



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117581394 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202280045963.6

(22) 申请日 2022.03.15

(30) 优先权数据

2021-106788 2021.06.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/011576 2022.03.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/276314 JA 2023.01.05

(71) 申请人 武藏能源解决方案有限公司

地址 日本山梨县

(72) 发明人 山本雅浩 相田一成

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 胡乃锐

(51) Int.Cl.

H01M 4/139 (2006.01)

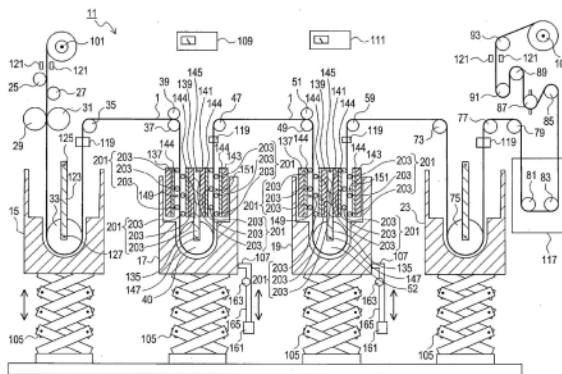
权利要求书1页 说明书15页 附图9页

(54) 发明名称

掺杂电极的制造方法以及掺杂电极的制造系统

(57) 摘要

本公开涉及一种包含被掺杂了碱金属的活性物质层的掺杂电极的制造方法。其中,沿着从收容有掺杂溶液、对电极单元、以及引导机构的掺杂槽内经过的路径来传送包含活性物质层的呈带状的电极,其中,所述掺杂溶液含有碱金属的离子和非质子性有机溶剂;在所述掺杂槽内,通过设置在所述电极与所述对电极单元之间的所述引导机构将所述电极与所述对电极单元之间的距离保持为规定的范围。在所述掺杂槽内,使所述电极和所述对电极单元经由所述掺杂溶液而电连接。



1. 一种掺杂电极的制造方法, 该掺杂电极包含被掺杂了碱金属的活性物质层, 所述掺杂电极的制造方法的特征在于,

沿着从收容有掺杂溶液、对电极单元、以及引导机构的掺杂槽内经过的路径来传送包含活性物质层的呈带状的电极, 其中, 所述掺杂溶液含有碱金属的离子和非质子性有机溶剂;

在所述掺杂槽内, 通过设置在包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间的所述引导机构将包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间的距离保持为规定的范围;

在所述掺杂槽内, 使包含所述活性物质层的呈带状的电极和所述对电极单元经由所述掺杂溶液而电连接。

2. 根据权利要求1所述的掺杂电极的制造方法, 其特征在于,
所述规定的范围是5mm以上且16mm以下的范围。

3. 根据权利要求1或2所述的掺杂电极的制造方法, 其特征在于,
所述引导机构具备引导杆或引导滚筒。

4. 根据权利要求3所述的掺杂电极的制造方法, 其特征在于,
所述引导杆或所述引导滚筒具备主体部和表面部, 所述主体部由包含选自热塑性树脂、热固性树脂、光固化性树脂、金属、以及所述金属的氧化物中的1种以上的材料制成; 所述表面部形成在所述主体部的表面, 并且由包含有机物的材料制成。

5. 根据权利要求3或4所述的掺杂电极的制造方法, 其特征在于,
在所述掺杂槽内, 以0.1m以上且1.0m以下的间隔设置有多数所述引导杆, 或以0.1m以上且1.0m以下的间隔设置有多数所述引导滚筒。

6. 一种掺杂电极的制造系统, 其用于制造掺杂电极, 该掺杂电极包含被掺杂了碱金属的活性物质层, 所述掺杂电极的制造系统的特征在于, 具备:

掺杂槽, 所述掺杂槽构成为收容掺杂溶液, 所述掺杂溶液含有碱金属的离子以及非质子性有机溶剂;

对电极单元, 所述对电极单元被收容在所述掺杂槽内;

引导机构, 所述引导机构被收容在所述掺杂槽内;

传送单元, 所述传送单元构成为沿着经过所述掺杂槽内的路径传送包含所述活性物质层的呈带状的电极; 以及

连接单元, 所述连接单元构成为使所述传送单元所具备的传送辊和所述对电极单元电连接, 并且

所述引导机构设置在包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间,

所述引导机构构成为, 在所述掺杂槽内将包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间的距离保持为规定的范围。

掺杂电极的制造方法以及掺杂电极的制造系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本国际申请要求2021年6月28日在日本专利局提交的日本发明专利申请第2021-106788号的优先权,所述日本发明专利申请的全部内容通过引用而并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及掺杂电极的制造方法以及掺杂电极的制造系统。

背景技术

[0004] 近年电子设备的小型化和轻量化受到关注,伴随着电子设备的小型化和轻量化,也进一步提高了对用作该电子设备的驱动电源的电池实现小型化和轻量化的需求。

[0005] 为了满足上述小型化和轻量化的需求,开发了以锂离子二次电池为代表的非水电解质二次电池。此外,作为应对需要高能量密度特性以及高输出特性的用途的蓄电装置,已知有锂离子电容器。此外还已知有使用成本比锂低且资源丰富的钠的钠离子型电池或电容器。

[0006] 在上述电池或电容器中,出于各种目的而采用了预先向电极掺杂碱金属的流程(通常称为预掺杂)。作为向电极预掺杂碱金属的方法,例如有连续式的方法。在连续式的方法中,在掺杂液中一边移送带状的电极一边进行预掺杂。在掺杂溶液中,电极与碱金属极相对。专利文献1~4中公开了连续式的方法。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开平10-308212号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2008-77963号公报

[0011] 专利文献3:日本特开2012-49543号公报

[0012] 专利文献4:日本特开2012-49544号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的问题

[0014] 带状的电极有时会出现变形、厚度不均、褶皱等。在带状的电极出现变形、厚度不均、褶皱等情况下,当实施连续式的预掺杂时,会产生电极和碱金属极的间隔较小的部位。从而容易在电极与碱金属极的间隔较小的部位处析出碱金属。此外,电极与碱金属极的间隔较小的部位和除此之外的其他部位会出现预掺杂进行程度不同的状态(以下称为掺杂不均)。

[0015] 本公开的一个方面在于优选提供一种能够抑制碱金属析出以及掺杂不均的掺杂电极的制造方法以及掺杂电极的制造系统。

[0016] 解决问题的技术方案

[0017] 本公开的一个方案涉及一种掺杂电极的制造方法,该掺杂电极包含被掺杂了碱金

属的活性物质层。在掺杂电极的制造方法中,沿着从收容有掺杂溶液、对电极单元、以及引导机构的掺杂槽内经过的路径来传送包含活性物质层的呈带状的电极,其中,所述掺杂溶液含有碱金属的离子和非质子性有机溶剂;在所述掺杂槽内,通过设置在包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间的所述引导机构将包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间的距离保持为规定的范围;在所述掺杂槽内,使包含所述活性物质层的呈带状的电极和所述对电极单元经由所述掺杂溶液而电连接。

[0018] 根据本公开的一个方案的掺杂电极的制造方法,能够抑制碱金属的析出以及掺杂不均。

[0019] 本公开的另一个方案涉及一种掺杂电极的制造系统,其用于制造掺杂电极,该掺杂电极包含被掺杂了碱金属的活性物质层。掺杂电极的制造系统具备:掺杂槽,所述掺杂槽构成为收容掺杂溶液,所述掺杂溶液含有碱金属的离子以及非质子性有机溶剂;对电极单元,所述对电极单元被收容在所述掺杂槽内;引导机构,所述引导机构被收容在所述掺杂槽内;传送单元,所述传送单元构成为沿着经过所述掺杂槽内的路径传送包含所述活性物质层的呈带状的电极;以及连接单元,所述连接单元构成为使所述传送单元所具备的传送辊和所述对电极单元电连接。

[0020] 所述引导机构设置在包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间。所述引导机构构成为,在所述掺杂槽内将包含所述活性物质层的呈带状的电极与所述对电极单元之间的距离保持为规定的范围。

[0021] 根据本公开的另一方案的掺杂电极的制造系统,能够抑制碱金属的析出以及掺杂不均。

附图说明

[0022] 图1是示出电极的结构的俯视图。

[0023] 图2是示出图1的II-II截面的剖视图。

[0024] 图3是示出电极制造系统的结构的说明图。

[0025] 图4是示出引导机构的结构的说明图。

[0026] 图5是从Y方向观察到的图4的X平面的俯视图。

[0027] 图6是示出引导杆以及引导滚筒的结构的、在与轴向正交的截面处的剖视图。

[0028] 图7是示出具备引导滚筒的引导机构的结构和配置的立体图。

[0029] 图8是示出活性物质层形成部中的负极的位置的说明图。

[0030] 图9是示出端部彼此对接的方法的说明图。

[0031] 图10是示出端部彼此对接的方法的说明图。

[0032] 附图标记的说明

[0033] 1…电极;1A…掺杂电极;3…集电体;5…活性物质层;

[0034] 6…活性物质层形成部;7…活性物质层未形成部;11…电极制造系统;

[0035] 15…电解液处理槽;17、19…掺杂槽;23…清洗槽;

[0036] 25、27、29、31、33、35、37、39、40、47、49、51、52、59、73、75、77、79、81、83、85、87、89、91、93…传送辊;101…供给滚筒;

[0037] 103…卷绕滚筒;105…支承台;107…循环过滤单元;109、111…电源;

[0038] 117…端部清洗部;119…回收单元;121…端部传感器;
[0039] 123、135…隔板;125、127、145、147…支承棒;
[0040] 137、139、141、143…对电极单元、144…掩膜;149、151…空间;
[0041] 153…导电性基材;155…含碱金属的板;161…过滤器;163…泵;
[0042] 165…管路;201…引导机构;203…引导杆;205…主体部;
[0043] 207…表面部;209…引导滚筒;211…基体部;301、303、305…负极;401…端部;
403…端部;405…连结部件;407…孔

具体实施方式

[0044] 参照附图对本公开的示例性的实施方式进行说明。

[0045] <第1实施方式>

[0046] 1. 电极1的结构

[0047] 参照图1和图2来说明电极1的结构。电极1具有呈带状的形状。电极1具备集电体3和活性物质层5。集电体3具有呈带状的形状。在集电体3的两个表面分别形成有活性物质层5。

[0048] 电极1的表面具有活性物质层形成部6和活性物质层未形成部7。活性物质层形成部6是形成有活性物质层5的部分。活性物质层未形成部7是未形成活性物质层5的部分。在活性物质层未形成部7露出有集电体3。

[0049] 活性物质层未形成部7具有在电极1的纵长方向L上延伸的呈带状的形态。活性物质层未形成部7在电极1的宽度方向W上位于电极1的端部处。

[0050] 作为集电体3,优选例如铜、镍、不锈钢等的金属箔。此外,集电体3可以是在上述金属箔上形成有以碳材料为主要成分的导电层的集电体。集电体3的厚度为例如 $5 \sim 50\mu\text{m}$ 。

