(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111834129 A
(43)申请公布日 2020.10.27

(21)申请号 202010103269.8

(22)申请日 2020.02.19

(30)优先权数据
2019-081118 2019.04.22 JP

(71)申请人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本大阪府

(72)发明人 山崎莲姬 隈川隆博

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 韩丁

(51)Int.Cl.
H01G 9/15(2006.01)
H01G 9/08(2006.01)
H01G 9/012(2006.01)
H01G 9/07(2006.01)
H01G 9/04(2006.01)

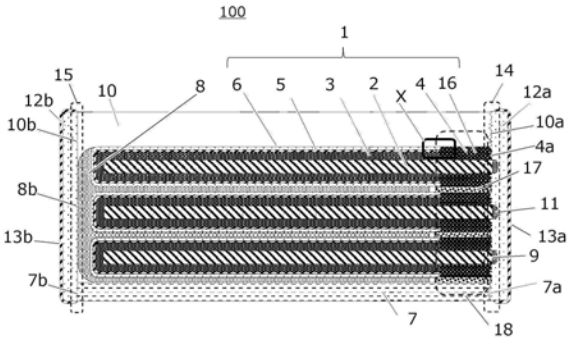
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

固体电解电容器及其制造方法

(57)摘要

本发明提供固体电解电容器及其制造方法，在固体电解电容器中，能够在维持良好的电特性的同时，实现较高的可靠性。固体电解电容器100具有被层叠的多个电容器元件(1)。电容器元件(1)具备：阳极体(2)；电介质层(3)，设置于阳极体(2)的表面，且具有多个空隙(3a)；固体电解质层(5)，设置于电介质层(3)的表面；阴极体(6)，设置于固体电解质层(5)的表面；绝缘层(4)，设置于所述电介质层中的阳极侧，且包含将阳极侧与阴极侧绝缘隔离的绝缘树脂(16)。绝缘树脂(16)填充于绝缘层(4)中包含的多个空隙(3a)。在相邻的绝缘层(4)之间设置有阳极部粘接树脂(17)。



CN 111834129 A

1.一种固体电解电容器,是由外封装体将被层叠的多个电容器元件覆盖而成的固体电解电容器,其特征在于,

所述电容器元件具备:

阳极体;

电介质层,设置于所述阳极体的表面,且具有多个空隙;

固体电解质层,设置于所述电介质层的表面;

阴极体,设置于所述固体电解质层的表面;以及

绝缘层,设置于所述电介质层中的阳极侧,且包含将阳极侧与阴极侧绝缘隔离的绝缘树脂,

所述绝缘树脂填充于所述绝缘层中包含的所述多个空隙,

在相邻的所述绝缘层之间设置有阳极部粘接树脂。

2.如权利要求1所述的固体电解电容器,其中,

作为所述阳极体的端部的阳极端子部、所述绝缘层的端部、所述阳极部粘接树脂的端部从所述外封装体的阳极侧端面露出,

在所述阳极侧端面侧还具有:

接触层,与所述阳极端子部通过金属键键合;

阳极侧电极层,覆盖所述接触层;以及

阳极侧外部电极,设置于所述阳极侧电极层的表面。

3.如权利要求1或2所述的固体电解电容器,其中,

在所述外封装体的阴极侧端面上还具有:

阴极侧电极层,与所述阴极体电连接;以及

阴极侧外部电极,设置于所述阴极侧电极层的表面。

4.如权利要求1或2所述的固体电解电容器,其中,

所述绝缘树脂相对于所述绝缘层中包含的所述多个空隙的填充率为50%以上。

5.如权利要求1或2所述的固体电解电容器,其中,

所述绝缘树脂的玻璃化转变温度为150℃以上。

6.如权利要求1或2所述的固体电解电容器,其中,

所述阳极部粘接树脂的玻璃化转变温度为150℃以上。

7.如权利要求1或2所述的固体电解电容器,其中,

所述绝缘树脂的弹性模量为3GPa～7GPa。

8.如权利要求1或2所述的固体电解电容器,其中,

所述阳极部粘接树脂的弹性模量为3GPa～7GPa。

9.如权利要求2所述的固体电解电容器,其中,

所述接触层包含离子化倾向比所述阳极体小的金属,

所述接触层的厚度为5～100μm。

10.如权利要求2所述的固体电解电容器,其中,

所述阳极侧电极层的材料是在树脂材料中混入金属颗粒而成的导电性树脂材料,

所述阳极侧电极层的厚度为20～300μm。

11.一种固体电解电容器的制造方法,其特征在于,包括以下工序:

元件形成工序，形成多个电容器元件，该电容器元件具备：阳极体；电介质层，设置于所述阳极体的表面，且具有多个空隙；固体电解质层，设置于所述电介质层的表面；阴极体，设置于所述固体电解质层的表面；以及绝缘层，设置于所述电介质层中的阳极侧，且包含将阳极侧与阴极侧绝缘隔离的绝缘树脂；

层叠工序，将所述多个电容器元件隔着导电材料及阳极部粘接树脂层叠；

封装工序，形成覆盖所述多个电容器元件的外封装体；

显露工序，形成阳极端面，该阳极端面从所述外封装体显露了作为所述阳极体的端部的阳极端子部、所述绝缘层的端部、阳极部粘接树脂的端部；

接触层形成工序，在所述阳极端子部形成接触层；

第一电极形成工序，形成覆盖包含所述接触层的所述阳极端面的阳极侧电极层，且形成与所述阴极体电连接的阴极侧电极层；以及

第二电极形成工序，形成覆盖所述阳极侧电极层的阳极侧外部电极，且形成覆盖所述阴极侧电极层的阴极侧外部电极，

在所述元件形成工序中，所述绝缘树脂填充于所述绝缘层中包含的所述多个空隙，

在所述层叠工序中，所述阳极部粘接树脂设置于相邻的所述绝缘层之间。

固体电解电容器及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及固体电解电容器及其制造方法。

背景技术

[0002] 伴随着电子设备的高频化，需要高频区域的阻抗特性优异的电容器。为了应对该要求，对将导电性高的导电性高分子用作固体电解质的固体电解电容器进行了各种研究(例如，参照专利文献1)。

[0003] 另外，近年来，对于在个人计算机的CPU(Central Processing Unit，中央处理器)周围等使用的固体电解电容器，非常希望其小型且大容量化。并且，要求与高频化对应的低ESR(Equivalent Series Resistance:等效串联电阻)化，或者要求噪声除去或瞬态响应性优异的低ESL(Equivalent Series Inductance:等效串联电感)化。而且，为了应对这些要求而进行了各种研究。

[0004] 在此，使用图3，对专利文献1中公开的层叠型固体电解电容器进行说明。图3是专利文献1中公开的层叠型固体电解电容器的侧面剖面图。

[0005] 在图3中，固体电解电容器31具备：层叠体33、封装43、阳极侧外部电极47、以及阴极侧外部电极48。

[0006] 层叠体33是将多个电容器元件32层叠而成的。电容器元件32具有：阀作用金属基体34，具备芯部35及沿着其表面形成的粗面部36；电介质被膜37，形成于粗面部36上；固体电解质层39，形成于电介质被膜37上；集电体层40，形成于固体电解质层39上。多个电容器元件32的各集电体层40相互电连接。

[0007] 封装43具有电绝缘性，以阀作用金属基体34的一方的端面38在第一端面44上露出的状态，覆盖层叠体33。

[0008] 阳极侧外部电极47设置于封装43的第一端面44上、以及与其端面邻接的上表面及下表面各自的一部分上。另外，阳极侧外部电极47与阀作用金属基体34的芯部35电连接。

