



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118475996 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 09

(21) 申请号 202280084972.6

(22) 申请日 2022.10.24

(30) 优先权数据

2021-208614 2021.12.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/039565 2022.10.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/119843 JA 2023.06.29

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本

(72) 发明人 富松雄太 井上正理

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 李茂家

(51) Int.Cl.

H01G 9/055 (2006.01)

H01G 9/048 (2006.01)

H01G 9/08 (2006.01)

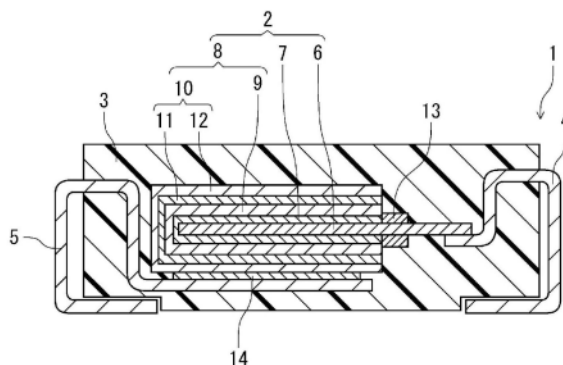
权利要求书1页 说明书15页 附图1页

(54) 发明名称

固体电解电容器元件和固体电解电容器

(57) 摘要

固体电解电容器元件包含:阳极体、形成于所述阳极体的表面的电介质层、以及覆盖至少一部分所述电介质层的阴极部。所述阴极部包含覆盖至少一部分所述电介质层的固体电解质层,并且至少一部分所述阴极部中包含含金属颗粒层,所述含金属颗粒层包含金属颗粒以及树脂粘结剂的固化物。所述金属颗粒包含含银的第1金属颗粒和含银的第2金属颗粒。所述第1金属颗粒包含芯和覆盖所述芯的含银覆盖层。所述第2金属颗粒为选自自由银颗粒和银合金颗粒组成的组中的至少一种。



1. 一种固体电解电容器元件,其包含:阳极体、形成于所述阳极体的表面的电介质层、以及覆盖至少一部分所述电介质层的阴极部,
所述阴极部包含覆盖至少一部分所述电介质层的固体电解质层,并且至少一部分所述阴极部中包含含金属颗粒层,所述含金属颗粒层包含金属颗粒以及树脂粘结剂的固化物,
所述金属颗粒包含含银的第1金属颗粒和含银的第2金属颗粒,
所述第1金属颗粒包含芯和覆盖所述芯的含银覆盖层,
所述第2金属颗粒为选自由银颗粒和银合金颗粒组成的组中的至少一种。
2. 根据权利要求1所述的固体电解电容器元件,其中,所述第2金属颗粒包含选自由球状颗粒和片状颗粒组成的组中的至少一种。
3. 根据权利要求2所述的固体电解电容器元件,其中,所述第2金属颗粒包含所述球状颗粒和所述片状颗粒,
所述球状颗粒与所述片状颗粒的质量比(=球状颗粒/片状颗粒)为20/80~80/20。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的固体电解电容器元件,其中,所述第1金属颗粒中的所述含银覆盖层的比率平均为0.1质量%以上且50质量%以下。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的固体电解电容器元件,其中,所述第1金属颗粒占所述金属颗粒整体的比率为10质量%以上且60质量%以下。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的固体电解电容器元件,其中,所述芯由有机颗粒或无机颗粒构成。
7. 一种固体电解电容器,其包含:至少一个权利要求1~6中任一项所述的固体电解电容器元件、以及密封所述固体电解电容器元件的外装体。
8. 根据权利要求7所述的固体电解电容器,其包含层叠的多个所述固体电解电容器元件。

固体电解电容器元件和固体电解电容器

技术领域

[0001] 本公开涉及固体电解电容器元件和固体电解电容器。

背景技术

[0002] 固体电解电容器具备：固体电解电容器元件、密封固体电解电容器元件的外装体、以及与固体电解电容器元件电连接的外部电极。固体电解电容器元件具备阳极体、形成于阳极体的表面的电介质层、以及覆盖至少一部分电介质层的阴极部。阴极部例如具备：覆盖至少一部分电介质层的包含导电性高分子的固体电解质层、和覆盖至少一部分固体电解质层的阴极引出层。阴极引出层例如包含：覆盖至少一部分固体电解质层的碳层、和覆盖至少一部分碳层的含金属颗粒层。阴极引出层借助阴极引线及与阴极侧的外部电极电连接。

