的电量的比率(称为电力使用率)低的时间段中,将电力蓄积在蓄电装置中,由此可以抑制在上述时间段以外的时间段中电力使用率增高。例如,在为电冷藏冷冻箱5300时,在气温低且不进行冷藏室门5302或冷冻室门5303的开关的夜间,将电力蓄积在蓄电装置5304中。并且,在气温高且进行冷藏室门5302或冷冻室门5303的开关的白天,将蓄电装置5304用作辅助电源,由此可以抑制白天的电力使用率。

[0213] 接着,使用图14A至图14C说明电气设备的一个例子的便携式信息终端。

[0214] 图14A和图14B是能够折起来的平板终端。图14A是打开的状态,并且平板终端包括框体9630、显示部9631a、显示部9631b、显示模式切换开关9034、电源开关9035、省电模式切换开关9036、卡子9033以及操作开关9038。

[0215] 在显示部9631a中,可以将其一部分用作触摸屏的区域9632a,并且可以通过接触所显示的操作键9638来输入数据。此外,作为一个例子,示出了显示部9631a中仅一半区域

具有显示的功能的结构,并且另一半具有触摸屏的功能的结构,但是不局限于该结构。也可以采用显示部9631a的整个区域具有触摸屏的功能的结构。例如,可以使显示部9631a的整个面显示键盘按钮来将其用作触摸屏,并且将显示部9631b用作显示画面。

[0216] 此外,显示部9631b与显示部9631a同样,可以将其一部分用作触摸屏的区域9632b。此外,通过使用手指或触屏笔等接触触摸屏的显示键盘显示切换按钮9639的位置,可以在显示部9631b显示键盘按钮。

[0217] 此外,也可以对触摸屏的区域9632a和触摸屏的区域9632b同时进行触摸输入。

[0218] 另外,显示模式切换开关9034能够切换竖屏显示和横屏显示等显示的方向并可以进行黑白显示或彩色显示等的切换的选择。根据内置于平板终端中的光传感器所检测的使用时的外光的光量,省电模式切换开关9036可以将显示的亮度设定为最适合的亮度。平板终端除了光传感器以外还可以内置陀螺仪和加速度传感器等检测倾斜度的传感器等的其他检测装置。

[0219] 此外,图14A示出显示部9631b的显示面积与显示部9631a的显示面积相同的例子,但是不局限于此,一方的尺寸和另一方的尺寸可以不同,并且它们的显示质量也可以有差异。例如显示部9631a和9631b中的一方与另一方能够进行高精度的显示。

[0220] 图14B是合上的状态,并且平板终端包括框体9630、太阳能电池9633、充放电控制电路9634、电池9635以及DCDC转换器9636。此外,在图14B中,作为充放电控制电路9634的一个例子示出具有电池9635和DCDC转换器9636的结构,并且电池9635具有上述实施方式所说明的蓄电装置。

[0221] 此外,平板终端可以折起来,因此不使用时可以为合上框体9630的状态。因此,可以保护显示部9631a和显示部9631b,而可以提供一种具有良好的耐久性且从长期使用的观点来看具有良好的可靠性的平板终端。

[0222] 此外,图14A和图14B所示的平板终端还可以具有如下功能:显示各种各样的信息(静态图像、动态图像、文本图像等);将日历、日期或时刻等显示在显示部上;对显示在显示部上的信息进行触摸输入操作或编辑的触摸输入;通过各种各样的软件(程序)控制处理等。

[0223] 通过利用安装在平板终端的表面的太阳能电池9633,可以将电力供应到触摸屏、显示部或图像信号处理部等。注意,太阳能电池9633可以设置在框体9630的一面或两面,并且可以采用高效地进行电池9635的充电的结构。另外,当作为电池9635使用根据本发明的一个方式的蓄电装置时,有可以实现小型化等的优点。

[0224] 另外,参照图14C所示的方框图而对图14B所示的充放电控制电路9634的结构和工作进行说明。图14C示出太阳能电池9633、电池9635、DCDC转换器9636、转换器9637、开关SW1至SW3以及显示部9631,电池9635、DCDC转换器9636、转换器9637、开关SW1至SW3为与图14B所示的充放电控制电路9634对应之处。

[0225] 首先,说明在利用外光使太阳能电池9633发电时的工作的例子。使用DCDC转换器9636对太阳能电池所产生的电力进行升压或降压以使它成为用来对电池9635进行充电的电压。并且,当利用来自太阳能电池9633的电力使显示部9631工作时使开关SW1导通,并且,利用转换器9637将其升压或降压到显示部9631所需要的电压。另外,可以采用当不进行显示部9631中的显示时,使SW1截止且使SW2导通来对电池9635进行充电的结构。

[0226] 注意,作为发电单元的一个例子示出太阳能电池9633,但是不局限于此,也可以使用压电元件(piezoelectric element)或热电转换元件(珀耳帖元件(Peltier element))等其他发电单元进行电池9635的充电。例如,也可以使用以无线(不接触)的方式能够收发电力来进行充电的无线电力传输模块或组合其他充电方法进行充电。