[0009] 阴极侧外部电极48设置于封装43的与第一端面44相对置的第二端面45。另外，阴极侧外部电极48与集电体层40电连接。

[0010] 阳极侧外部电极47包括第一导电层49、第二导电层50、以及第三导电层51。第一导电层49以与阀作用金属34的芯部35直接接触的方式形成，且将相邻的电容器元件32的各阀作用金属基体34的芯部35相互电连接。另外，第一导电层49通过溅射那样的干式工艺以如下方式形成，即，覆盖阀作用金属基体34的一方的端面38及其周围的封装43的第一端面44整体，并且延伸至与第一端面44邻接的上表面及下表面各自的一部分上。

[0011] 在具有上述的结构的固体电解电容器31中，能够抑制水向阀作用金属基体34的粗面部36的渗入、以及水分向粗面部36与封装43之间的渗入。另外，第二导电层50形成于第一导电层49之上，因此能够提高紧密附着强度。

[0012] 现有技术文献

[0013] 专利文献

[0014] 专利文献1:专利第6233410号公报

发明内容

[0015] 发明要解决的问题

[0016] 在专利文献1的固体电解电容器31中,在阀作用金属基体34的一方的端面38露出的芯部35由Al(铝)箔等金属箔构成。另外,对该金属箔的表面进行蚀刻加工,来形成粗面部36,在其之上形成电介质被膜37。

[0017] 另外,当通过溅射那样的干式工艺,在阀作用金属基体34的一方的端面38上形成有第一导电层49的情况下,粗面部36上的电介质被膜37与由树脂材料构成的封装43未进行接合强度较高的金属键合,而是利用锚固效应(anchoring effect)来机械性地附着。

[0018] 由此,电介质被膜37与封装43的接合强度极弱,在形成第二导电层50及第三导电层51时仅施加较弱的压力就会产生剥离。

[0019] 另外,在通过锚固效应形成的第一导电层49与粗面部36的界面处,有可能由于剥离,从而水分从粗面部36的多孔质状的结构渗入。

[0020] 同样地,在第一导电层49与封装43的界面处,也有可能由于剥离,从而水分向电容器元件32整体渗入。

[0021] 因此,存在以下问题:在将固体电解电容器31安装于印刷基板时,固体电解电容器31中包含的水分在高温下蒸发,在电容器元件32间膨胀,从而电容器元件32断裂,引起品质不良。

[0022] 本发明的一个形态的目的在于,提供在维持良好的电特性的同时,具有较高的可靠性的固体电解电容器及其制造方法。

[0023] 解决问题的方案

[0024] 本发明的一个方式的固体电解电容器是由外封装体将被层叠的多个电容器元件覆盖而成的固体电解电容器,其中,所述电容器元件具备:阳极体;电介质层,设置于所述阳极体的表面,且具有多个空隙;固体电解质层,设置于所述电介质层的表面;阴极体,设置于所述固体电解质层的表面;以及绝缘层,设置于所述电介质层中的阳极侧,且包含将阳极侧与阴极侧绝缘隔离的绝缘树脂,所述绝缘树脂填充于所述绝缘层中包含的所述多个空隙,在相邻的所述绝缘层之间设置有阳极部粘接树脂。

[0025] 本发明的一个方式的固体电解电容器的制造方法包括:元件形成工序,形成多个电容器元件,该电容器元件具备:阳极体;电介质层,设置于所述阳极体的表面,且具有多个空隙;固体电解质层,设置于所述电介质层的表面;阴极体,设置于所述固体电解质层的表面;以及绝缘层,设置于所述电介质层中的阳极侧,且包含将阳极侧与阴极侧绝缘隔离的绝缘树脂;层叠工序,将所述多个电容器元件隔着导电材料及阳极部粘接树脂层叠;封装工序,形成覆盖所述多个电容器元件的外封装体;显露工序,形成阳极端面,该阳极端面从所述外封装体显露了作为所述阳极体的端部的阳极端子部、所述绝缘层的端部、阳极部粘接树脂的端部;接触层形成工序,在所述阳极端子部形成接触层;第一电极形成工序,形成覆盖包含所述接触层的所述阳极端面的阳极侧电极层,且形成与所述阴极体电连接的阴极侧电极层;以及第二电极形成工序,形成覆盖所述阳极侧电极层的阳极侧外部电极,且形成覆盖所述阴极侧电极层的阴极侧外部电极,在所述元件形成工序中,所述绝缘树脂填充于所

述绝缘层中包含的所述多个空隙，在所述层叠工序中，所述阳极部粘接树脂设置于相邻的所述绝缘层之间。

[0026] 发明效果

[0027] 根据本发明，固体电解电容器中，能够在维持良好的电特性的同时，实现较高的可靠性。

附图说明

[0028] 图1A是表示本发明的实施方式的固体电解电容器的立体图。

[0029] 图1B是图1A的A-A’剖面图。

[0030] 图1C是图1B的范围X的放大图。

[0031] 图2A是表示本发明的实施方式的层叠工序时的固体电解电容器的剖面图。

[0032] 图2B是表示本发明的实施方式的封装工序时的固体电解电容器的剖面图。

[0033] 图2C是表示本发明的实施方式的显露工序时的固体电解电容器的剖面图。

[0034] 图2D是表示本发明的实施方式的接触层形成工序时的固体电解电容器的剖面图。

[0035] 图2E是表示本发明的实施方式的第一电极形成工序时的固体电解电容器的剖面图。

[0036] 图2F是表示本发明的实施方式的第二电极形成工序时的固体电解电容器的剖面图。

[0037] 图3是表示专利文献1的固体电解电容器的结构的侧面剖面图。

[0038] 附图标记说明

[0039] 1 电容器元件

[0040] 2 阳极体

[0041] 3 电介质层

[0042] 4 绝缘层

[0043] 4a 绝缘层4的阳极侧端面

[0044] 5 固体电解质层

[0045] 6 阴极体

[0046] 7 支撑部件

[0047] 7a 支撑部件7的阳极侧端面

[0048] 7b 支撑部件7的阴极侧端面

[0049] 8 导电材料

[0050] 8b 阴极端子部

[0051] 9 阳极端子部

[0052] 10 外封装体

[0053] 10a 外封装体10的阳极侧端面

[0054] 10b 外封装体10的阴极侧端面

[0055] 11 接触层

[0056] 12a 阳极侧电极层

[0057] 12b 阴极侧电极层

[0058] 13a 阳极侧外部电极

[0059] 13b 阴极侧外部电极

[0060] 14 阳极端面

[0061] 15 阴极端面

[0062] 16 绝缘树脂

[0063] 17 阳极部粘接树脂

[0064] 18 阳极侧绝缘树脂填充部

[0065] 100 固体电解电容器

具体实施方式

[0066] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行说明。此外,对各图中相同的构成要素标以相同的附图标记,并适当省略它们的说明。

[0067] [固体电解电容器100的结构]

[0068] 使用图1A、图1B、图1C,对本发明的实施方式的固体电解电容器100的结构进行说明。图1A是表示本实施方式的固体电解电容器100的立体图。图1B是图1A的A-A'剖面图。图1C是图1B的部分X的放大图。

[0069] 如图1A～图1C所示,固体电解电容器100具有:电容器元件1、支撑部件7、导电材料8、阳极端子部9、外封装体10、接触层11、阳极侧电极层12a、阴极侧电极层12b、阳极侧外部电极13a、阴极侧外部电极13b、阳极部粘接树脂17。