[0003] 如专利文献1的现有技术栏所述，从得到高导电性的角度出发，含金属颗粒层大多使用包含银粉末和粘结剂树脂的银糊剂来形成。但是，存在银粉末价格昂贵、成本高等缺点。因此，专利文献1提出了以下内容：在固体电解电容器中，以包含由涂布有至少一种金属或导电性金属氧化物的有机物填料以及粘结剂树脂形成的导电体层的方式构成阴极导电体层。在专利文献1中，作为上述导电体层形成了：使用在丙烯酸类树脂粉末的表面形成有铜镀层的导电性填料的铜糊剂层；使用在环氧树脂粉末的表面形成有镍镀层和锡镀层的导电性填料的镍/锡糊剂层。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：日本特开平3-9508号公报（现有技术、权利要求书、以及实施例）

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 如专利文献1所示，将树脂粉末的表面被铜、或镍和锡等覆盖的导电性填料用于阴极部的含金属颗粒层时，能够降低成本。但是，从初始阶段开始，由于含金属颗粒层的电阻变高，因此难以将固体电解电容器的等效串联电阻（ESR）抑制得较低。寻求一种固体电解电容器元件，其包含如下的含金属颗粒层，确保与采用包含银颗粒的以往的银糊剂层的情况相当的初始的低ESR值，并且能够降低成本。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 本公开的第1方面涉及一种固体电解电容器元件，其包含：阳极体、形成于所述阳极体的表面的电介质层、以及覆盖至少一部分所述电介质层的阴极部，

[0011] 所述阴极部包含覆盖至少一部分所述电介质层的固体电解质层，并且至少一部分所述阴极部中包含含金属颗粒层，所述含金属颗粒层包含金属颗粒以及树脂粘结剂的固化物，

[0012] 所述金属颗粒包含含银的第1金属颗粒和含银的第2金属颗粒，

[0013] 所述第1金属颗粒包含芯和覆盖所述芯的含银覆盖层，

[0014] 所述第2金属颗粒为选自由银颗粒和银合金颗粒组成的组中的至少一种。

[0015] 本公开的第2方面涉及一种固体电解电容器元件,其包含:至少一个上述固体电解电容器元件、以及密封所述固体电解电容器元件的外装体。

[0016] 发明的效果

[0017] 能够降低固体电解电容器的生产成本,并且能够将初始ESR抑制得较低。

附图说明

[0018] 图1为本公开的一个实施方式涉及的固体电解电容器的剖视示意图。

具体实施方式

[0019] 虽然在所附权利要求书中描述了本发明的新特征,但是通过以下涉及结构和内容这两者、且结合本发明的其它目的和特征并参照附图的详细描述,可以更好地理解本发明。

[0020] 在构成固体电解电容器的一部分阴极部的含金属颗粒层中使用的金属颗粒要求高导电性。金属颗粒在含金属颗粒层中所占的含有率较高(例如为80质量%以上)。因此,作为高导电性的金属颗粒,使用铜颗粒或镍颗粒等来代替银颗粒时,能够大幅降低成本。但是,与银颗粒相比,铜颗粒或镍颗粒等材料本身的导电性低,而且容易氧化劣化,因此很难确保含金属颗粒层的高导电性。因此,在使用铜颗粒或镍颗粒等的情况下,与使用包含银颗粒的以往的银糊剂得到的银糊剂层的情况相比,从初始阶段开始含金属颗粒层的电阻变大,固体电解电容器的ESR增加。专利文献1的填料由于表面被铜、或镍和锡等覆盖,因此与上述铜颗粒或镍颗粒的情况一样,容易氧化劣化,与使用银颗粒的情况相比,导电性降低,初始ESR增加。

[0021] 另外,铜颗粒或镍颗粒等在高湿度环境(特别是较高温且高湿度的环境)下容易加剧劣化。因此,在固体电解电容器暴露于高湿度环境的情况下,颗粒劣化,含金属颗粒层的电阻变大,ESR增加。在为专利文献1的填料的情况下也一样,当将这样的填料用于含金属颗粒层时,在暴露于高湿度环境的情况下,固体电解电容器的ESR增加。

[0022] 鉴于上述内容,(1)本公开的第1方面涉及的固体电解电容器元件包含:阳极体、形成于阳极体的表面的电介质层、以及覆盖至少一部分电介质层的阴极部。阴极部包含覆盖至少一部分电介质层的固体电解质层,并且至少一部分阴极部中包含含金属颗粒层,所述含金属颗粒层包含金属颗粒以及树脂粘结剂的固化物。金属颗粒包含含银的第1金属颗粒和含银的第2金属颗粒。第1金属颗粒包含芯和覆盖芯的含银覆盖层。第2金属颗粒为选自由银颗粒和银合金颗粒组成的组中的至少一种。

