



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110316951 A

(43)申请公布日 2019.10.11

(21)申请号 201910238051.0

(22)申请日 2019.03.27

(30)优先权数据

2018-061332 2018.03.28 JP

(71)申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 中西哲也 永岛拓志

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 张苏娜 樊晓焕

(51)Int.Cl.

C03B 37/012(2006.01)

C03B 37/027(2006.01)

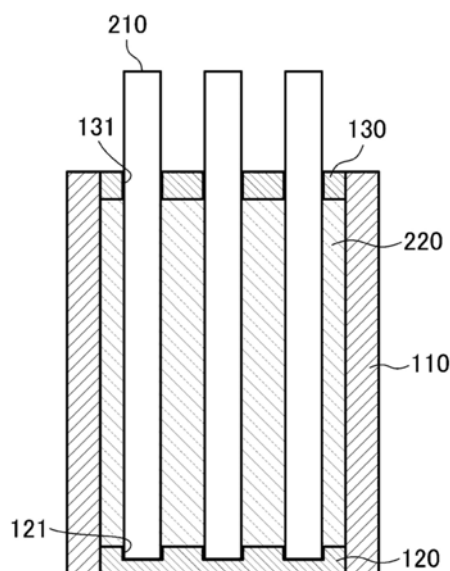
权利要求书1页 说明书6页 附图11页

(54)发明名称

光纤制造方法

(57)摘要

本公开提供了一种使用低成本且具有高精度的大型光纤母材的光纤制造方法。该光纤制造方法至少包括：定位步骤，其中将芯棒定位在含有碳作为主要成分的中空碳管内；烟炆母材制备步骤，其中通过用含有SiO₂作为主要成分的石英粉填充碳管和芯棒之间的间隙从而制造烟炆母材；固结步骤，其中将烟炆母材引入炉中并使石英粉固结，从而由烟炆母材制备透明中间母材；取出步骤，其中从碳管内部取出透明中间母材；和拉丝步骤，其中对透明中间母材进行拉丝，从而制造光纤。



1. 一种光纤制造方法,包括:

定位步骤,其中将一个或多个芯棒定位在碳管内;

烟炱母材制备步骤,其中通过用石英粉填充所述碳管和所述一个或多个芯棒之间的间隙从而制造烟炱母材;

固结步骤,其中将所述烟炱母材引入炉中并使所述石英粉固结,从而制备透明中间母材,所述透明中间母材是变得透明的所述烟炱母材;

取出步骤,其中从所述碳管内部取出所述透明中间母材;和

拉丝步骤,其中对所述透明中间母材进行拉丝,从而制造光纤。

2. 根据权利要求1所述的光纤制造方法,

其中所述一个或多个芯棒是多个芯棒。

3. 根据权利要求1或2所述的光纤制造方法,

其中所述定位步骤包括在所述碳管的一端侧设置第一定位板的步骤,以及在所述碳管的另一端侧设置第二定位板并利用所述第一定位板和所述第二定位板固定所述一个或多个芯棒的步骤,其中所述第一定位板具有用于固定所述一个或多个芯棒的定位凹槽,所述第二定位板具有石英粉填充孔和用于固定所述一个或多个芯棒的定位孔,并且

其中所述烟炱母材制备步骤包括通过所述石英粉填充孔将所述石英粉引入所述碳管和所述一个或多个芯棒之间的所述间隙中的步骤。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的光纤制造方法,

其中所述第一定位板和所述第二定位板中的一者或两者由含有碳作为主要成分的材料形成,并且

其中所述方法包括在所述固结步骤之前,拆下所述第一定位板和所述第二定位板中的由含有碳作为主要成分的材料形成的板中的至少一个的步骤。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的光纤制造方法,

第二定位板

其中所述固结步骤是获得与所述第一定位板和所述第二定位板中的由含有石英作为主要成分的材料形成的一个或多个板一体化的所述透明中间母材的步骤。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的光纤制造方法,还包括石英去除步骤,其中将所述碳管设置在引入了由含氟分子构成的气体的炉中,并去除附着的 SiO_2 颗粒,其中所述碳管是重复使用的。

光纤制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及适用于制造多芯光纤的光纤制造方法。

背景技术

[0002] 包括沿轴向在共同包层中延伸的多个芯的多芯光纤能够通过多个芯中的每个芯传输信号光;因此,可以传输大量信息。制造多芯光纤母材的方法(例如)为管棒法(rod-in-tube method)或夹心包层法(sand cladding method)。

[0003] 美国专利申请公开No.US2010/0000260A公开了作为制造多芯光纤母材的方法的夹心包层法;在该方法中,通过将芯棒固定在玻璃管中的预定位置,然后将石英粉引入玻璃管和芯棒之间的间隙中来制造烟炱母材。另外,公开了将该烟炱母材固结为光纤母材的方法和在固结直接进行拉丝步骤的烟炱母材的同时对烟炱母材进行拉丝的方法。夹心包层法适合作为制造多芯光纤的方法,因为该方法可以将芯布置在烟炱母材中的所需位置处。

发明内容

[0004] 本公开的目的是提供一种光纤制造方法,其中可以在夹心包层法中使用大型高精度的烟炱母材。

[0005] 为了解决上述问题,本公开提供了一种光纤制造方法,包括:定位步骤,其中将一个或多个芯棒定位在碳管内;烟炱母材制备步骤,其中通过用石英粉填充所述碳管和所述一个或多个芯棒之间的间隙从而制造烟炱母材;固结步骤,其中将所述烟炱母材引入炉中并使所述石英粉固结,从而制备透明中间母材;取出步骤,其中从所述碳管内部取出所述透明中间母材;和拉丝步骤,其中对所述透明中间母材进行拉丝,从而制造光纤。

[0006] 在根据本公开的光纤制造方法中,一个或多个芯棒可以是多个芯棒。此外,所述定位步骤可包括在碳管的一端侧设置第一定位板的步骤,以及在碳管的另一端侧设置第二定位板并利用所述第一定位板和所述第二定位板固定所述一个或多个芯棒的步骤,其中第一定位板具有用于固定所述一个或多个芯棒的定位凹槽,第二定位板具有石英粉填充孔和用于固定所述一个或多个芯棒的定位孔,并且烟炱母材制备步骤可包括通过所述石英粉填充孔将所述石英粉引入所述碳管和所述一个或多个芯棒之间的间隙中的步骤。