[0070] 接触层11形成于阳极端子部9表面。

[0071] 阳极侧电极层12a形成为至少覆盖接触层11。

[0072] 阳极侧外部电极13a及阴极侧外部电极13b分别形成于阳极侧电极层12a及阴极侧电极层12b的表面。

[0073] <电容器元件1>

[0074] 如图1B所示,电容器元件1具有阳极体2、电介质层3、绝缘层4、固体电解质层5及阴极体6。

[0075] 例如通过化学蚀刻等方法,在作为阳极体2的Al箔的两个面上形成多孔质层,并在该多孔质层上形成电介质被膜,来得到电介质层3。

[0076] 阳极体2是未被多孔质化而剩余的Al箔芯材部。该阳极体2被电介质层3包在里面。即,在阳极体2的两个面(上表面及下表面)上配置有电介质层3。

[0077] 阳极体2的厚度及电介质层3的厚度分别为20～80μm。此外,阳极体2及电介质层3的材料不限于Al箔,例如,也可以是作为电容器材料而被普遍使用的Ta(钽)等。

[0078] 在阳极体2的阳极侧绝缘树脂填充部18中形成有绝缘层4。绝缘层4使阳极端面14与阴极体6电绝缘隔离。也就是说,使阳极侧与阴极侧(省略图示)电绝缘隔离。

[0079] 如图1C所示,电介质层3是设有多个数nm至数十μm(但是,上限为30μm)的空隙3a的多孔质结构。例如,通过化学蚀刻等方法来形成该多孔质结构。

[0080] 在相当于绝缘层4的电介质层3的一部分中,浸渗有具有绝缘性的绝缘树脂16。由此,如图1C所示,在绝缘层4中的空隙3a中填充有绝缘树脂16。此外,为了使绝缘树脂16填充于空隙3a,优选绝缘树脂16是低粘度的树脂。

[0081] 作为使绝缘树脂16填充于空隙3a的方法，例如可举出如下方法：将电介质层3置于经减压的环境下的方法、或从外部施加压力的方法。虽然还与绝缘树脂16的材质(例如，粘度等)有关，但在使用从外部施加压力的方法的情况下，能够通过加压状态来改善填充率(也可称作浸渗率)。例如，在绝缘层4中，从尺寸较大的空隙开始依次填充绝缘树脂16，在填充率成为约50％以上的情况下，成为在数十μm的空隙内填充有绝缘树脂16的状态，且成为在数nm的空隙内未填充绝缘树脂16的状态。相对于此，水分的颗粒的大小被认为是数十μm，因此若填充率为50％以上，则能够防止来自外部的水分的渗入。

[0082] 另外，由于在后述的层叠工序中会进行热固化，所以绝缘树脂16具备耐热性。虽然还与层叠工序中的导电性树脂的固化温度等有关，但热固化时的加热温度是150℃～220℃。因此，优选绝缘树脂16的玻璃化转变温度Tg至少为150℃以上。

[0083] 另外，优选绝缘树脂16具有在浸渗于电介质层3的一部分(相当于绝缘层4的部分)之后吸收在形成接触层11时产生的冲击能量(其细节在后述的接触层形成工序中进行说明)的能力。即，优选绝缘树脂16在一定程度上吸收冲击能量，且具有即使变形也粘性强、耐冲击性强的性质。例如，若以树脂特性来说，则优选绝缘树脂16是弹性模量为3GPa～7GPa的树脂。

[0084] 填充于空隙3a的绝缘树脂16例如通过高温炉等的热量而固化。此外，在绝缘树脂16是UV(紫外线)固化树脂的情况下，也可以通过对绝缘树脂16照射紫外线，来使填充于空隙3a的绝缘树脂16固化。

[0085] 作为绝缘层4的形成方法，例如有以下方法：在使绝缘树脂16浸渗于多孔质状的电介质层3的一部分之后，进一步涂镀作为绝缘性的树脂的聚酰亚胺等的方法。另外，为了提高致密性，也可以使用以下方法等：首先对电介质层3赋予压缩应力而使其成为致密的层，并使绝缘树脂16浸渗于多孔质状的电介质层3的一部分来使其具备绝缘性。

[0086] 如图1B所示，在阳极端子部9的阳极元件间，层叠有阳极部粘接树脂17。由此，阳极端子部9的阳极元件间的空隙被填埋。

[0087] 另外，由于在后述的层叠工序中会进行热固化，所以阳极部粘接树脂17具备耐热性。虽然还与层叠工序中的导电性树脂的固化温度等有关，但热固化时的加热温度是150℃～220℃。因此，优选阳极部粘接树脂17的玻璃化转变温度Tg至少为150℃以上。

[0088] 另外，优选阳极部粘接树脂17具有吸收在形成接触层11时产生的冲击能量(其细节在后述的接触层形成工序中进行说明)的能力。即，优选阳极部粘接树脂17在一定程度上吸收冲击能量，且具有即使变形也粘性强、耐冲击性强的性质。例如，若以树脂特性来说，则优选阳极部粘接树脂17是弹性模量为3GPa～7GPa的树脂。

[0089] 此外，图1B中例示了电容器元件1为单一结构的情况，但电容器元件1也可以是将不同种材料组合而成的复合结构。例如，电容器元件1也可以是致密的Al氧化膜和聚酰亚胺树脂的层叠结构。

[0090] 在由绝缘层4绝缘隔离而成为阴极侧的电介质层3上，形成有固体电解质层5。固体电解质层5例如由聚吡咯、聚噻吩等导电性高分子材料构成。一般来说，通过化学聚合或电解聚合等方法来形成固体电解质层5。

[0091] 在固体电解质层5上形成有阴极体6。阴极体6例如是通过印刷法或转印法等将碳层和Ag(银)膏层依次层叠而成的。

[0092] 此外，阴极体6不限于碳层及Ag膏层的层叠结构。例如，阴极体6也可以包含使用了Ag以外的填料(filler)的导电膏或烧结(sintering)材料等，来代替Ag膏。上述导电膏例如包括Cu(铜)膏。

[0093] <支撑部件7、导电材料8、外封装体10>

[0094] 在例如由环氧玻璃基板构成的支撑部件7上，以阴极部隔着导电材料8，且阳极部隔着阳极部粘接树脂17的方式，层叠有多个电容器元件1。另外，电容器元件1以形成显露出阳极体2的端部的阳极端子部9的方式，由外封装体10封装。此外，图1A～图1C中例示了电容器元件1的层叠数为三层的情况，但电容器元件1的层叠数不限于三层。

[0095] 如上所述，阳极部隔着阳极部粘接树脂17，从而阳极部元件间的间隙被填埋。由此，具有以下效果：防止在形成阳极侧外部电极13a、阴极侧外部电极13b时，因压力等而产生元件的断线、或水分从间隙渗入。

[0096] 作为支撑部件7，除了环氧玻璃基板以外，例如也可以使用BT(Bismaleimide-Triazine，双马来酰亚胺三嗪)树脂、聚酰亚胺树脂基板等的耐热性优异的基板、或Cu制的引线框(lead frame)等。但是，当然，在使用引线框等导电材料的情况下，需要将阳极侧与阴极侧以能够绝缘的方式隔离。

[0097] 作为导电材料8，例如，使用Ag膏等导电膏。导电材料8与电容器元件1的阴极体电连接。

[0098] 此外，在图1B中，示出了在相邻的电容器元件1间仅设置有导电材料8的情况，但除了导电材料8以外，例如也可以使Al、Cu或In(铟)等的金属箔介于相邻的电容器元件1间。

[0099] <阳极端子部9、接触层11>

[0100] 在阳极端子部9形成有由离子化倾向比阳极体2小的金属构成的接触层11。该接触层11未形成于为树脂系材料的外封装体10及绝缘层4，而选择性地仅形成于由金属材料构成的阳极端子部9的表面。

[0101] 在此，在阳极体2为Al的情况下，作为接触层11的材料，优选使用离子化倾向比Al小的金属。这样的金属例如包括Zn(锌)、Ni(镍)、Sn(锡)、Cu、Ag等。通过这样的金属，能够抑制在接触层11的表面形成坚固的氧化膜，使接触层11与阳极侧电极层12a之间的电连接更可靠。