[0227] 另外,如果具备上述实施方式所说明的蓄电装置,则当然不局限于图14A和图14B所示的电气设备。

[0228] 本实施方式可以与上述实施方式适当地组合而实施。

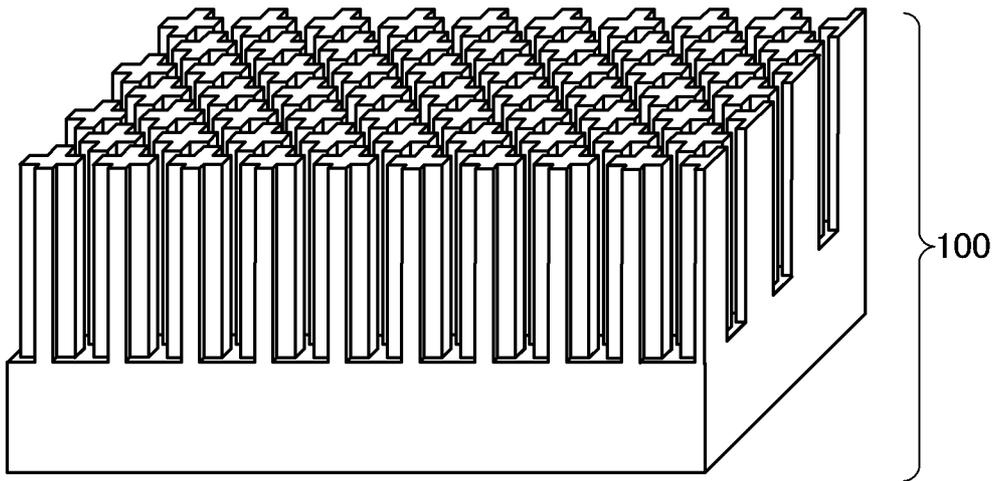


图 1A

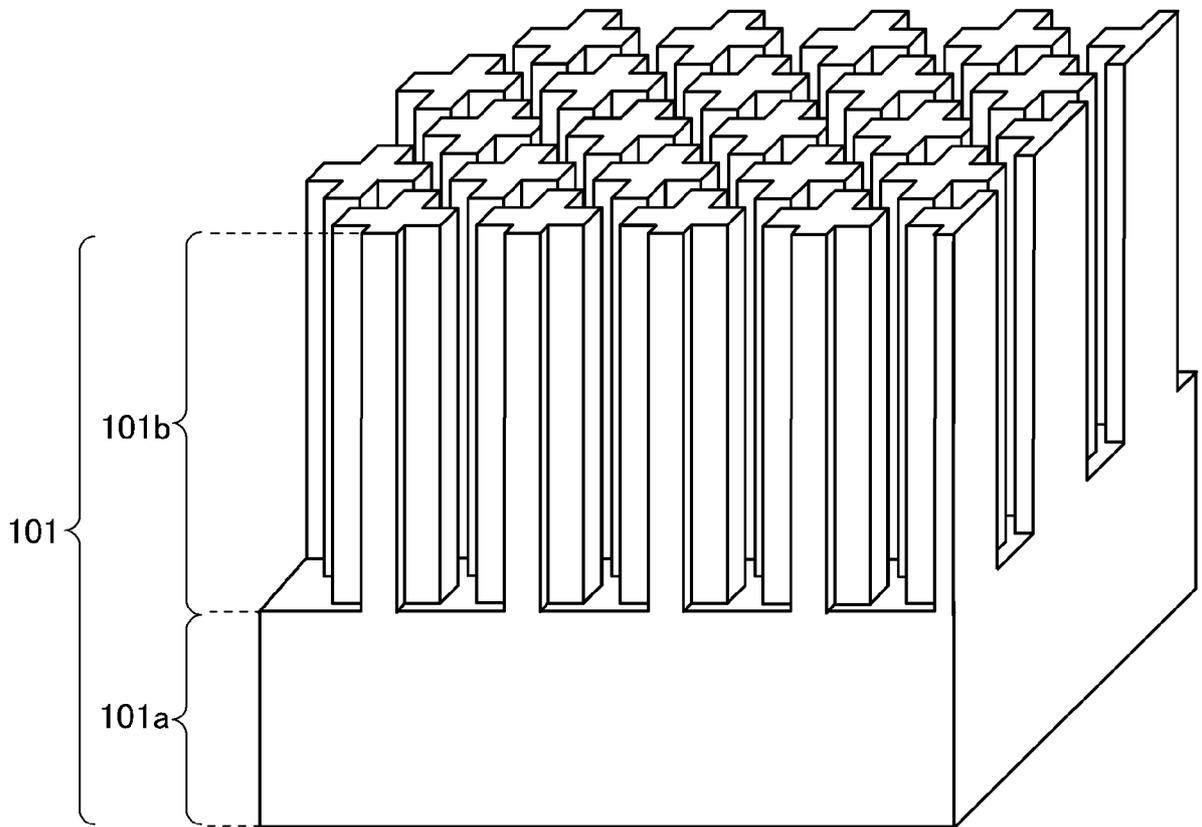


图 1B

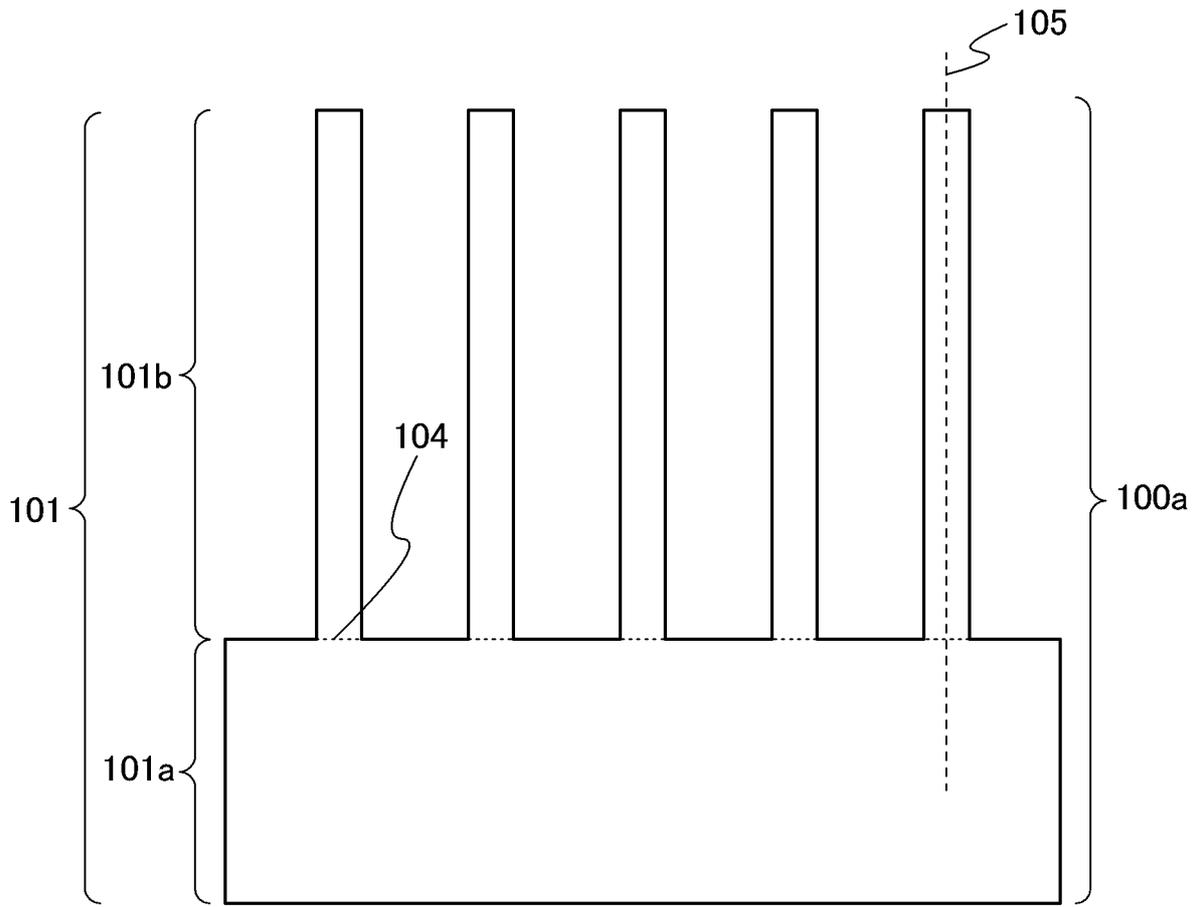


图 2A