[0023] 由此可见,在本公开的固体电解电容器元件中,作为阴极部的含金属颗粒层中所含的金属颗粒,使用:包含芯和覆盖该芯的含银覆盖层的覆盖颗粒(上述第1金属颗粒);以及选自由银颗粒和银合金颗粒组成的组中的至少一种金属颗粒(上述第2金属颗粒)。由于第1金属颗粒的芯的存在,能够降低含金属颗粒层中的银的含有率,因此能够将成本抑制得较低。另外,通过含金属颗粒层包含第1金属颗粒,颗粒表面的氧化劣化被抑制,能够得到含银覆盖层的高导电性。此外,含金属颗粒层除了包含第1金属颗粒以外,还包含显示高导电性的第2金属颗粒。因此,能够将初始ESR抑制得较低。与以往的使用银颗粒的银糊剂层的情况相比,成本低、且能够得到与为银糊剂层的情况相当的低ESR值。

[0024] 另外,在本公开中,通过构成阴极部的含金属颗粒层包含第2金属颗粒以及包含含银覆盖层的第1金属颗粒,即使在固体电解电容器暴露于高湿度环境的情况下,也能够将ESR抑制得较低。换言之,能够得到固体电解电容器的优良的耐湿性。在本公开中,还能够确保与以往的包含银颗粒的银糊剂层的情况相当的高耐湿性。

[0025] 在本说明书中,有时将包含第1金属颗粒和第2金属颗粒的含金属颗粒层称为含第1金属颗粒层。另外,有时将固体电解电容器元件简称为电容器元件。

[0026] 阴极部例如包含固体电解质层和覆盖至少一部分固体电解质层的阴极引出层。在阴极引出层与阴极引线通过导电性粘接剂连接的情况下,本说明书中,介于阴极引出层与阴极引线之间的导电性粘接剂层(以下有时称为第1导电性粘接剂层)也包含于阴极部。在包含多个电容器元件的固体电解电容器中,通过导电性粘接剂固定多个电容器元件时,本说明书中,对相邻的电容器元件之间进行固定的导电性粘接剂层(以下有时称为第2导电性粘接剂层)也包含于阴极部(更具体而言,任一个电容器元件的阴极部)。

[0027] 阴极部例如可以在选自由阴极引出层、第1导电性粘接剂层和第2导电性粘接剂层组成的组中的至少一个的至少一部分中包含含第1金属颗粒层。例如,阴极引出层可以包含:第1层(也称为碳层),其包含导电性碳且覆盖至少一部分固体电解质层;以及作为第2层的含第1金属颗粒层,其覆盖至少一部分第1层。阴极部可以包含含第1金属颗粒层以外的含金属颗粒层(以下有时称为含第2金属颗粒层或含第3金属颗粒层)。例如,阴极引出层包含作为第1层的碳层和作为第2层的含第2金属颗粒层,且可以包含含第1金属颗粒层作为介于含第2金属颗粒层与阴极引线之间的第1导电性粘接剂层。另外,固体电解电容器包含多个电容器元件借助作为第2导电性粘接剂层的含第1金属颗粒层层叠而成的层叠体,多个电容器元件包含阴极引出层,所述阴极引出层包含第1层和作为第2层的含第2金属颗粒层。在这样的层叠体中,各电容器元件的阴极引出层与阴极引线可以借助作为第1导电性粘接剂层的含第3金属颗粒层或含第1金属颗粒层来连接。

[0028] (2) 在上述(1)中,第2金属颗粒可以包含选自由球状颗粒和片状颗粒组成的组中的至少一种。

[0029] (3) 在上述(2)中,第2金属颗粒可以包含球状颗粒和片状颗粒。球状颗粒与片状颗粒的质量比(=球状颗粒/片状颗粒)可以为20/80~80/20。

[0030] (4) 在上述(1)~(3)的任一者中,第1金属颗粒中的含银覆盖层的比率平均可以为0.1质量%以上且50质量%以下。

[0031] (5) 在上述(1)~(4)的任一者中,第1金属颗粒占金属颗粒整体的比率可以为10质量%以上且60质量%以下。

[0032] (6) 在上述(1)~(5)的任一者中,芯可以由有机颗粒或无机颗粒构成。

[0033] (7) 本公开还包含固体电解电容器,其包含:至少一个上述(1)~(6)的任一者中所述的固体电解电容器元件、以及密封固体电解电容器元件的外装体。

[0034] (8) 在上述(7)中,固体电解电容器可以包含层叠的多个固体电解电容器元件。

[0035] 以下,根据需要,参照附图,将上述(1)~(8)包含在内地对本公开的电容器元件和固体电解电容器更具体地进行说明。也可以在技术上不矛盾的范围内将上述(1)~(8)中的至少一者与下述要素中的至少一者组合。

[0036] [固体电解电容器]