[0007] 在根据本公开的光纤制造方法中,第一定位板和第二定位板中的一者或两者可由含有碳作为主要成分的材料形成,并且所述方法可包括在所述固结步骤之前,拆下所述第一定位板和所述第二定位板中的由含有碳作为主要成分的材料形成的板中的至少一个的步骤。或者是,第一定位板和第二定位板中的一者或两者可由含有石英作为主要成分的材料形成,并且所述固结步骤可以是获得与所述第一定位板和所述第二定位板中的由含有石英作为主要成分的材料形成的一个或多个板一体化的所述透明中间母材的步骤。

[0008] 此外,根据本公开的光纤制造方法还可包括石英去除步骤,其中将所述碳管设置在引入了由含氟分子构成的气体的炉中,并去除附着的SiO₂颗粒,其中所述碳管可以是重复使用的。

[0009] 本公开使得能够重复使用夹心包层法中的模具。而且,可以制造其中使用大型高精度的烟炱母材的光纤。

附图说明

[0010] 图1是根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案的流程图。

[0011] 图2是示出在根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案中使用的模具在组装之前的状态的透视图。

[0012] 图3A是示出芯棒定位于图2所示的模具中并且模具填充有石英粉的状态的透视图。图3B是沿线A-A截取的图3A中的模具的剖视图。

[0013] 图4A、4B和4C分别是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案的第二定位板的拆下、固结步骤和取出步骤的示意图。

[0014] 图5是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案的拉丝步骤的示意图。

[0015] 图6是根据本发明的光纤制造方法的第一实施方案的石英去除步骤中使用的炉的示意图。

[0016] 图7A和7B是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第二实施方案的固结步骤的示意图。图7C是用于描述取出步骤的示意图。

[0017] 参考符号列表

[0018] 100,100' 模具,110碳管,120,120' 第一定位板,121定位凹槽,130、130' 第二定位板,131定位孔,132填充孔,200、200' 透明中间母材,210芯棒,220石英粉,221固结体,222未固结体,230包层材料,240光纤母材,250处理管、260光纤,310拉丝炉,311、410加热器,320、350直径监测器,330涂覆模具,340UV灯,360导向辊,370验证试验机,380卷取筒管,400炉,420马弗炉,430陶瓷,440气体入口,450气体出口

具体实施方式

[0019] 在US2010/0000260A中公开的方法中,使用玻璃管来制备烟炱母材。为了获得大型烟炱母材,需要具有大直径的玻璃管。大型玻璃管的厚度相对于其直径是薄的。因此,大型玻璃管难以保持其结构高度精确,结果是其在纵向上弯曲;因此,大型玻璃管难以具有正圆的截面形状。而且,大直径玻璃管通常非常昂贵。因此,在US2010/0000260A中公开的方法中难以获得在精度和成本效率方面优异的烟炱母材。

[0020] 在下文中,将参考附图描述根据本公开的光纤制造方法的合适的实施方案。在以下描述中,在不同附图中具有相同符号的组件应被视为相同的,并且在一些情况下省略其描述。注意,本公开不限于这些实施方案中呈现的例子,并且包括在权利要求中描述的事项的范围内以及在与之等效的范围内的每个变化。假设可以将多个实施方案组合在一起,本公开包括任意实施方案的组合。在以下描述中,以制造多芯光纤的方法为例进行说明;然而,本公开还适用于制造仅包括一个芯的光纤的方法。

[0021] 第一实施方案

[0022] 图1是根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案的流程图。图2是示出在根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案中使用的模具100在组装之前的状态的透视图。模具

100包括:中空碳管110,其含有碳作为主要成分;盘状第一定位板120,其由碳制成并且被设置在碳管110的一个端部;以及盘状第二定位板130,其由碳制成并且被设置在碳管110的另一端部。将碳粉和粘结剂用作制备碳管110的材料,并且容易使碳管110具有大型且高精度的形状,以便可用于大型感应炉的炉管中。第一定位板120根据芯棒210的数量在板的上表面中的预定位置处具有有底的定位凹槽121。第二定位板130根据芯棒210的数量具有定位孔131且具有填充孔132,定位孔131是直径基本上等于每个芯棒210的直径的通孔,而填充孔132用于将石英粉220引入碳管110中的适当位置。

[0023] 为了制造光纤母材,首先进行定位步骤。在第一实施方案中,定位步骤包括在碳管110的一端侧设置第一定位板120的步骤S1,在碳管110内临时固定芯棒的步骤S2,以及在碳管110的另一端侧设置第二定位板130的步骤S3。

[0024] 在步骤S1中,将第一定位板120设置在碳管110的一端侧。碳管110和第一定位板120可以通过这样的方式彼此固定在一起,例如两者稍微呈锥形并彼此机械地嵌合在一起。此外,碳管110和第一定位板120可以在制备光纤母材之后在重新使用之前彼此分离,或者碳管110和第一定位板120可以保持彼此固定。

[0025] 在步骤S2中,将每个芯棒210的一个端部插入到第一定位板120的相应的一个定位凹槽121中,并且芯棒210临时固定在碳管110内。在这种情况下,碳管110的圆筒轴理想地沿垂直方向指向,并且碳管110布置成使得其一个端部位于垂直方向的下侧。将比碳管110长的棒用作芯棒210。芯棒210可通过已知的气相玻璃合成方法制造,例如气相轴向沉积(VAD)、外部气相沉积(OVD)、改性化学气相沉积(MCVD)和等离子体激活化学气相沉积(PCVD)。除了包括用作芯的部分之外,芯棒210还可以各自包括用作包层的最内层的部分。

[0026] 在步骤S3中,在将临时固定到第一定位板120上的芯棒210插入到第二定位板130的定位孔131中的状态下,将第二定位板130设置在碳管110的另一端侧(第一实施方案中的上端侧)上。布置第一定位板120的定位凹槽121和与其对应的第二定位板130的定位孔131,使得从碳管110的圆筒轴的方向看它们处于相同的位置。第二定位板130固定成易于从碳管110上拆下,因为第二定位板130之后将从碳管110上拆下。芯棒210通过第一定位板120和第二定位板130稳定地固定于碳管110上。因此,可以自由地和高度精确地将芯棒布置并定位在用作包层的护套内部,这使得能够以低成本获得其中多个芯棒210以高精度布置的烟炱母材。