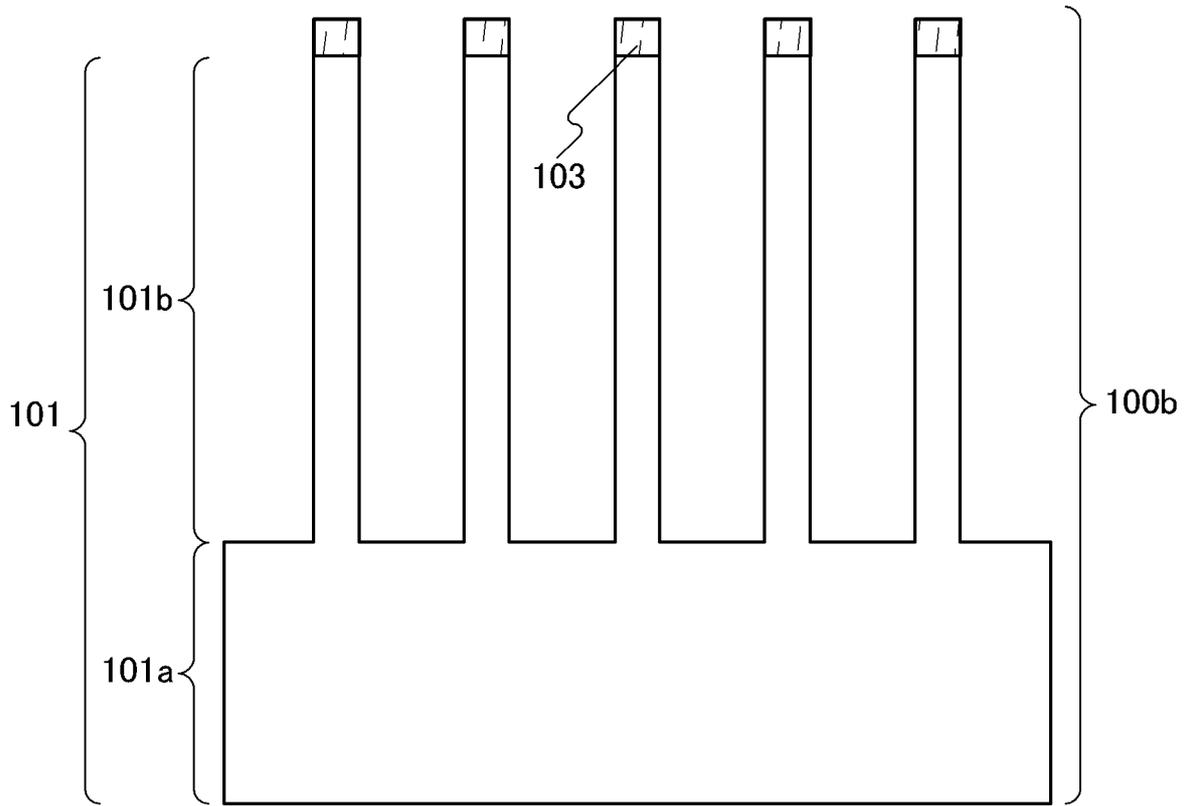


图 2B

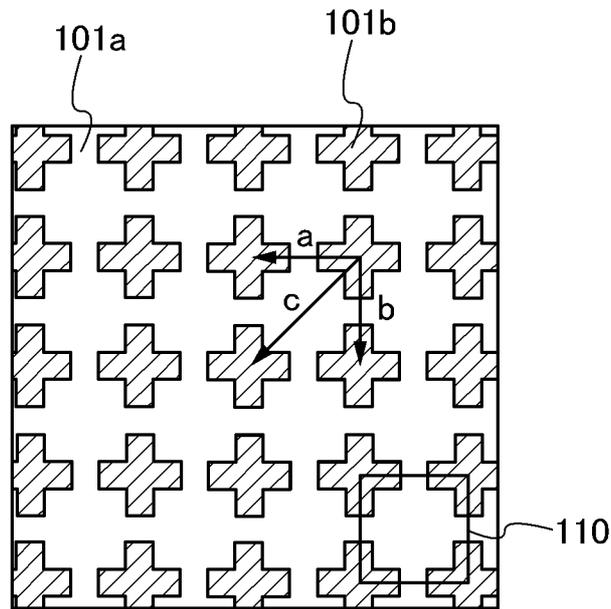


图 3A

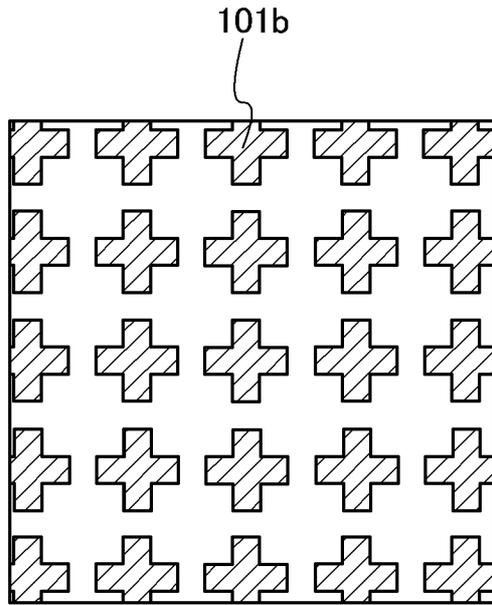


图 3B

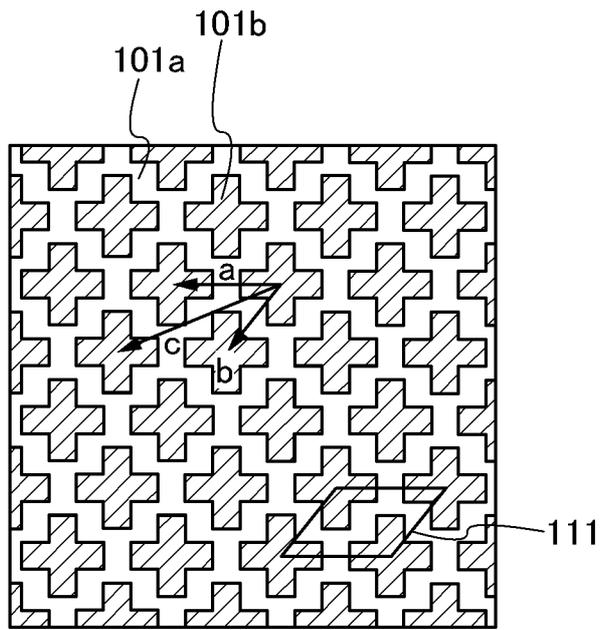


图 3C

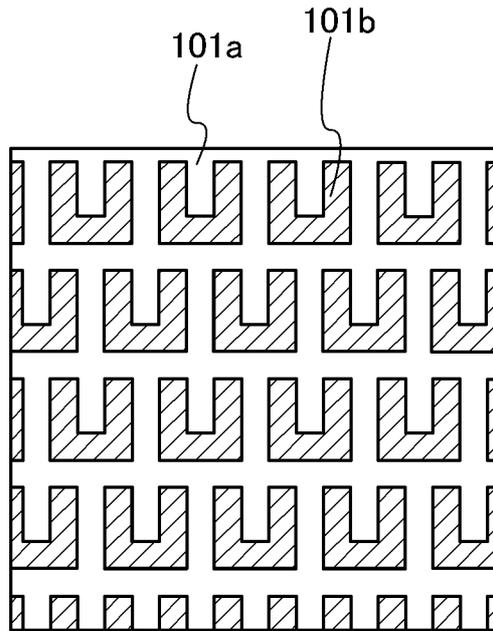


图 4A