[0037] 固体电解电容器具备一个或两个以上的电容器元件。

[0038] (电容器元件)

[0039] (阳极体)

[0040] 电容器元件中所含的阳极体可以包含阀作用金属、含阀作用金属的合金和含阀作用金属的化合物等。阳极体可以包含这些材料中的一种,也可以组合地包含两种以上。作为阀作用金属,例如可列举出铝、钽、铌、钛。

[0041] 阳极体至少在表层具有多孔质部。通过这样的多孔质部,阳极体至少在表面具有微细的凹凸形状。在表层具有多孔质部的阳极体例如通过对包含阀作用金属的基材(片状(例如,箔状、板状)的基材等)的表面进行表面粗糙化而得到。表面粗糙化例如可以通过蚀刻处理等来进行。另外,阳极体可以为包含阀作用金属的颗粒的成形体或其烧结体。成形体和烧结体各自也可以整体构成多孔质部。成形体和烧结体各自可以为片状的形状,也可以为长方体、立方体或与它们类似的形状等。

[0042] 阳极体通常具有阳极引出部和阴极形成部。多孔质部可以形成于阴极形成部,也可以形成于阴极形成部和阳极引出部。阴极部通常隔着电介质层形成于阳极体的阴极形成部。阳极引出部例如用于与阳极侧的外部电极电连接。

[0043] (电介质层)

[0044] 电介质层例如以覆盖阳极体的至少一部分表面的方式形成。电介质层为作为电介质发挥功能的绝缘性的层。电介质层通过利用化学转化处理等对阳极体的表面的阀作用金属进行阳极氧化而形成。电介质层形成于阳极体的多孔质的表面,因此电介质层的表面如上述那样具有微细的凹凸形状。

[0045] 电介质层包含阀作用金属的氧化物。例如,在使用钽作为阀作用金属时的电介质层包含 Ta_2O_5 ,在使用铝作为阀作用金属时的电介质层包含 Al_2O_3 。另外,电介质层不限于这些例子,只要作为电介质发挥功能即可。

[0046] (阴极部)

[0047] 阴极部以覆盖形成于阳极体的表面的电介质层的至少一部分的方式形成。构成阴极部的各层可以根据阴极部的层结构,用公知的方法来形成。

[0048] 阴极部例如包含覆盖至少一部分电介质层的固体电解质层和覆盖至少一部分固体电解质层的阴极引出层。阴极部还可以包含介于阴极引出层与阴极引线之间的第1导电性粘接剂层。另外,阴极部可以包含对相邻的电容器元件之间进行固定的第2导电性粘接剂层。

[0049] 如上所述,含第1金属颗粒层可以包含于选自由阴极引出层、第1导电性粘接剂层和第2导电性粘接剂层组成的组中的至少一个的至少一部分。与第1导电性粘接剂层和第2导电性粘接剂层相比,靠近固体电解质层的阴极引出层对耐湿试验后的ESR的影响更大。本公开中,在阴极部至少在阴极引出层中包含含第1金属颗粒层的情况下,更容易得到降低耐湿试验后的ESR的效果。

[0050] 以下,对阴极部的构成要素进行说明。

[0051] (固体电解质层)

[0052] 固体电解质层隔着电介质层以覆盖电介质层的方式形成于阳极体的表面。固体电解质层并非一定要覆盖电介质层的整体(整个表面),只要以覆盖电介质层的至少一部分的

方式形成即可。固体电解质层构成固体电解电容器中的阴极部的至少一部分。

[0053] 固体电解质层包含导电性高分子。导电性高分子例如可以包含共轭系高分子和掺杂剂。固体电解质层可以根据需要进一步包含添加剂。

[0054] 作为共轭系高分子,可列举出固体电解电容器中使用的公知的共轭系高分子、例如 π 共轭系高分子。作为共轭系高分子,例如可列举出将聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚呋喃、聚乙炔、聚苯撑、聚苯撑乙烯撑、多并苯以及聚噻吩乙烯撑作为基本骨架的高分子。其中,优选为将聚吡咯、聚噻吩或聚苯胺作为基本骨架的高分子。上述高分子只要包含构成基本骨架的至少一种单体单元即可。单体单元也可以包括具有取代基的单体单元。上述高分子中也包含均聚物、两种以上单体的共聚物。例如,聚噻吩中包含聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩)(PEDOT)等。

[0055] 固体电解质层可以包含一种共轭系高分子,也可以组合地包含两种以上的共轭系高分子。

[0056] 共轭系高分子的重均分子量(Mw)并没有特别的限定,例如为1,000以上且1,000,000以下。

[0057] 需要说明的是,在本说明书中,重均分子量(Mw)是利用凝胶渗透色谱法(GPC)测定的聚苯乙烯换算的值。需要说明的是,GPC通常使用聚苯乙烯凝胶柱和作为流动相的水/甲醇(体积比8/2)来测定。