[0027] 接下来,进行烟炱母材制备步骤。在第一实施方案中,烟炱母材制备步骤包括填充石英粉的步骤S4和拆下第二定位板的步骤S5。

[0028] 图3A是示出芯棒210定位在模具100中并且模具100填充有石英粉220的状态的透视图。图3B是沿AA线截取的图3A中的模具的剖视图。在步骤S4中,通过第二定位板130的填充孔132引入石英粉220,以填充碳管110和芯棒210之间的间隙,从而形成烟炱母材。石英粉220构成光纤的包层。石英粉220不限于含有SiO₂作为主要成分的石英玻璃,也可以是添加少量掺杂剂的石英玻璃。石英粉优选为高纯度合成石英玻璃,并且优选具有10nm至1μm的平均粒径。石英粉可直接用于填充;然而,从流动性和填充密度的观点考虑,可以使用通过在添加有粘结剂的造粒机中将石英粉造粒而获得的具有大的平均粒径的造粒粉末。如果使用粘结剂,则优选在经过适当的脱脂步骤后使石英粉固结。

[0029] 图4A是示出将第二定位板从模具100拆下的步骤S5的示意图。在第一实施方案中,

通过固结烟盒母材获得的透明中间母材200是否有效地与碳管110、第一定位板120和第二定位板130分离是一个问题。可以在保持第一定位板120和第二定位板130设置的同时进行固结；然而，石英粉220在固结过程中收缩，并且在固结温度下软化的芯棒210根据收缩而弯曲。因此，难以在固结之后将芯棒210从第一定位板120和第二定位板130拆下。

[0030] 此处，当碳管110沿垂直方向布置时，优选地第一定位板120不被拆下，因为如果在固结之前拆下第一定位板120，则填充碳管110内部的石英粉220可能落下。相反，对于第二定位板130，即使当第二定位板130被拆下时，如果引入石英粉220并且芯棒210处于被石英粉220固定的状态，则仍可以保持芯棒210的位置。因此，没有第二定位板130使得透明中间母材200在固结后能够容易地拆下。

[0031] 图4B是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案的固结步骤(步骤S6)的示意图。在步骤S6中，将拆下第二定位板130的模具100引入炉(未示出)中，并使烟盒母材固结。由于烟盒母材被放置在炉中并且石英粉220被固结并因此收缩，因此在碳管110和透明中间母材200之间形成间隙。图4C是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案的取出步骤(步骤S7)的示意图。在步骤S7中，从碳管110中取出透明中间母材200。

[0032] 可将由石英制成或由碳制成的马弗炉用作在固结步骤中使用的炉的马弗炉(分隔壁)。为了除去附着在石英粉220上的杂质，固化步骤可以适当地与本领域技术人员可行的杂质去除方法(例如其中通过使卤素气体(例如氯气)流动的脱水步骤)组合。为了使这种用于去除杂质的气体与烟盒母材内部的石英粉220接触，碳管110或第一定位板120可以设置有气体入口，该气体入口能够适当地引入卤素气体。

[0033] 如上所述，因为石英粉220在固结过程中收缩，所以在固化温度下软化的芯棒210根据收缩而弯曲，并且变得难以将芯棒210从第一定位板120上拆下。因此，位于距第一定位板120一定距离的石英粉220未被加热到使石英粉220在炉中收缩的程度而保持在未固结状态，这抑制了在第一定位板120附近的芯棒210收缩。因此，可以容易地从第一定位板120中取出透明中间母材200。在图4B和4C中，石英粉220的固结部分示出为固结体221，并且石英粉220的未固结部分示出为未固结体222。固结体221用作如图5所示的光纤母材240的包层材料。

[0034] 图5是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第一实施方案的拉丝步骤(步骤S8)的示意图。光纤母材240由悬挂装置(未示出)经由固定到光纤母材一个端部的处理管250保持，并且从其前端部分逐渐插入到设置有加热器311的拉丝炉310中。

[0035] 光纤母材240由多个芯棒210和围绕芯棒210设置的包层材料230构成，并且通过适当地将透明中间母材200成形为可纺形状而形成。在拉丝炉310内保持清洁的气体气氛。当光纤母材240的尖端软化并且由于其自重而下落时，光纤260开始在拉丝炉310的下方卷绕。通过导向辊360改变光纤260的前进方向，并且在通过验证试验机(proof testing machine)370将预定张力施加到光纤260的状态下，将光纤260围绕卷取筒管380卷绕。直径监视器320设置在拉丝炉310的正下方。由直径监测器320测量光纤260的外径，并且对光纤260的卷取速度和光纤母材240的进给速度进行控制，使得光纤260具有预定的直径。

[0036] 石英玻璃系光纤260如果在表面产生缺陷则强度会大幅降低，因此在拉丝后立即用树脂被覆表面，由此对表面进行保护。通常，希望在光纤260上设置两个或更多个被覆层。例如，设置了由于与裸光纤接触而抑制外力直接施加到光纤260的初级被覆层和抑制外部

损伤的次级被覆层作为被覆层。因此,通过构造为涂布每个树脂层的涂布模具330将树脂涂布到光纤260上,并且涂布的树脂通过UV灯340(紫外线固化炉)固化。通过直径监视器350测量已涂布有树脂的光纤260的外径,并且通过控制树脂的涂布量来控制被覆层的厚度。

[0037] 包含碳作为主要成分的碳管110、第一定位板120和第二定位板130是可重复使用的。然而,石英的一部分保持处于熔接状态并附着到取出透明中间母材200之后的碳管110的内壁。因此,如果再次使用处于该状态的碳管110,则通过固结步骤制造的透明中间母材200和附着的残留石英熔接在一起,这使得难以从碳管110中取出透明中间母材200。因此,在重新使用碳管110之前,有利地是除去附着在碳管110内表面上的残留石英。因此,变得可以在取出步骤中从碳管110平滑地取出透明中间母材200。

[0038] 图6是在根据本公开实施方案的光纤制造方法中使用的用于碳管110的石英去除步骤中的炉的视图。为了除去附着在碳管110的内表面上的残留石英,将用过的碳管110放入引入了由含氟分子构成的气体的炉400中,并且在高温下处理碳管110。炉400包括用于加热的加热器410和马弗炉420。炉400具有气体入口440和气体出口450。例如, SF_6 适合用作通过气体入口440引入的气体。