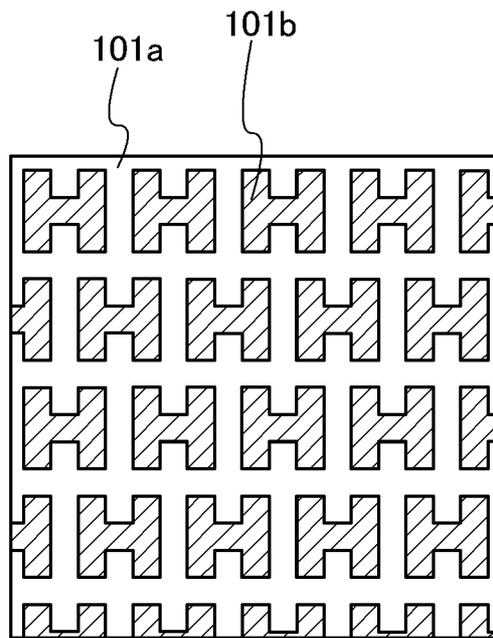


图 4B

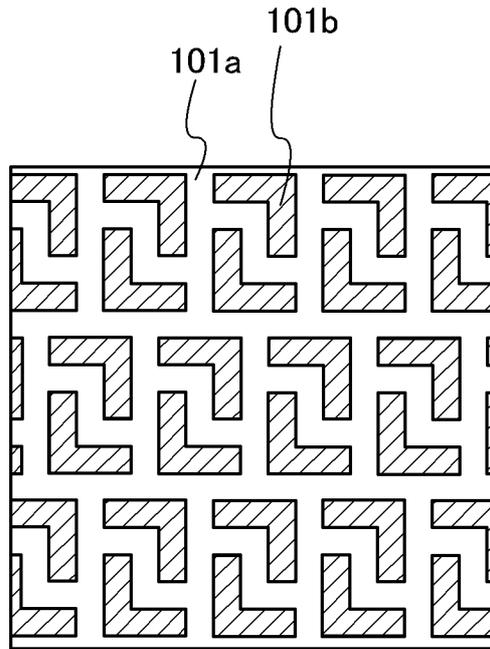


图 4C

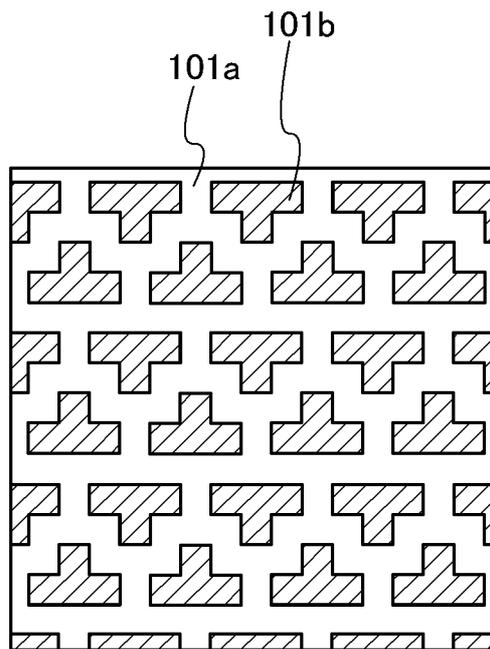


图 4D

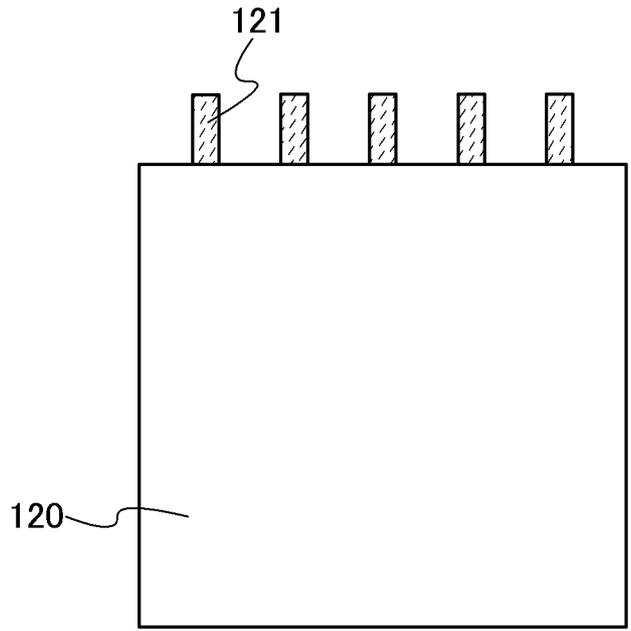


图 5A

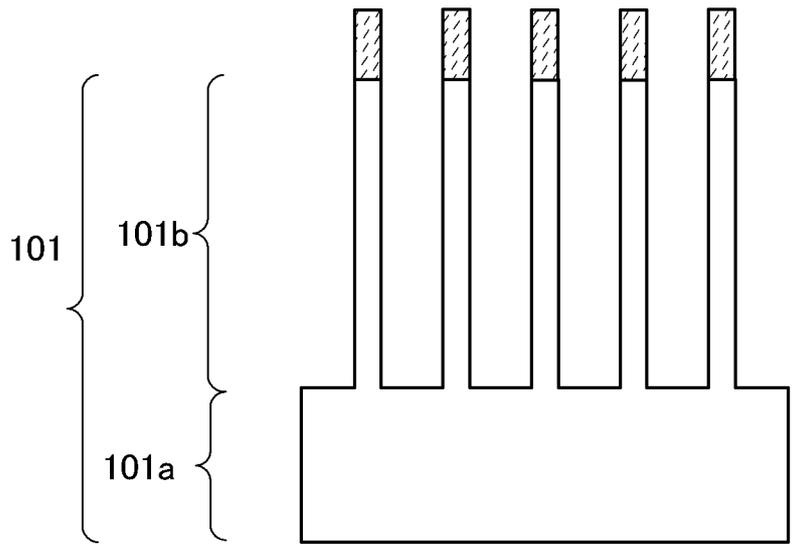


图 5B