[0102] 另外，在阳极体2为Al的情况下，通过使用原子间距离相近的Cu、Zn或Ag作为接触层11的材料，可形成通过与Al以金属键键合而产生的合金层。由此，能够使接触层11与阳极体2之间的接合强度更坚固。此外，接触层11除了由单元素金属构成以外，也可以由青铜或黄铜等合金构成，还可以将Ni与Ag、Cu与Ag等层叠来构成。

[0103] <电极结构>

[0104] 阳极端面14由接触层11、绝缘层4的阳极侧端面4a、外封装体10的阳极侧端面10a、以及支撑部件7的阳极侧端面7a构成。

[0105] 阴极端面15由导电材料8的阴极侧端面即阴极端子部8b、外封装体10的阴极侧端面10b、以及支撑部件7的阴极侧端面7b构成。

[0106] 阳极端面14被阳极侧电极层12a覆盖。另外，阴极端面15被阴极侧电极层12b覆盖。在此，被层叠的电容器元件1的阳极端子部9彼此之间的电导通主要经由阳极侧电极层12a进行。

[0107] 另外，阳极侧电极层12a被阳极侧外部电极13a覆盖。另外，阴极侧电极层12b被阴极侧外部电极13b覆盖。

[0108] 优选阳极侧电极层12a及阴极侧电极层12b的材料例如是在作为粘结剂(binder)的树脂材料中混入Ag或Cu等金属填料(金属颗粒)而成的导电膏材料(导电性树脂材料)。由此，例如，可以在树脂中添加适于与构成绝缘层4、外封装体10、支撑部件7的材料粘接的粘结剂成分，可以期待通过化学键或氢键键合。

[0109] 并且，优选将绝缘层4的阳极侧端面4a、外封装体10的阳极侧端面10a、阴极侧端面10b、以及支撑部件7的阳极侧端面7a和阴极侧端面7b各自的表面粗糙度Ra设为5微米以上。由此，能够使各端面与阳极侧电极层12a或阴极侧电极层12b的接触面积增加，并且进一步赋予通过锚固效应而得到的结合力。

[0110] [固体电解电容器100的制造方法]

[0111] 接着，使用图2A～图2F，对本实施方式的固体电解电容器100的制造方法进行说明。图2A～图2F分别是制造方法的各工序中的固体电解电容器(换言之是制造中途的固体电解电容器)的剖面图。

[0112] <层叠工序>

[0113] 使用图2A，对最初的工序即层叠工序进行说明。

[0114] 首先，准备多个图2A所示的电容器元件1。在此，以将三个电容器元件1层叠的情况为例进行说明。

[0115] 接着，在支撑部件7上，将导电材料8适量涂覆于阴极侧，将阳极部粘接树脂17适量涂覆于阳极侧。然后，在涂覆于支撑部件7的导电材料8及阳极部粘接树脂17之上，精度良好地载置第一个电容器元件1。

[0116] 接着，在第一个电容器元件1之上，将导电材料8适量涂覆于阴极侧，将阳极部粘接树脂17适量涂覆于阳极侧。然后，在涂覆于第一个电容器元件1的导电材料8及阳极部粘接树脂17之上，精度良好地载置第二个电容器元件1。

[0117] 接着，在第二个电容器元件1上，将导电材料8适量涂覆于阴极侧，将阳极部粘接树脂17适量涂覆于阳极侧。然后，在涂覆于第二个电容器元件1的导电材料8及阳极部粘接树脂17之上，精度良好地载置第三个电容器元件1。

[0118] 作为导电材料8，例如可以使用热固化性的Ag膏。另外，作为导电材料8的涂覆方法，例如可以使用点胶(dispensing)方式、印刷、喷墨(inkjet)法、浸渍(dipping)法或转印法等。另外，导电材料8也可以不是膏状，而是可粘贴的片状。

[0119] 作为阳极部粘接树脂17，例如可以使用热固化性的粘接树脂。另外，作为阳极部粘接树脂17的涂覆方法，例如可以使用点胶方式、印刷、喷墨法、浸渍法、或转印法等。另外，阳极部粘接树脂17同样也可以不是膏状，而是可粘贴的粘接片状。

[0120] 接着，使用高温炉等使导电材料8及阳极部粘接树脂17热固化，来使各电容器元件1的阴极体6彼此导通。此外，作为热固化的手段，不限于高温炉，例如也可以使用加热板(hot plate)或回流(reflow)炉等。

[0121] 通过以上所说明的层叠工序，固体电解电容器成为图2A所示的状态。

[0122] 此外，在上述说明中，以在支撑部件7上的一个部位将三个电容器元件1依次层叠的情况为例进行了说明，但也可以在支撑部件7上的多个部位(例如，以多列、多行的矩阵

状)同时进行该层叠。

[0123] 〈封装工序〉

[0124] 使用图2B,对层叠工序的接下来的工序即封装工序进行说明。

[0125] 如图2B所示,以覆盖被层叠的三个电容器元件1的方式,用外封装体10进行封装。

[0126] 作为外封装体10,例如使用含有二氧化硅等无机填料的环氧树脂。另外,外封装体10还填充于被层叠的电容器元件1间的间隙、以及支撑部件7与电容器元件1之间的间隙。作为封装的方法,例如可以使用传递(transfer)式封装、模压(compression)式封装、或将液状树脂浇注于模具之后使之热固化的方法等。

[0127] 〈显露工序〉

[0128] 使用图2C,对封装工序的接下来的工序即显露工序进行说明。

[0129] 为了使阴极端子部8b及阳极端子部9显露而形成阴极端面15及阳极端面14。

[0130] 作为该形成方法,例如使用如下方法:使将金刚石颗粒以粘合材料固定而成的划片刀(dicing blade)高速旋转,来进行切断。若使用该方法将图2B所示的外封装体10及支撑部件7的一部分(图中的两端部)切除,则如图2C所示那样形成阳极端面14及阴极端面15。

[0131] 该时间点的阳极端面14主要由阳极端子部9、绝缘层4的阳极侧端面4a、外封装体10的阳极侧端面10a、以及支撑部件7的阳极侧端面7a构成。另外,在阳极侧端面4a的多孔质层中浸渗有绝缘树脂16。

[0132] 另外,该时间点的阴极端面15主要由导电材料8的阴极侧端面即阴极端子部8b、外封装体10的阴极侧端面10b、以及支撑部件7的阴极侧端面7b构成。

[0133] 〈接触层形成工序〉

[0134] 使用图2D,对显露工序的接下来的工序即接触层形成工序进行说明。

[0135] 如图2D所示,使构成阳极端面14的各端面(绝缘层4的阳极侧端面4a、外封装体10的阳极侧端面10a、以及支撑部件7的阳极侧端面7a)分别粗糙化。另外,如图2D所示,在各阳极端子部9的表面形成接触层11。

[0136] 例如,使Cu的颗粒高速地碰撞阳极端子部9来形成该接触层11。Cu的颗粒是离子化倾向比阳极端子部9的材料即Al小,且原子间距离与Al比较接近的金属。

[0137] 该接触层11的形成技术是被称作“冷喷涂法(cold spray)”的方法。冷喷涂法是利用空气、氮气、氦气等的经压缩的气体,使数μm至数十μm程度的金属颗粒加速至亚音速乃至超音速,使其以固相状态直接碰撞基材来形成金属被膜的技术。

[0138] 关于冷喷涂法中的金属颗粒的附着机制,虽然还存在未弄清的部分,但一般来说,可以认为,金属颗粒或金属基材因金属颗粒的碰撞能量而塑性变形,在金属表面上露出新形成的表面,从而活化。