[0058] 作为掺杂剂,例如可列举出选自由阴离子和聚阴离子组成的组中的至少一种。

[0059] 作为阴离子,例如可列举出硫酸根离子、硝酸根离子、磷酸根离子、硼酸根离子、有机磺酸根离子、羧酸根离子等,并没有特别限制。作为生成磺酸根离子的掺杂剂,例如可列举出苯磺酸、对甲苯磺酸和萘磺酸等。

[0060] 作为聚阴离子,可列举出聚合物阴离子等。固体电解质层例如可以包含:聚合物阴离子、以及包含与噻吩化合物对应的单体单元的共轭系高分子。

[0061] 作为聚合物阴离子,例如可列举出具有多个阴离子性基团的聚合物。作为这样的聚合物,可列举出包含具有阴离子性基团的单体单元的聚合物。作为阴离子性基团,可列举出磺酸基、羧基等。

[0062] 在固体电解质层中,掺杂剂的阴离子性基团可以以游离的形态、阴离子的形态或盐的形态包含,也可以以与共轭系高分子键合或相互作用的形态包含。在本说明书中,包括上述全部形态在内有时仅称为“阴离子性基团”、“磺酸基”或“羧基”等。

[0063] 作为具有羧基的聚合物阴离子,例如可列举出聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、使用丙烯酸和甲基丙烯酸中的至少一者的共聚物,但不限于这些。

[0064] 作为具有磺酸基的聚合物阴离子,例如可列举出高分子类聚磺酸。作为高分子类聚磺酸的具体例,可列举出聚乙烯基磺酸、聚苯乙烯磺酸(也包含共聚物和具有取代基的取代物等)、聚烯丙基磺酸、聚丙烯酸类磺酸、聚甲基丙烯酸类磺酸、聚(2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸)、聚异戊二烯磺酸、聚酯磺酸(芳香族聚酯磺酸等)、苯酚磺酸酚醛清漆树脂,但不限于这些。

[0065] 固体电解质层中所含的掺杂剂的量相对于共轭系高分子100质量份例如为10~1000质量份,也可以为20~500质量份或50~200质量份。

[0066] 固体电解质层可以根据需要进一步包含选自由公知的添加剂和除导电性高分子

以外的公知的导电性材料组成的组中的至少一种。作为导电性材料,例如可列举出选自二氧化锰等导电性无机材料和TCNQ配盐组成的组中的至少一种。

[0067] 需要说明的是,在电介质层与固体电解质层之间也可以夹设提高密合性的层等。

[0068] 固体电解质层可以为单层,也可以由多层构成。例如,固体电解质层可以以包含覆盖至少一部分电介质层的第1固体电解质层和覆盖至少一部分第1固体电解质层的第2固体电解质层的方式构成。各层中所含的共轭系高分子、掺杂剂、添加剂等的种类、组成、含量等在各层中可以相同,也可以不同。

[0069] 固体电解质层例如通过使用包含共轭系高分子的前体和掺杂剂的处理液使前体在电介质层上聚合而形成。聚合能够通过化学聚合和电解聚合中的至少任一者来进行。作为共轭系高分子的前体,可列举出单体、低聚物或预聚物等。固体电解质层也可以通过使包含导电性高分子的处理液(例如,分散液或溶液)附着于电介质层之后进行干燥来形成。作为分散介质(或溶剂),例如可列举出选自水和有机溶剂组成的组中的至少一种。处理液还可以包含其它成分(选自掺杂剂和添加剂组成的组中的至少一种等)。例如,也可以使用包含导电性高分子(例如,PEDOT)、掺杂剂(例如,聚苯乙烯磺酸等聚阴离子)和根据需要的添加剂的处理液来形成固体电解质层。

[0070] 在使用包含共轭系高分子的前体的处理液的情况下,为了使前体聚合而使用氧化剂。氧化剂可以作为添加剂而包含于处理液中。另外,氧化剂可以在使处理液与形成有电介质层的阳极体接触之前或之后涂布于阳极体。作为这样的氧化剂,可示例出能够生成 Fe^{3+} 的化合物(硫酸铁等)、过硫酸盐(过硫酸钠、过硫酸铵等)、过氧化氢。氧化剂可以单独使用一种或组合使用两种以上。

[0071] 通过向处理液的浸渍和聚合(或干燥)来形成固体电解质层的工序可以进行一次,也可以反复进行多次。在每次中,可以使处理液的组成和粘度等条件相同,也可以使至少一个条件发生变化。

[0072] (阴极引出层)