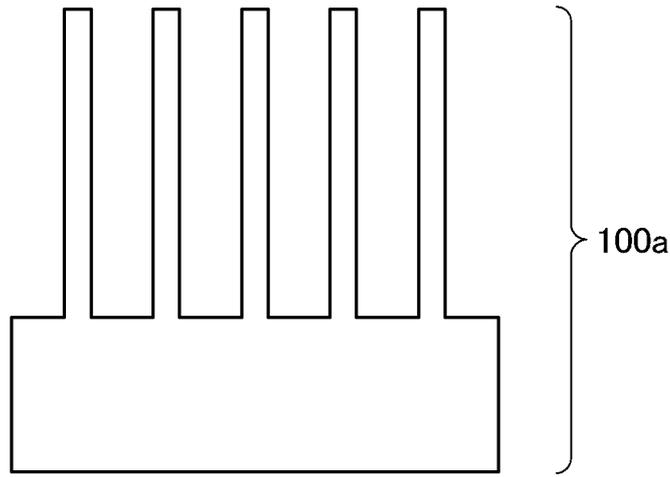


图 5C

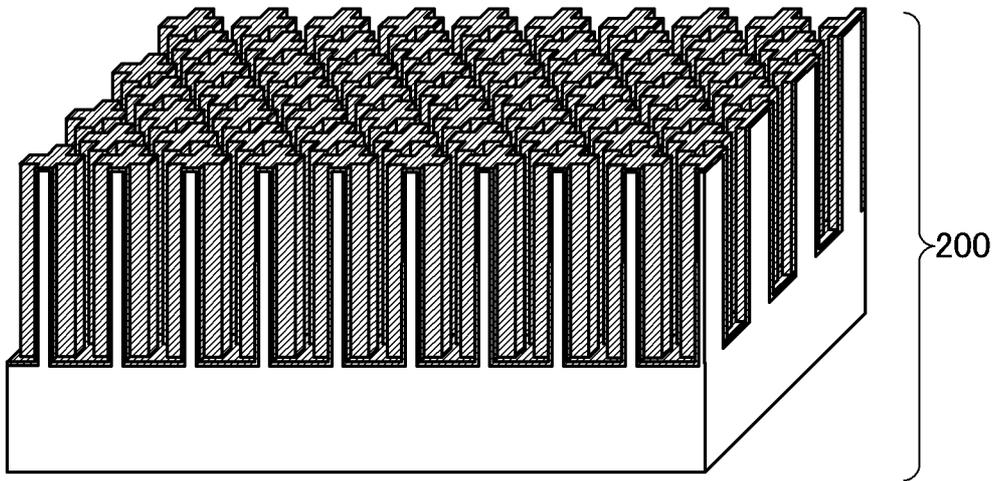


图 6A

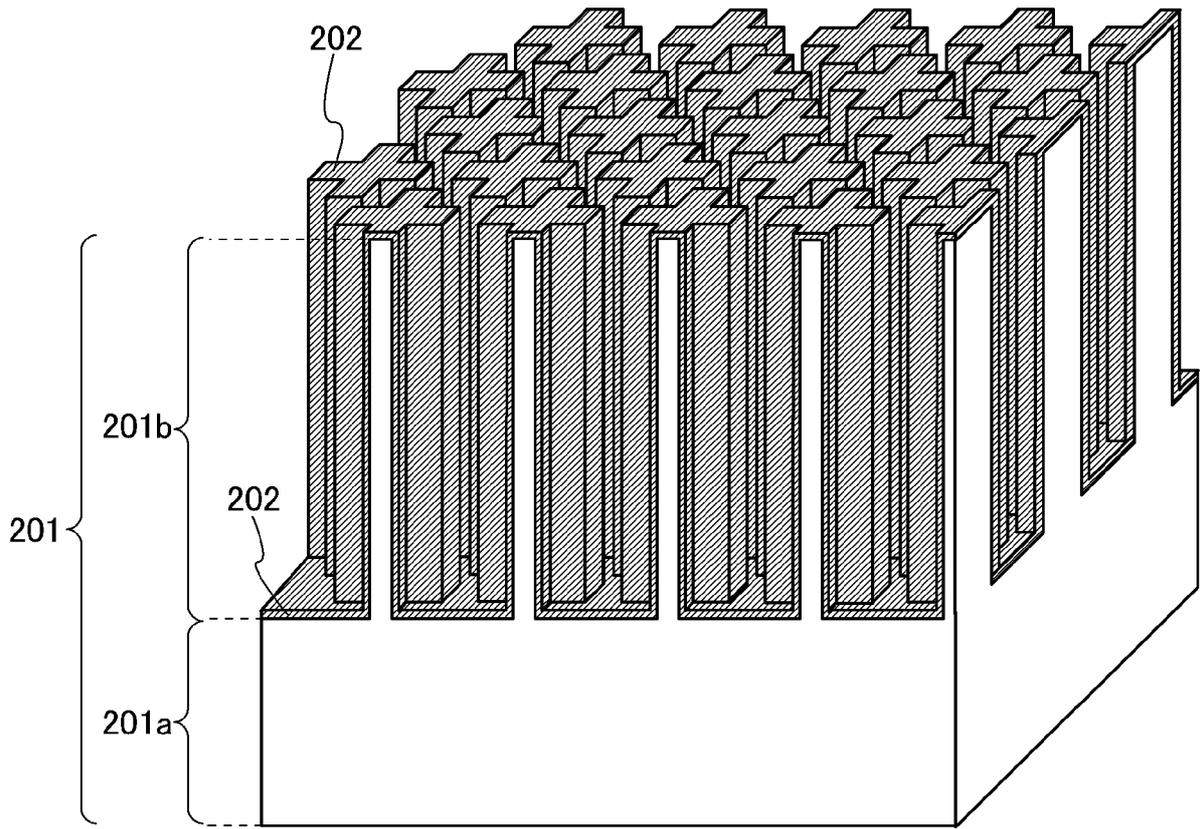


图 6B

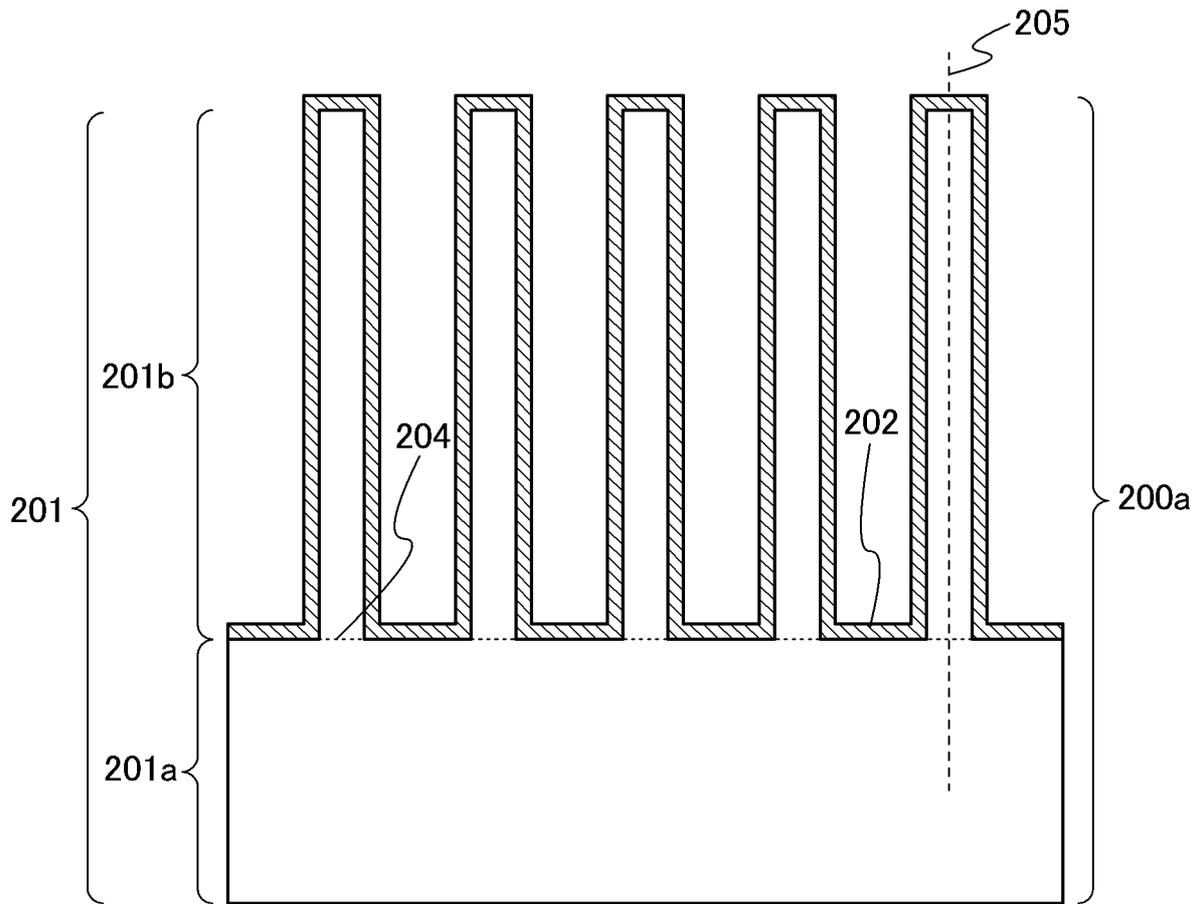


图 7A

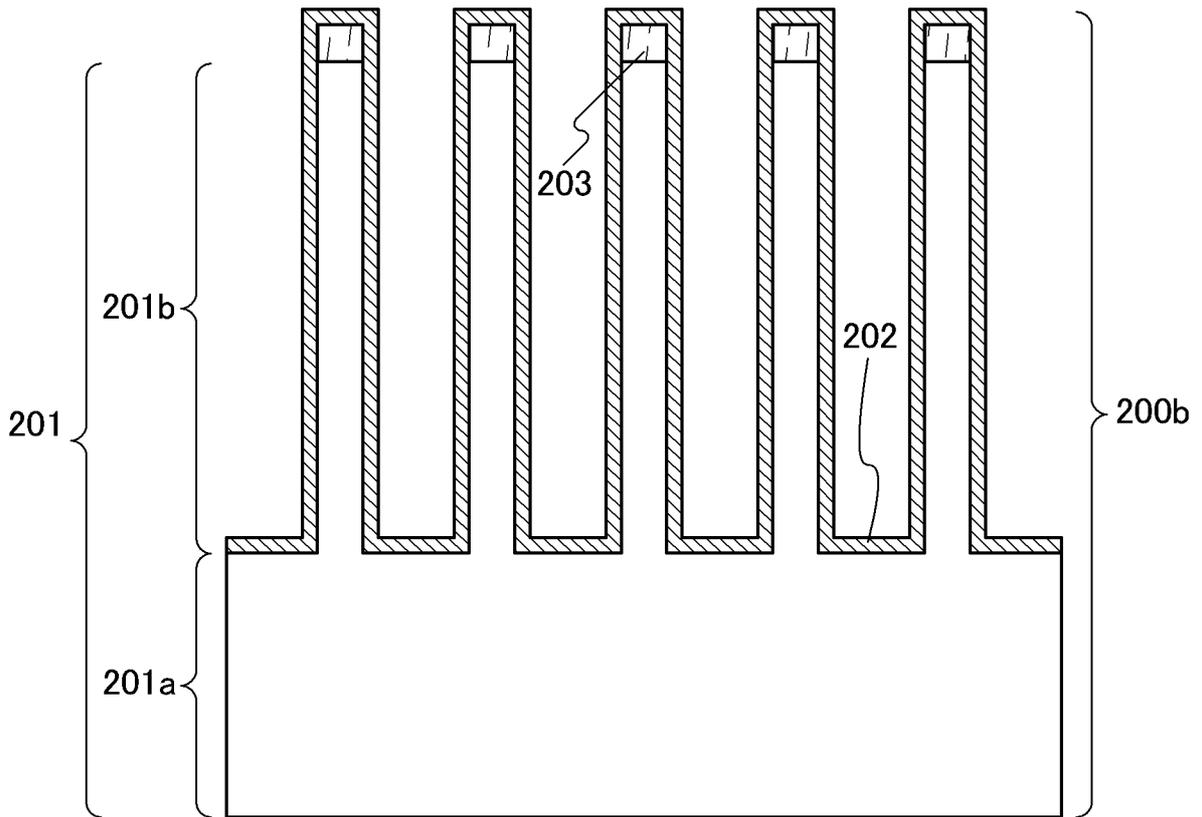


图 7B