[0039] 如果马弗炉420由含有 SiO_2 作为主要成分的玻璃制成,则马弗炉420会被氟气侵蚀;因此,马弗炉420期望由碳制成。此外,马弗炉420的内表面期望地涂覆有陶瓷430,陶瓷430不与氟反应。因此,碳马弗炉420的内表面可以保持其高气密性,因此可以抑制有害氟气的泄漏。同时,与碳管110类似,有利地是通过石英去除步骤也从第一定位板120和第二定位板130中去除附着的石英。

[0040] 第二实施方案

[0041] 在第二实施方案中,第一定位板120'和第二定位板130'均由含有石英作为主要成分的材料构成。根据第二实施方案的光纤制造方法的步骤与第一实施方案中的步骤基本相同。然而,在第二实施方案中,拆下第二定位板的步骤S5不是必需的,并且在固结步骤中制备的透明中间母材200'的结构不同于第一实施方案中的结构。

[0042] 图7A和7B是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第二实施方案的固结步骤的示意图。通过使用第一定位板120'和第二定位板130'将芯棒210定位在碳管110中,并且在碳管110和芯棒210之间的间隙填充有石英粉220的状态下,将模具100'放入炉(未示出)中并加热到石英粉220固结的温度(图7A)。因此,烟炱母材的石英粉220固结并收缩,由此获得了这样的透明中间母材200',其中第一定位板120'、第二定位板130'、通过固结石英粉220得到的固结体221和芯棒210一体化在一起。结果,在碳管110和固结的透明中间母材200'之间形成间隙(图7B)。在第二实施方案中,可以在不保持第一定位板120'附近的低温的情况下加热石英粉220,使得石英粉220的整个部分固结,这使得在固结步骤中易于控制炉的温度。

[0043] 图7C是用于描述根据本公开的光纤制造方法的第二实施方案的取出步骤的示意图。从碳管110中取出透明中间母材200',并在必要时在成形后用于拉丝步骤。在第二实施方案中,在取出步骤中从碳管110中取出第一定位板120'和第二定位板130',因此,期望这样将第一定位板120'和第二定位板130'设置在碳管110中,以便以能够容易地进行后续取出的形状和强度的方式进行连接。此外,类似于第一实施方案,在第二实施方案中,可以在固结步骤之前拆下第二定位板130'。

[0044] 虽然以上描述了本公开的合适实施方案,但是可以将实施方案组合在一起。例如,由碳制成的第一定位板120和由石英制成的第二定位板130'一起使用。在这种情况下,在固结步骤之前进行固结而不拆下第二定位板130',并且在固结步骤中,进行温度控制,使得在由碳制成的第一定位板120附近的石英粉处于未固结状态。另外,例如,可以一起使用由石英制成的第一定位板120'和由碳制成的第二定位板130。在这种情况下,在固结步骤之前拆下第二定位板130,并且在固结步骤中,进行固结使得整个石英粉220形成为固结体221。

