



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116745950 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 12

(21) 申请号 202280008949.9

(22) 申请日 2022.01.20

(30) 优先权数据

2021-010583 2021.01.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.07.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/001900 2022.01.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/163480 JA 2022.08.04

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都

(72) 发明人 大谷彬 松塚彩

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理师 纪秀凤

(51) Int.Cl.

H01M 10/052 (2006.01)

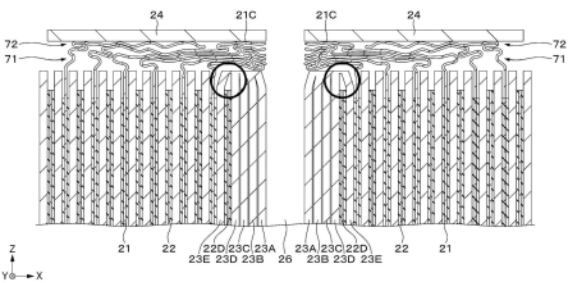
权利要求书1页 说明书14页 附图15页

(54) 发明名称

二次电池、电子设备以及电动工具

(57) 摘要

抑制内部短路的发生。一种二次电池，正极具有在带状的正极箔上覆盖正极活性物质层、正极活性物质覆盖部和正极活性物质非覆盖部，负极具有在带状的负极箔上覆盖负极活性物质层、负极活性物质覆盖部和至少在负极箔的长边方向上延伸的负极活性物质非覆盖部，其中正极活性物质非覆盖部在电极卷绕体端部的一方与正极集电板接合，负极活性物质非覆盖部在电极卷绕体端部的另一方与负极集电板接合，电极卷绕体具有正极活性物质非覆盖部以及负极活性物质非覆盖部中的任一方或双方朝向卷绕的结构、中心轴折弯、重叠而形成的平坦面和形成于平坦面的槽，在对以包含中心轴的平面切断电极卷绕体的至少正极侧的截面进行剖视观察的情况下，位于负极中位于最内周侧的最内周侧负极的至少两侧的隔膜的端部彼此相互接合。



1. 一种二次电池，

在电池罐中收容有电极卷绕体、正极集电板以及负极集电板，所述电极卷绕体是经由隔膜层叠带状的正极和带状的负极而成的，

所述正极具有在带状的正极箔上覆盖正极活性物质层正极活性物质覆盖部和正极活性物质非覆盖部，

所述负极具有在带状的负极箔上覆盖负极活性物质层的负极活性物质覆盖部和至少在所述负极箔的长边方向上延伸的负极活性物质非覆盖部，

所述正极活性物质非覆盖部在所述电极卷绕体的端部的一方与所述正极集电板接合，

所述负极活性物质非覆盖部在所述电极卷绕体的端部的另一方与所述负极集电板接合，

所述电极卷绕体具有所述正极活性物质非覆盖部以及所述负极活性物质非覆盖部中的任一方或双方朝向所述卷绕的结构中心轴折弯、重叠而形成的平坦面和形成于所述平坦面的槽，

在对以包含所述中心轴的平面切断所述电极卷绕体的至少正极侧的截面进行剖视观察的情况下，位于所述负极中位于最内周侧的最内周侧负极的至少两侧的所述隔膜的端部彼此相互接合。

2. 根据权利要求1所述的二次电池，

所述电极卷绕体在所述最内周侧负极的内侧具有包括所述接合的隔膜的多层隔膜，位于所述最内周侧负极的外侧的隔膜的端部与所述多层隔膜的端部接合。

3. 根据权利要求2所述的二次电池，

在以所述截面剖视观察所述电极卷绕体的负极侧的情况下，位于所述最内周侧负极的内侧的所述多层隔膜的端部彼此相互接合。

4. 根据权利要求3所述的二次电池，

位于所述最内周侧负极的外侧的隔膜与所述多层隔膜不接合。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的二次电池，

所述接合是通过焊接进行的接合或通过粘接进行的接合。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的二次电池，

所述负极还在长边方向的卷绕开始侧以及卷绕终止侧的各自的端部具有负极活性物质非覆盖部。

7. 一种电子设备，

具有权利要求1至6中任一项所述的二次电池。

8. 一种电动工具，

具有权利要求1至6中任一项所述的二次电池。

二次电池、电子设备以及电动工具

技术领域

[0001] 本发明涉及二次电池、电子设备以及电动工具。

背景技术

[0002] 锂离子电池的开发还正在扩大到电动工具、汽车等需要高输出的用途。例如，在下述的专利文献1中记载有圆筒型的锂离子电池。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2012-9249号公报。

发明内容

[0006] 发明所要解决的技术问题

[0007] 根据二次电池的结构，从正极集电体(箔)脱落的金属粉与负极接触，有可能发生内部短路。另外，在除去金属粉的工序中，不希望二次电池的结构发生变形。在上述的专利文献1所记载的技术中欠缺该观点，作为确保二次电池的安全性等的技术是不充分的。

[0008] 因此，本发明的一个目的是提供一种极力抑制从正极集电体(箔)脱落的金属粉与负极接触的二次电池。另外，本发明的一个目的是提供一种在吸引金属粉的工序中极力抑制隔膜的变形的二次电池。另外，本发明的一个目的是提供使用了这些二次电池的电子设备以及电动工具。

[0009] 用于解决技术问题的方案

[0010] 本发明涉及一种二次电池，

[0011] 在电池罐中收容有电极卷绕体、正极集电板以及负极集电板，所述电极卷绕体是由隔膜层叠带状的正极和带状的负极而成的，

[0012] 正极具有在带状的正极箔上覆盖正极活性物质层正极活性物质覆盖部和正极活性物质非覆盖部，

[0013] 负极具有在带状的负极箔上覆盖负极活性物质层的负极活性物质覆盖部和至少在负极箔的长边方向上延伸的负极活性物质非覆盖部，

[0014] 正极活性物质非覆盖部在电极卷绕体端部的一方与正极集电板接合，

[0015] 负极活性物质非覆盖部在电极卷绕体端部的另一方与负极集电板接合，

[0016] 电极卷绕体具有正极活性物质非覆盖部以及负极活性物质非覆盖部中的任一方或双方朝向卷绕的结构中心轴折弯、重叠而形成的平坦面和形成于平坦面的槽，

[0017] 在对以包含中心轴的平面切断电极卷绕体的至少正极侧的截面进行剖视观察的情况下，位于负极中位于最内周侧的最内周侧负极的至少两侧的隔膜的端部彼此相互接合。

[0018] 发明的效果

[0019] 根据本发明的至少实施方式，可以极力抑制从正极集电体(箔)脱落的金属粉与负

极接触。另外,在吸引金属粉的工序中,可以极力抑制隔膜变形。需要说明的是,本发明的内容不应被解释为限定于本说明书中例示的效果。

附图说明

- [0020] 图1是实施方式所涉及的锂离子电池的剖视图。
- [0021] 图2A以及图2B是用于说明实施方式所涉及的正极的图。
- [0022] 图3A以及图3B是用于说明实施方式所涉及的负极的图。
- [0023] 图4是示出卷绕前的正极、负极以及隔膜的图。
- [0024] 图5A是实施方式所涉及的正极集电板的俯视图,图5B是实施方式所涉及的负极集电板的俯视图。
- [0025] 图6A至图6F是说明实施方式所涉及的锂离子电池的组装工序的图。
- [0026] 图7是用于说明实施方式所涉及的正极侧的平坦面的图。
- [0027] 图8是示出实施方式所涉及的锂离子电池的正极侧的截面的图。
- [0028] 图9是用于说明实施方式所涉及的端部接合工序的图。
- [0029] 图10是用于说明第二实施方式的图。
- [0030] 图11是用于说明实施例1、2的图。
- [0031] 图12是用于说明比较例1的图。
- [0032] 图13是用于说明作为本发明的应用例的电池包的连接图。
- [0033] 图14是用于说明作为本发明的应用例的电动工具的连接图。
- [0034] 图15是用于说明作为本发明的应用例的电动车辆的连接图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图对本发明的实施方式等进行说明。需要说明的是,将按照以下顺序进行说明。

[0036] <第一实施方式>

[0037] <第二实施方式>

[0038] <变形例>

[0039] <应用例>

[0040] 以下说明的实施方式等是本发明的优选的具体例子,本发明的内容并不限定于这些实施方式等。需要说明的是,为了容易理解说明,有时也放大、强调或缩小各图中的一部分构成,或者简化一部分图示。

[0041] <第一实施方式>

[0042] [锂离子电池的构成例]

[0043] 在本发明的实施方式中,作为二次电池,以圆筒形状的锂离子电池为例进行说明。参照图1~图5,对第一实施方式所涉及的锂离子电池(锂离子电池1)的构成例进行说明。图1是锂离子电池1的概略剖视图。例如,如图1所示,锂离子电池1是圆筒型的锂离子电池1,其中电极卷绕体20收纳在电池罐11的内部。需要说明的是,在以下的说明中,只要没有特别说明,则朝向图1的纸面将水平方向适当地称为X轴方向,将进深方向适当地称为Y轴方向,将垂直方向(锂离子电池1的中心轴(也适当地称为卷绕轴(在图1中用单点划线表示的轴))的

延伸方向)适当地称为Z轴方向。

[0044] 锂离子电池1大致具有圆筒状的电池罐11,在电池罐11的内部具备一对绝缘板12、13和电极卷绕体20。需要说明的是,锂离子电池1例如还可以在电池罐11的内部具备热敏电阻(PTC)元件以及加强部件等中的任意一种或两种以上。

[0045] (电池罐)

[0046] 电池罐11是主要收纳电极卷绕体20的部件。该电池罐11例如是一个端面开放并且另一个端面封闭的圆筒状的容器。即,电池罐11具有开放的一个端面(开放端面11N)。该电池罐11例如含有铁、铝及其合金等金属材料中的任意一种或两种以上。在电池罐11的表面上,例如可以镀敷有镍等金属材料中的任意一种或两种以上。

[0047] (绝缘板)

[0048] 绝缘板12、13是具有与电极卷绕体20的中心轴(通过电极卷绕体20的端面的大致中心并与图1的Z轴平行的方向)大致垂直的面的圆板状的板。另外,绝缘板12、13例如以相互夹持电极卷绕体20的方式配置。

[0049] (铆接结构)

[0050] 电池盖14以及安全阀机构30经由垫圈15被铆接在电池罐11的开放端面11N上,形成铆接结构11R(卷边结构)。由此,在电极卷绕体20等收纳在电池罐11的内部的状态下,该电池罐11被密闭。

[0051] (电池盖)

[0052] 电池盖14是主要在电极卷绕体20等收纳在电池罐11的内部的状态下封闭该电池罐11的开放端面11N的部件。该电池盖14例如包含与电池罐11的形成材料相同的材料。电池盖14中的中央区域例如在+Z方向上突出。由此,电池盖14中的中央区域以外的区域(周边区域)例如与安全阀机构30接触。

[0053] (垫圈)

[0054] 垫圈15是主要通过介于电池罐11(弯折部11P)与电池盖14之间从而密封该弯折部11P与电池盖14之间的间隙的部件。也可以在垫圈15的表面涂布例如沥青等。

[0055] 垫圈15例如包含绝缘性材料中的任意一种或两种以上。绝缘性材料的种类没有特别限定,例如能够使用聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)以及聚丙烯(PP)等高分子材料。其中,作为绝缘性材料,优选为聚对苯二甲酸丁二醇酯。这是因为能够在使电池罐11和电池盖14相互电分离的同时,充分密封弯折部11P与电池盖14之间的间隙。

[0056] (安全阀机构)

[0057] 安全阀机构30主要是在电池罐11内部的压力(内压)上升时,根据需要解除电池罐11的密封状态来释放其内压。电池罐11的内压上升的原因例如是在充放电时由于电解液的分解反应而产生的气体等。

[0058] (电极卷绕体)

[0059] 在圆筒形状的锂离子电池1中,带状的正极21和带状的负极22夹着隔膜23层叠并卷绕成旋涡状,在浸渗于电解液中的状态下,收纳于电池罐11中。正极21是在正极箔21A的单面或两面上形成正极活性物质层21B而成的,正极箔21A的材料例如是由铝或铝合金制成的金属箔。负极22是在负极箔22A的单面或两面上形成负极活性物质层22B而成的,负极箔22A的材料例如是由镍、镍合金、铜或铜合金制成的金属箔。隔膜23是多孔质且具有绝缘性

的膜,能够在使正极21和负极22电绝缘的同时使离子或电解液等物质移动。

[0060] 图2A是从正面观察卷绕前的正极21的图,图2B是从侧面观察图2A的正极21的图。正极21在正极箔21A的一个主面以及另一个主面上具有被正极活性物质层21B覆盖的部分(用点表示的部分),并且具有作为未被正极活性物质层21B覆盖的部分的正极活性物质非覆盖部21C。需要说明的是,在以下的说明中,将被正极活性物质层21B覆盖的部分适当地称为正极活性物质覆盖部21B。另外,也可以是正极活性物质覆盖部21B设置在正极箔21A的一个主面上的构成。