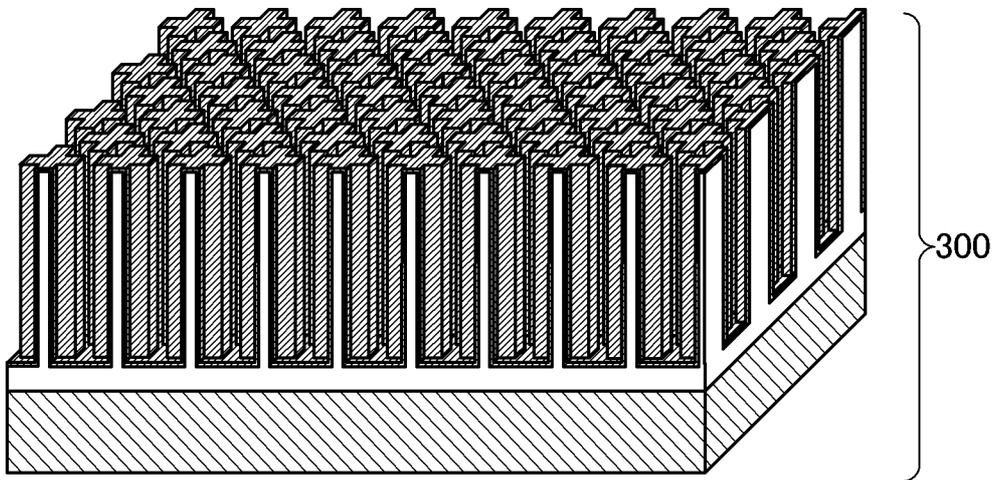


图 8A

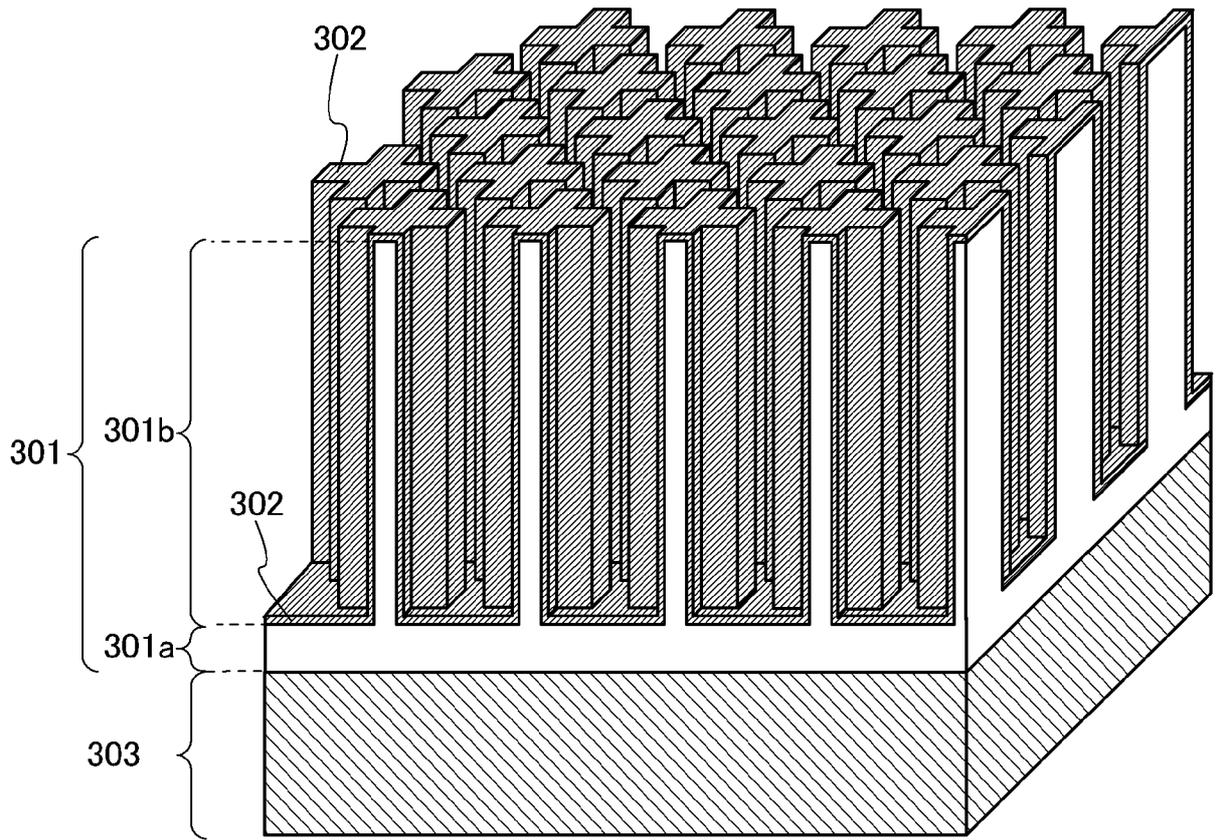


图 8B

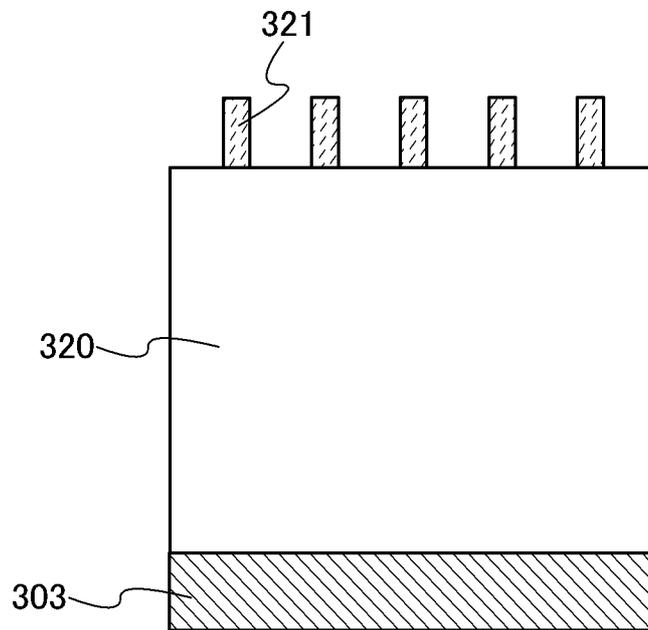


图 9A

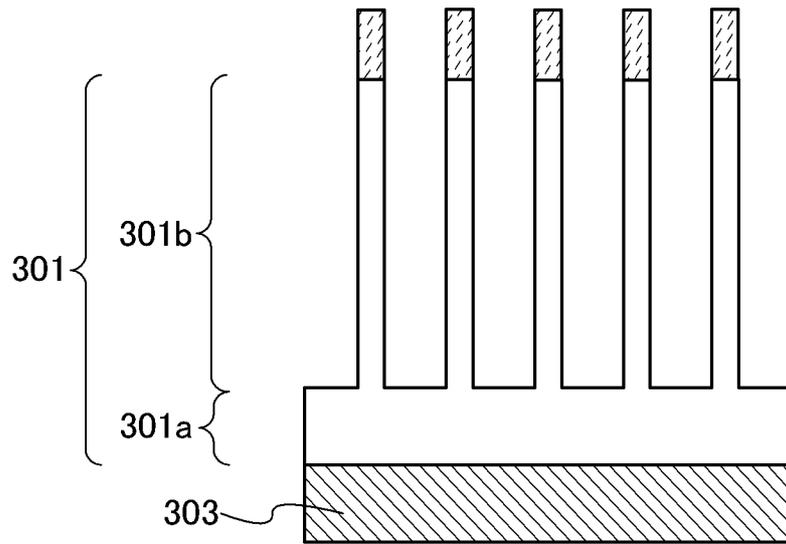


图 9B

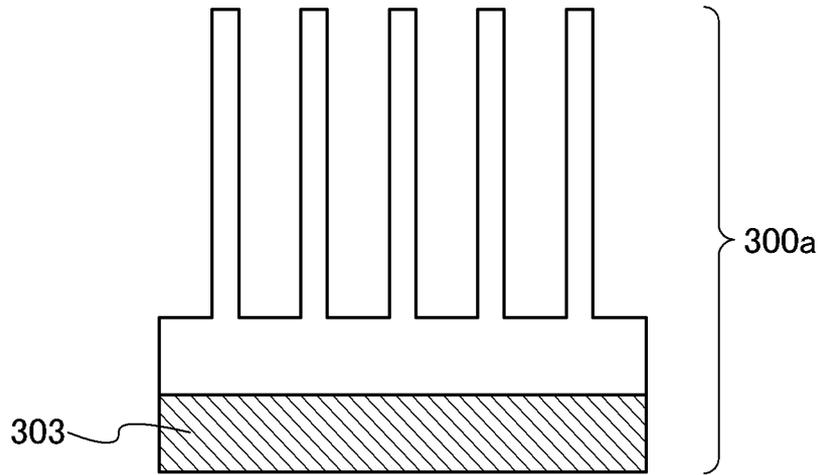


图 9C