[0139] 根据上述冷喷涂法,高速地碰撞于阳极端子部9的Cu颗粒将阳极端子部9的Al表面的氧化膜撞破。由此,形成Al与Cu的金属键合。由此,在接触层11与阳极端子部9的界面形成Al与Cu的合金层。另一方面,在接触层11的表面形成作为一种非阀作用金属的Cu的层。由此,接触层11包含离子化倾向比阳极端子部9小的金属。

[0140] 另外,在上述冷喷涂法中,一般来说,使用数μm～数十μm程度的大小的颗粒。其理由如下:在颗粒比数μm小的情况下,即便使颗粒加速至亚音速乃至超音速,也无法确保碰撞基材所需的能量(碰撞能量)。若无法确保碰撞能量,则无法形成Al与Cu的金属键合,而成为

通过锚固效应进行的附着。由此，接合强度变得非常弱。

[0141] 使用数μm～数十μm程度的大小的颗粒形成的接触层11具有数μm～数百μm的厚度。在是铝电容器的情况下，优选接触层11的厚度为5～100μm。此外，在接触层11的厚度比5μm小的情况下，会产生强度的降低。另一方面，在接触层11的厚度比100μm大的情况下，因与电极厚度相应的电阻值的增加，而导致特性值发生的劣化。

[0142] 另外，在进行上述冷喷涂法的情况下，Cu颗粒还碰撞于由非金属材料构成的各端面(绝缘层4的阳极侧端面4a、外封装体10的阳极侧端面10a、以及支撑部件7的阳极侧端面7a)。

[0143] 在使金属颗粒碰撞的基材(例如，绝缘层4、外封装体10、支撑部件7)为树脂基材的情况下，可以认为，金属颗粒与树脂基材之间的结合，主要是经塑性变形的金属颗粒进入树脂基材的表面的凹凸而产生的、机械性的接合。因此，在树脂基材上对金属进行成膜的条件包括：使树脂基材具有足够的硬度以将碰撞的能量高效地耗用于金属颗粒的塑性变形；选择易于发生金属颗粒的塑性变形的金属材料及加工条件；以及树脂基材不易因碰撞的能量而断裂。

[0144] 在此，对于作为外封装体10而被普遍使用的环氧树脂，虽然通过提高二氧化硅等填料的混入比率能提高宏观地观察时的硬度，但作为粘结剂的环氧树脂成分的比率变少，因而会变脆。

[0145] 即，会存在以下的部分：树脂基材不断裂而金属颗粒充分地塑性变形从而金属能够成膜的部分；以及树脂基材因金属颗粒的碰撞能量而脆性断裂从而被切削掉的部分。

[0146] 因此，为了遍及整个面地稳定地形成超过规定厚度的某种厚度的金属膜，需要采用增长成膜加工时间的方法、或增加金属颗粒的喷雾量等的方法，因而生产率明显变差。

[0147] 另外，虽然能够遍及整个面地形成金属膜，但在由易于成膜的Al构成的阳极端子部9、与由树脂基材之类的容易被切削的材料构成的外封装体10之间，所形成的金属膜的厚度差异较大。由此，会影响固体电解电容器的外形的精度。

[0148] 另外，在金属颗粒的杨氏模量(Young′s modulus)比构成树脂基材的部件的杨氏模量小的情况下，有金属颗粒的碰撞时的塑性变形被促进的倾向。由此，当在树脂基材上形成金属膜时，金属颗粒易于牢固附着于树脂基材上。

[0149] 另一方面，若是不使金属颗粒完全牢固附着于树脂基材的情况，则其基本条件包括：使树脂基材具有弹性从而不使碰撞能量转换为塑性变形的能量；降低树脂基材的强度，从而使基材在比能引起塑性变形的冲击更弱的冲击下断裂；在能够在阳极端子部9形成接触层11的范围内，选定不易发生塑性变形的金属材料及加工条件。

[0150] 即，通过将金属颗粒(也可以说是接触层11)的杨氏模量设为比构成树脂基材的部件的杨氏模量大，能够形成不易牢固附着的状态。

[0151] 例如，当在树脂基材中填充有杨氏模量为94GPa的二氧化硅的情况下，优选使用具有比之更高的杨氏模量且易于与Al接合的金属颗粒(例如，Cu或Ni)。但是，根据金属颗粒的形状、尺寸、温度、以及填充于树脂材料的二氧化硅的尺寸、填充率等的不同，牢固附着状态也会变化，所以并非限定于此。

[0152] 另外，在不使金属颗粒牢固附着于树脂基材的情况下，通过使金属颗粒碰撞于树脂基材，能够得到使表面粗糙化的效果。

[0153] 此外，在图2D中例示了未对构成阴极端面15的各端面(阴极端子部8b、阴极侧端面10b、以及阴极侧端面7b)进行粗糙化处理的情况，但也可以通过喷砂(sandblasting)等使构成阴极端面15的各端面粗糙化。

[0154] 另外，在上述说明中，作为接触层11的形成方法，以使用作为干式工艺的一例的冷喷涂法的情况为例进行了说明，但也可以使用镀敷等湿式工艺。在使用镀敷等湿式工序的情况下，存在以下问题：在形成接触层11时镀敷液向元件间渗入，从而导致特性发生劣化等。在本实施方式中，使绝缘树脂16浸渗于阳极侧端面4a的多孔质层，因而能够将空隙填埋。另外，通过在阳极部的元件间将阳极部粘接树脂17层叠，能够将元件间的间隙填埋，能够防止液体向元件的渗入。

[0155] 另外，在干式工艺的冷喷涂法中，在用高压气体吹送金属颗粒时产生较大的压力。但是，在本实施方式中，作为低弹性体树脂的绝缘树脂16浸渗于多孔质层，且在阳极部的元件间紧密附着有阳极部粘接树脂17，因此能够防止电容器元件的断线等。

[0156] 另外，在本实施方式中，作为低弹性体树脂的绝缘树脂16浸渗于多孔质层，且在阳极部的元件间紧密附着有阳极部粘接树脂17，因此能够防止在第一电极形成工序(阳极侧电极层12a、阴极侧电极层12b的形成)或第二电极形成工序(阳极侧外部电极13a、阴极侧外部电极13b的形成)中产生的水分向元件间渗入。

[0157] 〈第一电极形成工序〉

[0158] 使用图2E，对接触层形成工序的接下来的工序即第一电极形成工序进行说明。

[0159] 如图2E所示，在阳极端面14上形成阳极侧电极层12a，在阴极端面15上形成阴极侧电极层12b。由此，阳极体2与阳极侧电极层12a电连接，阴极体与阴极侧电极层12b电连接。

[0160] 具体而言，将Ag膏通过浸渍法、转印法、印刷法、点胶法等涂覆于各端面，之后在高温下使其固化，从而形成阳极侧电极层12a及阴极侧电极层12b。

[0161] 如上所述，阳极侧电极层12a、阴极侧电极层12b分别与阳极体2、阴极体6电连接，电极层12a、电极层12b的电极厚度直接对特性值带来影响。

[0162] 例如，在阳极侧电极层12a的厚度为300μm以上的情况下，电极自身具有的电阻值提高，特性评价下降。相反地，在阳极侧电极层12a的厚度为20μm以下的情况下，虽然电极自身具有的电阻值减小，但与接触层11之间的界面强度下降。由此，阳极侧电极层12a的厚度例如优选为20～300μm。

[0163] 此外，阳极侧电极层12a也可以覆盖与阳极端面14正交的面(例如，外封装体10的上表面、支撑部件7的下表面)的一部分。同样地，阴极侧电极层12b也可以覆盖与阴极端面15正交的面(例如，外封装体10的上表面、支撑部件7的下表面)的一部分。