[0061] 图3A是从正面观察卷绕前的负极22的图,图3B是从侧面观察图3A的负极22的图。负极22在负极箔22A的一个主面以及另一个主面上具有被负极活性物质层22B覆盖的部分(用点表示的部分),并且具有作为未被负极活性物质层22B覆盖的部分的负极活性物质非覆盖部22C。需要说明的是,在以下的说明中,将被负极活性物质层22B覆盖的部分适当地称为负极活性物质覆盖部22B。另外,也可以是负极活性物质覆盖部22B设置在负极箔22A的一个主面上的构成。

[0062] 如图3A所示,负极活性物质非覆盖部22C例如具有:第一负极活性物质非覆盖部221A,沿负极22的长边方向(图3A中的X轴方向)延伸;第二负极活性物质非覆盖部221B,在负极22的卷绕开始侧沿负极22的短边方向(图3中的Y轴方向。也适当地称为宽度方向)延伸;以及第三负极活性物质非覆盖部221C,在负极22的卷绕终止侧沿负极22的短边方向(图3中的Y轴方向)延伸。需要说明的是,在图3A中,第一负极活性物质非覆盖部221A和第二负极活性物质非覆盖部221B的边界以及第一负极活性物质非覆盖部221A和第三负极活性物质非覆盖部221C的边界分别用虚线表示。

[0063] 在本实施方式所涉及的圆筒形状的锂离子电池1中,电极卷绕体20以正极活性物质非覆盖部21C和第一负极活性物质非覆盖部221A相互朝向相反方向的方式经由隔膜23重叠并卷绕。

[0064] 在电极卷绕体20的中心设置有贯通孔26。具体而言,贯通孔26是在层叠正极21、负极22以及隔膜23而获得的层叠物的大致中心形成的孔部。贯通孔26在锂离子电池1的组装工序中,作为插入棒状的焊接器具(以下适当地称为焊条)等的孔使用。

[0065] 对电极卷绕体20的详细情况进行说明。图4示出在层叠了正极21、负极22和隔膜23的卷绕前的结构的一例。正极21还具有绝缘层101(图4中的灰色的区域部分),该绝缘层101覆盖正极活性物质覆盖部21B(图4中的点稀疏的部分)与正极活性物质非覆盖部21C的边界。绝缘层101的宽度方向的长度例如为3mm左右。经由隔膜23与负极活性物质覆盖部22B相对的正极活性物质非覆盖部21C的所有区域被绝缘层101覆盖。绝缘层101具有在异物侵入到负极活性物质覆盖部22B与正极活性物质非覆盖部21C之间时可靠地防止锂离子电池1的内部短路的效果。另外,绝缘层101在对锂离子电池1施加冲击时吸收冲击,具有可靠地防止正极活性物质非覆盖部21C弯折或与负极22的短路的效果。

[0066] 在此,如图4所示,将正极活性物质非覆盖部21C在宽度方向上的长度设为D5,将第一负极活性物质非覆盖部221A在宽度方向上的长度设为D6。在一个实施方式中,优选 $D5 > D6$,例如 $D5 = 7(\text{mm})$, $D6 = 4(\text{mm})$ 。在将正极活性物质非覆盖部21C从隔膜23的宽度方向的一端突出的部分的长度设为D7、将第一负极活性物质非覆盖部221A从隔膜23的宽度方向的另一端突出的部分的长度设为D8的情况下,在一个实施方式中,优选 $D7 > D8$,例如, $D7 = 4.5$

(mm), $D8=3$ (mm)。

[0067] 正极箔21A和正极活性物质非覆盖部21C例如由铝等制成, 负极箔22A和负极活性物质非覆盖部22C例如由铜等制成。这样, 一般而言, 正极活性物质非覆盖部21C比负极活性物质非覆盖部22C软(杨氏模量低)。因此, 在一个实施方式中, 更优选 $D5>D6$ 且 $D7>D8$, 在该情况下, 在从两极侧同时以相同的压力弯折正极活性物质非覆盖部21C和负极活性物质非覆盖部22C时, 弯折的部分的、从隔膜23的前端测量的高度在正极21和负极22中为相同程度。此时, 由于正极活性物质非覆盖部21C被弯折而适度地重叠, 所以在锂离子电池1的制作工序(详细情况将在后面叙述)中, 能够容易地通过激光焊接进行正极活性物质非覆盖部21C与正极集电板24的接合。另外, 由于负极活性物质非覆盖部22C被弯折而适度地重叠, 所以在锂离子电池1的制作工序中, 能够容易地通过激光焊接进行负极活性物质非覆盖部22C与负极集电板25的接合。

[0068] (集电板)

[0069] 在通常的锂离子电池中, 例如在正极和负极的各一个部位焊接有电流取出用的引线, 但这样电池的内阻较大, 在放电时锂离子电池发热而成为高温, 因此不适于高速率放电。因此, 在本实施方式的锂离子电池1中, 在作为电极卷绕体20的一个端面的端面41上配置正极集电板24, 在作为电极卷绕体20的另一个端面的端面42上配置负极集电板25。另外, 通过多点焊接正极集电板24和存在于端面41的正极活性物质非覆盖部21C, 另外, 通过多点焊接负极集电板25和存在于端面42的负极活性物质非覆盖部22C(具体而言, 为第一负极活性物质非覆盖部221A), 能够将锂离子电池1的内阻抑制得较低, 进行高速率放电。

[0070] 图5A以及图5B示出集电板的一例。图5A是正极集电板24, 图5B是负极集电板25。正极集电板24以及负极集电板25收容在电池罐11中(参照图1)。正极集电板24的材料例如是由铝或铝合金的单体或者复合材料制成的金属板, 负极集电板25的材料例如是由镍、镍合金、铜或铜合金的单体或者复合材料制成的金属板。如图5A所示, 正极集电板24的形状成为在平坦的扇形的扇状部31上带有矩形的带状部32的形状。在扇状部31的中央附近开设有孔35, 孔35的位置是与贯通孔26对应的位置。

[0071] 图5A的用点表示的部分是在带状部32上粘贴有绝缘带或涂布有绝缘材料的绝缘部32A, 相比于附图的点部更下侧的部分是向兼作外部端子的封口板连接的连接部32B。需要说明的是, 在贯通孔26不具备金属制的中心销(未图示)的电池结构的情况下, 带状部32与负极电位的部位接触的可能性较低, 因此也可以没有绝缘部32A。在该情况下, 通过将正极21和负极22的宽度增加相当于绝缘部32A的厚度的量, 能够增大充放电容量。

[0072] 负极集电板25的形状是与正极集电板24几乎相同的形状, 但带状部的形状不同。图5B的负极集电板的带状部34比正极集电板24的带状部32短, 没有相当于绝缘部32A的部分。在带状部34上设置有由多个圆形标记表示的圆形的突起部(突出部)37。在电阻焊接时, 电流集中在突起部37, 突起部37熔化, 带状部34焊接在电池罐11的底部。与正极集电板24同样地, 在负极集电板25上, 在扇状部33的中央附近开设有孔36, 孔36的位置是与贯通孔26对应的位置。由于正极集电板24的扇状部31和负极集电板25的扇状部33呈扇形的形状, 因此覆盖端面41、42的一部分。通过不覆盖全部, 在组装锂离子电池1时能够使电解液顺利地向电极卷绕体20渗透, 并且, 能够容易地将锂离子电池1成为异常的高温状态或过充电状态时产生的气体向锂离子电池1外放出。

[0073] (正极)

[0074] 正极活性物质层21B至少包含能够嵌入以及脱嵌锂的正极材料(正极活性物质),还可以包含正极粘结剂以及正极导电剂等。正极材料优选含锂复合氧化物或含锂磷酸化合物。含锂复合氧化物例如具有层状岩盐型或尖晶石型的结晶结构。含锂磷酸化合物例如具有橄榄石型的结晶结构。

[0075] 正极粘结剂包含合成橡胶或高分子化合物。合成橡胶为丁苯系橡胶、氟系橡胶以及三元乙丙橡胶等。高分子化合物为聚偏氟乙烯(PVdF)以及聚酰亚胺等。

[0076] 正极导电剂为石墨、炭黑、乙炔黑或科琴黑等碳材料。另外,正极导电剂也可以是金属材料以及导电性高分子。

[0077] (负极)

[0078] 为了提高与负极活性物质层22B的紧贴性,构成负极22的负极箔22A的表面优选被粗糙化。负极活性物质层22B至少包含能够嵌入以及脱嵌锂的负极材料(负极活性物质),还可以包含负极粘结剂以及负极导电剂等。

[0079] 负极材料例如包含碳材料。碳材料为易石墨化碳、难石墨化碳、石墨、低结晶性碳或非晶质碳。碳材料的形状具有纤维状、球状、粒状或鳞片状。

[0080] 另外,负极材料例如包含金属系材料。作为金属系材料的例子,可以列举出Li(锂)、Si(硅)、Sn(锡)、Al(铝)、Zr(锆)、Ti(钛)。金属系元素与其他元素形成化合物、混合物或合金,作为其例子,可以列举出氧化硅(SiO_x ($0 < x \leq 2$))、碳化硅(SiC)或碳与硅的合金、钛酸锂(LTO)。

[0081] (隔膜)

[0082] 隔膜23是含有树脂的多孔质膜,也可以是两种以上的多孔质膜的层叠膜。树脂是聚丙烯以及聚乙烯等。隔膜23可以将多孔质膜作为基材层并在其单面或两面上包含树脂层。这是因为可以提高隔膜23分别相对于正极21以及负极22的紧贴性,从而抑制电极卷绕体20的变形。

[0083] 树脂层含有PVdF等树脂。在形成该树脂层的情况下,在基材层上涂布在有机溶剂中溶解有树脂的溶液后,使该基材层干燥。需要说明的是,也可以在使基材层浸渍于溶液中后,使该基材层干燥。从提高耐热性、电池的安全性的观点出发,优选在树脂层中含有无机粒子或有机粒子。无机粒子的种类为氧化铝、氮化铝、氢氧化铝、氢氧化镁、勃姆石、滑石、二氧化硅、云母等。另外,也可以使用通过溅射法、ALD(原子层堆积)法等形成的以无机粒子为主成分的表面层来代替树脂层。

[0084] (电解液)

[0085] 电解液包含溶剂以及电解质盐,并且根据需要还可以包含添加剂等。溶剂为有机溶剂等非水溶剂或水。将含有非水溶剂的电解液称为非水电解液。非水溶剂为环状碳酸酯、链状碳酸酯、内酯、链状羧酸酯或腈(单腈)等。

[0086] 电解质盐的代表例是锂盐,但也可以含有锂盐以外的盐。锂盐为六氟磷酸锂(LiPF_6)、四氟硼酸锂(LiBF_4)、高氯酸锂(LiClO_4)、甲磺酸锂(LiCH_3SO_3)、三氟甲烷磺酸锂(LiCF_3SO_3)、六氟硅酸二锂(Li_2SF_6)等。也可以混合使用这些盐,其中,从提高电池特性的观点出发,优选混合使用 LiPF_6 、 LiBF_4 。电解质盐的含量没有特别限定,但优选相对于溶剂为 $0.3\text{mol/kg} \sim 3\text{mol/kg}$ 。

[0087] [锂离子电池的制作方法]

[0088] 接着,参照图6A至图6F,对本实施方式所涉及的锂离子电池1的制作方法进行说明。首先,使正极活性物质涂覆在带状的正极箔21A的表面上,将其作为正极活性物质覆盖部21B,使负极活性物质涂覆在带状的负极箔22A的表面上,将其作为负极活性物质覆盖部22B。此时,在正极箔21A的宽度方向的一端侧设置未涂覆正极活性物质的正极活性物质非覆盖部21C,在负极箔22A上设置了未涂覆负极活性物质的负极活性物质非覆盖部22C(第一负极活性物质非覆盖部221A、第二负极活性物质非覆盖部221B以及第三负极活性物质非覆盖部221C)。接着,对正极21和负极22进行了干燥等工序。然后,以正极活性物质非覆盖部21C和负极活性物质非覆盖部22C成为相反方向的方式经由隔膜23重叠,以在中心轴上形成贯通孔26的方式卷绕成旋涡状,制作了图6A那样的电极卷绕体20。

[0089] 接着,如图6B所示,使用在端面上设置有平板等的槽形成用工具(未图示)形成(制作)了槽43(槽形成工序)。具体而言,通过将槽形成用工具的平板等相对于端面41、42垂直地按压,在端面41的一部分和端面42的一部分上制作了槽43。通过该方法,制作了从贯通孔26呈放射状延伸的槽43。槽43例如从端面41、42各自的外缘部27、28延伸至贯通孔26。需要说明的是,图6B所示的槽43的数量和配置仅是一例,并不限定于图示的例子。