[0073] 阴极引出层只要至少具备与固体电解质层接触并且覆盖至少一部分固体电解质层的第1层即可,也可以具备第1层和覆盖至少一部分第1层的第2层。

[0074] 作为第1层,例如可列举出包含导电性颗粒的层、金属箔等。作为导电性颗粒,例如可列举出选自导电性碳和金属粉中的至少一种。例如,可以由作为第1层的包含导电性碳的层(碳层)和作为第2层的包含金属粉的层或金属箔来构成阴极引出层。在使用金属箔作为第1层的情况下,可以用该金属箔来构成阴极引出层。

[0075] 作为导电性碳,例如可列举出石墨(人造石墨、天然石墨等)。

[0076] 作为第2层的包含金属粉的层例如可以通过将包含金属粉的组合物层叠于第1层的表面来形成。作为这样的第2层,例如可列举出使用包含金属粉和树脂(粘结剂树脂)的糊剂形成的金属糊剂层。作为粘结剂树脂,也可以使用热塑性树脂,但优选为使用酰亚胺系树脂、环氧树脂等热固化性树脂。从能够容易地得到第2层的高导电性的角度出发,作为金属粉,可以使用含银颗粒。作为含银颗粒,可列举出银颗粒、银合金颗粒、第1金属颗粒等。第2层可以包含一种含银颗粒,也可以组合地包含两种以上的含银颗粒。从确保第2层的更高的导电性的角度出发,作为含银颗粒,优选为银颗粒、第1金属颗粒。银颗粒可以包含少量的杂质。包含含银颗粒的第2层可以为含第1金属颗粒层,也可以为含第2金属颗粒层。第2层例如

可以包含银颗粒和银合金颗粒,也可以包含第1金属颗粒,还可以包含第1金属颗粒、以及银颗粒和银合金颗粒中的至少一者。

[0077] 在使用金属箔作为第1层的情况下,金属的种类并没有特别限定。作为金属箔,优选为使用阀作用金属(铝、钽、铌等)或包含阀作用金属的合金。可以根据需要对金属箔的表面进行表面粗糙化。在金属箔的表面可以设置化学转化覆膜,也可以设置与构成金属箔的金属不同的金属(不同种类金属)、非金属的覆膜。作为不同种类金属、非金属,例如可列举出钛这样的金属、或者碳(导电性碳等)这样的非金属等。

[0078] 可以将上述不同种类金属或非金属(例如,导电性碳)的覆膜作为第1层,并将上述金属箔作为第2层。

[0079] 在阴极引出层包含第1金属颗粒层的情况下,阴极引出层整体可以由含第1金属颗粒层构成,第1层可以由含第1金属颗粒层构成,第2层可以由含第1金属颗粒层构成。例如,阴极引出层可以包含含导电性碳的第1层(碳层)、以及第2层,所述第2层包含覆盖至少一部分第1层的含第1金属颗粒层。

[0080] 阴极引出层根据其层结构,通过公知的方法来形成。例如,在阴极引出层包含金属箔作为第1层或第2层的情况下,第1层或第2层通过以覆盖固体电解质层或第1层的至少一部分的方式来层叠金属箔而形成。包含导电性颗粒的第1层例如通过在固体电解质层的表面施加包含导电性颗粒和根据需要的树脂粘结剂(水溶性树脂、固化性树脂等)的导电性糊剂或液状分散体而形成。包含金属粉的第2层例如通过在第1层的表面施加包含金属粉和树脂粘结剂的糊剂而形成。在阴极引出层的形成过程中,可以根据需要进行干燥处理、加热处理等。

[0081] (第1导电性粘接剂层)

[0082] 固体电解电容器可以包含阴极引线。在固体电解电容器中,阴极引线借助第1导电性粘接剂层与阴极引出层连接。在固体电解电容器包含多个电容器元件的情况下,一部分电容器元件的阴极引出层与阴极引线也可以借助第1导电性粘接剂层来连接。电容器元件的阴极引出层与阴极引线通过第1导电性粘接剂层电连接。

[0083] 第1导电性粘接剂层可以使用公知的导电性粘接剂形成。作为公知的导电性粘接剂,例如可列举出包含导电性颗粒和树脂粘结剂(固化性树脂等)的糊剂。使用公知的导电性粘接剂形成的第1导电性粘接剂层可以为使用公知的含银粘接剂(例如,含银糊剂)形成的含第2金属颗粒层。这样的第1导电性粘接剂层例如通过将上述糊剂(包含含银糊剂)以夹持于阴极引出层与阴极引线之间的方式配置而形成。例如,可以将上述糊剂涂布或转印至阴极引出层的表面的一部分上,且在形成的糊剂的涂膜上重叠阴极引线的一端部侧的部分。在第1导电性粘接剂层的形成过程中,可以根据需要进行干燥处理、加热处理等。