[0051] 例如可以将浆料涂布到集电体3上并加以干燥,由此来制作活性物质层5,其中,所述浆料含有活性物质以及粘合剂等。

[0052] 作为上述粘合剂,可列举如苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)、NBR等橡胶系粘合剂;如聚四氟乙烯、聚偏二氟乙烯等氟系树脂;聚丙烯;聚乙烯;以及如日本特开2009-246137号公报公开的氟改性的(甲基)丙烯酸系粘合剂等。

[0053] 浆料除活性物质以及粘合剂之外还可以含有其他成分。作为其他成分,可列举例如导电剂、增稠剂。作为导电剂,可列举例如碳黑、石墨、气相生长碳纤维、金属粉末等。作为增稠剂,可列举例如羧甲基纤维素、羧甲基纤维素的Na盐或铵盐、甲基纤维素、羟甲基纤维素、乙基纤维素、羟丙基纤维素、聚乙烯醇、氧化淀粉、磷酸化淀粉、酪蛋白等。

[0054] 活性物质层5的厚度无特别限定。活性物质层5的厚度为例如 $5 \sim 500\mu\text{m}$,优选为 $10 \sim 200\mu\text{m}$,尤其优选为 $10 \sim 100\mu\text{m}$ 。活性物质层5所包含的活性物质只要是能够应用于利用碱金属离子的嵌入以及脱嵌的电池或电容器的电极活性物质即可,无特别限定。活性物质既可以是负极活性物质,也可以是正极活性物质。

[0055] 负极活性物质无特别限定。作为负极活性物质,可列举例如复合碳材料等碳材料、包含能够与锂合金化的Si、Sn等金属或半金属、或者该金属或半金属的氧化物的材料等。作为复合碳材料,可列举例如石墨、易石墨化碳、难石墨化碳、或用沥青或树脂的碳化物覆盖石墨颗粒而形成的复合碳材料等。作为碳材料的具体示例,可列举日本特开2013-258392号

公报所记载的碳材料。作为包含能够与锂合金化的金属或半金属、或者该金属或半金属的氧化物的材料的具体示例,可列举日本特开2005-123175号公报、日本特开2006-107795号公报所记载的材料。

[0056] 作为正极活性物质,可列举例如过渡金属氧化物、硫系活性物质、活性炭等。作为过渡金属氧化物,可列举例如钴氧化物、镍氧化物、锰氧化物、钒氧化物等。作为硫系活性物质,可列举例如硫单质、金属硫化物等。正极活性物质以及负极活性物质均可以由单一物质构成,也可以混合两种以上的物质而构成。

[0057] 使用后述的电极制造系统11向活性物质层5所含的活性物质中预掺杂碱金属。作为向活性物质中预掺杂的碱金属,优选锂或钠,尤其优选锂。当电极1用于制造锂离子二次电池的电极时,活性物质层5的密度优选为1.30~2.00g/cc,尤其优选为1.40~1.90g/cc。

[0058] 2. 电极制造系统11的结构

[0059] 参照图3~图7来说明电极制造系统11的结构。如图3所示,电极制造系统11具备:电解液处理槽15;掺杂槽17、19;清洗槽23;传送辊25、27、29、31、33、35、37、39、40、47、49、51、52、59、73、75、77、79、81、83、85、87、89、91、93(以下将其统称为传送辊组);供给滚筒101;卷绕滚筒103;支承台105;循环过滤单元107;两个电源109、111;端部清洗部117;回收单元119;端部传感器121;对电极单元137、139、141、143;掩膜144;以及引导机构201。传送辊组对应于传送单元。

[0060] 电解液处理槽15是上方开口的方形槽。电解液处理槽15的底面具有大致呈U字形的截面形状。电解液处理槽15具备隔板123。由贯穿隔板123上端的支承棒125支承着隔板123。支承棒125固定于未图示出的壁等处。隔板123在上下方向上延伸,并将电解液处理槽15的内部划分成两个空间。

[0061] 在隔板123的下端安装着传送辊33。由贯穿隔板123和传送辊33的支承棒127支承着隔板123和传送辊33。此外,隔板123的下端的附近处被切除,从而形成为不与传送辊33接触。传送辊33与电解液处理槽15的底面之间存在空间。

[0062] 电解液处理槽17是上方开口的方形槽。电解液处理槽17的底面具有大致呈U字形的截面形状。掺杂槽17具备隔板135。

[0063] 由贯穿隔板135上端的支承棒145支承着隔板135。支承棒145固定于未图示出的壁等处。隔板135在上下方向上延伸,并将掺杂槽17的内部划分成两个空间。在隔板135的下端安装着传送辊40。由贯穿隔板135和传送辊40的支承棒147支承着隔板135和传送辊40。此外,隔板135下端的附近处被切除,从而形成为不与传送辊40接触。传送辊40与掺杂槽17的底面之间存在空间。

[0064] 在掺杂槽17收容有四个对电极单元137、139、141、143;四个掩膜144;以及四个引导机构201。

[0065] 对电极单元137配置在掺杂槽17中的上游侧。对电极单元139、141以从两侧夹着隔板135的方式而配置。对电极单元143配置在掺杂槽17中的下游侧。

[0066] 对电极单元137与对电极单元139之间存在空间149。对电极单元141与对电极单元143之间存在空间151。对电极单元137、139、141、143与电源109的一方的电极连接。

[0067] 此外,对电极单元137、139、141、143可以分别与不同的电源连接。该情况下,可以分别对对电极单元137、139、141、143进行控制。而且易于对应着电极1在掺杂工序中的掺杂

状况对对电极单元137、139、141、143实施电气调节。从而易于制造所希望的掺杂电极1A。掺杂电极1A是包含被掺杂有碱金属的活性物质层5的电极1。

[0068] 如图4所示,对电极单元137具有由导电性基材153和含碱金属的板155层叠而成的结构。对电极单元137以使得含碱金属的板155和被传送的电极1相对的朝向而配置。

[0069] 作为导电性基材153的材质,可以列举例如铜、不锈钢、镍等。含碱金属的板155的形态无特别限定,可以列举例如碱金属板、碱金属的合金板等。含碱金属的板155的厚度例如为0.03~6mm。对电极单元139、141、143也具有与对电极单元137相同的结构。对电极单元139、141、143也以使得含碱金属的板155和被传送的电极1相对的朝向而配置。

[0070] 如图3所示,在对电极单元137、139、141、143分别安装有掩膜144。如图4所示,掩膜144安装在对电极单元137、139、141、143中的位于含碱金属的板155侧的表面。掩膜144不覆盖对电极单元137、139、141、143中的与活性物质层形成部6相对的部分,而覆盖其他的部分。掩膜144易于对掺杂宽度实施微细调节。掺杂宽度是电极1中的实施预掺杂的部分的宽度。掩膜144能够抑制对除了活性物质层形成部6以外的部分实施预掺杂。

[0071] 作为掩膜144的材质,可以列举例如聚乙烯、聚丙烯、聚苯硫醚、尼龙、聚醚醚酮、聚四氟乙烯等。作为掩膜144的材质,优选为聚丙烯。掩膜144的厚度优选为例如10 μ m以上且10mm以下,更优选为50 μ m以上且5mm以下。

[0072] 如图1所示,在电极1与对电极单元137之间、电极1与对电极单元139之间、电极1与对电极单元141之间、以及电极1与对电极单元143之间,分别设置有引导机构201。

[0073] 以下将设置在电极1与对电极单元137之间的引导机构201记为对电极单元137侧的引导机构201。此外,将设置在电极1与对电极单元139之间的引导机构201记为对电极单元139侧的引导机构201。此外,将设置在电极1与对电极单元141之间的引导机构201记为对电极单元141侧的引导机构201。此外,将设置在电极1与对电极单元143之间的引导机构201记为对电极单元143侧的引导机构201。

[0074] 例如图3~图5所示,引导机构201具备多个引导杆203。作为引导杆203的形状,可以采用各种形状。引导杆203优选为呈圆柱形的部件。当引导杆203是呈圆柱形的部件时,即使当引导杆203与电极1接触时,也能够抑制对电极1造成损伤的情况。多个引导杆203沿着电极1的传送方向而排列。排列的引导杆203彼此间的距离(以下称为间隔距离)优选为例如在0.05m以上且1.1m以下的范围内设定的距离;更优选为在0.1m以上且1.0m以下的范围内设定的距离;尤其优选为在0.1m以上且0.6m以下的范围内设定的距离。引导杆203的轴向与电极1的宽度方向W平行。多个引导杆203例如不与含碱金属的板155接触。例如与后述的引导滚筒209不同,引导杆203不旋转。也可以使引导杆203中的后述的表面部207旋转。

[0075] 如果使电极1朝含碱金属的板155的方向移动,则电极1与引导杆203接触。与引导杆203接触的电极1无法再进一步朝含碱金属的板155的方向移动。

[0076] 例如图6所示,引导杆203具备主体部205和表面部207。主体部205是呈圆柱形的部件。表面部207是形成在主体部205的表面的层。表面部207包覆主体部205。表面部207例如是在主体部205的表面涂布涂层材料而形成的。表面部207例如压接在主体部205的表面。例如,管状的表面部207包裹着主体部205。主体部205由如下材料制成,该材料包含例如选自热塑性树脂、热固性树脂、光固化性树脂、金属、以及金属的氧化物中的1种以上。表面部207例如包含有机物。作为有机物,可以列举例如特氟龙(Teflon)(注册商标)、聚乙烯、聚丙烯、

聚苯硫醚、全氟烷氧基树脂(PFA)、聚偏二氟乙烯、聚醚醚酮、聚酰亚胺、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚酯树脂、环氧树脂、乙丙橡胶、丁基橡胶、丁腈橡胶、氟橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶等。当表面部207由包含上述有机物的材料制成时,能够进一步抑制电极1的损伤。

[0077] 将对电极单元137侧的引导机构201所包含的任意的引导杆203记为第1引导杆。将对电极单元139侧的引导机构201所包含的引导杆203中的距离第1引导杆最近的引导杆203记为第2引导杆。在电极1的传送方向上,第1引导杆的位置与第2引导杆的位置彼此错开。将第1引导杆的位置与第2引导杆的位置彼此错开的量记为错开量A。错开量A优选为在15mm以上且100mm以下的范围内设定的数值,更优选为在30mm以上且50mm以下的范围内设定的数值。错开量A例如为30mm。

[0078] 将对电极单元141侧的引导机构201所包含的任意的引导杆203记为第3引导杆。将对电极单元143侧的引导机构201所包含的引导杆203中的距离第3引导杆最近的引导杆203记为第4引导杆。在电极1的传送方向上,第3引导杆的位置和第4引导杆的位置彼此错开。将第3引导杆的位置与第4引导杆的位置彼此错开的量记为错开量B。错开量B优选为在15mm以上且100mm以下的范围内设定的数值,更优选为在30mm以上且50mm以下的范围内设定的数值。错开量B例如为30mm。