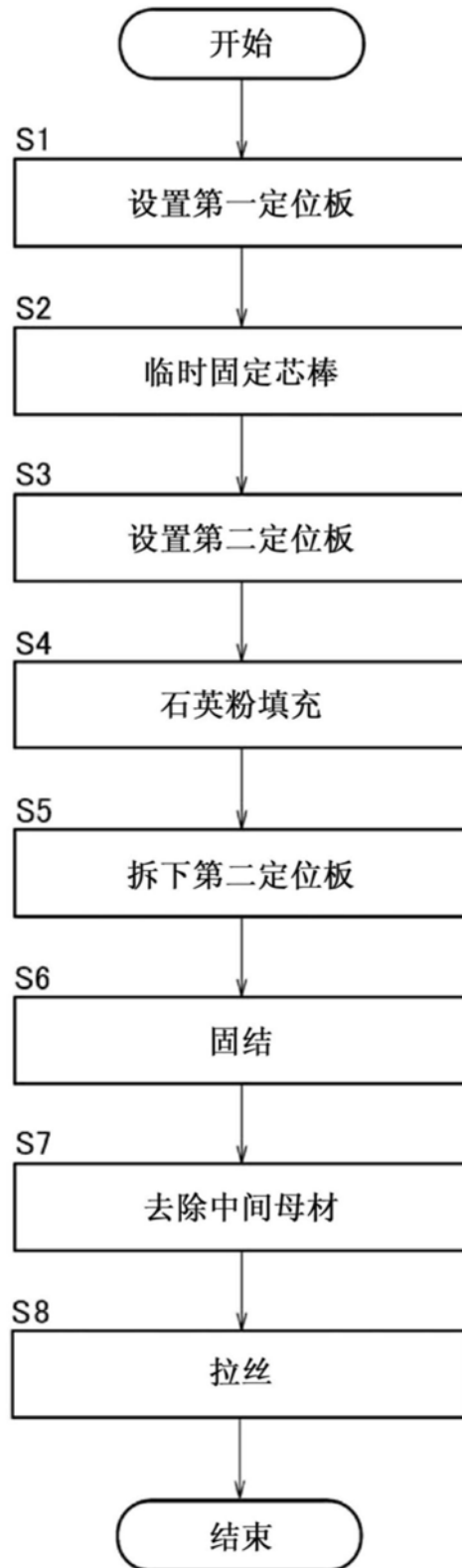


图1

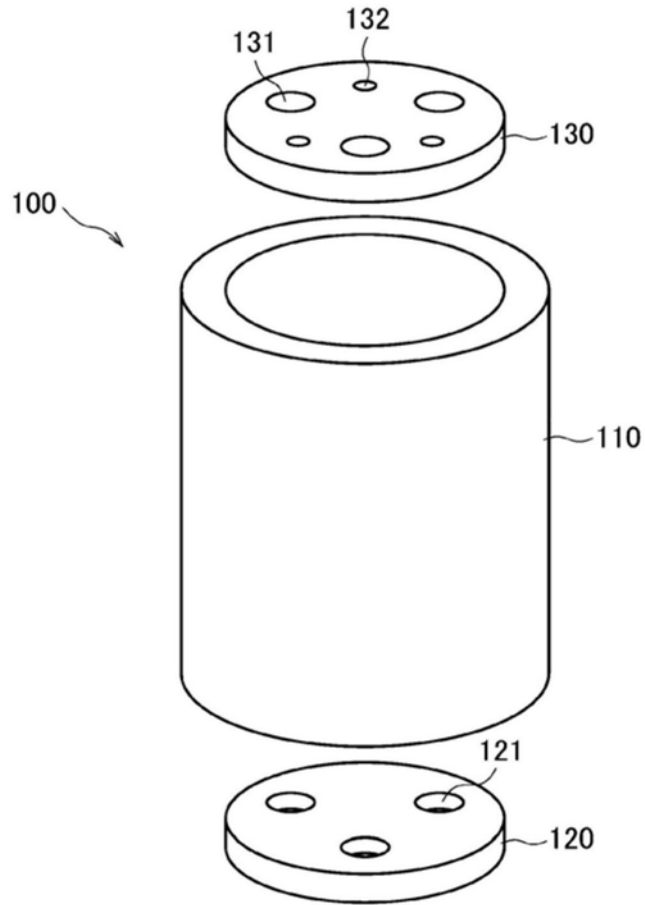


图2

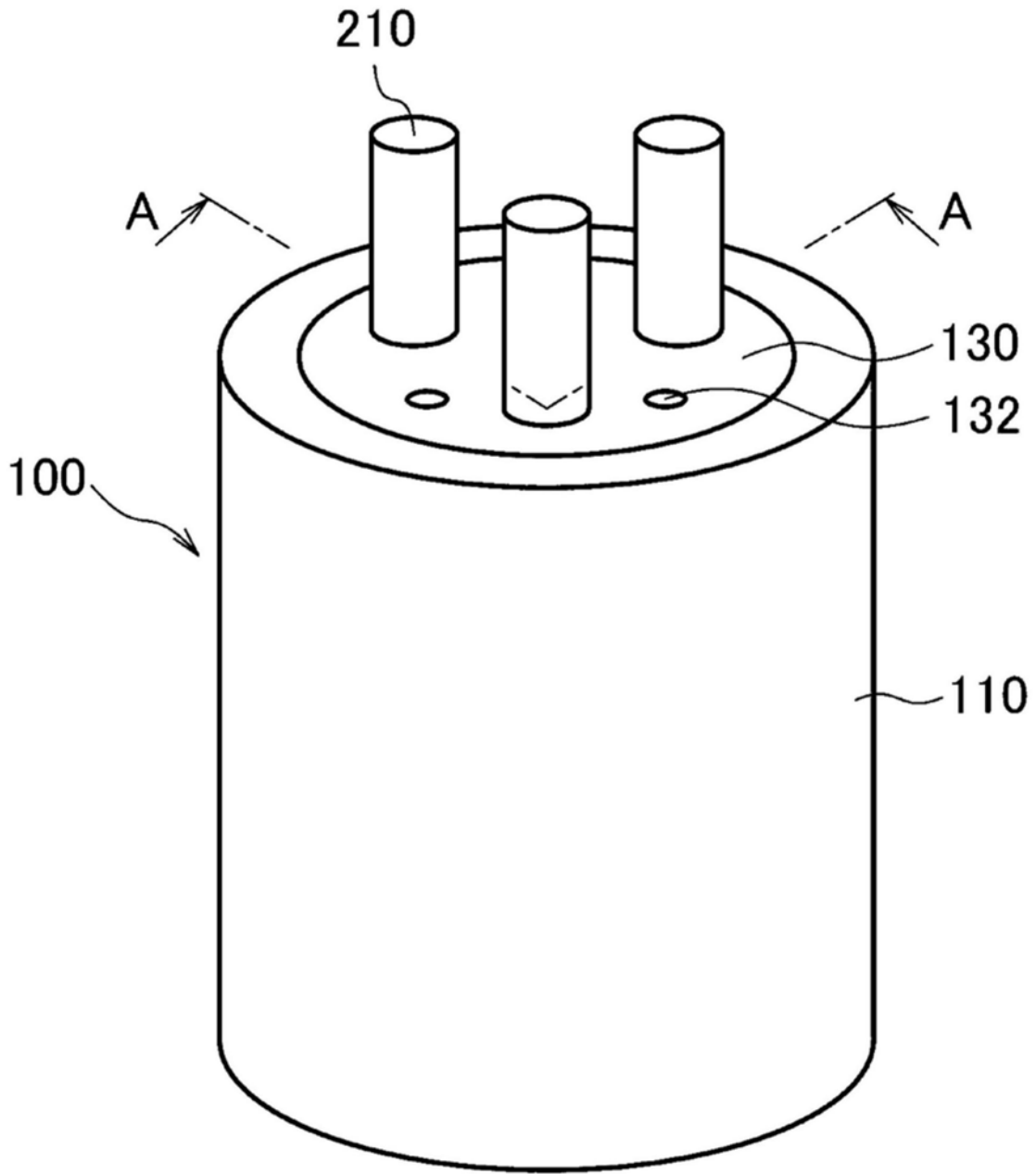


图3A