[0164] 〈第二电极形成工序〉

[0165] 使用图2F，对第一电极形成工序的接下来的工序即第二电极形成工序进行说明。

[0166] 如图2F所示，在阳极侧电极层12a的外表面形成阳极侧外部电极13a，另外，在阴极侧电极层12b的外表面形成阴极侧外部电极13b。

[0167] 具体而言，通过电镀法之一的滚镀法来形成阳极侧外部电极13a及阴极侧外部电极13b。阳极侧外部电极13a及阴极侧外部电极13b是Ni与Sn的层叠结构。

[0168] 此外，也可以通过上述的冷喷涂法，将阳极侧外部电极13a及阴极侧外部电极13b作为包含Ag及Sn的结构来形成。或者也可以通过滚镀法和浸焊法的组合来形成阳极侧外部

电极13a及阴极侧外部电极13b。

[0169] 或者，也可以通过将预先施加了Sn被膜的Cu材料的端盖(cap)，分别粘接于Ag膏的(能够发挥作为粘接剂的功能的)阳极侧电极层12a和阴极侧电极层12b的方法，来形成阳极侧外部电极13a及阴极侧外部电极13b。

[0170] 根据以上工序，可制造图1A～图1C所示的固体电解电容器100。

[0171] 〈效果〉

[0172] 本实施方式的固体电解电容器100具备与由阀作用金属箔构成的阳极端子部9通过金属键键合的接触层11，从而能够确保到阳极侧外部电极13a、阴极侧外部电极13b为止的低电阻的电流路径。因此，能够维持良好的电特性。

[0173] 另外，阳极端面14、阴极端面15分别与由与树脂基材的接合性优异的导电性树脂膏构成的阳极侧电极层12a、阴极侧电极层12b接合，因此能够实现坚固的接合。因此，能够提高固体电解电容器100的可靠性。

[0174] 此外，若将接触层11的形成部位仅限定于阳极端子部9，则能够大幅地削减金属成膜所需的时间。由此，能够大幅地减少金属颗粒的消耗量，能够缩短工序时间。因此，能够提高固体电解电容器100的生产率。

[0175] 另外，通过在形成接触层11的同时，使构成阳极端面14的端面(绝缘层4的阳极侧端面4a、外封装体10的阳极侧端面10a、以及支撑部件7的阳极侧端面7a)粗糙化，能够不增加加工时间，而进一步提高与阳极侧电极层12a、阴极侧电极层12b的紧密附着性，能够得到极高的可靠性。

[0176] 另外，在使用了干式工艺的冷喷涂工艺的情况下，虽然用高压气体吹送金属颗粒时产生较大的压力，但作为低弹性体树脂的绝缘树脂16浸渗于多孔质层，且在阳极部的元件间紧密附着(填充)有阳极部粘接树脂17，因此能够防止电容器元件的断线等。并且，能够防止在第一电极形成工序(阳极侧电极层12a、阴极侧电极层12b的形成)或第二电极形成工序(阳极侧外部电极13a、阴极侧外部电极13b的形成)中产生的水分向元件间渗入。

[0177] 根据以上说明，本实施方式的固体电解电容器100能够在维持良好的电特性的同时，实现可靠性及生产率的提高。

[0178] 此外，本发明不限于上述实施方式的说明，能够在不脱离其要点的范围进行各种变形。

[0179] 工业实用性

[0180] 本发明的固体电解电容器能够在维持良好的电特性的同时，具有较高的可靠性和生产率，因此能够作为电子设备(例如，个人电脑、便携终端等)、工业用装置、车载用装置等、所有领域的电容器而适用。