[0079] 电极1从对电极单元137侧的引导机构201与对电极单元139侧的引导机构201之间经过。对电极单元137侧的引导机构201抑制电极1与对电极单元137的距离变得过小。对电极单元139侧的引导机构201抑制电极1与对电极单元139的距离变得过小。

[0080] 电极1从对电极单元141侧的引导机构201与对电极单元143侧的引导机构201之间经过。对电极单元141侧的引导机构201抑制电极1与对电极单元141的距离变得过小。对电极单元143侧的引导机构201抑制电极1与对电极单元143的距离变得过小。

[0081] 因此,收容在掺杂槽17的四个引导机构201将电极1与对电极单元137、139、141、143之间的距离保持为规定的范围。规定的范围例如优选为3mm以上且20mm以下,更优选为5mm以上且16mm以下,尤其优选为5mm以上且8mm以下。电极1与对电极单元137、139、141、143之间的距离是含碱金属的板155的表面和电极1之间在电极1的厚度方向上的距离。

[0082] 例如图7所示,引导机构201也可以是具备多个引导滚筒209的引导机构。引导滚筒209与被传送的电极1相对。引导滚筒209是呈圆柱形的部件。多个引导滚筒209沿着电极1的传送方向排列。以下将排列的引导滚筒209彼此间的距离也记为间隔距离。引导滚筒209中的间隔距离例如是在0.1m以上且1.0m以下的范围内设定的间隔。引导滚筒209的轴向与电极1的宽度方向W平行。引导滚筒209以能够绕其中心轴进行旋转的方式安装在基体部211上。

[0083] 例如图6所示,引导滚筒209具备主体部205和表面部207。主体部205是呈圆柱形的部件。表面部207是形成在主体部205的表面的层。表面部207包覆主体部205。表面部207是例如在主体部205的表面涂布涂层材料而形成的。表面部207例如压接在主体部205的表面。例如,由管状的表面部207包裹着主体部205。主体部205由如下材料制成,该材料包含例如选自热塑性树脂、热固性树脂、光固化性树脂、金属、以及金属的氧化物中的1种以上。表面部207例如包含有机物。作为有机物,可以列举例如特氟龙(Teflon)、聚乙烯、聚丙烯、聚苯硫醚、PFA、聚偏二氟乙烯、聚醚醚酮、聚酰亚胺、酚树脂、三聚氰胺树脂、尿素树脂、聚酯树脂、环氧树脂、乙丙橡胶、丁基橡胶、丁腈橡胶、氟橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶等。当表面部207

由包含上述有机物的材料制成时,能够进一步抑制电极1的损伤。

[0084] 与具备引导杆203的引导机构201相同,具备引导滚筒209的引导机构201中的错开量A、B也可以设为例如30mm。具备引导滚筒209的引导机构201中的错开量A、B是引导滚筒209的位置错开量。

[0085] 掺杂槽19具备基本上与掺杂槽17相同的结构。与掺杂槽17相同,在掺杂槽19中也配置有对电极单元137、139、141、143、掩膜144、以及引导机构201。

[0086] 不过,在掺杂槽19的内部不存在传送辊40而存在传送辊52。此外,收容在掺杂槽19的对电极单元137、139、141、143与电源111的一方的电极连接。

[0087] 清洗槽23具备基本上与电解液处理槽15相同的结构。不过,在清洗槽23的内部不存在传送辊33,而存在传送辊75。

[0088] 已经过掺杂槽19的电极1附着有从掺杂槽19带出的掺杂溶液。在清洗槽23中有效地去除附着在电极1的掺杂溶液。因此,易于对接下来的工序中的电极1进行处理。

[0089] 在清洗槽23中收容有例如以下的清洗液。清洗液优选为有机溶剂,并且优选在1个标准大气压下的沸点为150℃以下的非质子性溶剂。作为在1个标准大气压下的沸点为150℃以下的非质子性溶剂,可列举例如选自碳酸酯系溶剂、酯系溶剂、醚系溶剂、烃系溶剂、酮系溶剂、以及腈系溶剂中的至少一种溶剂。

[0090] 其中,优选碳酸酯系溶剂。作为碳酸酯系溶剂,尤其优选选自碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲丙酯、以及碳酸甲乙酯中的至少一种。通过使用如上所述的清洗液,易于从清洗后的电极1去除清洗液。

[0091] 此外,在清洗槽23中,由于会积累从掺杂槽19中带出的掺杂溶液,因此,优选进行清洗液的添加、更换等,从而使清洗液保持既定的品质。作为把握清洗液的品质的方法,可以列举如下方法,即,在清洗槽23设置绝缘电阻计或电导率仪等传感器,并且定期地确认利用这些传感器所测量的值。

[0092] 传送辊组中的传送辊37、39、49、51由导电性材料形成。传送辊37、39、49、51是导电性的供电辊。作为导电性的材料,可列举例如不锈钢、金、铜、铱等。作为导电性的材料,尤其优选铜。导电性的材料可以是混合两种以上的材质而形成的导电性的材料。使导电性的材料尤其存在于供电辊的表面处,由此,易于抑制掺杂电极1A和供电辊发生反应。从而能够量产出高品质的掺杂电极1A。

[0093] 传送辊组中的除导电性的供电辊以外的传送辊中除轴承部分外由高弹体形成。传送辊组沿着规定的路径传送电极1。路径是如下路径:从供给滚筒101依次经过电解液处理槽15中、掺杂槽17中、掺杂槽19中、清洗槽23中、以及端部清洗部117中,然后到达卷绕滚筒103。

[0094] 传送辊组传送电极1的路径中的从电解液处理槽15中经过的部分是如下路径:首先经由传送辊29、31向下方移动,然后通过传送辊33将移动方向改为朝上的方向。

[0095] 此外,传送辊组传送电极1的路径中的从掺杂槽17中经过的部分是如下路径:首先通过传送辊37将移动方向改为朝下的方向,并在掺杂槽17的空间149中向下方移动。然后,通过传送辊40将移动方向改为朝上的方向,并在掺杂槽17的空间151中向上方移动。最后,通过传送辊47将移动方向改为水平方向,并向掺杂槽19移动。

[0096] 此外,传送辊组传送电极1的路径中的从掺杂槽19中经过的部分是如下路径:首先

通过传送辊49将移动方向改为朝下的方向,并在掺杂槽19的空间149中向下方移动。然后,通过传送辊52将移动方向改为朝上的方向,并在掺杂槽19的空间151中向上方移动。最后,通过传送辊59将移动方向改为水平方向,并向清洗槽23移动。

[0097] 此外,传送辊组传送电极1的路径中的从清洗槽23中经过的部分是如下路径:首先通过传送辊73将移动方向改为朝下的方向,并向下方移动,然后通过传送辊75将移动方向改为朝上的方向。

[0098] 供给滚筒101上卷绕有电极1。即,供给滚筒101保持着处于卷绕状态的电极1。保持在供给滚筒101的电极1的活性物质中尚未掺杂碱金属。

[0099] 传送辊组拉出由供给滚筒101保持的电极1并进行传送。卷绕滚筒103卷绕并保存由传送辊组传送来的电极1。沿着从掺杂槽17、19内经过的路径传送电极1时,碱金属被掺杂到活性物质层5中。掺杂碱金属的方法是如下方法:在掺杂槽17、19内,使用与电极1相向设置的对电极单元137、139、141、143,电气式地向活性物质中掺杂碱金属。通过将碱金属掺杂到活性物质层5中,电极1形成包含被掺杂有碱金属的活性物质层5的掺杂电极1A。由卷绕滚筒103保存的电极1是掺杂电极1A。

[0100] 支承台105从下方支承电解液处理槽15、掺杂槽17、19、以及清洗槽23。支承台105的高度可以改变。掺杂槽17、19分别设置有循环过滤单元107。循环过滤单元107包括过滤器161、泵163、以及管路165。

[0101] 在设置于掺杂槽17的循环过滤单元107中,管路165是从掺杂槽17出发继而依次经过泵163以及过滤器161并返回到掺杂槽17的循环管路。利用泵163的驱动力使掺杂槽17内的掺杂溶液在管路165以及过滤器161内循环并再次返回到掺杂槽17。

[0102] 此时,掺杂溶液中的异物等被过滤器161过滤。作为异物,可列举从掺杂溶液析出的异物、从电极1产生的异物等。过滤器161的材质是例如聚丙烯、聚四氟乙烯等树脂。过滤器161的孔径可适当加以设定。过滤器161的孔径例如为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下。

[0103] 设置在掺杂槽19的循环过滤单元107也具有同样的结构,并实现同样的作用效果。此外,为了方便起见,在图3中省略了对掺杂溶液的图示。

[0104] 电源109的一方的端子与传送辊37、39连接。此外,电源109的另一方的端子与掺杂槽17所具备的对电极单元137、139、141、143连接。电极1与传送辊37、39接触。电极1和对电极单元137、139、141、143处在作为电解液的掺杂溶液中。因此,在掺杂槽17中,电极1和对电极单元137、139、141、143经由电解液而电连接。电极1和对电极单元137、139、141、143电连接的路径对应于连接单元。

[0105] 电源111的一方的端子与传送辊49、51连接。此外,电源111的另一方的端子与掺杂槽19所具备的对电极单元137、139、141、143连接。电极1与传送辊49、51接触。电极1和对电极单元137、139、141、143处在作为电解液的掺杂溶液中。因此,在掺杂槽19中,电极1和对电极单元137、139、141、143经由电解液而电连接。电极1和对电极单元137、139、141、143电连接的路径对应于连接单元。

[0106] 端部清洗部117对掺杂电极1A的活性物质层未形成部7进行清洗。如果在掺杂电极1A的活性物质层未形成部7残留有来源于掺杂溶液等的残留有机成分,则容易在对活性物质层未形成部7实施焊接时发生焊接的不良状况。

[0107] 电解液处理槽15、掺杂槽17、19、以及清洗槽23中分别配置有回收单元119。回收单

元119对电极1从槽中带出的液体进行回收,并使该液体返回到槽中。

[0108] 端部传感器121检测电极1在宽度方向W上的端部的位置。未图示的端部位置调节单元基于端部传感器121的检测结果,来调节供给滚筒101以及卷绕滚筒103在宽度方向W上的位置。

[0109] 3.掺杂溶液的组分

[0110] 当使用电极制造系统11时,在电解液处理槽15、以及掺杂槽17、19中收容掺杂溶液。掺杂溶液含有碱金属离子和溶剂。掺杂溶液是电解液。

[0111] 作为溶剂,可列举例如有机溶剂。作为有机溶剂,优选为非质子性的有机溶剂。作为非质子性的有机溶剂,可列举例如碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸亚乙烯酯、碳酸乙烯亚乙酯、碳酸乙烯酯、氟代碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸丁烯酯、碳酸二丙酯、 γ -丁内酯、环丁砜、二乙二醇二甲醚(二甘醇二甲醚)、二乙二醇甲乙醚、三乙二醇二甲醚(三甘醇二甲醚)、三乙二醇甲丁醚、以及四乙二醇二甲醚(四甘醇二甲醚)等。