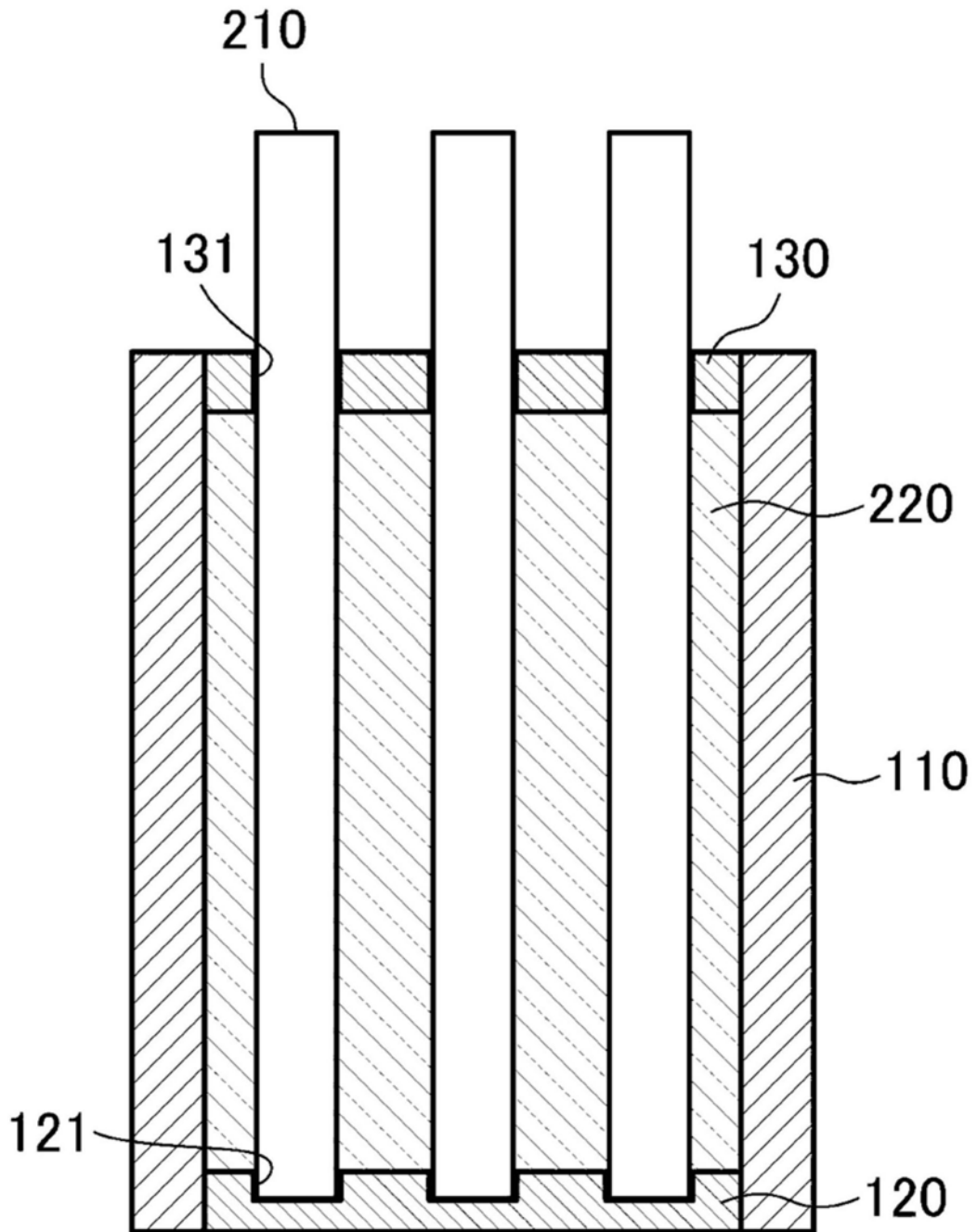


图3B

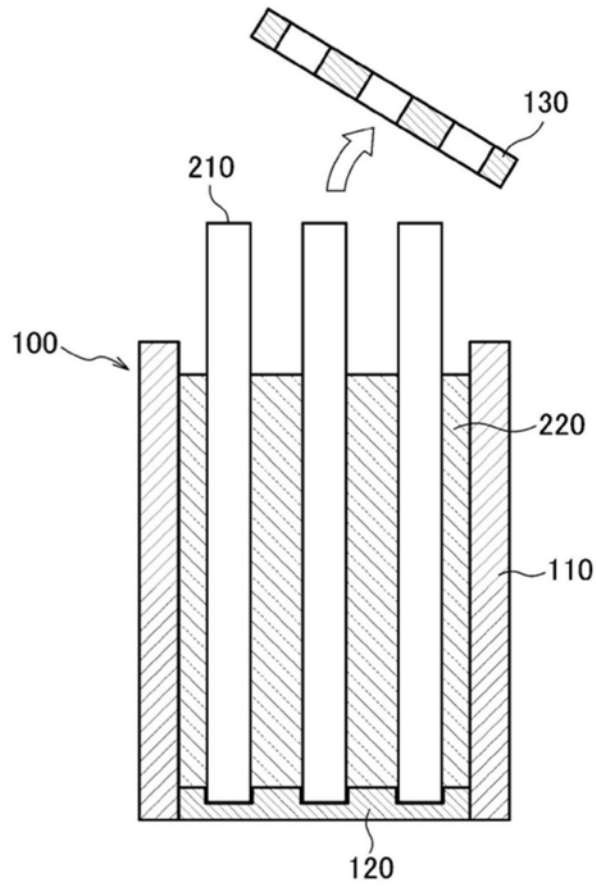


图4A

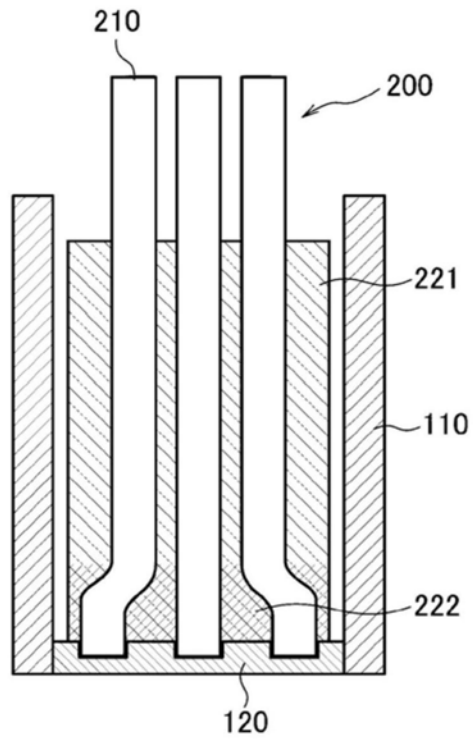


图4B