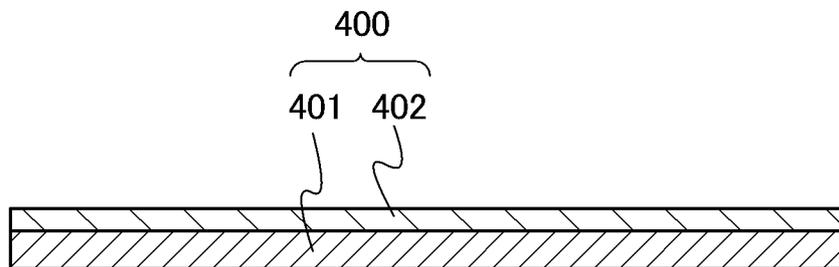


图 10A

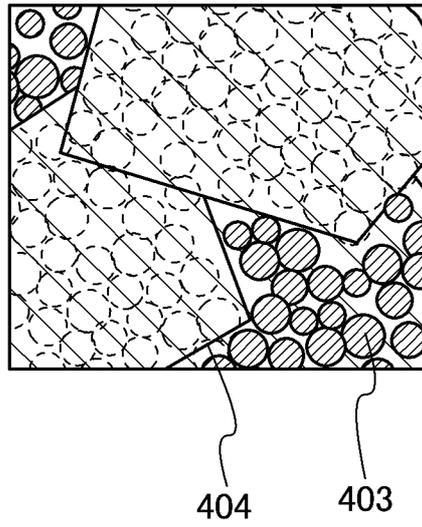


图 10B

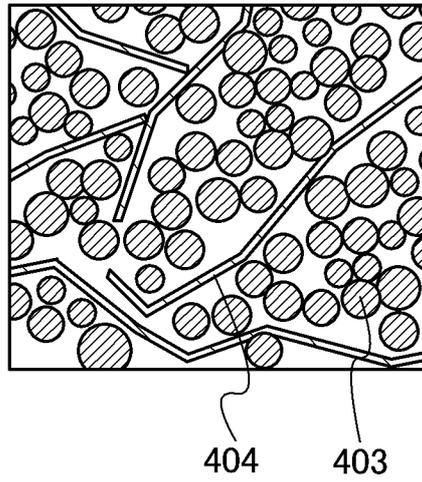


图 10C

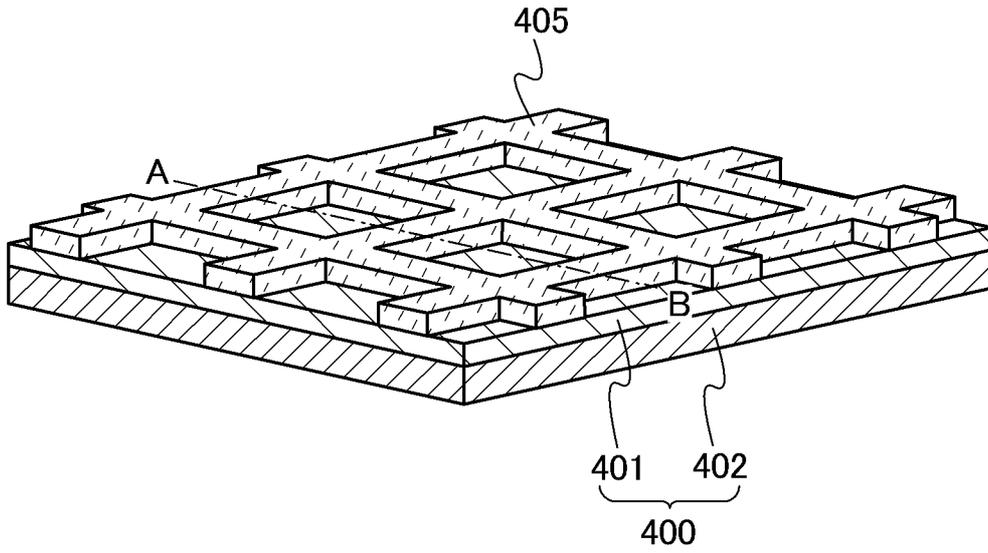


图 11A

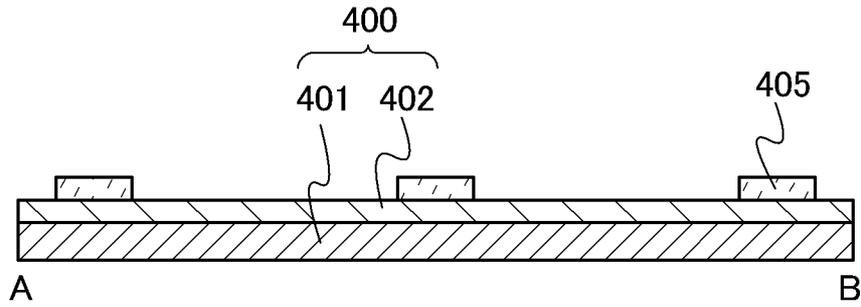


图 11B