[0112] 当溶剂为上述非质子性的有机溶剂时,能够有效地对电极1实施掺杂。此外,通过使用掺杂电极1A,能够获得电池稳定性高的二次电池,其中,该掺杂电极1A是使用上述非质子性的有机溶剂实施了掺杂而获得的掺杂电极。

[0113] 作为非质子性的有机溶剂,优选所属于特定群组的有机溶剂。作为所属于特定群组的有机溶剂,优选例如碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯、碳酸亚乙烯酯、碳酸乙烯亚乙酯、碳酸乙烯酯、氟代碳酸乙烯酯、以及碳酸丙烯酯。

[0114] 当溶剂为所属于特定群组的有机溶剂时,尤其能够有效地对电极1实施掺杂。此外,通过使用掺杂电极1A,能够获得电池稳定性尤其高的二次电池,其中,该掺杂电极1A是使用所属于特定群组的有机溶剂实施了掺杂而获得的掺杂电极。

[0115] 此外,作为上述非质子性的有机溶剂,也可以使用例如季铵化咪唑鎓盐、季铵化吡啶鎓盐、季铵化吡咯烷鎓盐、季铵化哌啶鎓盐等的离子液体。非质子性的有机溶剂可由单一成分构成,也可以是两种以上成分的混合溶剂。

[0116] 掺杂溶液中含有的碱金属离子是构成碱金属盐的离子。碱金属盐优选为锂盐或钠盐。作为构成碱金属盐的阴离子部,可列举例如诸如 PF_6^- 、 $\text{PF}_3(\text{C}_2\text{F}_5)_3^-$ 、 $\text{PF}_3(\text{CF}_3)_3^-$ 等具有氟基的磷阴离子;诸如 BF_4^- 、 $\text{BF}_2(\text{CF})_2^-$ 、 $\text{BF}_3(\text{CF}_3)^-$ 、 $\text{B}(\text{CN})_4^-$ 等具有氟基或氰基的硼阴离子;诸如 $\text{N}(\text{FSO}_2)_2^-$ 、 $\text{N}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2^-$ 、 $\text{N}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2^-$ 等具有氟基的磺酰基酰亚胺阴离子;诸如 CF_3SO_3^- 等具有氟基的有机磺酸阴离子。

[0117] 上述掺杂溶液中的碱金属盐的浓度优选为0.1摩尔/L以上,更优选处在0.5~1.5摩尔/L的范围内。当碱金属盐的浓度处在该范围内时,可高效地进行碱金属的预掺杂。

[0118] 掺杂溶液还可以含有碳酸亚乙烯酯、碳酸乙烯亚乙酯、1-氟代碳酸乙烯酯、1-(三氟甲基)碳酸乙烯酯、无水丁二酸、无水顺丁烯二酸、丙磺酸内酯、二乙基砜等添加剂。

[0119] 掺杂溶液还可以含有磷腈化合物等阻燃剂。从有效地控制掺杂碱金属时的热失控反应的观点出发,阻燃剂的添加量优选相对于100质量份的掺杂溶液为1质量份以上,进一步优选为3质量份以上,更优选为5质量份以上。此外,从获得高品质的掺杂电极1A的观点出发,阻燃剂的添加量优选相对于100质量份的掺杂溶液为20质量份以下,进一步优选为15质量份以下,更优选为10质量份以下。

[0120] 4.使用电极制造系统11的掺杂电极1A的制造方法

[0121] 掺杂电极1A的制造方法如下所述。将预掺杂前的电极1卷绕在供给滚筒101上。然后,从供给滚筒101拉出预掺杂前的电极1,并沿着上述路径送至卷绕滚筒103。接下来,使电解液处理槽15、掺杂槽17、19、以及清洗槽23上升,并设置在图3示出的固定位置。

[0122] 接下来,在电解液处理槽15、以及掺杂槽17、19中收容掺杂溶液。掺杂溶液是上述“3.掺杂溶液的组分”中所述的掺杂溶液。在清洗槽23中收容清洗液。

[0123] 接下来,利用传送辊组沿着上述路径将电极1从供给滚筒101传送至卷绕滚筒103。传送电极1的路径包括经过掺杂槽17、19内的路径。当电极1从掺杂槽17、19内经过时,向活性物质层5所含的活性物质中预掺杂碱金属。

[0124] 将卷绕在供给滚筒101上的电极1称为卷绕体。如果持续传送电极1,则卷绕体会逐渐变小。为了连续制造掺杂电极1A,需要在中途对卷绕体进行更换。在更换卷绕体时,希望使更换前的卷绕体所包含的在电极1的纵长方向L上的端部和更换后的卷绕体所包含的在电极1的纵长方向L上的端部相对接(以下称为端部彼此对接)。在进行端部彼此对接的情况下,能够减少因卷绕体的更换而产生的时间损失,从而能够提高掺杂电极1A的生产率。

[0125] 作为端部彼此对接的方法,例如有图9所示的方法,即:通过连结部件405使更换前的卷绕体所包含的在电极1的纵长方向L上的端部401和更换后的卷绕体所包含的在电极1的纵长方向L上的端部403相对接的方法。连结部件405是例如胶带、熔接膜等。连结部件405跨着端部401和端部403。连结部件405分别与端部401和端部403接合。

[0126] 作为端部彼此对接的方法,例如有图10所示的方法。在端部401、403分别形成有孔407。孔407贯穿电极1。连结部件405跨着端部401和端部403。例如,将一张连结部件405对折,并从两侧夹着端部401、403。此外,也可以是两张连结部件405从两侧夹着端部401、403。连结部件405在端部401、403的两个表面处覆盖孔407。连结部件405是热熔接膜。连结部件405在端部401、403的两个表面处与端部401、403熔接。此外,位于电极1中一侧的连结部件405和位于电极1中相反侧的连结部件405经由孔407而接触,并熔接在一起。

[0127] 在图10所示的方法中,即使在连结部件405浸渍有掺杂溶液,或者在连结部件405作用有较高的拉力时,端部401、403也不易分离。

[0128] 在掺杂槽17、19内,通过设置于电极1与对电极单元137、139、141、143之间的引导机构201而使得电极1与对电极单元137、139、141、143之间的距离被保持为规定的范围。规定的范围例如是5mm以上且16mm以下的范围。

[0129] 此外,传送辊组向清洗槽23传送电极1。一边通过传送辊组传送电极1,一边在清洗槽23中对电极1进行清洗。

[0130] 此外,传送辊组连续地向端部清洗部117传送电极1。电极1中的被传送至端部清洗部117的部分是已实施了预掺杂处理从而已形成为掺杂电极1A的部分。端部清洗部117对掺杂电极1A中的活性物质层未形成部7进行清洗。

[0131] 掺杂电极1A既可以是正极,也可以是负极。在制造正极时,电极制造系统11向正极活性物质中掺杂碱金属,在制造负极时,电极制造系统11向负极活性物质中掺杂碱金属。

[0132] 在使锂吸留在锂离子电容器的负极活性物质中的情况下,碱金属的掺杂量优选相对于负极活性物质的理论容量为70%~95%。在使锂吸留在锂离子二次电池的负极活性物质中的情况下,碱金属的掺杂量优选相对于负极活性物质的理论容量为10%~30%。

[0133] 5.二次电池的制造方法

[0134] 作为二次电池,可列举例如锂离子二次电池等。二次电池具备电极单元。电极单元具有由负极和正极层叠而成的结构。在二次电池中,例如利用上述“4.使用电极制造系统11的掺杂电极1A的制造方法”来制造负极。然后,层叠负极和正极从而形成电极单元。

[0135] 6.电极制造系统11、以及掺杂电极1A的制造方法所达到的效果

[0136] (6-1) 引导机构201在掺杂槽17、19内将电极1与对电极单元137、139、141、143之间的距离保持为规定的范围。因此,能够抑制掺杂不均以及碱金属的析出。

[0137] (6-2) 规定的范围是5mm以上且16mm以下的范围。因此,能够进一步抑制掺杂不均以及碱金属的析出。

[0138] (6-3) 引导机构201具备引导杆203或引导滚筒209。因此,能够进一步抑制掺杂不均以及碱金属的析出。

[0139] (6-4) 在引导杆203或引导滚筒209具有图6所示的结构的情况下,电极1与包含有机物的表面部207接触。因此,能够抑制电极1因引导杆203或引导滚筒209而造成损伤的情况。

[0140] (6-5) 在掺杂槽17、19内,间隔距离为0.1m以上且1.0m以下。因此,能够进一步抑制掺杂不均以及碱金属的析出。

[0141] 7.实施例

[0142] (实施例1)

[0143] (i) 电极1的制造

[0144] 准备长条带状的集电体3。集电体3是负极集电体。集电体3的尺寸为:宽度130mm、长度100m、厚度8 μ m。集电体3的表面粗糙度Ra为0.1 μ m。集电体3由铜箔构成。在集电体3的两个表面分别形成有活性物质层5。活性物质层5是负极活性物质层。

[0145] 活性物质层5的涂覆量为每个单面100g/m²。如图1所示,沿着集电体3的纵长方向形成活性物质层5。从集电体3中的在宽度方向W上的端部起形成宽120mm的活性物质层5。集电体3在宽度方向W上的另一个端部处的活性物质层未形成部7的宽度为10mm。活性物质层未形成部7是未形成活性物质层5的部分。然后,通过实施干燥以及压制而获得电极1。

[0146] 活性物质层5以质量比为88:3:5:3:1的比例而含有负极活性物质、羧甲基纤维素、乙炔黑、粘合剂以及分散剂。负极活性物质是Si系活性物质和石墨系活性物质的混合物。负极活性物质以质量比2:8的比例而含有Si系活性物质和石墨系活性物质。乙炔黑对应于导电剂。

[0147] (ii) 对电极单元137、139、141、143的制造

[0148] 在铜板上安装由聚丙烯(PP)制成的树脂膜。铜板的尺寸为:长度1000mm、宽度220mm、厚度3mm。树脂膜的尺寸为:长度800mm、宽度120mm、厚度470 μ m。树脂膜形态为具有多个开口部的网状。树脂膜的开口率为50%。

[0149] 然后,在树脂膜上安装锂(Li)箔。Li箔的长度以及宽度和树脂膜的长度以及宽度相同。Li箔的厚度为2mm。使用辊压装置将树脂膜以及Li箔压接到铜板上,从而获得对电极单元137、139、141、143。压接的线压力为5kgf/cm。铜板对应于导电性基材153。Li箔对应于含碱金属的板155。