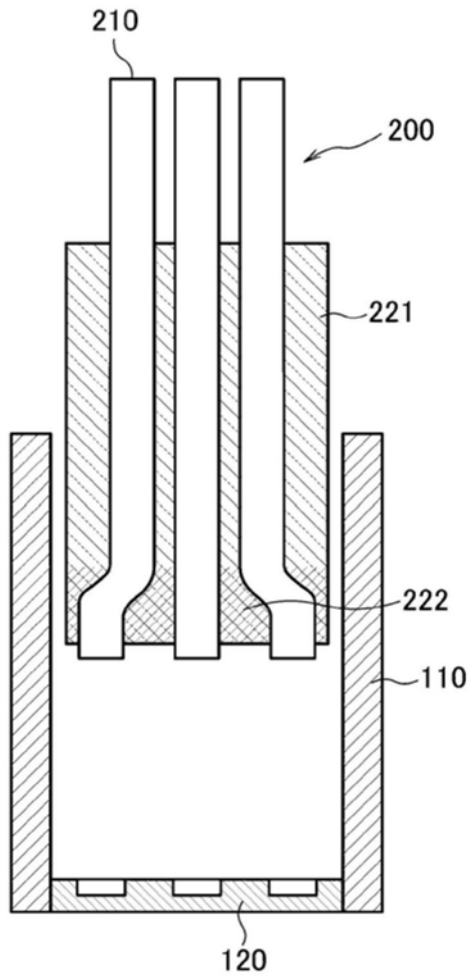


图4C

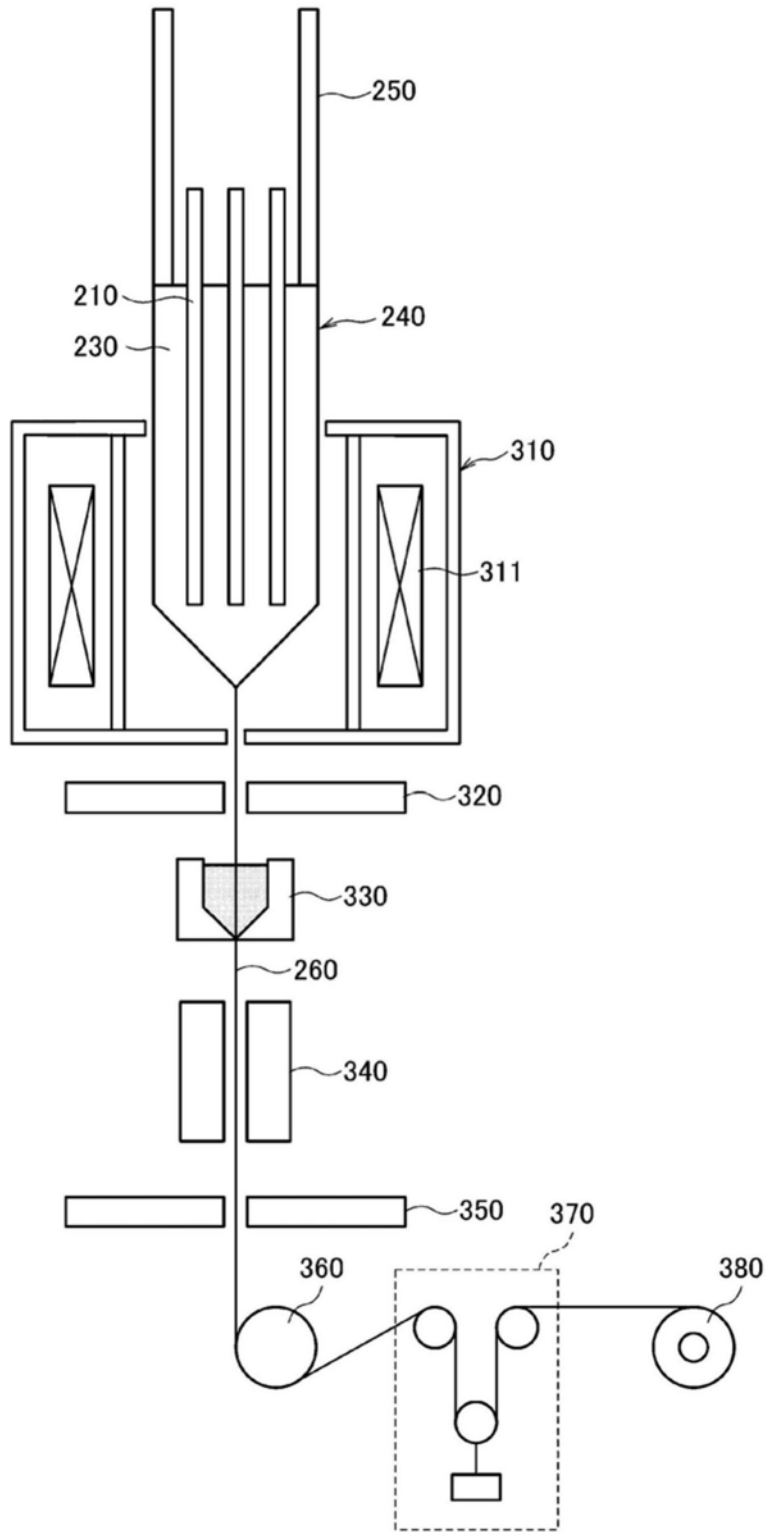


图5

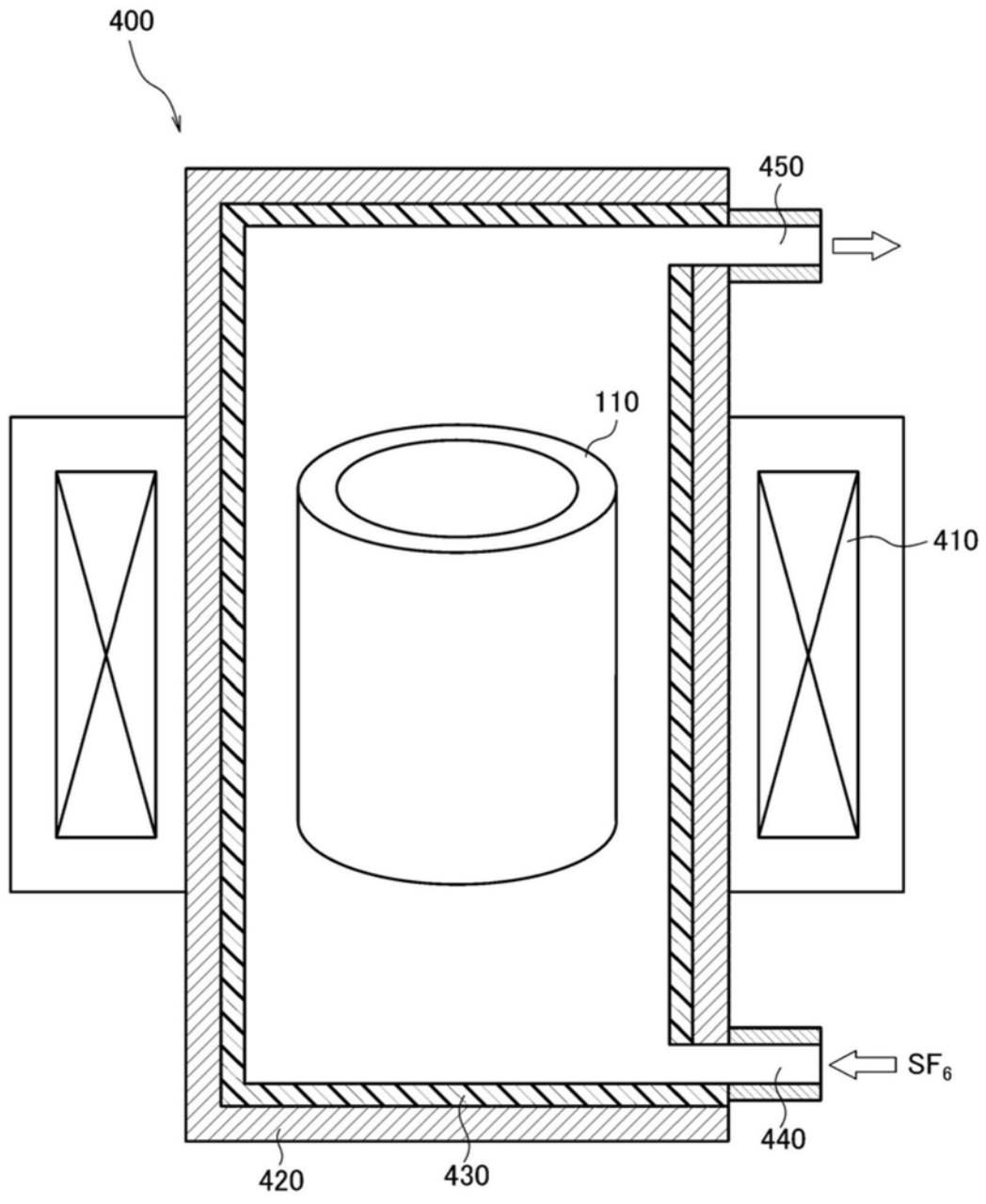


图6