[0084] 第1导电性粘接剂层可以为含第1金属颗粒层。在这种情况下,阴极部包含介于阴极引出层与阴极引线之间的含第1金属颗粒层。

[0085] (第2导电性粘接剂层)

[0086] 在固体电解电容器包含多个电容器元件的情况下,多个电容器元件可以借助第2导电性粘接剂层来固定。例如,在固体电解电容器包含多个电容器元件的层叠体的情况下,多个电容器元件可以借助第2导电性粘接剂层而层叠。第2导电性粘接剂层可以与各电容器元件的阴极引出层接触。多个电容器元件通过第2导电性粘接剂层电连接。

[0087] 第2导电性粘接剂层可以使用公知的导电性粘接剂形成。作为公知的导电性粘接剂,例如可列举出包含导电性颗粒和树脂粘结剂(固化性树脂等)的糊剂。使用公知的导电性粘接剂形成的第2导电性粘接剂层可以为使用公知的含银粘接剂(例如,含银糊剂)形成的含第3金属颗粒层。这样的第2导电性粘接剂层例如通过将上述糊剂(包含含银糊剂)以夹持于相邻的电容器元件之间的方式配置而形成。例如,可以将上述糊剂涂布或转印至电容器元件的阴极引出层的表面的一部分上,且在形成的糊剂的涂膜上重叠另一电容器元件。在第2导电性粘接剂层的形成过程中,可以根据需要进行干燥处理、加热处理等。

[0088] 第2导电性粘接剂层可以为含第1金属颗粒层。在这种情况下,相邻的固体电解电容器元件借助含第1金属颗粒层来固定。

[0089] 以下,对阴极部中所含的含第1金属颗粒层更详细地进行说明。

[0090] (含第1金属颗粒层)

[0091] 含第1金属颗粒层包含金属颗粒和树脂粘结剂的固化物。金属颗粒包含含银的第1金属颗粒和含银的第2金属颗粒。第1金属颗粒包含含银覆盖层。第2金属颗粒具体而言是选自由银颗粒和银合金颗粒组成的组中的至少一种。

[0092] (第1金属颗粒)

[0093] 第1金属颗粒包含芯和覆盖芯的含银覆盖层。芯例如由有机颗粒或无机颗粒构成。作为有机颗粒,可列举出树脂颗粒等。树脂的种类没有特别限制,可以为热塑性树脂或其组合物、固化性树脂或其组合物等。作为无机颗粒,可列举出包含银以外的金属的金属颗粒或金属合金颗粒、金属化合物的颗粒(导电性的金属化合物的颗粒、陶瓷颗粒等)、碳颗粒等。芯可以为导电性,也可以为绝缘性。从能够得到含第1金属颗粒层的更高的导电性的角度出发,芯优选为由导电性材料构成。其中,通过芯可以实现低成本,因此芯由比银低成本的材料构成。作为构成芯的导电性材料,例如可列举出铜、镍、铁、铝、锡或包含这些金属的合金、导电性碳颗粒。作为导电性碳颗粒,例如可列举出石墨。从易于确保高导电性的角度出发,优选为用铜、铜合金、镍、镍合金等来构成芯。需要说明的是,铜、镍等的构成芯的金属单质可以包含少量的杂质。

[0094] 含银覆盖层可以由银构成,也可以由银合金构成。从能够得到高导电性的角度出发,含银覆盖层优选为由银构成。在这种情况下,银可以包含少量的杂质。

[0095] 第1金属颗粒中的含银覆盖层的比率平均例如可以为0.1质量%以上且50质量%以下、也可以为1质量%以上且40质量%以下、也可以为5质量%以上且30质量%以下、也可以为10质量%以上且30质量%以下。在含银覆盖层的比率为这样的范围的情况下,芯的大部分表面被含银覆盖层覆盖,易于确保第1金属颗粒的高导电性,且易于减轻芯的劣化,因此易于确保含第1金属颗粒层的高导电性。因此,在确保降低成本的效果的同时,将初始ESR抑制得较低的效果提高。

[0096] 第1金属颗粒可以包含一种颗粒,也可以组合地包含芯和含银覆盖层中的至少一者的组成不同的两种以上的颗粒。

[0097] 第1金属颗粒的形状没有特别限制,可以为球状(也包含椭圆球状等)、片状、不规则形状等。第1金属颗粒可以包含一种形状的颗粒,也可以组合地包含两种以上形状的颗粒。从确保颗粒间的多个接触点、易于确保高导电性的角度出发,第1金属颗粒优选为至少包含球状颗粒。在这种情况下,有将初始ESR抑制得较低的效果提高的倾向。第1金属颗粒例