[0150] (iii) 掺杂电极1A的制造

[0151] 准备图3所示的电极制造系统11,并对电极1进行输送布置。此外,分别在掺杂槽

17、19中设置对电极单元137、139、141、143、掩膜144、以及引导机构201。

[0152] 引导杆203的材质为SUS。引导杆203的形状是直径2mm的圆柱形。引导杆203的位置设为将含碱金属的板155与电极1之间的距离保持为5mm的位置。间隔距离设为500mm。错开量A以及错开量B的数值均为30mm。引导机构201的条件示于表1。表1中的“电极与对电极单元之间的距离”是指,含碱金属的板155与电极1之间在电极1的厚度方向上的距离。

[0153] 【表1】

[0154]

		实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6	实施例7	实施例8	实施例9	比较例1
引导机构	引导杆	○	○		○	○	○	○	○	○	
	引导滚筒			○							
含特氟龙的表面部			○	○	○	○	○	○	○	○	
电极与对电极单元之间的距离 (mm)		5	5	5	10	3	16	5	5	5	
间隔距离 (mm)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.8	1	
Li的析出		有微量析出	无	无	无	有微量析出	无	无	无	有微量析出	有
电压稳定状态下的电压		B	A	A	B	A	B	A	A	B	C
充放电效率分布		A	A	A	A	B	B	A	B	B	C

[0155] 接下来,向掺杂槽17、19内供给掺杂溶液。掺杂溶液是含有1.2M的LiPF₆的溶液。掺杂溶液的溶剂是以3:7的体积比而含有EC(碳酸乙烯酯)和DMC(碳酸二甲酯)的混合液。

[0156] 接下来,将输送布置到电极制造系统11的电极1以及对电极单元137、139、141、143连接到带电流・电压监测器的直流电源。以2.1m/min的速度传送电极1,同时在电极制造系统11整体接通269A的电流,以实施预掺杂。此时,电极1的每单位面积的预掺杂电流密度为35mA/cm²。并且,此时电极1所具备的活性物质层5在宽度方向W上的中心与对电极单元137、139、141、143所具备的Li箔在宽度方向W上的中心一致。

[0157] (iv) 电压稳定状态下的电压的评价

[0158] 在掺杂电极1A的制造中,当开始预掺杂后不久达到电压变化为±0.05V以下的状态(以下称为电压稳定状态)。若达到电压稳定状态,则即使继续实施预掺杂也不会出现电压继续升高的状况。优选在电压稳定状态下的电压较低。按照以下的基准,对电压稳定状态下的电压进行了评价。评价结果示于表1。在实施例1中,电压稳定状态下的电压为3.6V。

[0159] A:电压稳定状态下的电压小于3.5V。

[0160] B:电压稳定状态下的电压大于等于3.5V且小于5.0V。

[0161] C:电压稳定状态下的电压大于等于5.0V。

[0162] (v) Li的析出的评价

[0163] 按照以下的方法对所获得的掺杂电极1A进行了Li的析出的评价。通过目视观察来确认在掺杂电极1A上是否出现白色的析出物。在出现了析出物的情况下,取出少量的析出物,将其浸渍于乙醇,并且确认是否出现析出物和乙醇的反应。在出现了析出物和乙醇的反应的情况下,判断为存在Li的析出。在出现析出的情况下,按照以下的基准分类为“有微量析出”、“有析出”。“有微量析出”是指,出现Li的析出的部分的面积相对于实施了预掺杂的部分的面积小于10%的情形。“有析出”是指,出现Li的析出的部分的面积相对于实施了预掺杂的部分的面积达到10%以上的情形。评价结果示于表1。

[0164] (vi) 充放电效率分布的评价

[0165] 通过以下方法对掺杂电极1A的充放电效率分布进行了评价。在露点温度为-60℃的干燥室内,使用株式会社高桥型精的汤姆逊刀具冲裁出掺杂电极1A的一部分。将冲裁出的部分作为负极。负极的形状为纵向尺寸2.6cm、横向尺寸4.0的矩形。负极具有从矩形的一

条边朝外周侧突出的端子焊接部。

[0166] 接下来,使用负极制作了第1评价用半电池。第1评价用半电池的制作方法如下所示。

[0167] 在负极的一侧依次层叠隔膜、对电极、以及隔膜。此外,在负极的相反侧也依次层叠隔膜、对电极、以及隔膜。从而获得层叠体。隔膜由厚度 $35\mu\text{m}$ 的聚乙烯制无纺布制成。对电极是通过将金属锂贴附到铜板网箔上而获得的对电极。铜板网箔的基本形态为纵向尺寸 2.6cm 、横向尺寸 3.9 的矩形。铜板网箔具备从矩形的一条边朝外周侧突出的端子焊接部。

[0168] 接下来,用胶带固定层叠体的四条边。然后,将负极的端子焊接部和对电极的端子焊接部超音波焊接到铜制成的端子处。端子的尺寸为:宽度 5mm 、长度 50mm 、厚度 0.2mm 。

[0169] 接下来,用两张层压膜夹着层叠体。层压膜的形状为长方形。层压膜的尺寸为纵向尺寸 6.5cm 、横向尺寸 8.0cm 。对两张层压膜的四条边中的三条边实施了熔接。由此,两张层压膜形成为仅一条边开口的袋子。层叠体被收容在袋中。

[0170] 接下来,使电解液真空浸渍于袋中的层叠体。电解液是含有 1.2M 的 LiPF_6 的溶液。电解液的溶剂是以 $3:7$ 的体积比而含有EC(碳酸乙烯酯)和DMC(碳酸二甲酯)的混合液。

[0171] 接下来,对袋子的四条边中的未实施熔接的一条边实施了熔接。通过以上工序制成了第1评价用半电池。此外,以与第1评价用半电池的制作方法基本相同的方法制作了第2评价用半电池和第3评价用半电池。

[0172] 第1~第3评价用半电池所使用的负极是从一个掺杂电极1A中的不同的部位冲裁出的负极。如图8所示,第1评价用半电池所使用的负极301是从活性物质层形成部6中的在宽度方向W上位于活性物质层未形成部7一侧的部位冲裁出的负极。第2评价用半电池所使用的负极303是从活性物质层形成部6中的在宽度方向W上位于中央的部位冲裁出的负极。第3评价用半电池所使用的负极305是从活性物质层形成部6中的在宽度方向W上位于活性物质层未形成部7的相反侧的部位冲裁出的负极。

[0173] 此外,第1~第3评价用半电池对应于二次电池。第1~第3评价用半电池的制作方法对应于二次电池的制造方法。

[0174] 将第1~第3评价用半电池导入至 25°C 的恒温槽内。然后,分别计算出第1~第3评价用半电池的以如下式(1)所表示的初次充放电效率E。初次充放电效率E的单位是%。

[0175] (式1) $E = (C1/C2) \times 100$

[0176] $C1$ 是初次放电容量。 $C2$ 是初次充电容量。 $C1$ 以及 $C2$ 的单位分别为 mAh/cm^2 。初次放电容量 $C1$ 是指,在以 10mA 的恒定电流进行充电直至电池电压达到 0.01V 为止后在施加 0.01V 的恒定电压的状态下继续进行充电直至电流值下降到 1mA 为止时的容量。初次充电容量 $C2$ 是指,在测量了初次放电容量 $C1$ 后以 10mA 的恒定电流进行放电直至电池电压达到 2.0V 为止时的容量。

[0177] 将第1~第3评价用半电池的初次充放电效率E分别记为 $E1 \sim E3$ 。将 $E1 \sim E3$ 中的最大值记为 E_{max} 。将 $E1 \sim E3$ 中的最小值记为 E_{min} 。将 E_{max} 减去 E_{min} 后的值记为 ΔE 。在实施例1中, $E1$ 为 99% , $E2$ 为 100% , $E3$ 为 99% 。

[0178] 根据 ΔE 的值,按照以下的基准对充放电效率分布进行了评价。评价结果示于表1。

[0179] A: ΔE 小于 5% 。

[0180] B: ΔE 大于等于 5% 且小于 15% 。

[0181] C: ΔE 大于等于15%。

[0182] 此外, ΔE 是代表掺杂不均的指标。 ΔE 越小,代表掺杂不均程度越小。

[0183] (实施例2)

[0184] 以基本上与实施例1同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,引导杆203具有由SUS制成的主体部205和由PFA制成的表面部207。评价结果示于表1。

[0185] 在实施例2中,电压稳定状态下的电压的评价结果为A。不存在Li的析出。充放电效率分布的评价结果为A。

[0186] (实施例3)

[0187] 以基本上与实施例2同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,引导机构201不具备引导杆203,而具备图7所示的引导滚筒209。引导滚筒209具有由SUS制成的主体部205和由PFA制成的表面部207。评价结果示于表1。

[0188] 在实施例3中,电压稳定状态下的电压的评价结果为A。不存在Li的析出。充放电效率分布的评价结果为A。

[0189] (实施例4)

[0190] 以基本上与实施例2同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,引导机构201将含碱金属的板155与电极1之间的距离保持为10mm。评价结果示于表1。

[0191] 在实施例4中,电压稳定状态下的电压的评价结果为B。不存在Li的析出。充放电效率分布的评价结果为A。

[0192] (实施例5)

[0193] 以基本上与实施例2同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,引导机构201将含碱金属的板155与电极1之间的距离保持为3mm。评价结果示于表1。

[0194] 在实施例5中,电压稳定状态下的电压的评价结果为A。Li的析出的评价结果为“有微量析出”。充放电效率分布的评价结果为B。

[0195] (实施例6)

[0196] 以基本上与实施例2同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,引导机构201将含碱金属的板155与电极1之间的距离保持为16mm。评价结果示于表1。

[0197] 在实施例6中,电压稳定状态下的电压的评价结果为B。不存在Li的析出。充放电效率分布的评价结果为B。

[0198] (实施例7)

[0199] 以基本上与实施例2同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,将间隔距离设为100mm。评价结果示于表1。

[0200] 在实施例7中,电压稳定状态下的电压的评价结果为A。不存在Li的析出。充放电效率分布的评价结果为A。

[0201] (实施例8)

[0202] 以基本上与实施例2同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,将间隔距离设为800mm。评价结果示于表1。

[0203] 在实施例8中,电压稳定状态下的电压的评价结果为A。不存在Li的析出。充放电效率分布的评价结果为B。

[0204] (实施例9)

[0205] 以基本上与实施例2同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,将间隔距离设为1000mm。评价结果示于表1。

[0206] 在实施例9中,电压稳定状态下的电压的评价结果为B。Li的析出的评价结果为“有微量析出”。充放电效率分布的评价结果为B。

[0207] (比较例1)