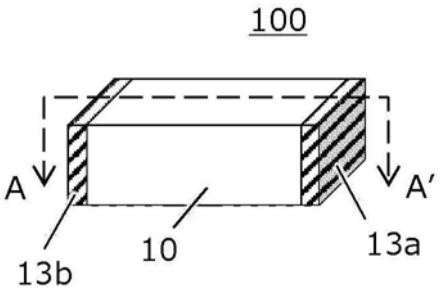

100
A
A′
13b
10
13a

图1A

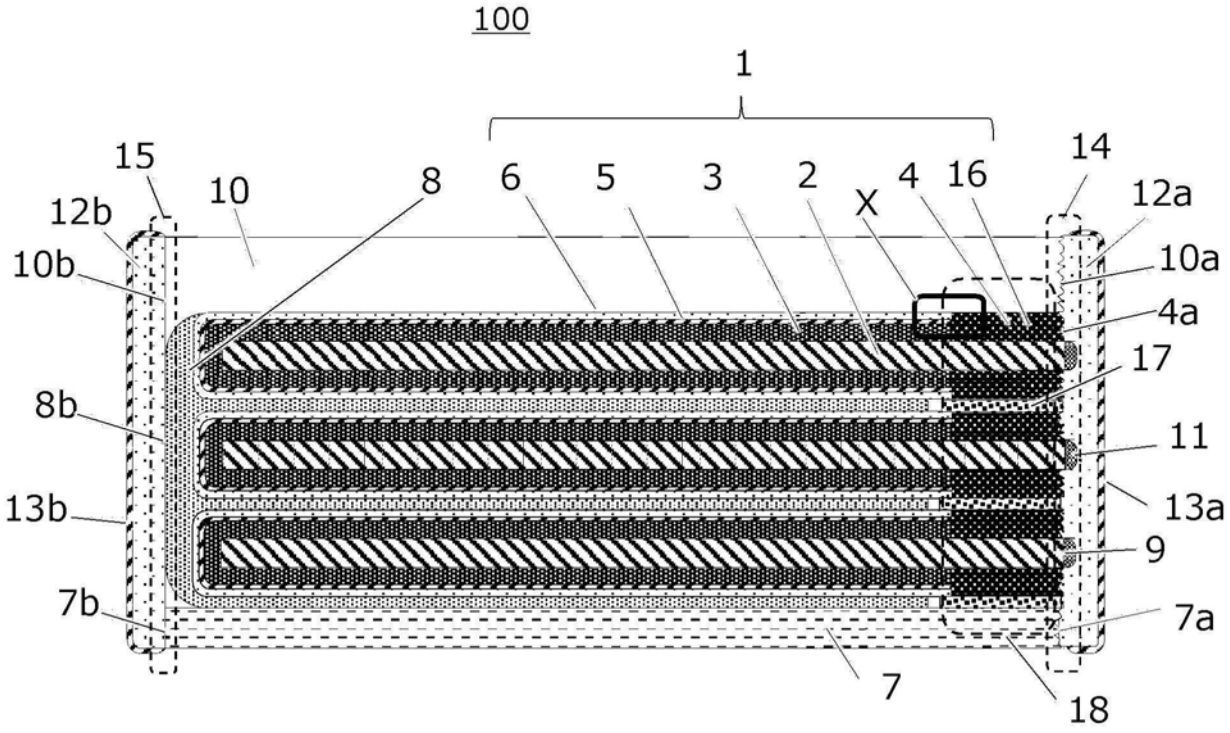

100
1
15
10
8
6
5
3
2
X
4
16
14
12b
12a
10b
10a
4a
17
8b
11
13b
13a
9
7b
7a
7
18

图1B

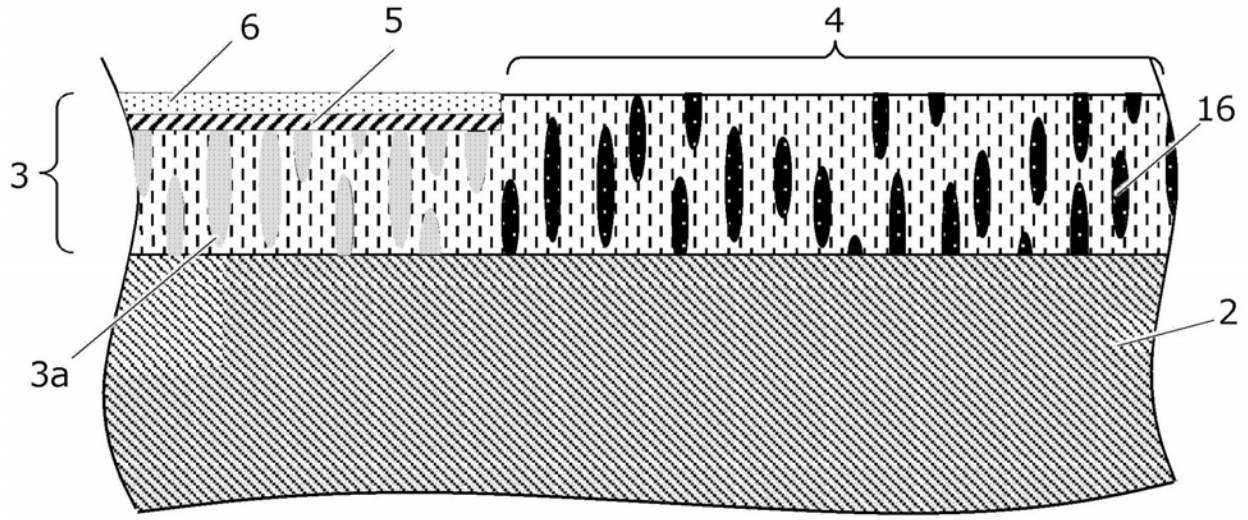


图1C

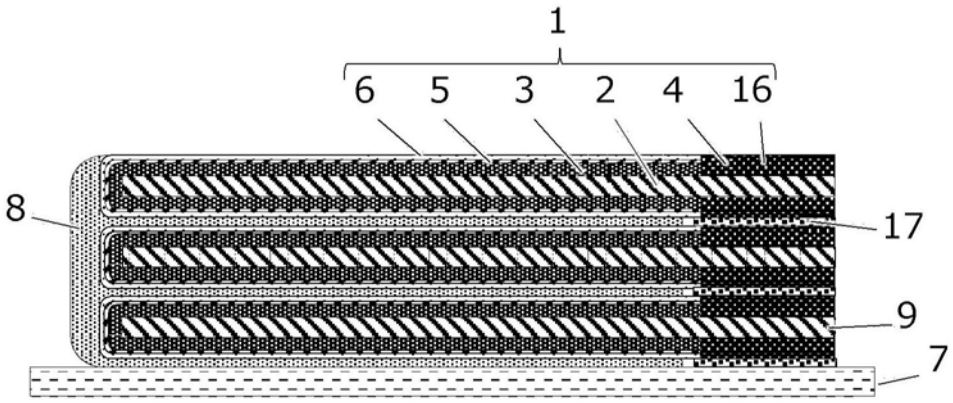


图2A

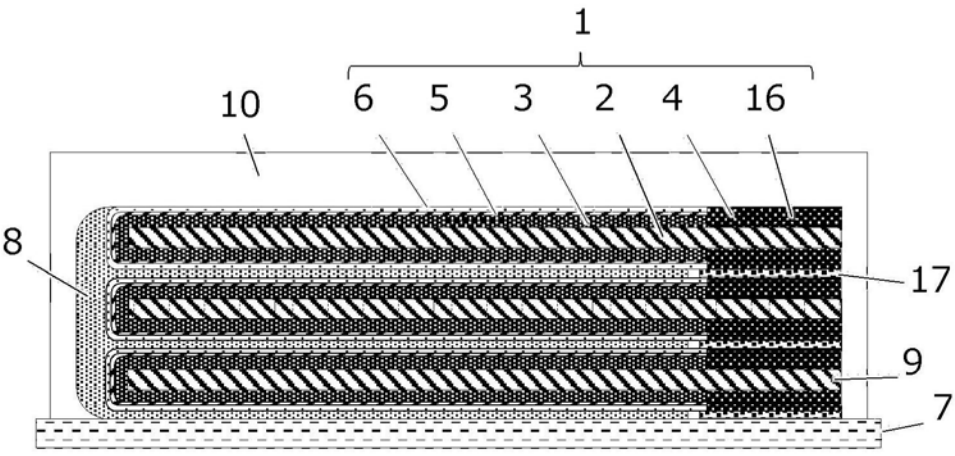


图2B

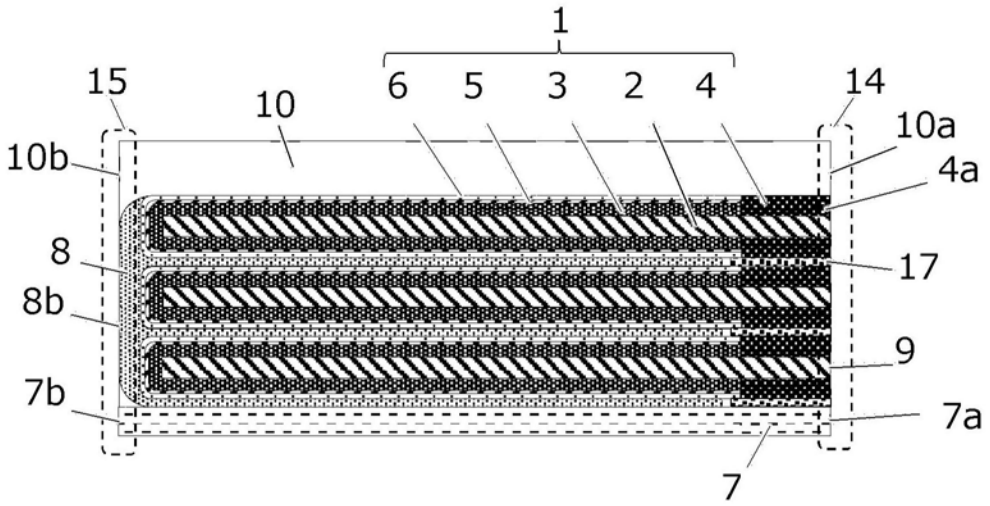

1
6
5