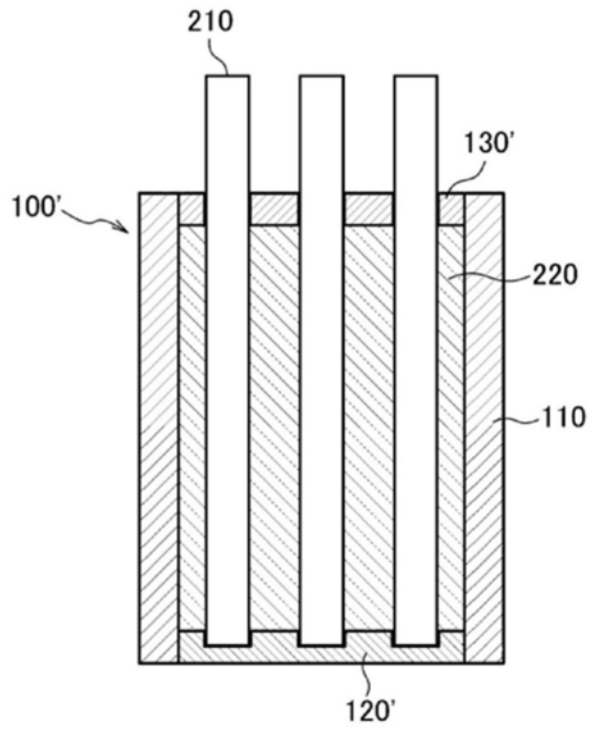


图7A

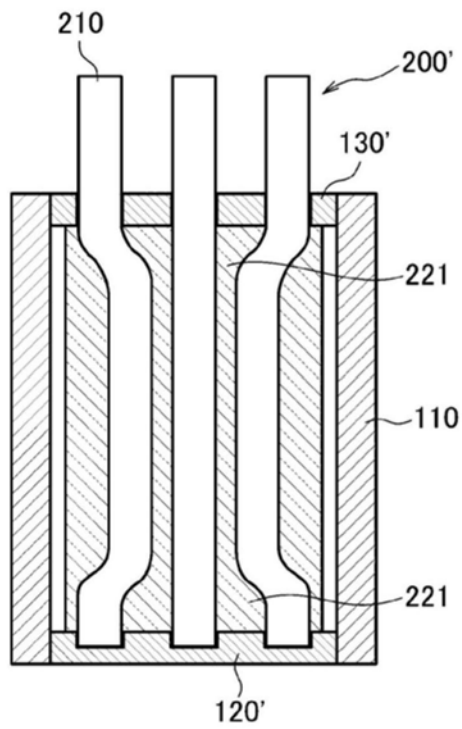


图7B

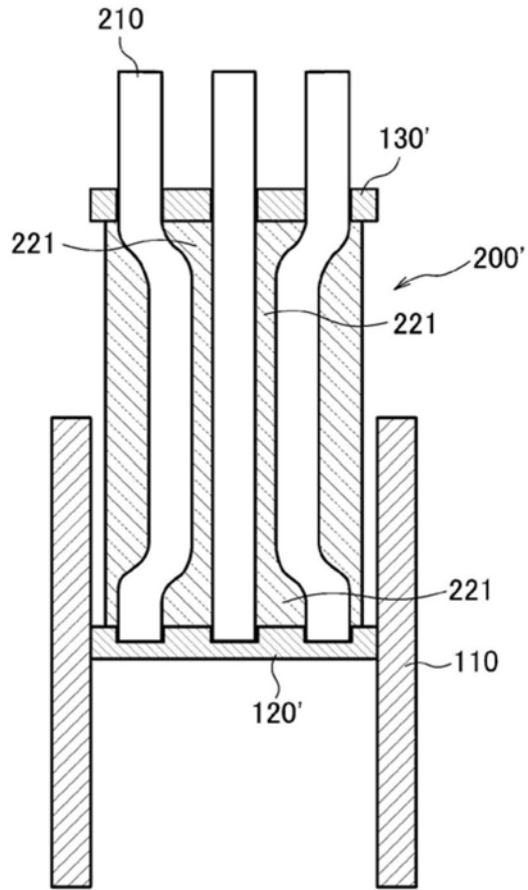


图7C