[0208] 以基本上与实施例1同样的方式制造了掺杂电极1A,并进行了评价。不过,在掺杂槽17、19内未设置引导机构201。评价结果示于表1。

[0209] 在比较例1中,电压稳定状态下的电压的评价结果为C。Li的析出的评价结果为“有析出”。充放电效率分布的评价结果为C。

[0210] <其他实施方式>

[0211] 以上对本公开的实施方式进行了说明,不过,本公开不限于上述实施方式,能够进行各种变形并加以实施。

[0212] (1)可以由多个构成元素来分担上述各实施方式中的一个构成元素所具有的功能,或者可以由一个构成元素来发挥多个构成元素所具有的功能。此外,可以省略上述各实施方式的构成的一部分。此外,可以将上述各实施方式的构成的至少一部分添加到上述其他实施方式的构成中,或者将上述各实施方式的构成的至少一部分与上述其他实施方式的构成进行置换等。

[0213] (2)除上述掺杂电极的制造方法、掺杂电极的制造系统以外,还可以以掺杂电极、二次电池、二次电池的制造方法等各种方式实施本公开。

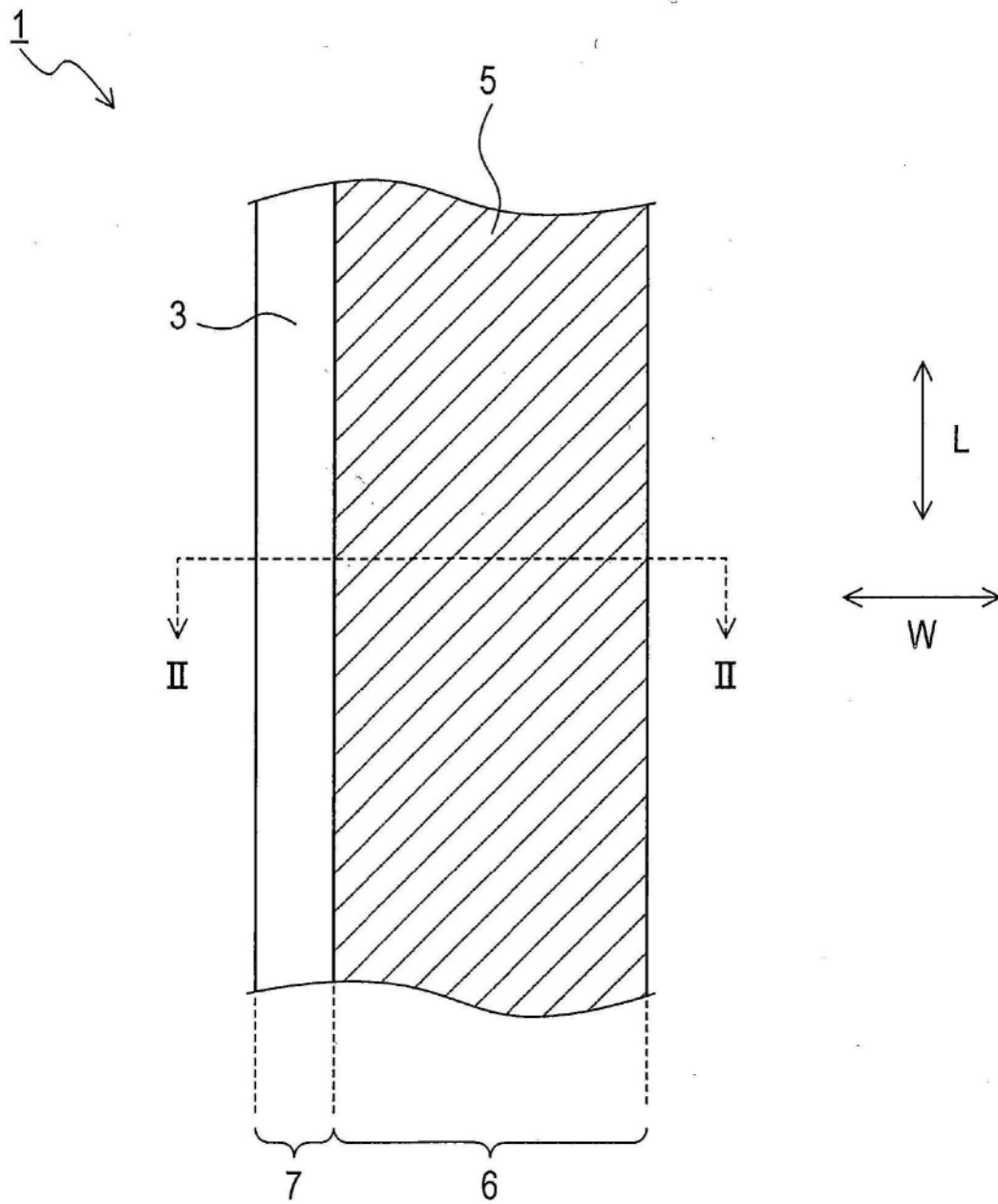


图1

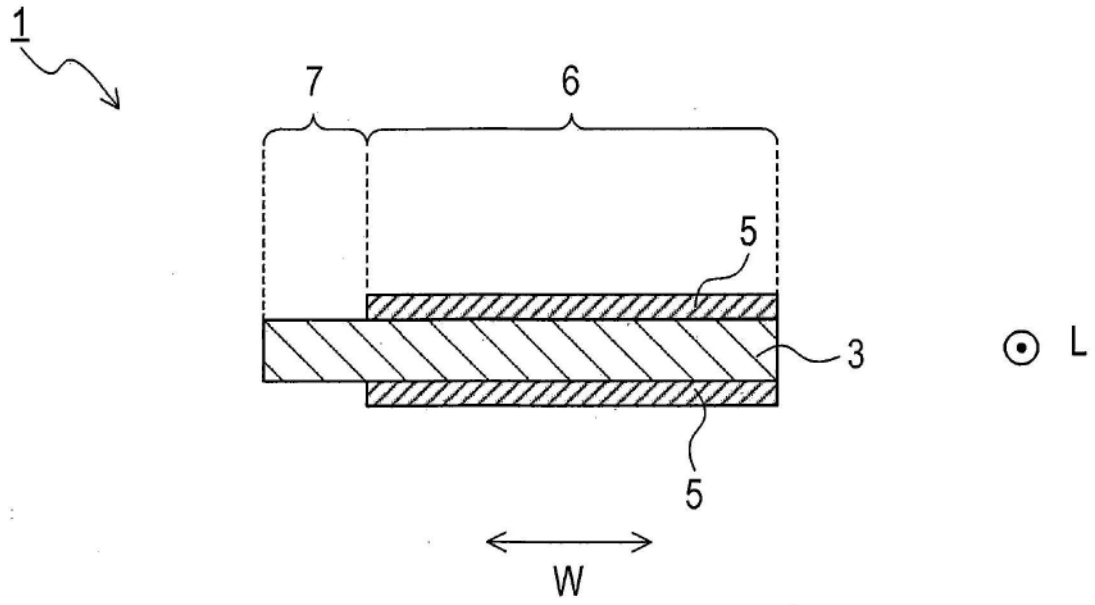


图2

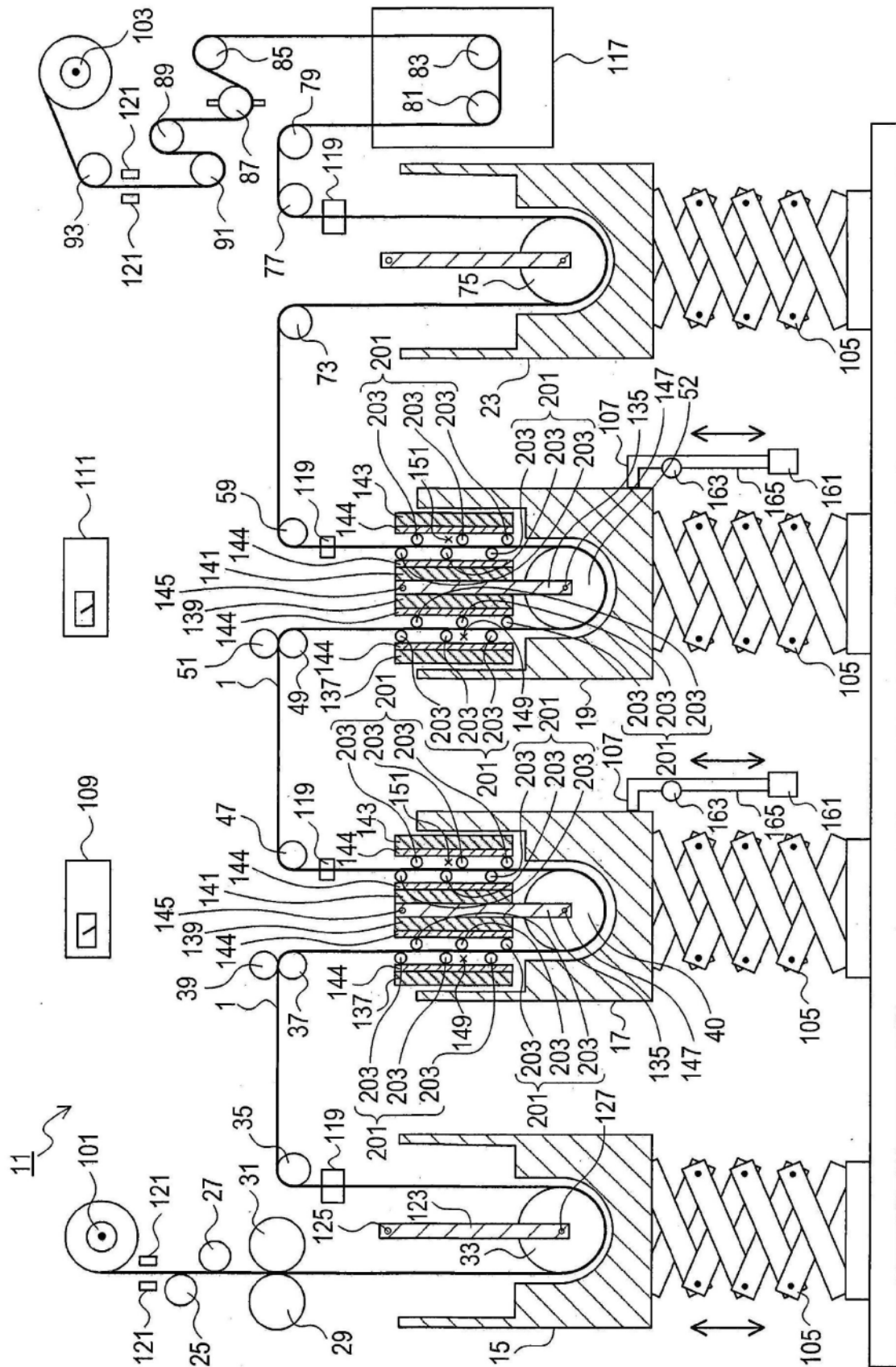


图3