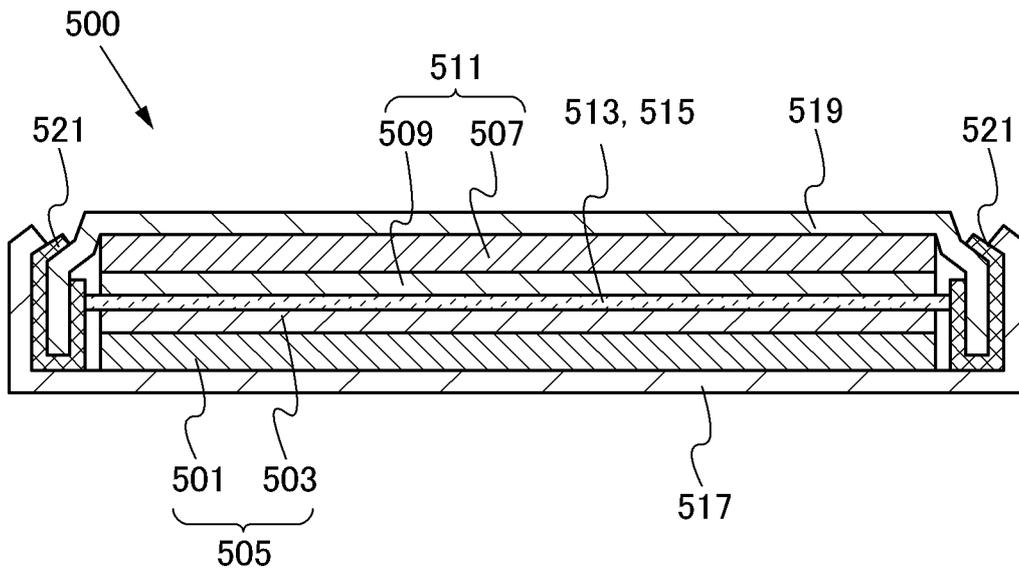


图 12

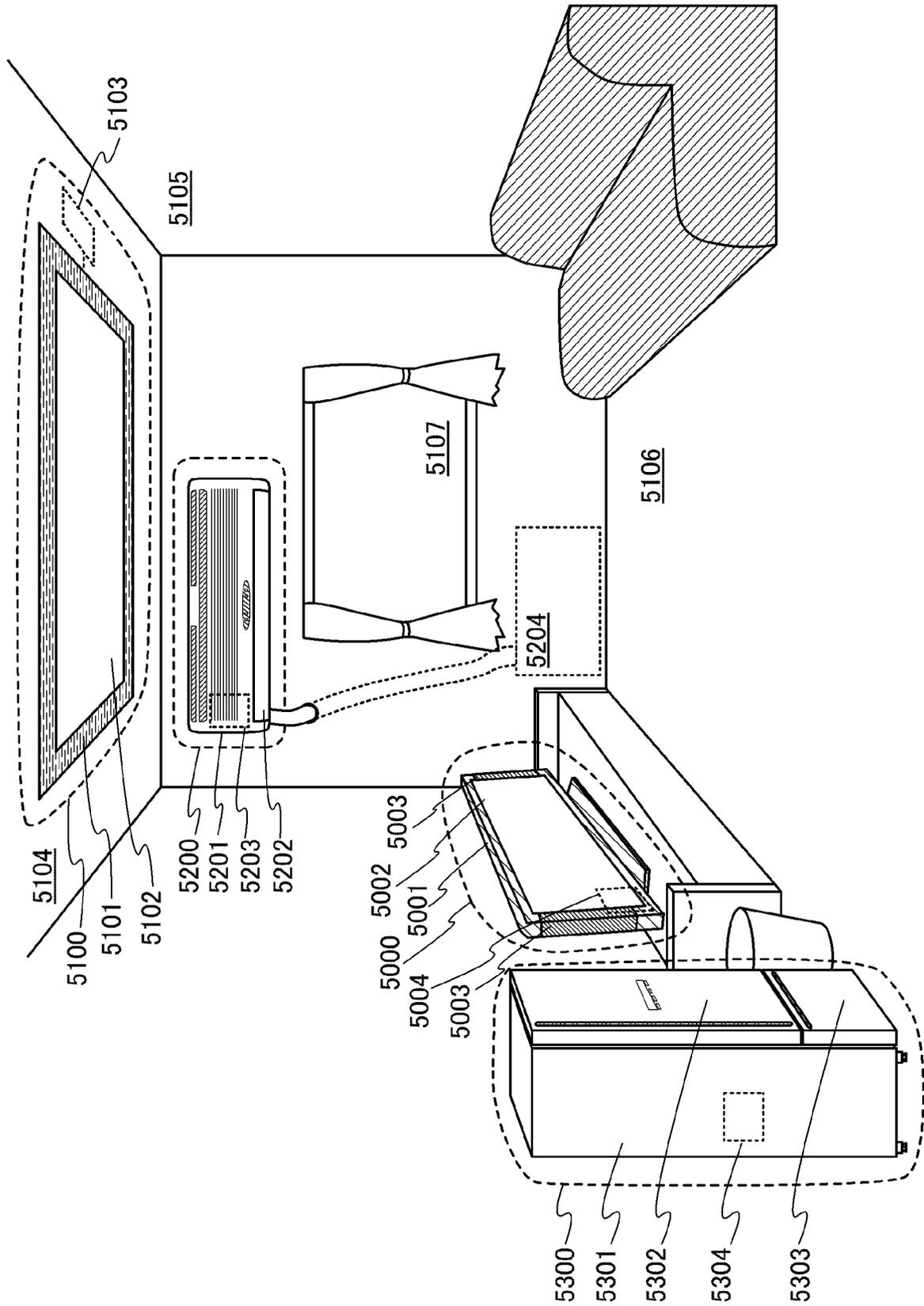


图 13

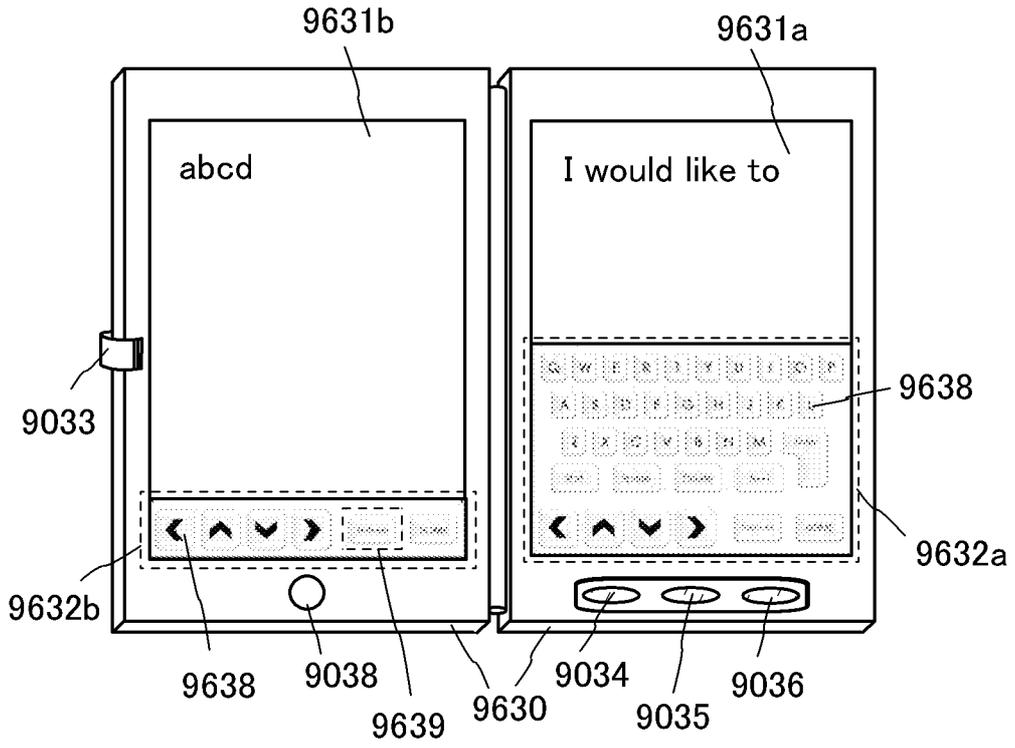


图 14A

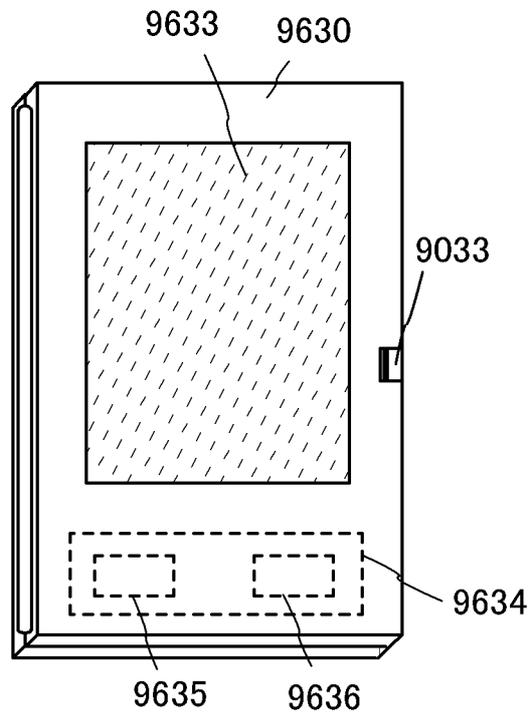


图 14B

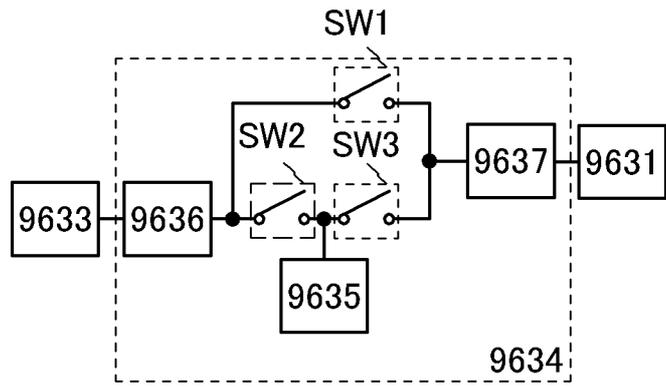


图 14C