[0090] 然后,如图6C所示,使用平坦面形成用工具(未图示)形成了平坦面(平坦面形成工序)。具体而言,从两极侧同时以相同的压力沿相对于端面41、42大致垂直的方向对平坦面形成用工具的平坦的端面施加按压载荷。由此,正极活性物质非覆盖部21C以及负极活性物质非覆盖部22C(更具体而言,第一负极活性物质非覆盖部221A)分别被弯折成朝向卷绕结构的中心轴重叠,从而使端面41、42成为平坦面。例如,如图7所示,形成与弯折的正极活性物质非覆盖部21C重叠的弯折部71,并且弯折部71的外侧的面成为平坦面72。同样地,通过弯折第一负极活性物质非覆盖部221A,还形成弯折部(后述的弯折部81)以及平坦面(后述的平坦面82)。

[0091] 接着,将规定的隔膜的端部彼此例如通过使用了护套加热器的热熔接而接合(端部接合工序)。需要说明的是,关于端部接合工序的详细情况将在后面叙述。

[0092] 接着,使用吸引装置(未图示)吸引在槽形成工序和平坦面形成工序中可能产生的、从正极活性物质非覆盖部21C和第一负极活性物质非覆盖部221A脱落的金属粉(吸引工序)。例如,在使吸引装置接近或接触电极卷绕体20的一个端面侧的状态下(空气能够经由贯通孔26从另一个端面侧流入的状态)进行吸引。接下来,使吸引装置移动到另一个端面侧,同样地进行吸引。由此除去了金属粉。此后,在端面41上激光焊接正极集电板24的扇状部31,在端面42上激光焊接负极集电板25的扇状部33,进行了接合。

[0093] 接下来,如图6D所示,将正极集电板24的带状部32以及负极集电板25的带状部34弯折,在正极集电板24上粘贴绝缘板12,在负极集电板25上粘贴绝缘板13,将如上所述进行了组装的电极卷绕体20插入图6E所示的电池罐11内。然后,通过按压焊条(未图示),将负极集电板25焊接在电池罐11的罐底。在将电解液注入到电池罐11内后,如图6F所示,用垫圈15以及电池盖14进行了密封。如上所述,制作了锂离子电池1。

[0094] 需要说明的是,绝缘板12以及绝缘板13也可以是绝缘带。另外,接合方法也可以是激光焊接以外的其他方法。另外,槽43在将正极活性物质非覆盖部21C以及第一负极活性物质非覆盖部221A折弯之后仍残留在平坦面内,没有槽43的部分与正极集电板24或负极集电

板25接合,但槽43也可以与正极集电板24或负极集电板25的一部分接合。

[0095] 需要说明的是,本说明书中的“平坦面”不仅是指完全平坦的面,还包括在正极活性物质非覆盖部21C与正极集电板24、以及第一负极活性物质非覆盖部221A与负极集电板25能够接合的程度上具有一些凹凸或表面粗糙度的表面。

[0096] [电极卷绕体的详细构成]

[0097] 此外,为了使锂离子电池1效率良好地进行放电,需要降低电池电阻。为了降低电阻,在由活性物质非覆盖部构成的面上直接焊接集电板的结构是重要的,但如果对较薄的箔进行焊接,则有可能经常发生焊接不良。因此,在实施方式所涉及的锂离子电池1中,将正极活性物质非覆盖部21C、第一负极活性物质非覆盖部221A朝向中心弯折。由此,通过形成正极活性物质非覆盖部21C和第一负极活性物质非覆盖部221A重叠的平坦面,能够提高与正极集电板24和负极集电板25的紧贴性,进行没有孔隙的稳定的焊接。

[0098] 另一方面,由于在将负极集电板25焊接在电池罐11的罐底时插入焊条,因此贯通孔26的直径必须预先确保插入焊条所需的大小。通过一边在贯通孔26中插入销等一边进行槽形成工序和平坦面形成工序,作为贯通孔26的直径能够确保所需的大小。此时,例如在形成平坦面时,靠近内侧的正极活性物质非覆盖部21C的去处消失,正极活性物质非覆盖部21C局部断裂,由此产生金属粉的可能性变高。金属粉在槽形成工序中也可能产生。所产生的金属粉可能与电极卷绕体20所具有的负极中位于最内周侧的负极(以下适当地称为最内周侧负极)接触,从而引起内部短路。因此,在本实施方式所涉及的锂离子电池1中,采用了从正极活性物质非覆盖部21C产生的金属粉不与负极22接触的构成。

[0099] 图8是示出了在对截面进行剖视观察的情况下的一部分的图,所述截面是以包括电极卷绕体20的中心轴的平面切断本实施方式所涉及的电极卷绕体20的至少正极侧而得到的。剖视观察例如如下进行。

[0100] 将锂离子电池1在高度1/2附近沿径向切断,埋入树脂中。接着,以包括锂离子电池1的中心轴的面进行切断。然后,通过用显微镜进行观察,能够进行剖视观察。对于电极卷绕体20的负极侧也能够同样地进行剖视观察。需要说明的是,电极卷绕体20的正极侧是指包括具有大致圆筒状的电极卷绕体20的两个端面中的端面41的区域。另外,电极卷绕体20的负极侧是指包括具有大致圆筒状的电极卷绕体20的两个端面中的端面42的区域。

[0101] 如图8所示,弯折部71以及平坦面72通过弯折的正极活性物质非覆盖部21C形成。平坦面72焊接在正极集电板24上。在本实施方式所涉及的锂离子电池1中,贯通孔26的周面例如由隔膜23A构成。换言之,隔膜23A位于电极卷绕体20的最内周侧。相对于隔膜23A朝向外侧(图8中的X轴方向)层叠有隔膜23B、23C、23D。最内周侧负极22D位于隔膜23D的外侧,隔膜23E位于最内周侧负极22D的外侧。

[0102] 如图8中粗线圆圈所包围的部分所示,在锂离子电池1中,位于最内周侧负极22D的至少两侧的隔膜(本例中的隔膜23D、23E)的端部(正极侧的端部)彼此接合。接合例如是通过使用了加热器的热熔接进行的接合。由此,最内周侧负极22D被相互接合的隔膜23D、23E覆盖。

[0103] 如上所述,在弯折部71的内侧附近容易产生从正极活性物质非覆盖部21C脱落的金属粉。在本实施方式中,由于最内周侧负极22D被隔膜23D以及隔膜23E覆盖,所以金属粉不会与最内周侧负极22D接触,从而能够防止由于两者接触而发生内部短路。

[0104] 对端部接合方法的一例进行说明。如图9所示,棒状的加热器(例如,护套加热器)110插入电极卷绕体20的贯通孔26中。例如,从平坦面72向下方1.5~3.0mm插入加热器110。然后,加热器110被通电,加热器110的温度上升到120~200℃。通电后的加热器110对隔膜23A~23E进行加热使其熔融。加热时间设定为1~10秒左右。然后,从贯通孔26取出加热器110,使熔融的隔膜23A~23E冷却、固化,从而使隔膜23D和隔膜23E热熔接。需要说明的是,根据本方法,由于位于相比于隔膜23D内侧的隔膜23A~23C也熔融,所以如图8以及图9所示,隔膜23A~23E的端部彼此通过热熔接而接合。

[0105] 需要说明的是,对于位于相比于隔膜23E外侧的隔膜,不需要进行热熔接。这是因为,当将正极活性物质非覆盖部21C向中心侧弯折时,弯折力也施加至隔膜23(位于相比于隔膜23E外侧的隔膜),并且隔膜23的端部相应地向内侧倾斜。倾斜的隔膜23的端部覆盖负极22,从而防止金属粉的侵入。然而,由于隔膜23A~23D(特别是隔膜23D)的两侧不存在正极21和负极22,因此位置难以稳定,成为比较自由的状态。因此,最内周侧负极22D与正极活性物质非覆盖部21C之间难以被隔膜23E等覆盖,金属粉侵入到最内周侧负极22D中的可能性更高。在本实施方式中,如上所述,通过至少对隔膜23D以及隔膜23E进行热熔接,能够封闭金属粉侵入的可能性变高的部位。此外,由于仅对必要最小限度的部位进行热熔接,所以可以防止锂离子电池1的制作工序复杂化。

[0106] [通过本实施方式可得到的效果]

[0107] 通过本实施方式,例如能够得到下述的效果。

[0108] 通过将至少位于最内周侧负极22D的两侧的隔膜(隔膜23D、23E)热熔接以覆盖最内周侧负极22D,从而可以防止金属粉侵入到最内周侧负极22D中。因此,可以防止由于最内周侧负极22D与金属粉的接触而导致的内部短路的发生。

[0109] 在锂离子电池制作时,在将较薄的平板(例如厚度0.5mm)等的端部相对于端面41、42垂直按压时(进行图6B所示的工序时),在电极卷绕体20的卷绕开始侧(位于电极卷绕体20的最内周的正极或负极的长边方向的端侧)有时负极活性物质从负极活性物质覆盖部22B剥离。可以认为这种剥离是由于对端面42按压时产生的应力而引起的。剥离的负极活性物质侵入电极卷绕体20内部,由此有可能发生内部短路。在本实施方式中,由于设置了第二负极活性物质非覆盖部221B以及第三负极活性物质非覆盖部221C,所以能够防止负极活性物质的剥离,可以防止内部短路的发生。该效果也可以通过仅设置第二负极活性物质非覆盖部221B以及第三负极活性物质非覆盖部221C中的一方的构成而得到,但更优选设置双方。

[0110] 负极22在电极卷绕体20的卷绕终止侧在不与正极活性物质覆盖部21B相对的侧的主面上能够具有负极活性物质非覆盖部22C的区域。这是因为,可以认为即使在不与正极活性物质覆盖部21B相对的主面上具有负极活性物质覆盖部22B,其对充放电的贡献也较低。负极活性物质非覆盖部22C的区域优选为电极卷绕体20的3/4周以上且5/4周以下。此时,由于没有设置对充放电的贡献较低的负极活性物质覆盖部22B,因此相对于相同的电极卷绕体20的容积,能够提高初始容量。

[0111] 在本实施方式中,电极卷绕体20以正极活性物质非覆盖部21C和第一负极活性物质非覆盖部221A朝向相反方向的方式重叠卷绕,所以正极活性物质非覆盖部21C聚集在端面41上,第一负极活性物质非覆盖部221A聚集在电极卷绕体20的端面42上。该正极活性物

质非覆盖部21C以及第一负极活性物质非覆盖部221A被折弯,端面41、42成为平坦面。折弯方向是从端面41、42的外缘部27、28朝向贯通孔26的方向,在卷绕的状态下邻接的周的活性物质非覆盖部彼此重叠而折弯。通过端面41为平坦面,能够使正极活性物质非覆盖部21C与正极集电板24的接触良好,并且,能够使第一负极活性物质非覆盖部221A与负极集电板25的接触良好。另外,通过使端面41、42折弯而成为平坦面,能够实现锂离子电池1的低电阻化。

[0112] 另外,使正极活性物质非覆盖部21C以及第一负极活性物质非覆盖部221A折弯,从而乍一看就会认为能够使端面41、42成为平坦面,但如果在折弯前没有任何加工,则在折弯时在端面41、42产生褶皱或空隙(间隙、空间),端面41、42有可能不会成为平坦面。在此,“褶皱”或“缝隙”是指在折弯的正极活性物质非覆盖部21C或第一负极活性物质非覆盖部221A产生偏倚,端面41、42并不成为平坦面的部分。在本实施方式中,在端面41以及端面42侧分别从贯通孔26沿放射方向预先形成槽43。通过形成槽43,能够抑制该褶皱或空隙的产生,能够使端面41、42更平坦。需要说明的是,虽然可以正极活性物质非覆盖部21C以及第一负极活性物质非覆盖部221A中的任一方折弯,但优选为正极活性物质非覆盖部21C以及第一负极活性物质非覆盖部221A双方都折弯。

[0113] <第二实施方式>

[0114] 接着,对第二实施方式进行说明。需要说明的是,只要没有特别说明,第一实施方式中说明的事项也能够应用于第二实施方式。对与第一实施方式中说明的构成相同、同质的构成标注相同的参照符号,适当省略重复的说明。

[0115] 第二实施方式所涉及的锂离子电池(锂离子电池1A)与锂离子电池1同样地具有电极卷绕体20。电极卷绕体20在最内周侧负极22D的内侧具有包括与隔膜23E接合的隔膜23D的多层隔膜,即隔膜23A~23D。