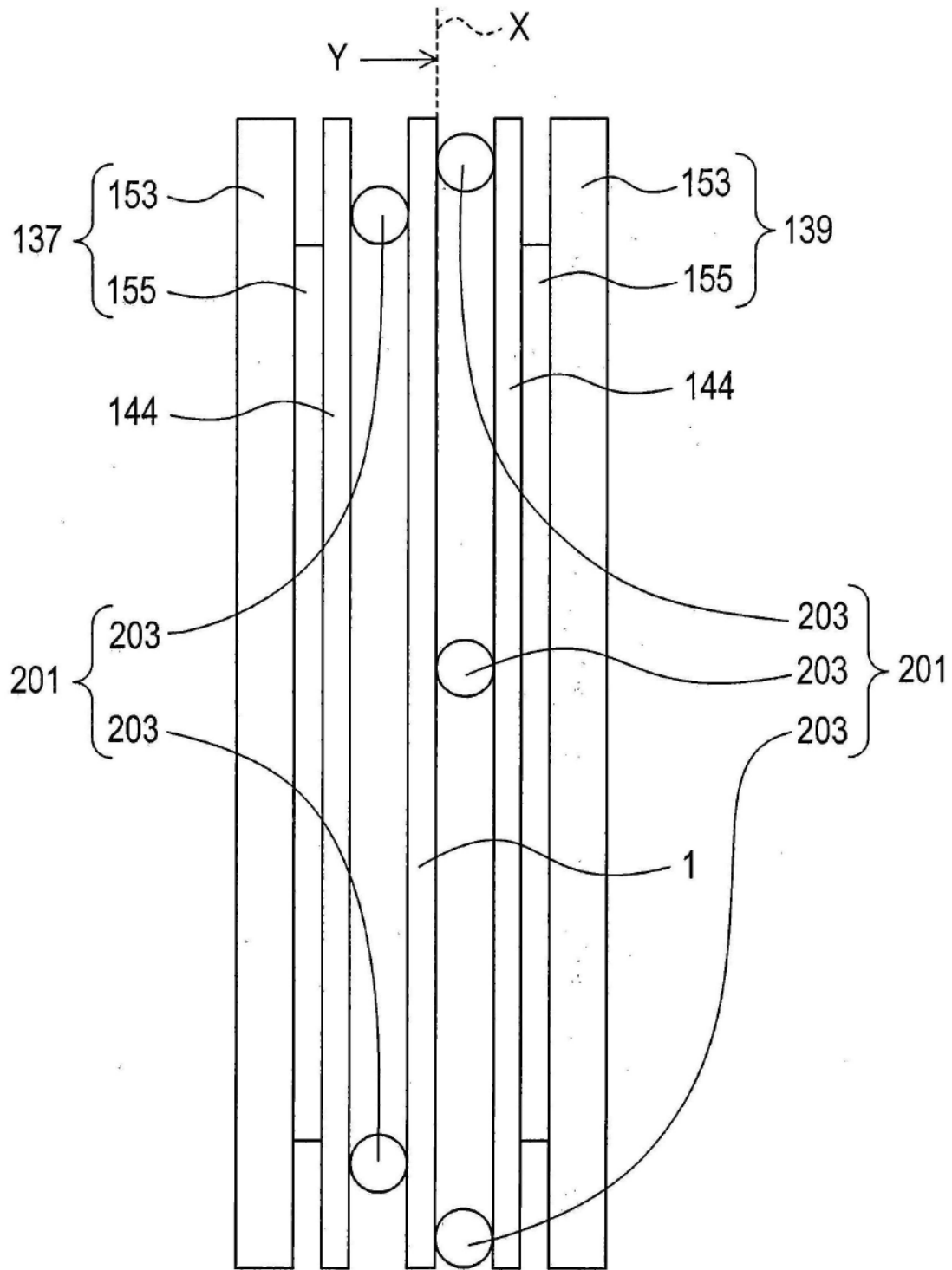


图4

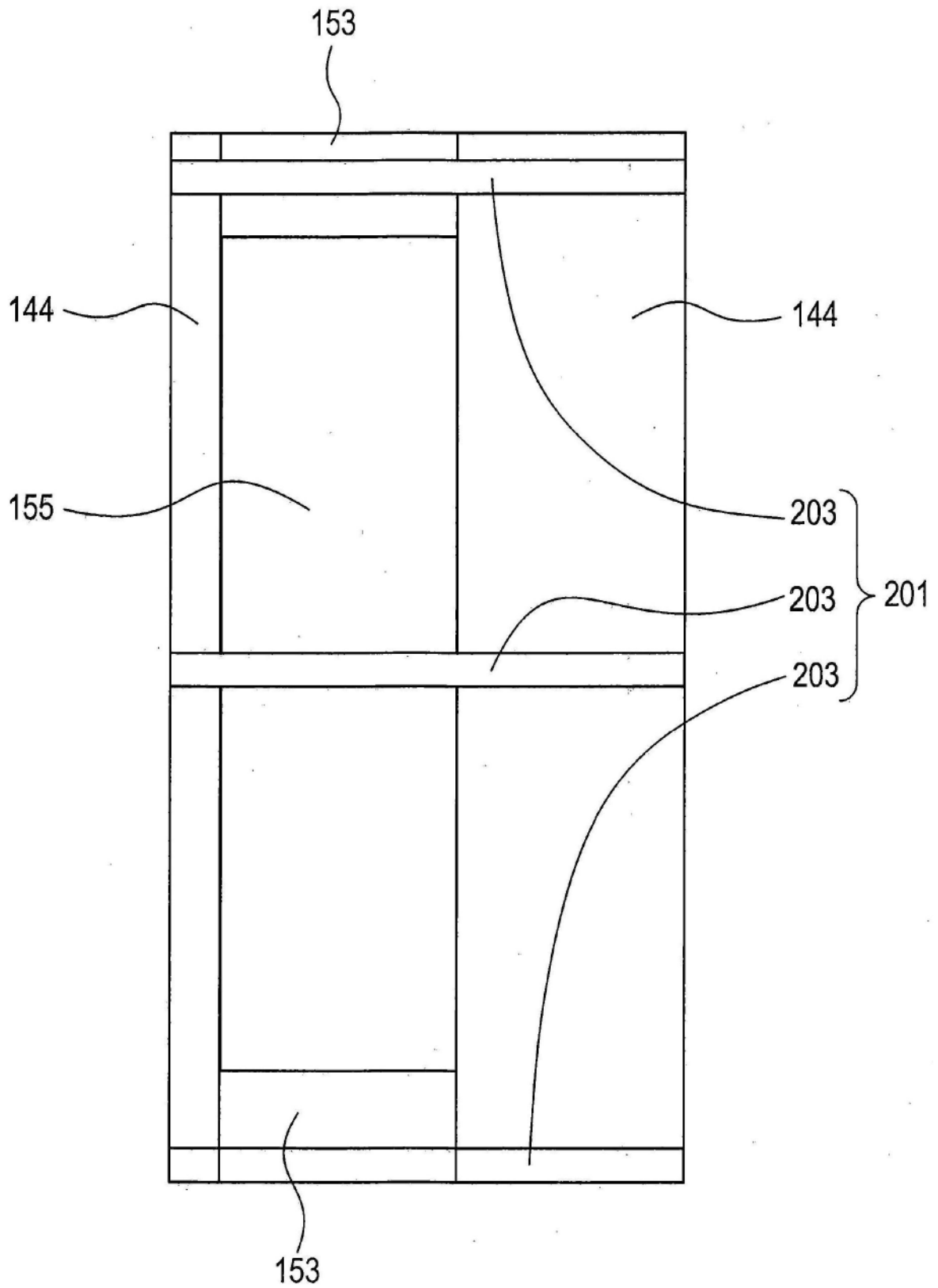


图5

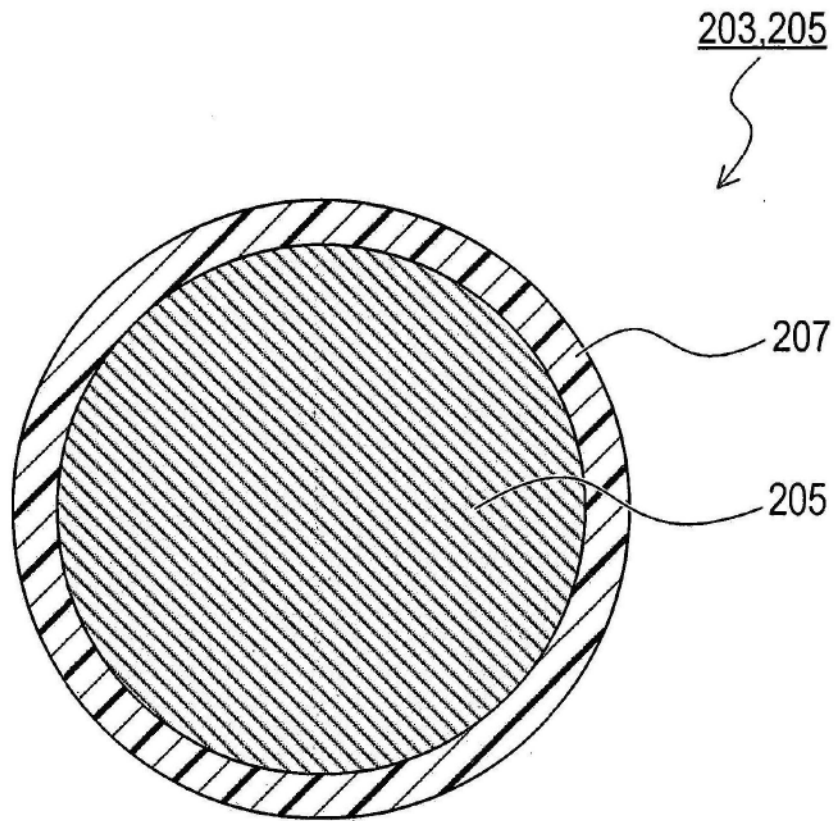


图6

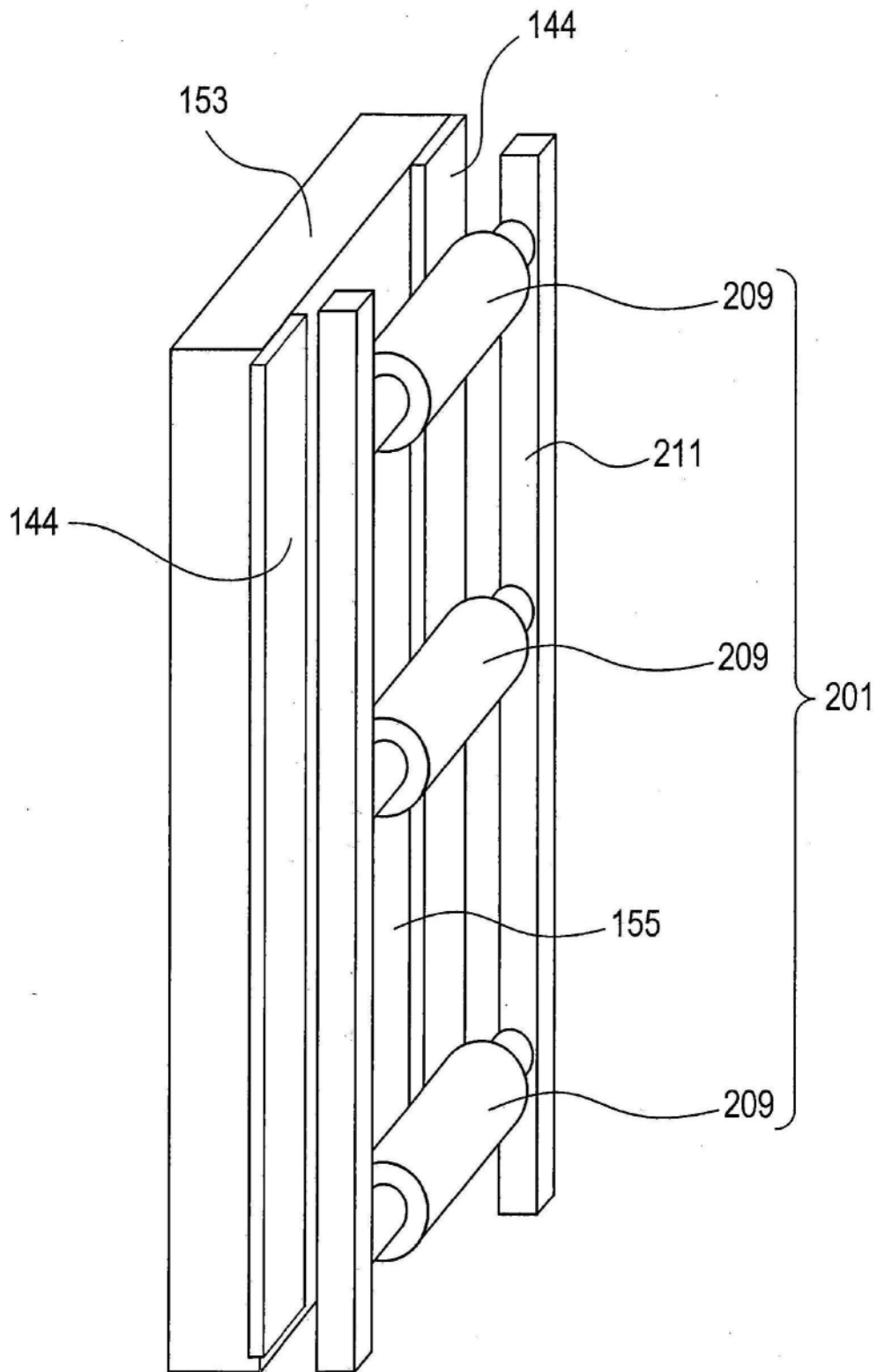


图7

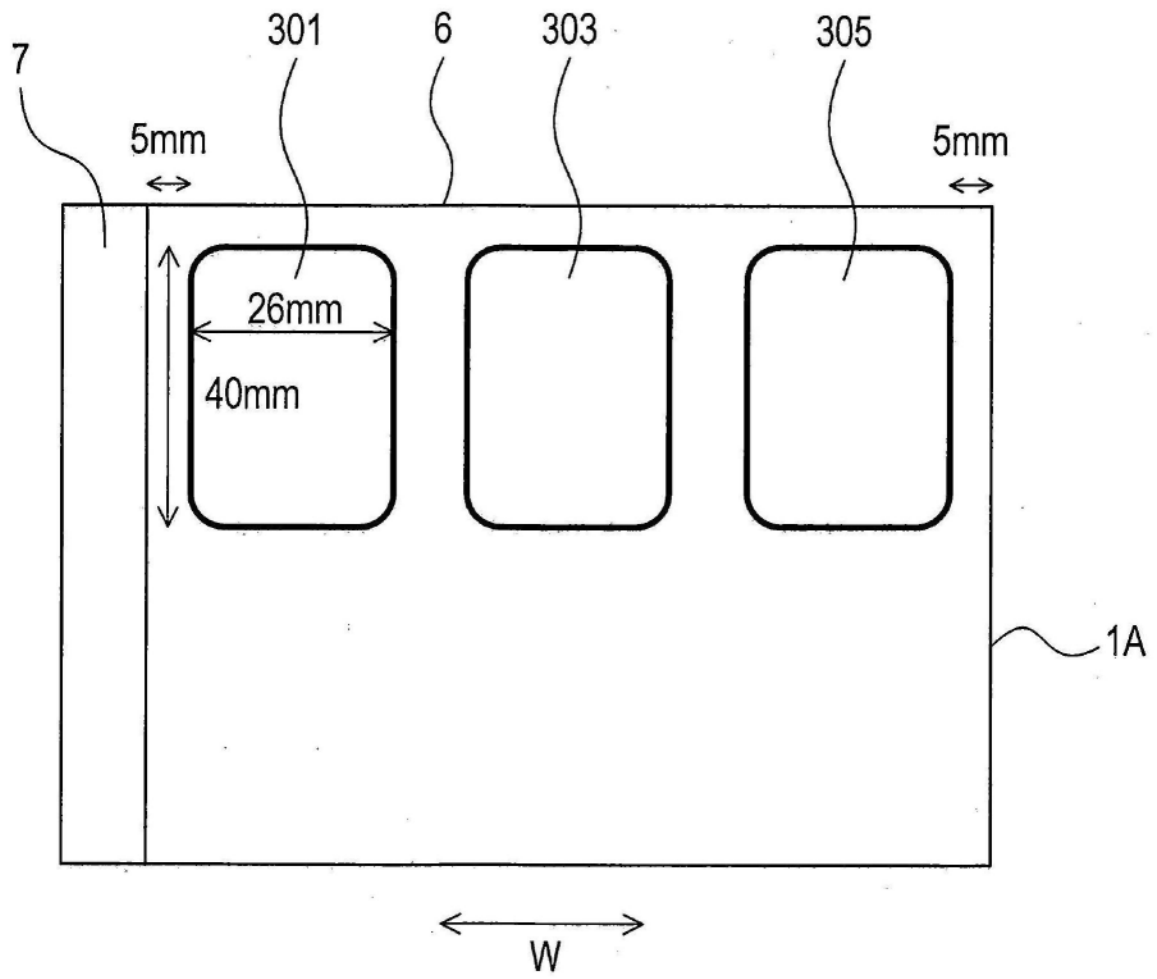


图8

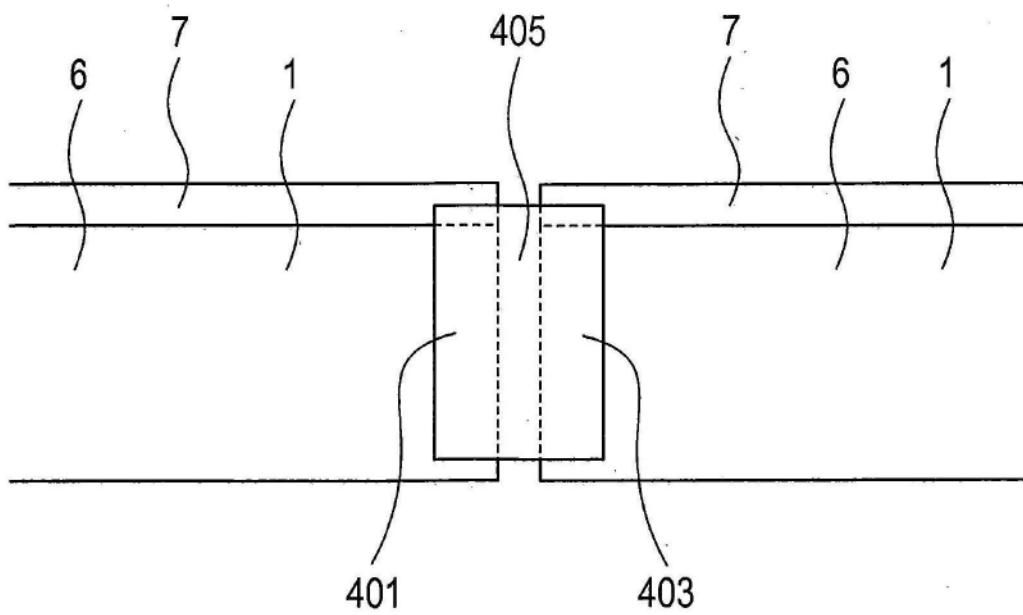


图9

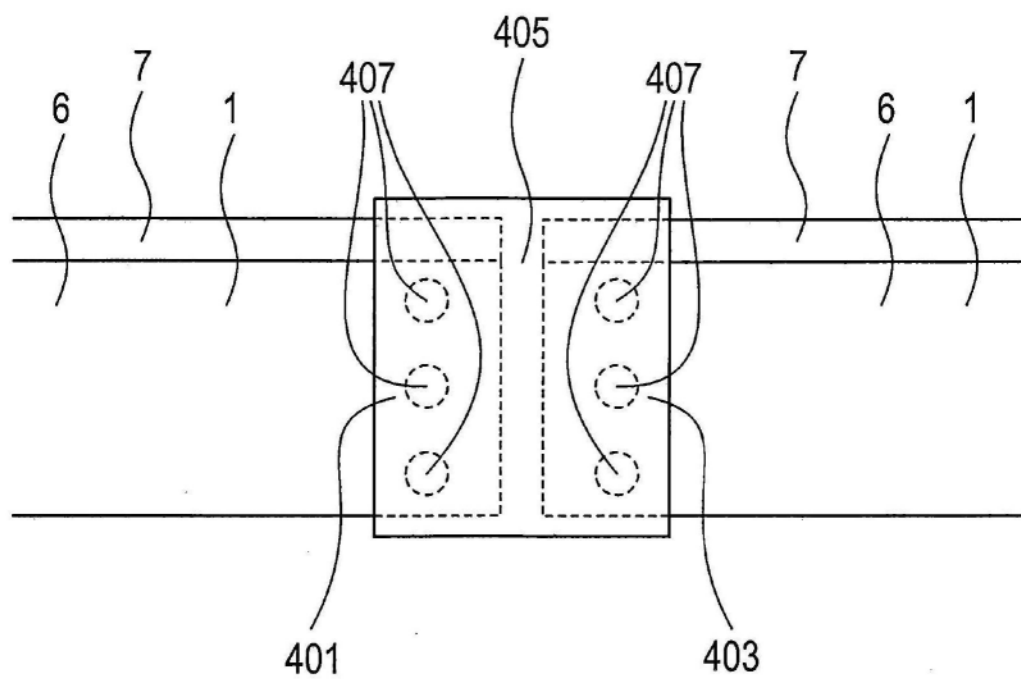


图10