3
2
4
15
10
14
10a
10b
4a
8
17
8b
9
7b
7a
7

图2C

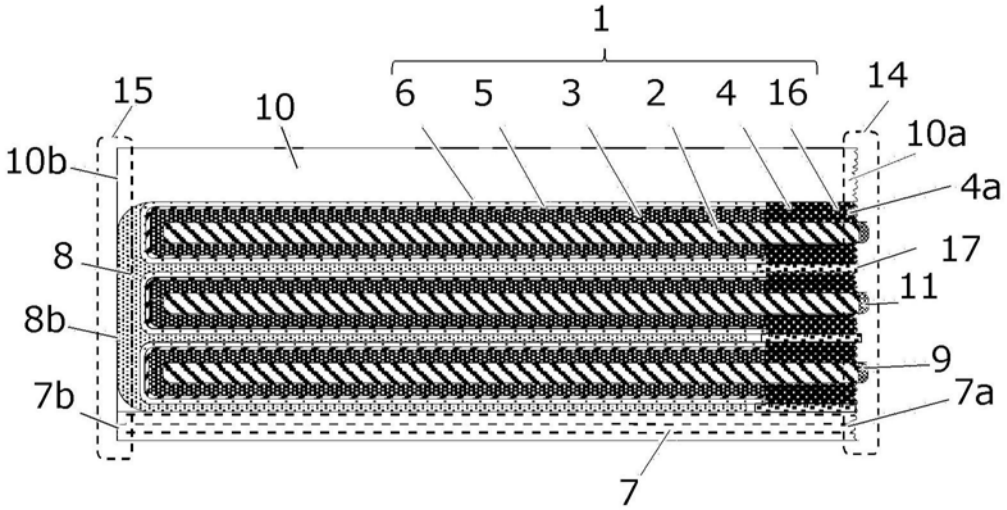

1
6
5
3
2
4
16
15
10
14
10a
10b
4a
8
17
11
8b
9
7b
7a
7

图2D

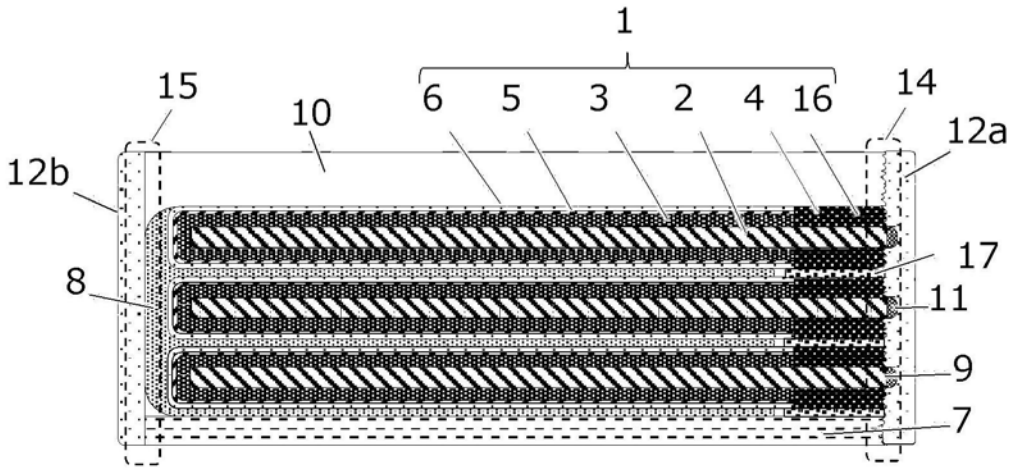

1
15
10
6
5
3
2
4
16
14
12a
12b
17
8
11
9
7

图2E

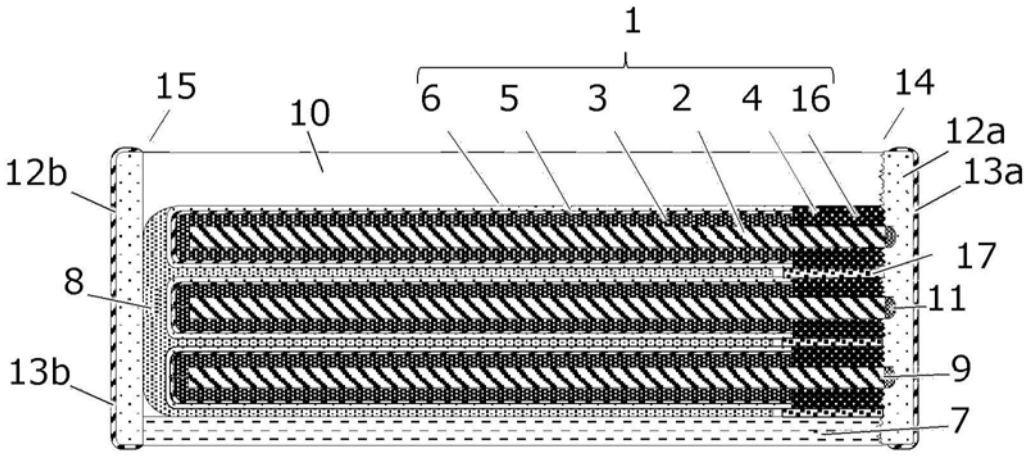

1
15
10
6
5
3
2
4
16
14
12a
12b
13a
17
8
11
13b
9
7

图2F

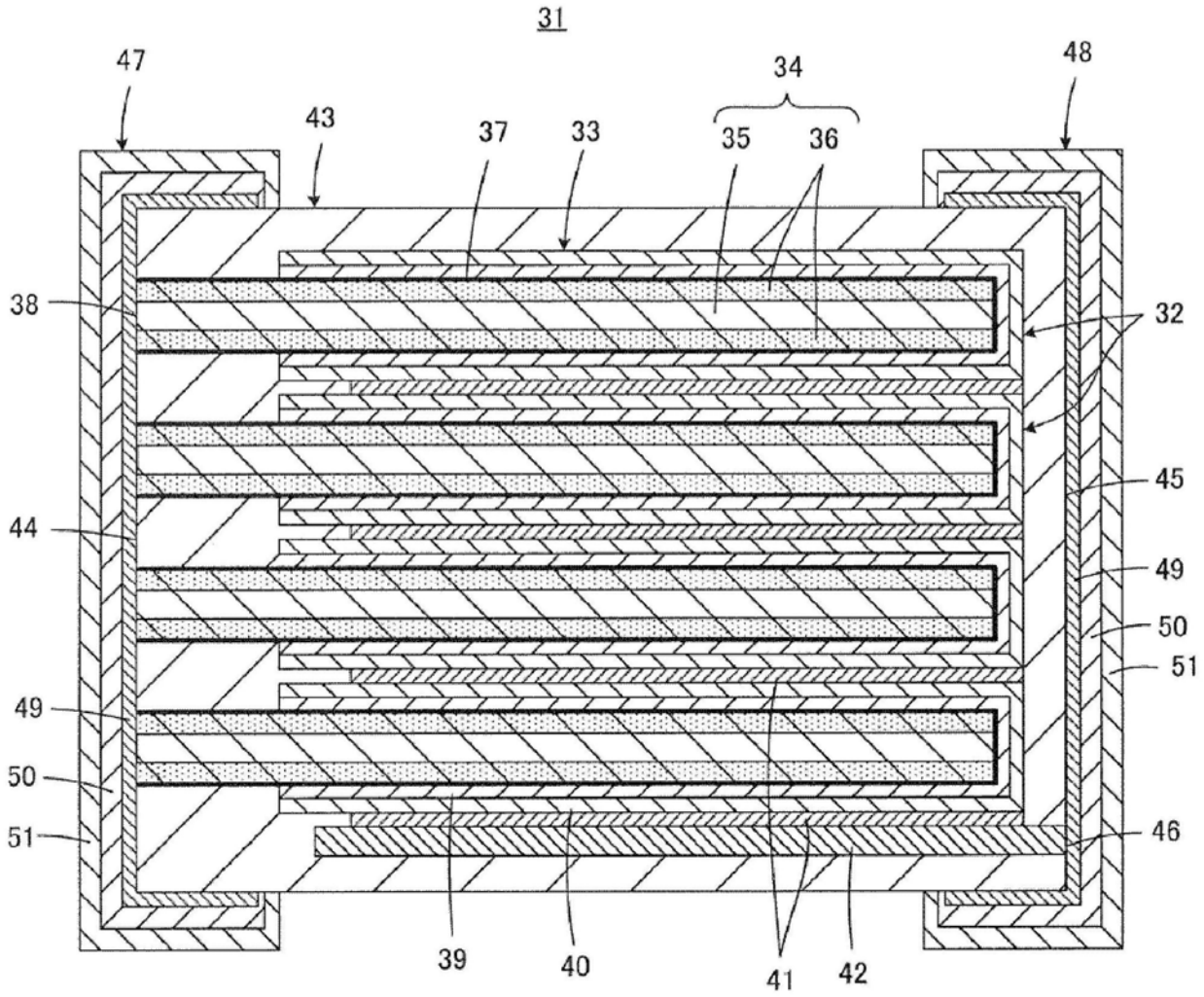


图3