[0116] 图10是以与第一实施方式相同的截面对锂离子电池1A的电极卷绕体20的负极侧进行剖视观察的图。如图10所示,通过弯折第一负极活性物质非覆盖部221A而形成弯折部81。另外,弯折部81的外侧的面成为平坦面82。在负极侧,位于最内周侧负极22D的内侧的多层隔膜(隔膜23A~23D)的端部彼此相互接合。在负极侧,位于最内周侧负极22D的外侧的隔膜23E不与隔膜23A~23D接合。作为热熔接的方法,能够应用与第一实施方式相同的方法。在该情况下,隔膜23E也可以熔融,但是由于最内周侧负极22D的第一负极活性物质非覆盖部221A介于隔膜23D和隔膜23E之间,因此隔膜23D和隔膜23E不会发生热熔接。

[0117] 在第二实施方式所涉及的锂离子电池1A中,在正极侧,隔膜23A~23E的端部彼此热熔接。另外,在负极侧,隔膜23A~23D的端部彼此热熔接。在正负极侧,通过多层的隔膜23的端部彼此热熔接,与一层的隔膜23相比强度提高。由此,在进行吸引工序时,隔膜23不会变形,可以极力抑制电极卷绕体20变形。另外,可以极力抑制隔膜23被吸入吸引装置。

[0118] 实施例

[0119] 以下,使用如上所述制作的锂离子电池,使用分别针对工序不良率以及开路电压不良率进行了评价的实施例以及比较例对本发明具体进行说明。需要说明的是,本发明并不限于以下说明的实施例。

[0120] 在以下所有的实施例以及比较例中,将电池尺寸设为 $\phi 21700$ (直径21mm,高度70mm),将负极活性物质覆盖部22B的宽度方向的长度设为62mm,将隔膜23的宽度方向的长

度设为64mm,将正极活性物质覆盖部21B与负极活性物质覆盖部22B之间的间隙设为1.5mm,将负极活性物质覆盖部22B与隔膜23之间的间隙 (clearance) 设为1.5mm,制作了电极卷绕体20。重叠隔膜23以覆盖正极活性物质覆盖部21B和负极活性物质覆盖部22B的整个范围,正极活性物质非覆盖部21C在宽度方向上的长度为5mm。另外,将槽43的数量设为8,配置成大致等角度间隔。

[0121] 图11是与实施例1对应的图,图10以及图11是与实施例2对应的图,图12是与比较例1对应的图。

[0122] [实施例1]

[0123] 通过上述的工序制作了锂离子电池1。此时,在端部接合工序中,在正极侧,将护套加热器插入到相对于贯通孔26为2mm的深度,在150℃下加热3秒,由此,通过热熔接,将包括夹着最内周侧负极22D而位于两侧的隔膜的隔膜(隔膜23A~23E)的端部彼此接合(参照图11)。

[0124] [实施例2]

[0125] 在实施例2的端部接合工序中,在负极侧,将护套加热器插入到相对于贯通孔26为2mm的深度,在150℃下加热3秒,由此通过热熔接将隔膜23A~23D的端部彼此接合。除此以外,与实施例1同样地制作了锂离子电池1(参照图10以及图11)。

[0126] [比较例1]

[0127] 在比较例1中,不进行端部接合工序,正负极侧都不将隔膜23的端部彼此接合(参照图12)。除此以外,与实施例1同样地制作了锂离子电池1。

[0128] [评价]

[0129] 对实施例1、2以及比较例1进行了使用了工序不良率以及开路电压不良率的评价。

[0130] (工序不良率的测定方法)

[0131] 工序不良率如下进行评价。

[0132] 以吸引金属粉为目的,在对成型后的电极卷绕体20使吸引装置与负极侧端面完全接触的状态下,以60L/min的流量进行了5秒钟吸引。

[0133] 在外观检查中将贯通孔26被内周侧的隔膜23完全封闭的情况判断为不良。通过将贯通孔26封闭的个数除以试验个数,计算出工序不良率。

[0134] (开路电压不良的测定方法)

[0135] 对制作的锂离子电池在25℃环境下以500mA进行恒流恒压充电充电至上限4.2V。

[0136] 此后,以1小时以内测定的电压的值为基准,在两周后进行再测定时,将电压降低50mV以上的情况判断为不良。

[0137] 开路电压不良率由(开路电压不良个数/试验个数)×100计算得出。

[0138] (隔膜的端部彼此的接合的确认方法)

[0139] 从完全放电的锂离子电池中取出电极卷绕体20并将其解体。在正极侧,确认至少隔膜23D和隔膜23E是否以包围最内周侧负极22D的方式接合。在负极侧,确认了与最内周侧负极22D相比位于中心轴侧的多层隔膜是否部分接合。

[0140] 分别制作100个(试验个数)实施例1、2以及比较例1的构成的锂离子电池1,并实施了评价。结果如表1所示。

[0141] [表1]

	对应的图	隔膜的端部彼此的接合		工序不良率[%]	开路电压不良率 [%]
		正极侧	负极侧		
[0142] 实施例 1	图 11	有	无	3	2
实施例 2	图 10 以及图 11	有	有	0	2
比较例 1	图 12	无	无	8	6

[0143] 在实施例1中,工序不良率为3%,与端部彼此未接合的比较例1的工序不良率(8%)相比有所改善。可以认为这是由于隔膜23A~23E的端部彼此接合而强度提高,在吸引金属粉时位于内周侧的隔膜23变形而封闭贯通孔26的情况变少。

[0144] 另外,在实施例1中,开路电压不良率为2%,与端部彼此未接合的比较例1的开路电压不良率(6%)相比有所改善。可以认为这是由于通过保护最内周侧负极22D,可以抑制在电极卷绕体20成型时从正极活性物质非覆盖部21C产生的金属粉与最内周侧负极22D接触,所以开路电压不良率降低。

[0145] 在实施例2中,工序不良率为0%,与端部彼此未接合的比较例1的工序不良率(8%)相比有所改善,与实施例1的工序不良率(3%)相比进一步得到改善。可以认为这是由于正负极侧的隔膜的端部彼此接合而两极侧的强度都提高,在吸引金属粉时位于内周侧的隔膜23变形而封闭贯通孔26的情况进一步减少。

[0146] 另外,在实施例2中,开路电压不良率为2%,与端部彼此未接合的比较例1的开路电压不良率(6%)相比有所改善。可以认为这是因为,与实施例1同样地,通过保护最内周侧负极22D,可以抑制在电极卷绕体20成型时从正极活性物质非覆盖部21C产生的金属粉与最内周侧负极22D接触,所以开路电压不良率降低。

[0147] 在比较例1中,工序不良率高达8%。可以认为这是因为由于正负极侧的隔膜的端部彼此都不接合,所以在吸引金属粉时位于内周侧的隔膜23变形而封闭贯通孔26的情况变多。

[0148] 另外,在比较例1中,开路电压不良率高达6%。可以认为这是因为由于最内周侧负极22D未被覆盖,因此在电极卷绕体20的成型时从正极活性物质非覆盖部21C产生的金属粉与最内周侧负极22D接触而发生内部短路的情况变多。

[0149] 由以上可知,实施例1、2所示的构成可以说是锂离子电池1的优选构成。

[0150] <变形例>

[0151] 以上,对本发明的多个实施方式进行了具体说明,但本发明的内容并不限于上述的实施方式,能够基于本发明的技术思想进行各种变形。

[0152] 在上述的实施方式中,内周侧的隔膜是层叠有4层隔膜(隔膜23A~23D)的构成,但也可以是1层,也可以是4层以外的多层。

[0153] 在上述的实施方式中,优选设置第二负极活性物质非覆盖部221B以及第三负极活性物质非覆盖部221C的构成,但对于没有这些的锂离子电池也能够应用本发明。

[0154] 在上述的实施方式中,作为接合方法的一例,使用了基于热熔接的方法,但也可以是与此不同的焊接方法,也可以是基于粘接剂等的粘接的接合。

[0155] 在上述的实施例以及比较例中,槽43的数量为8,但也可以是除此以外的数量。将电池尺寸设为21700(直径21mm,高度70mm),但也可以是18650(直径18mm,高度65mm)或这些以外的尺寸。

[0156] 实施方式所涉及的扇状部31、33的形状也可以是扇形的形状以外的形状。

[0157] 只要不脱离本发明的主旨,本发明也能够应用于锂离子电池以外的其他电池、圆筒形状以外的电池(例如层压型电池、方型电池、硬币型电池、纽扣型电池)。在该情况下,“电极卷绕体的端面”的形状不仅可以采用圆筒形状,也可以采用矩形、椭圆形状或扁平形状等。另外,本发明也能够作为电池的制造方法来实现。

[0158] <应用例>

[0159] (1) 电池包

[0160] 图13是示出将本发明的实施方式或实施例所涉及的二次电池应用于电池包300时的电路构成例的框图。电池包300具备电池组301、包括充电控制开关302a和放电控制开关303a的开关部304、电流检测电阻307、温度检测元件308、控制部310。控制部310进行各设备的控制,进而能够在异常发热时进行充放电控制,或者进行电池包300的剩余容量的计算和校正。电池包300的正极端子321以及负极端子322与充电器或电子设备连接,进行充放电。

[0161] 电池组301通过串联和/或并联连接多个二次电池301a而构成。在图13中,作为例子示出了6个二次电池301a以2并联3串联(2P3S)的方式连接的情况。本发明的二次电池能够应用于二次电池301a。

[0162] 温度检测部318与温度检测元件308(例如热敏电阻)连接,测定电池组301或电池包300的温度,将测定温度提供给控制部310。电压检测部311测定电池组301以及构成电池组301的各二次电池301a的电压,对该测定电压进行A/D转换,并提供给控制部310。电流测定部313使用电流检测电阻307测定电流,将该测定电流提供给控制部310。

[0163] 开关控制部314基于从电压检测部311以及电流测定部313输入的电压以及电流来控制开关部304的充电控制开关302a以及放电控制开关303a。开关控制部314在二次电池301a成为过充电检测电压(例如 $4.20V \pm 0.05V$)以上或过放电检测电压($2.4V \pm 0.1V$)以下时,向开关部304发送断开的控制信号,由此防止过充电或过放电。

[0164] 在充电控制开关302a或放电控制开关303a断开之后,通过经由二极管302b或二极管303b而仅充电或放电成为可能。这些充放电开关能够使用MOSFET等半导体开关。需要说明的是,在图13中,在+侧设置了开关部304,但也可以设置在-侧。

[0165] 存储器317由RAM或ROM构成,可以存储并改写由控制部310运算出的电池特性的值、满充电容量、剩余容量等。

[0166] (2) 电子设备

[0167] 上述的本发明的实施方式或实施例所涉及的二次电池能够搭载在电子设备或电动输送设备、蓄电装置等设备中,用于供给电力。

[0168] 作为电子设备,例如可以列举出笔记本电脑、智能手机、平板终端、PDA(便携信息终端)、移动电话、可穿戴终端、数码静态相机、电子书籍、音乐播放器、游戏机、助听器、电动工具、电视机、照明设备、玩具、医疗设备、机器人。另外,后述的电动输送设备、蓄电装置、电动工具、电动式无人飞机等在广义上也可以包含在电子设备中。

[0169] 作为电动输送设备,可以列举出电动汽车(包括混合动力汽车。)、电动摩托车、电动助力自行车、电动公共汽车、电动代步车、无人搬运车(AGV)、铁路车辆等。另外,还包括电动客机或运输用的电动式无人飞机。本发明所涉及的二次电池不仅可以用作这些设备的驱动用电源,还可以用作辅助用电源、能量再生用电源等。

[0170] 作为蓄电装置,可以列举出商业用或家用的蓄电模块,住宅、大厦、办公室等建筑

物用或发电设备用的电力存储用电源等。

[0171] (3) 电动工具

[0172] 参照图14,对作为能够应用本发明的电动工具的电动螺丝刀的例子进行概略说明。在电动螺丝刀431中设置有向轴434传递旋转动力的电机433和用户操作的触发开关432。在电动螺丝刀431的把手的下部壳体内收纳有电池包430以及电机控制部435。电池包430内置于电动螺丝刀431,或者能够相对于电动螺丝刀431自由拆装。能够将本发明的二次电池应用于构成电池包430的电池。

[0173] 电池包430以及电机控制部435分别具备微型计算机(未图示),也可以与电池包430的充放电信息能够进行相互通信。电机控制部435能够控制电机433的动作,并且在过放电等异常时阻断对电机433的电源供给。

[0174] (4) 电动车辆用蓄电系统

[0175] 作为将本发明应用于电动车辆用的蓄电系统的例子,在图15中概略地示出了采用了串联式混合动力系统的混合动力车辆(HV)的构成例。串联式混合动力系统是使用由将发动机作为动力的发电机发电的电力或者将其暂时储存在电池中的电力而通过电力驱动力转换装置行驶的车辆。

[0176] 该混合动力车辆600中搭载有发动机601、发电机602、电力驱动力转换装置(直流电机或交流电机。以下简称为“电机603”。)、驱动轮604a、驱动轮604b、车轮605a、车轮605b、电池608、车辆控制装置609、各种传感器610、充电口611。作为电池608,可以应用本发明的二次电池或搭载有多个本发明的二次电池的蓄电模块。

[0177] 电机603通过电池608的电力进行工作,电机603的旋转力传递到驱动轮604a、604b。能够将通过由发动机601产生的旋转力而在发电机602中生成的电力蓄积在电池608中。各种传感器610经由车辆控制装置609控制发动机转速,或控制未图示的节流阀的开度。

[0178] 当通过未图示的制动机构使混合动力车辆600减速时,该减速时的阻力作为旋转力施加在电机603上,由该旋转力生成的再生电力蓄积在电池608中。另外,电池608通过经由混合动力车辆600的充电口611与外部的电源连接而能够充电。将这样的HV车辆称为插电式混合动力车(PHV或PHEV)。

[0179] 需要说明的是,也能够将本发明所涉及的二次电池应用于小型化的一次电池,并用作内置于车轮604、605的气压传感器系统(TPMS:Tire Pressure Monitoring system:轮胎压力监测系统)的电源。

[0180] 以上,以串联式混合动力车为例进行了说明,但本发明也能够应用于并用发动机和电机的并联方式、或者组合了串联方式和并联方式的混合动力车。此外,本发明也能够应用于不使用发动机而仅通过驱动电机来行驶的电动汽车(EV或BEV)、燃料电池车(FCV)。

[0181] 符号说明

[0182] 1、1A:锂离子电池;12:绝缘板;21:正极;21A:正极箔;21B:正极活性物质层;21C:正极活性物质非覆盖部;22:负极;22A:负极箔;22B:负极活性物质层;22C:负极活性物质非覆盖部;22D:最内周侧负极;23、23A~23E:隔膜;24:正极集电板;25:负极集电板;26:贯通孔;41、42:端面;43:槽;221A:第一负极活性物质非覆盖部;221B:第二负极活性物质非覆盖部;221C:第三负极活性物质非覆盖部。

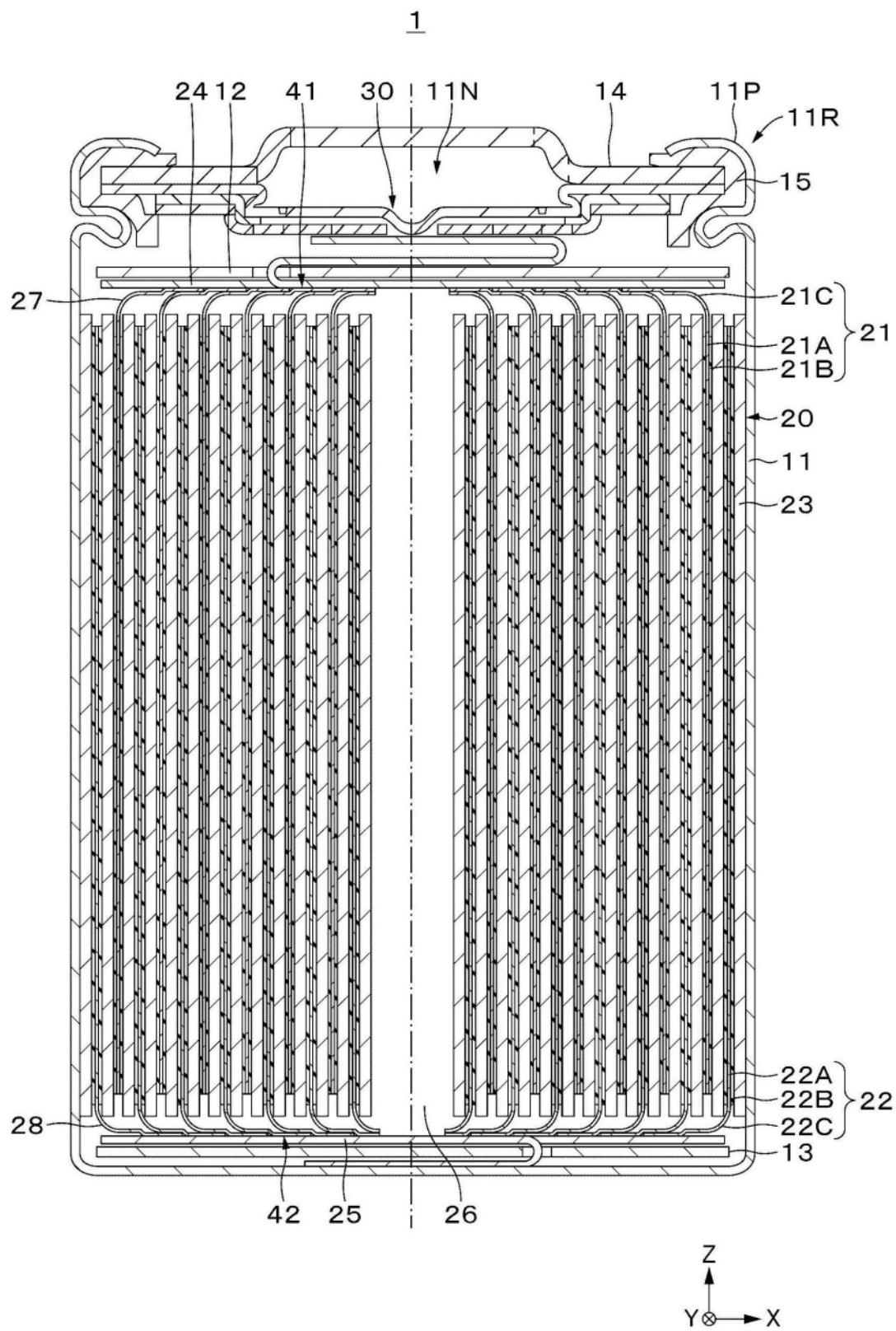


图1

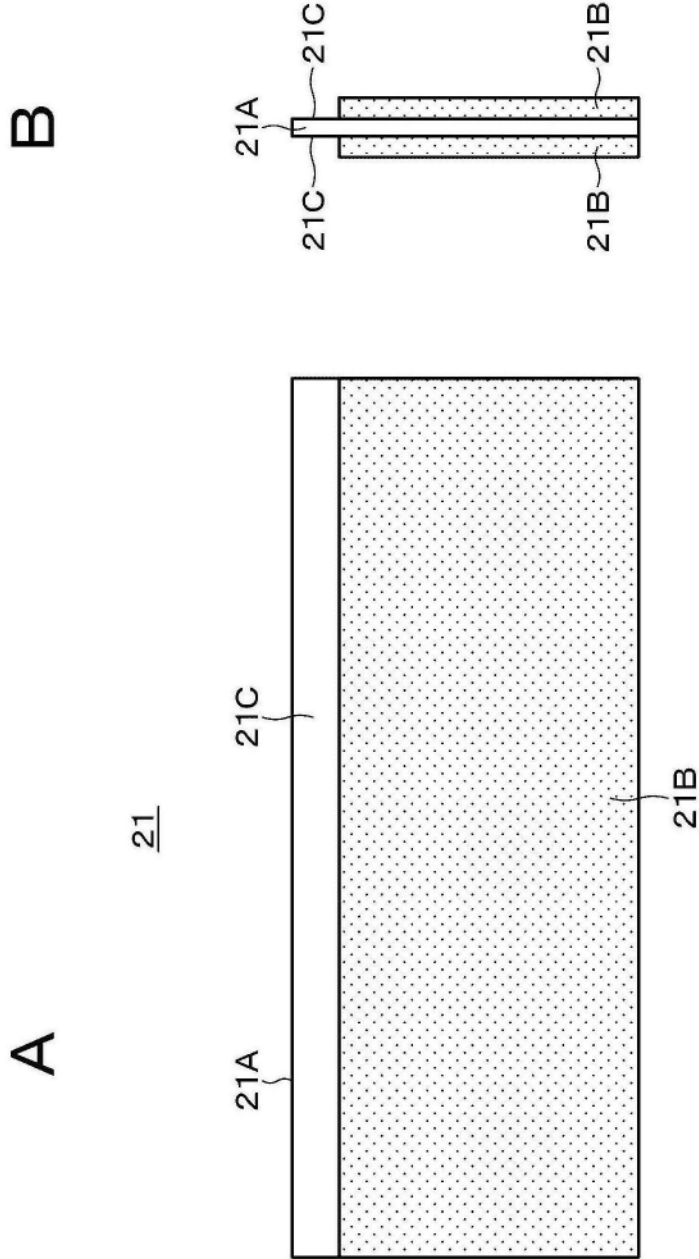


图2

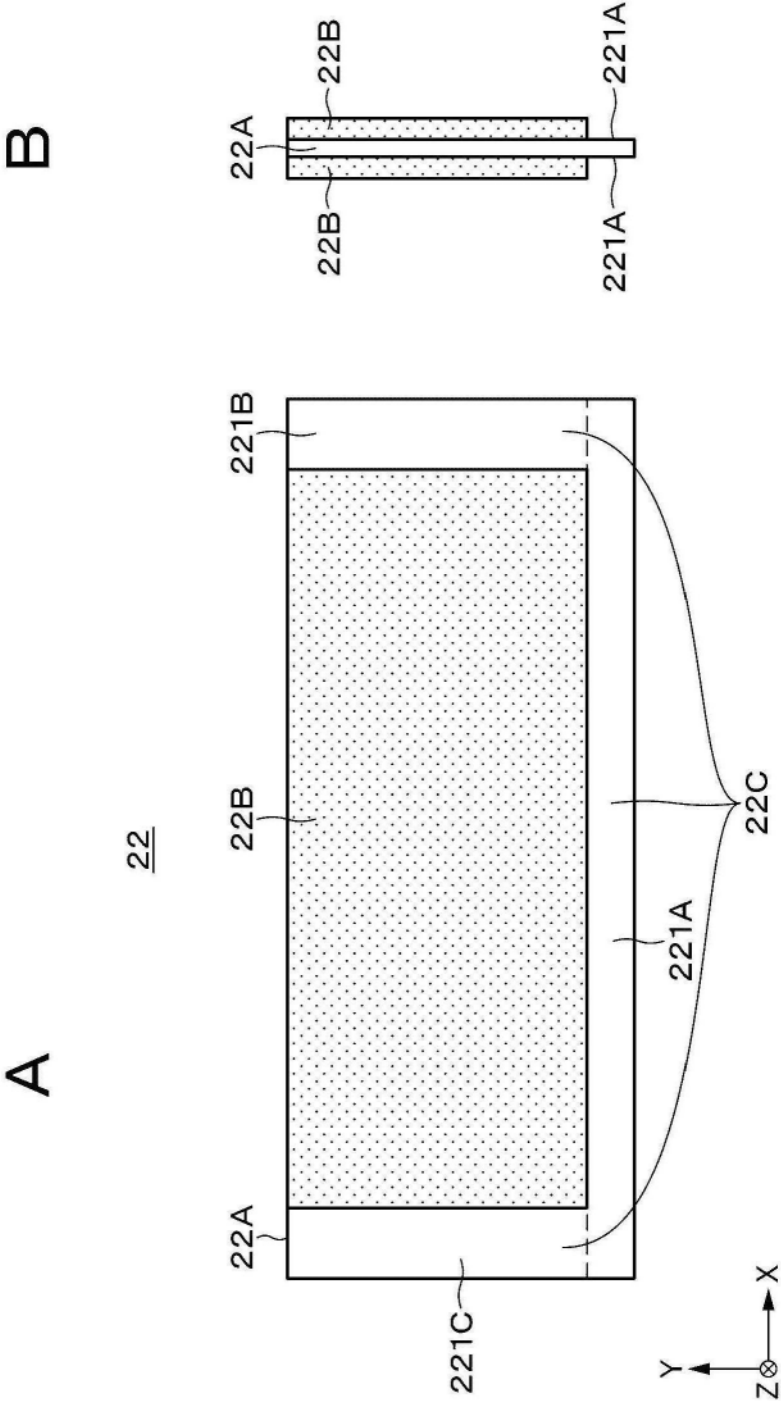


图3

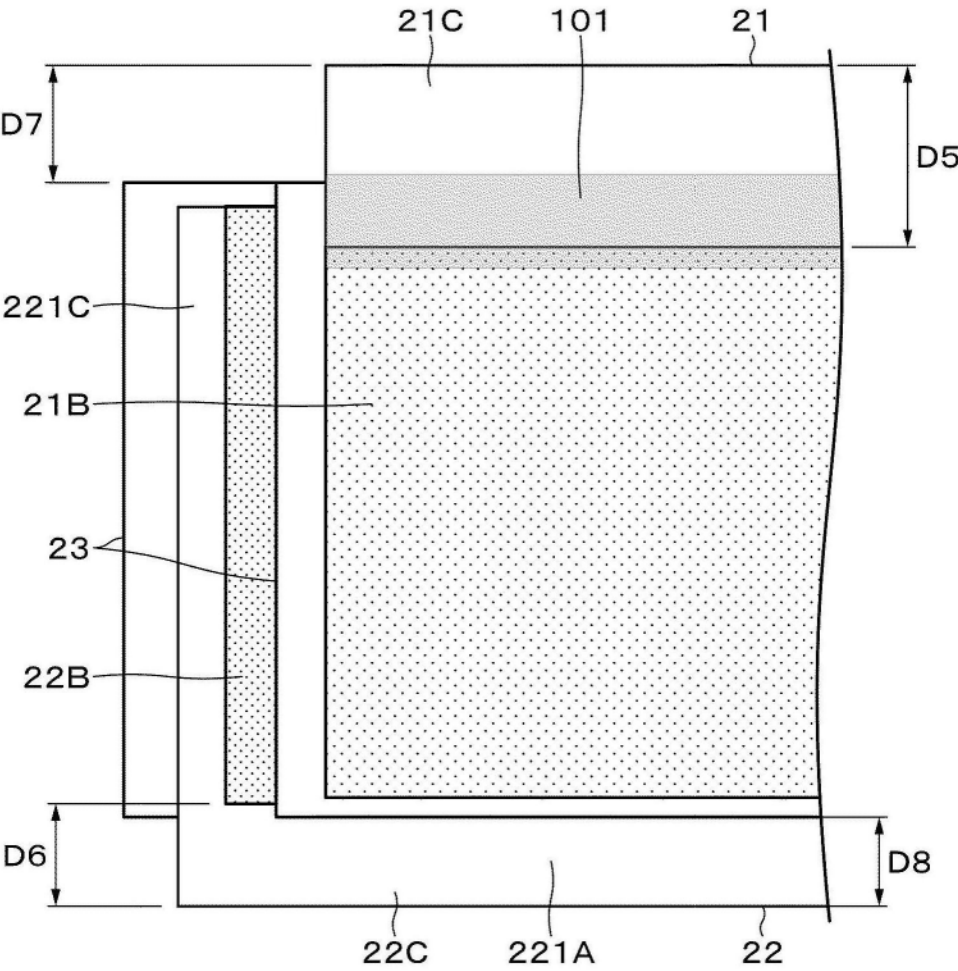


图4

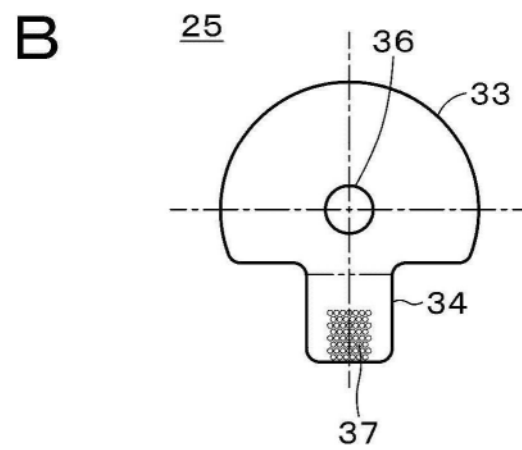
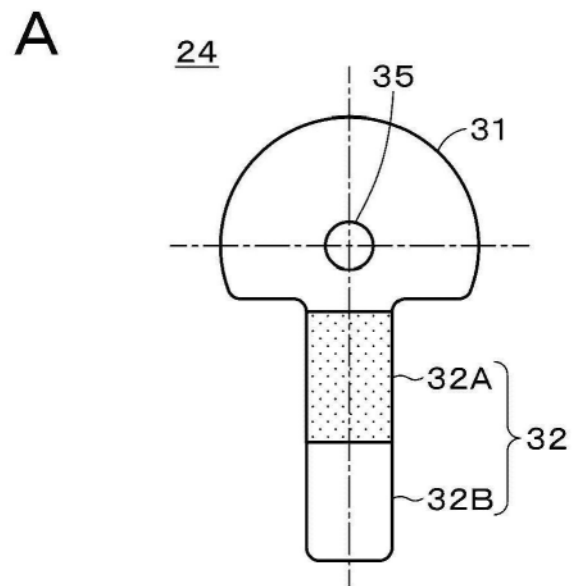


图5

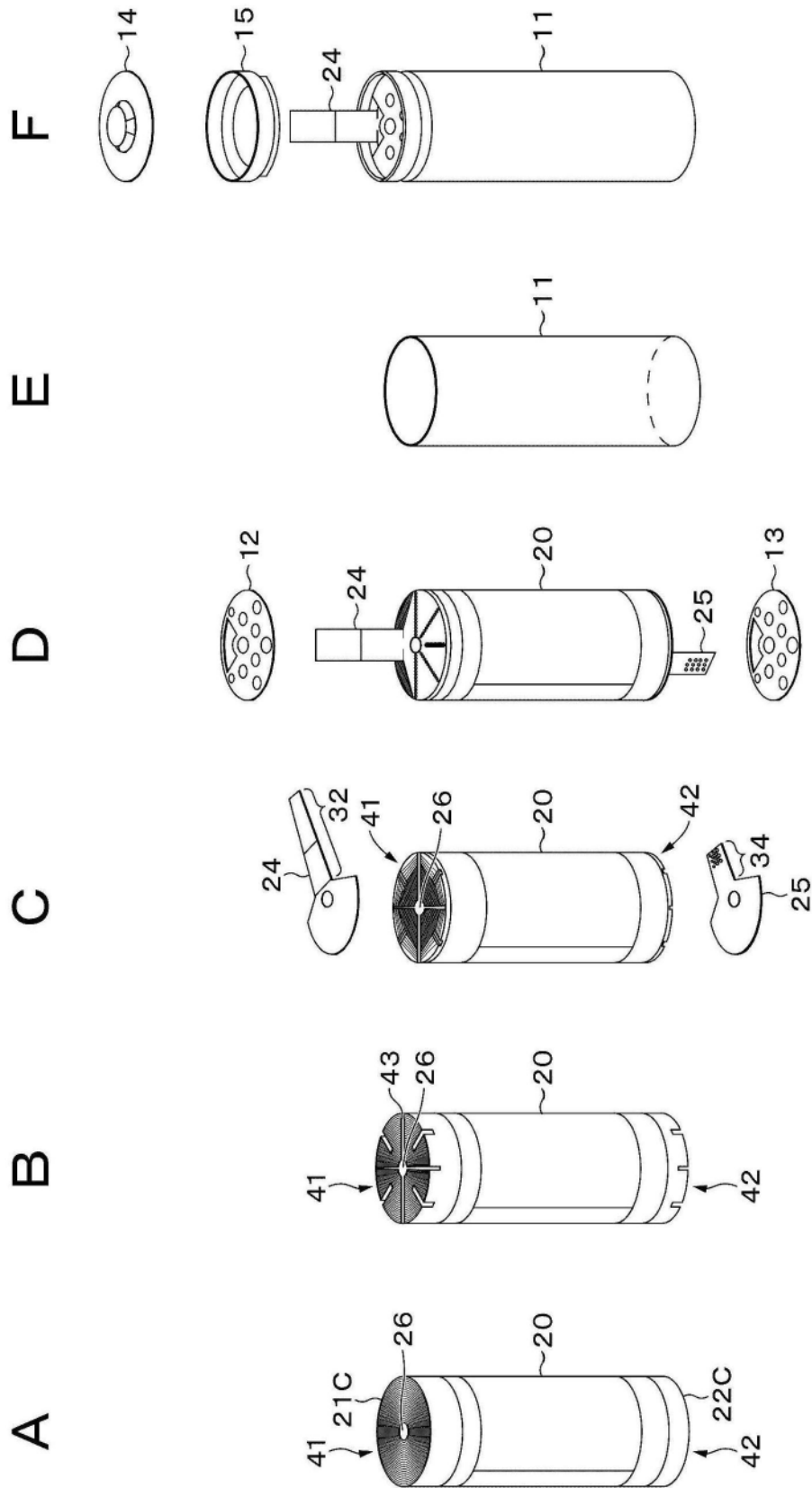


图6

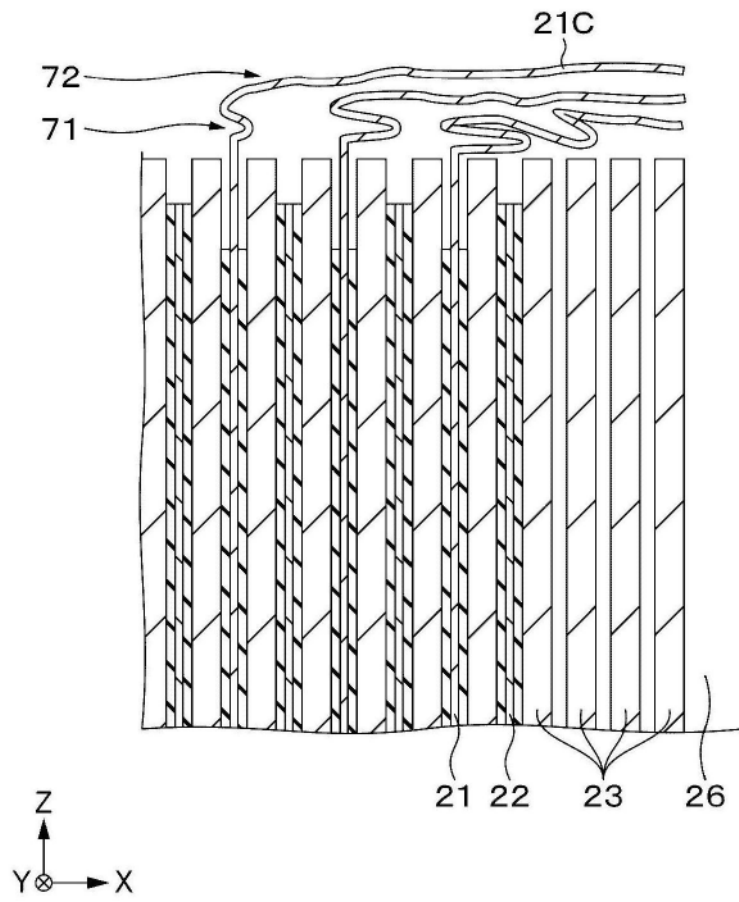


图7

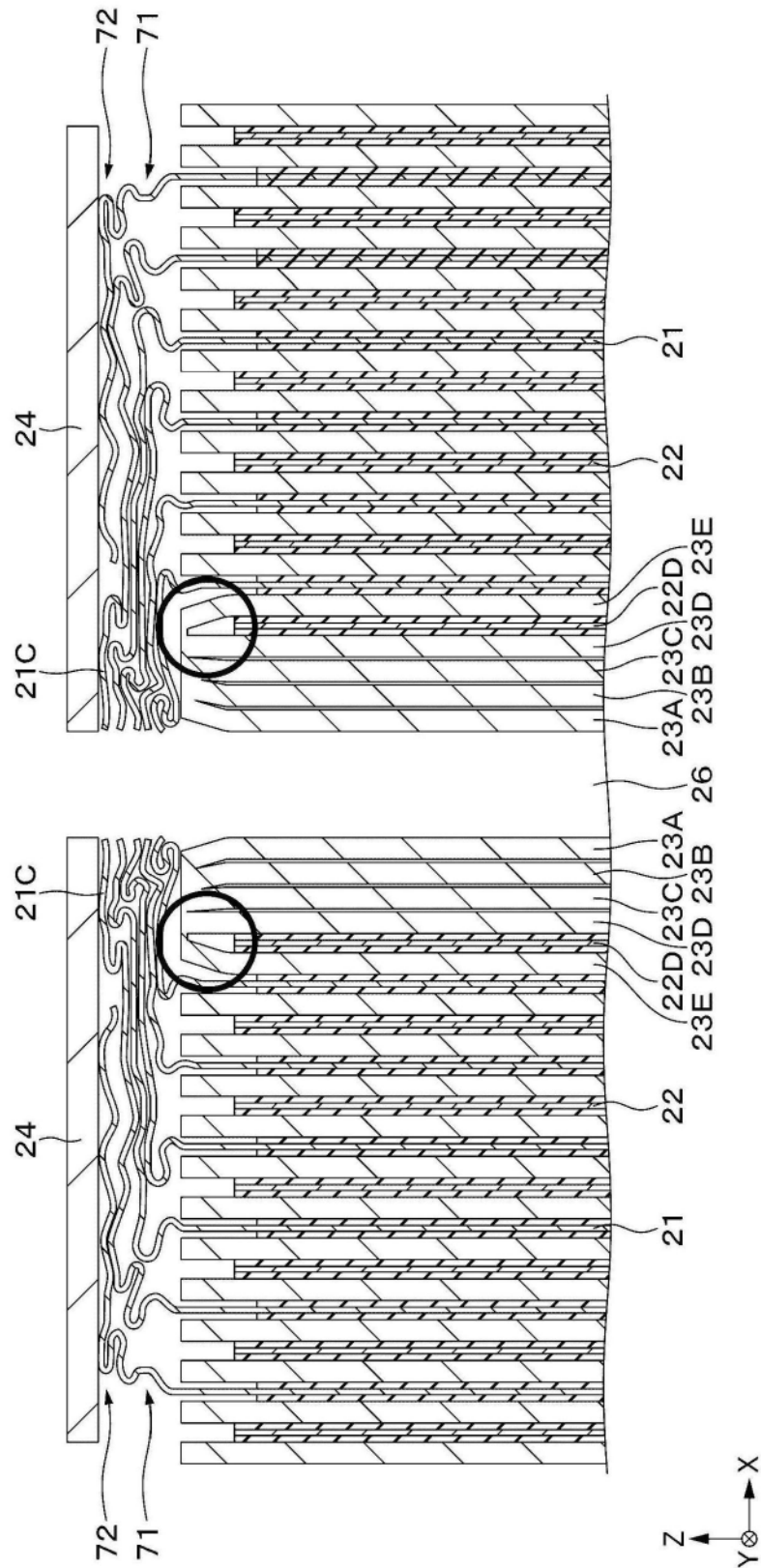


图8

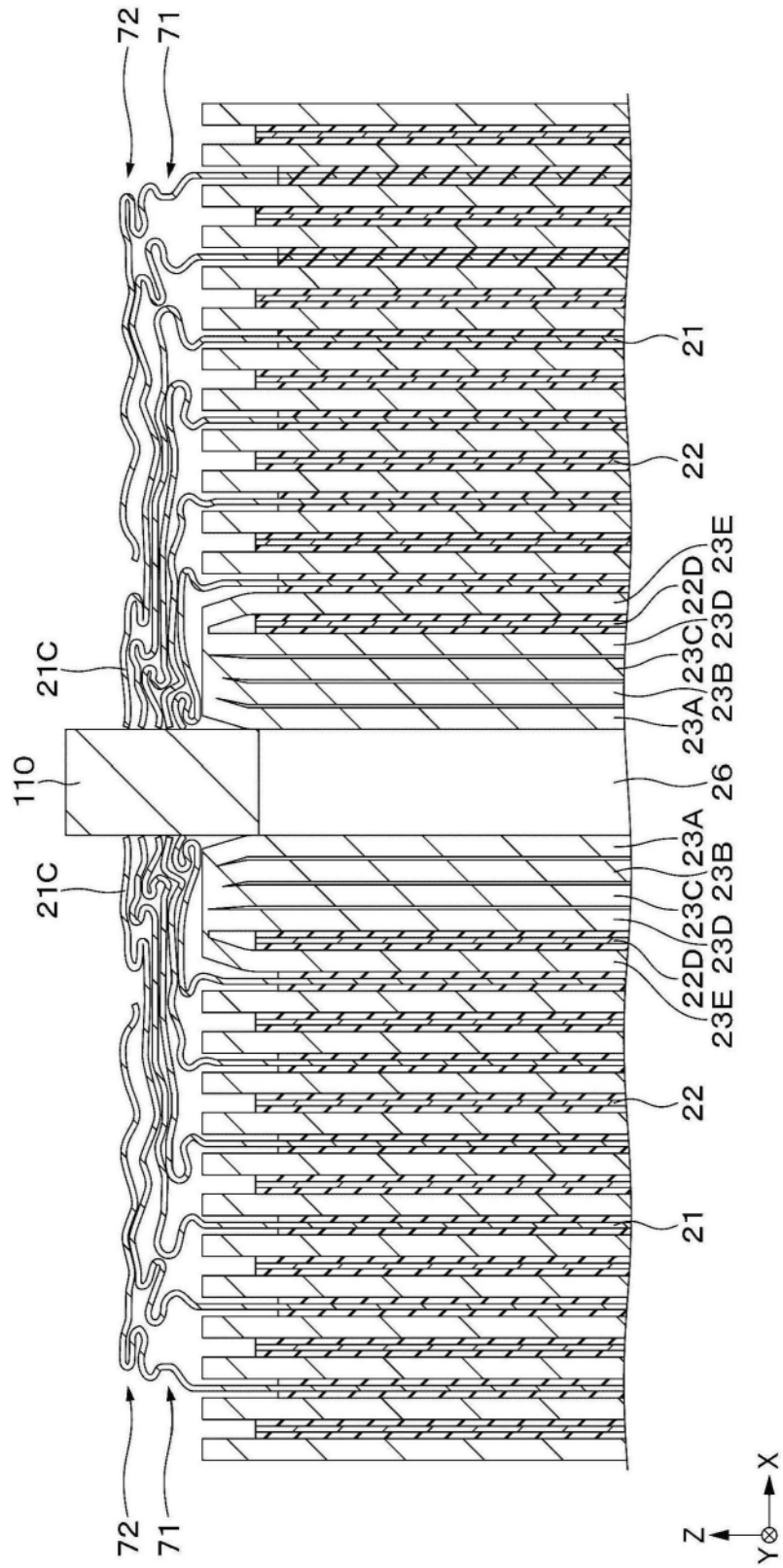


图9

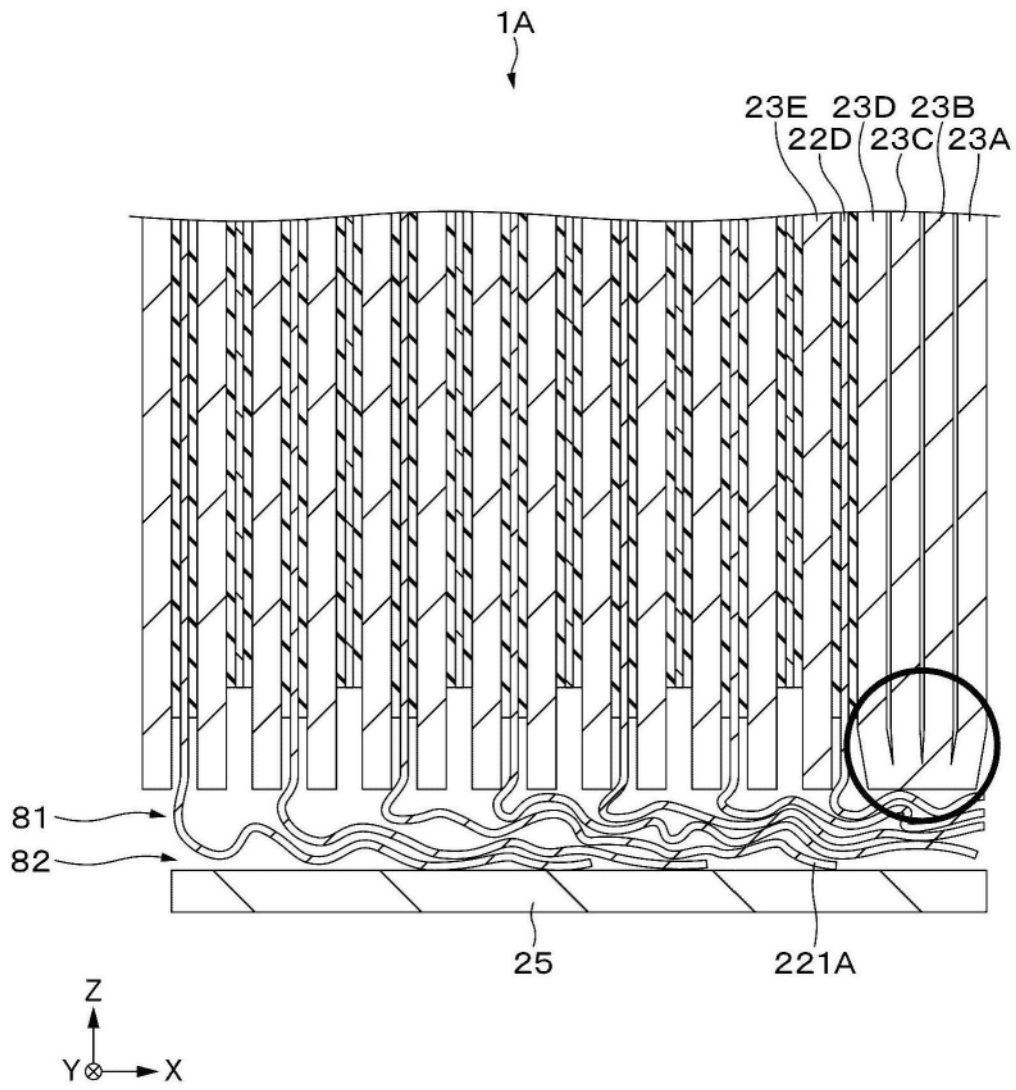


图10

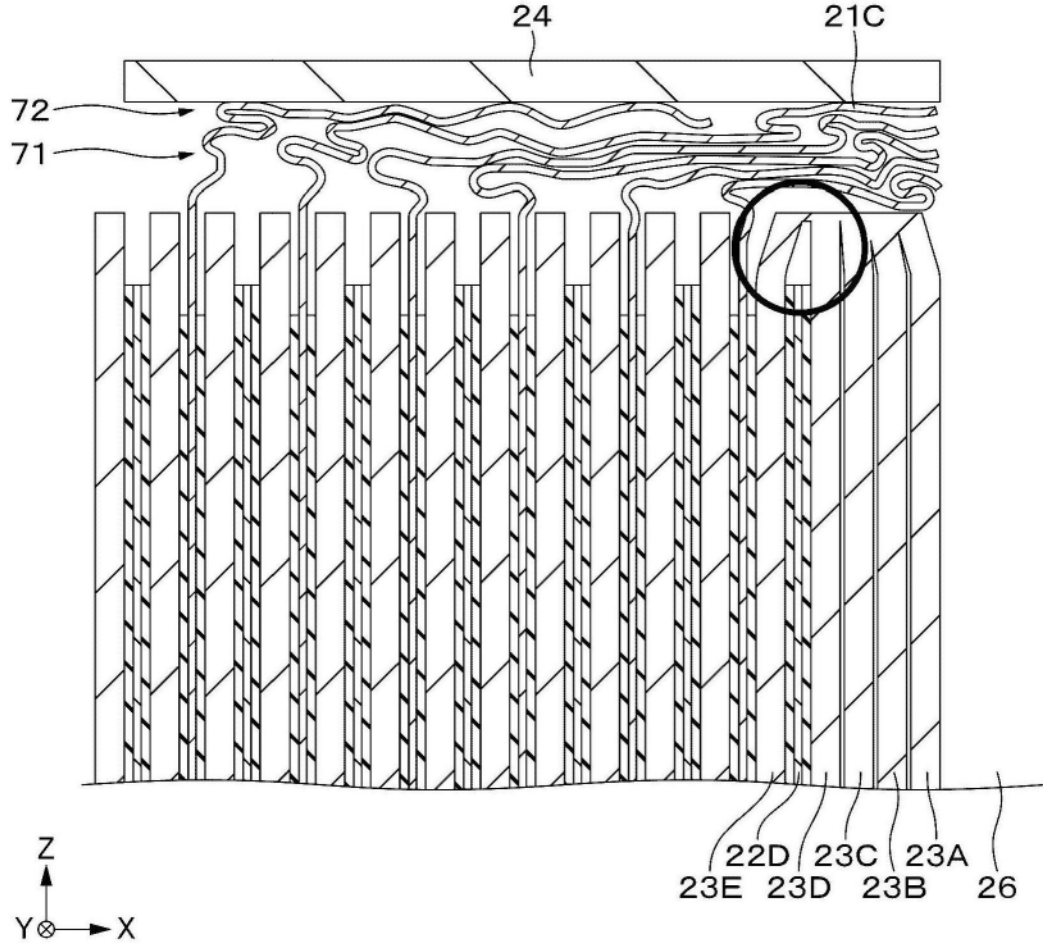


图11

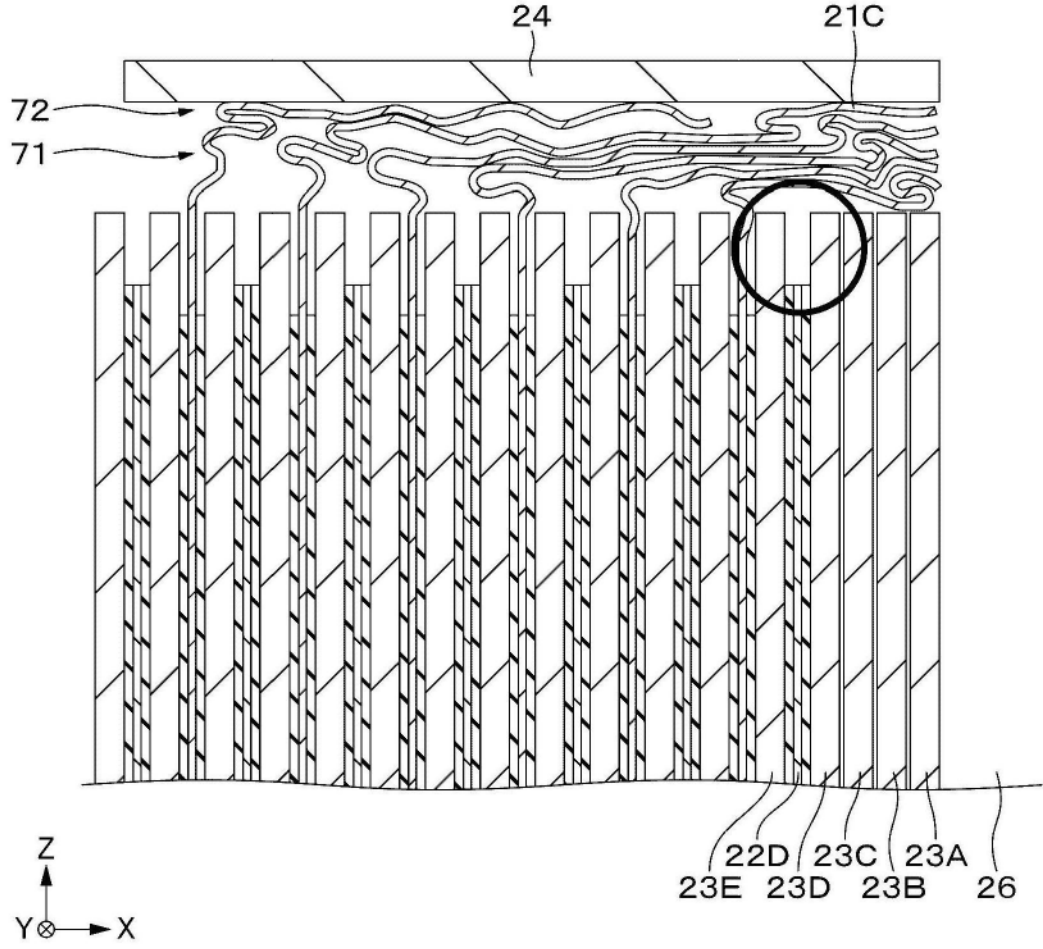


图12

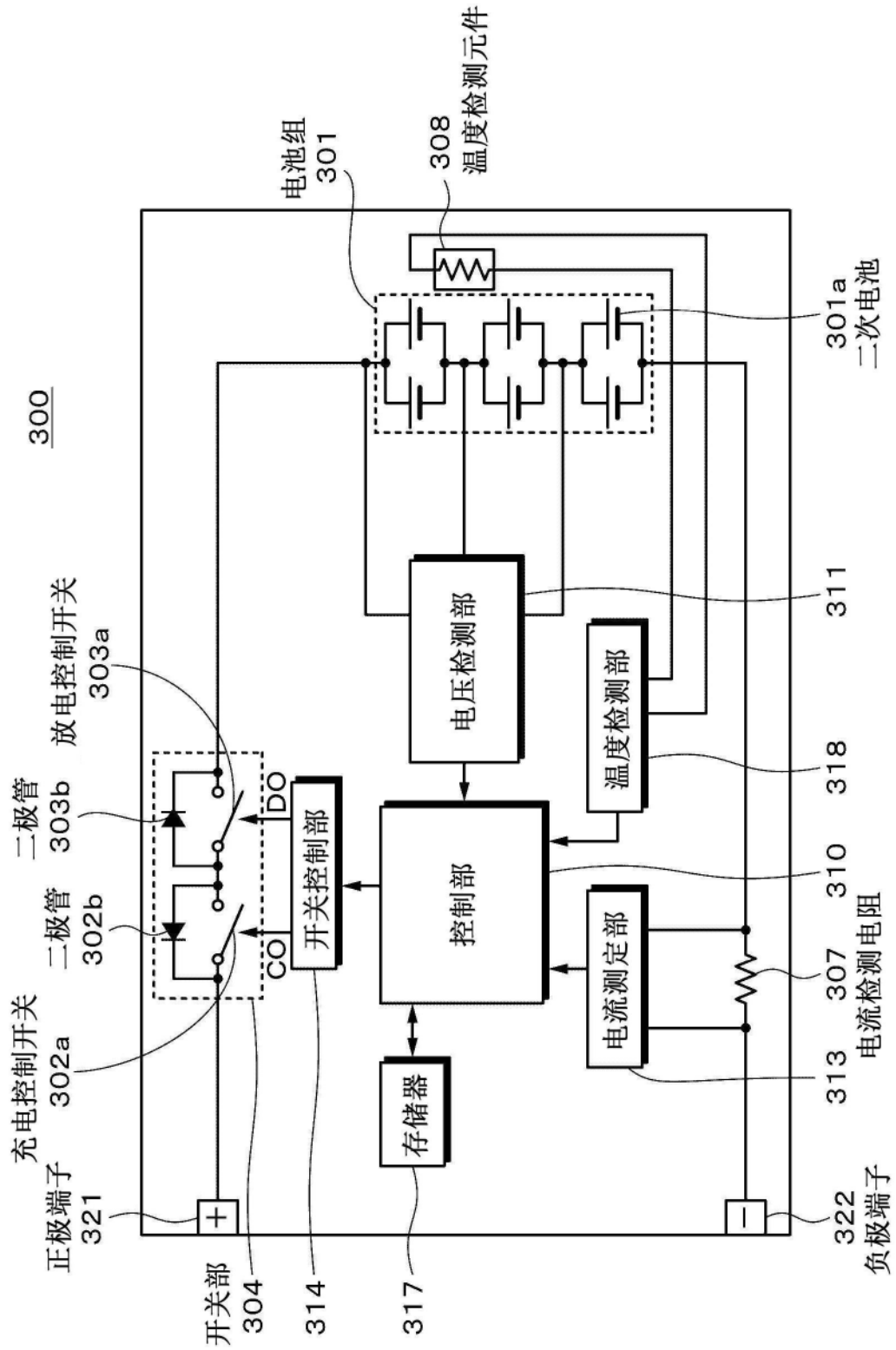


图13

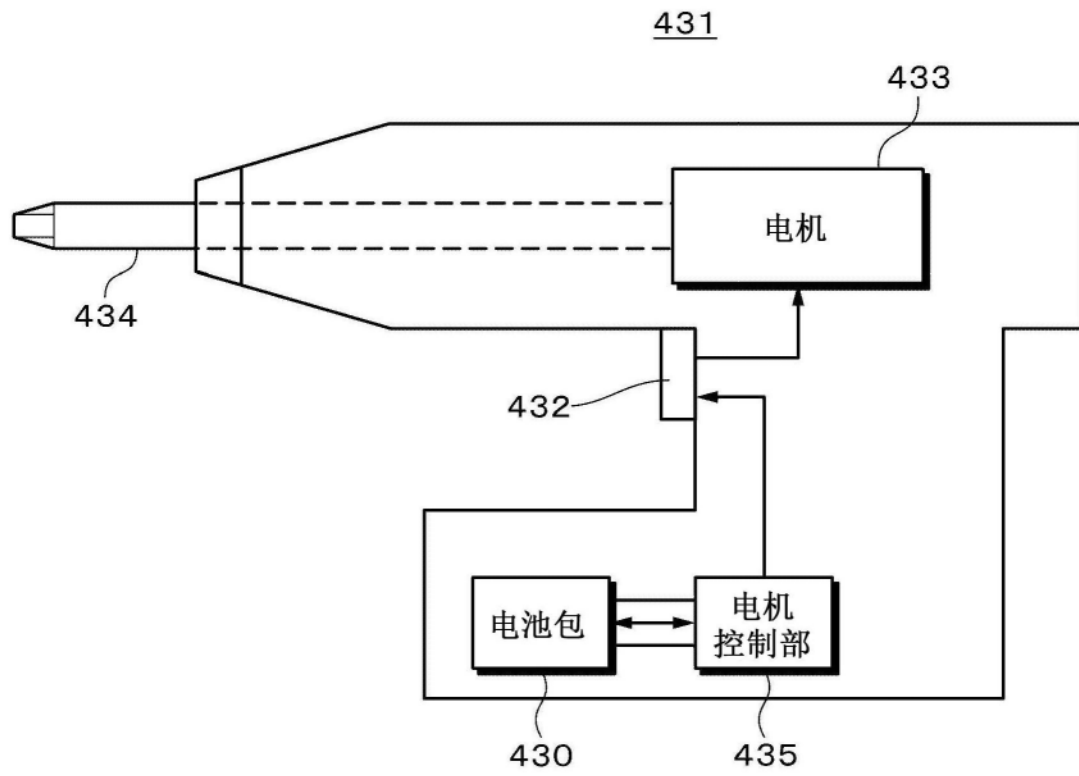


图14

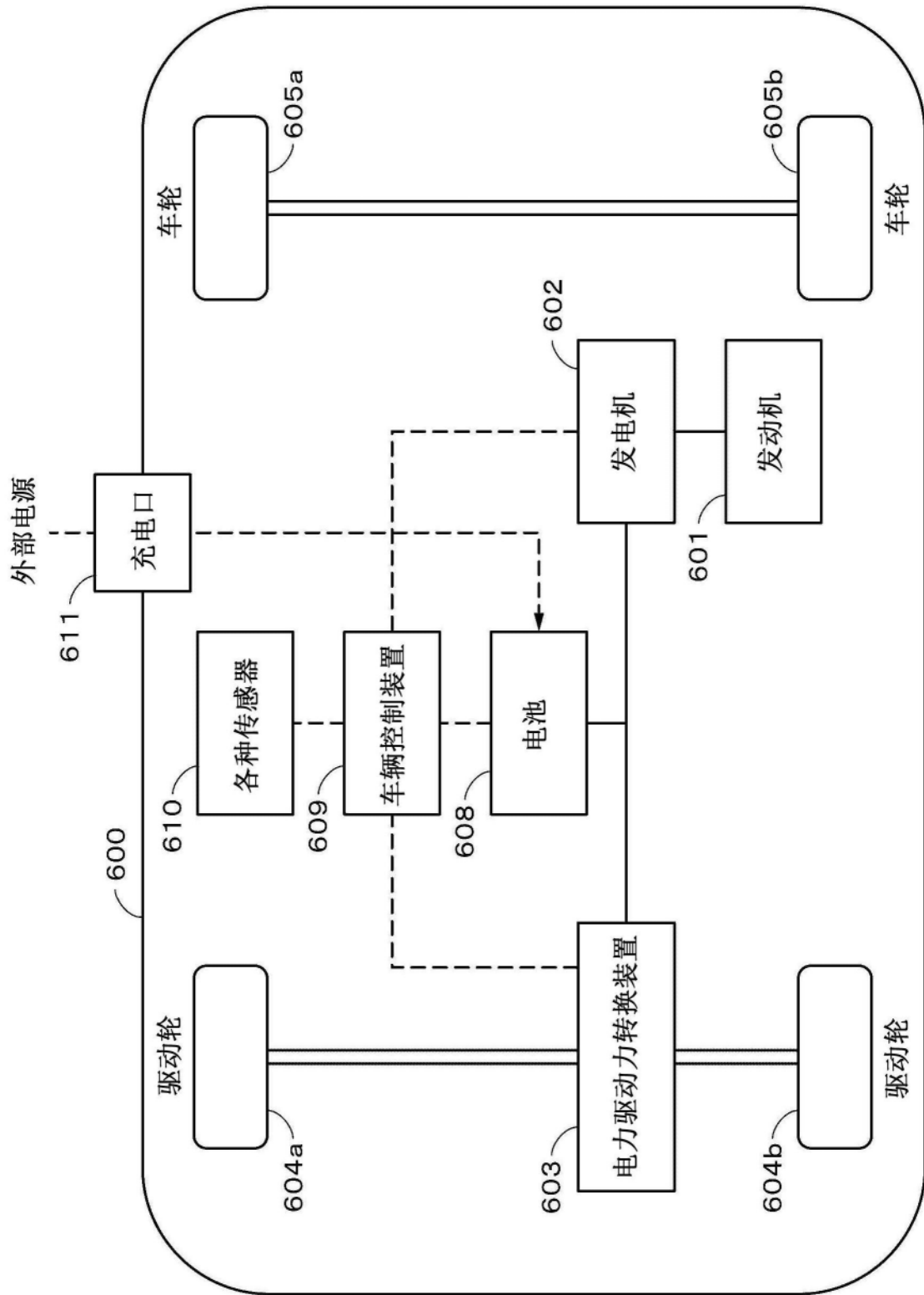


图15