如可以包含球状颗粒和片状颗粒。

[0098] 在本说明书中,球状颗粒是指具有0.7以上且1以下的球形度的颗粒。片状颗粒是指扁平形状或薄片状的颗粒。

[0099] 在本说明书中,颗粒的球形度可以通过获得包含多个颗粒(例如,10个以上)的剖面图像并分析图像中所含的颗粒的轮廓线来估计。求出与由轮廓线形成的闭合曲线内的面积相等的圆(以下称为“当量圆”)的直径相对于与轮廓线外接的最小圆的直径的比值。将该比值相对于多个颗粒的平均值设为颗粒的球形度。例如,在包含球状颗粒和其他形状的颗粒的情况下,从球状颗粒中选择多个颗粒,按照上述步骤求出球形度。剖面图像可以为通过扫描型电子显微镜(Scanning Electron Microscope:SEM)得到的图像。

[0100] 上述剖面图像例如通过以下步骤得到。首先,将固体电解电容器埋入固化性树脂中,使固化性树脂固化。对固化物进行湿式研磨或干式研磨,使阴极部的与厚度方向平行的剖面(可确认阴极部的各层的层叠状态的剖面)露出。通过离子铣削使露出的剖面平滑化,能够得到拍摄用样品。可以根据需要使用图像分析式的粒度分布测定软件(例如,MAC-View(株式会社Mountech))来分析剖面图像,并确定各颗粒的轮廓。

[0101] 第1金属颗粒的平均粒径例如可以为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下,也可以为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下。在平均粒径为这样的范围的情况下,将初始ESR抑制得较低的效果提高。

[0102] 在本说明书中,颗粒的平均粒径可以通过获得包含多个颗粒(例如,10个以上)的剖面图像并分析图像中所含的颗粒的轮廓线来估计。通过求出与由轮廓线形成的闭合曲线内的面积相等的当量圆的直径并取平均值而求出。剖面图像用样品的制作和图像的分析例如按照与求出球形度时相同的步骤进行。可以根据需要使用上述软件分析剖面图像,确定各颗粒的轮廓,求出与由轮廓包围的面积相同面积的当量圆或外接的最小圆的直径。

[0103] 第1金属颗粒占含第1金属颗粒层中所含的金属颗粒整体的比率例如为10质量%以上且90质量%以下,也可以为20质量%以上且80质量%以下。从将初始ESR抑制得较低的效果提高的角度出发,第1金属颗粒的比率优选为10质量%以上且60质量%以下,也可以为20质量%以上且50质量%以下。另外,在第1金属颗粒的比率为这样的范围的情况下,也能够抑制暴露于高湿度环境后的ESR的增加。

[0104] (第2金属颗粒)

[0105] 上述第2金属颗粒中,优选为银颗粒。银颗粒可以包含少量的杂质。第2金属颗粒可以包含银颗粒和银合金颗粒。银颗粒在第2金属颗粒中所占的含有率例如为80质量%以上,也可以为90质量%以上。银颗粒在第2金属颗粒中所占的含有率为100质量%以下。第2金属颗粒可以仅由银颗粒构成。

[0106] 第2金属颗粒的形状没有特别限制,可以为球状(也包含椭圆球状等)、片状、不规则形状等。第2金属颗粒可以包含一种形状的颗粒,也可以组合地包含两种以上形状的颗粒。例如,第2金属颗粒可以包含选自由球状颗粒和片状颗粒组成的组中的至少一种。从确保颗粒间的多个接触点、易于确保高导电性的角度出发,第2金属颗粒优选为至少包含球状颗粒。在这种情况下,有将初始ESR抑制得较低的效果提高的倾向。

[0107] 第2金属颗粒例如可以包含球状颗粒(有时称为金属颗粒2A)和片状颗粒(有时称为金属颗粒2B)。在含第1金属颗粒层中,通过调节金属颗粒2A与金属颗粒2B的质量比,即使在包含与第2金属颗粒相比容易产生电阻上升或劣化问题的第1金属颗粒的情况下,也能够

将固体电解电容器的初始ESR和暴露于耐湿环境下后的ESR这两者抑制得较低。

[0108] 球状颗粒(金属颗粒2A)与片状颗粒(金属颗粒2B)的质量比(=金属颗粒2A/金属颗粒2B)可以为20/80~100/0。在这种情况下,将初始ESR抑制得较低的效果提高。金属颗粒2A/金属颗粒2B(质量比)可以为20/80~80/20、也可以为20/80~75/25、也可以为25/75~75/25。在这种情况下,能够在将固体电解电容器的初始ESR抑制得较低的同时,将暴露于耐湿环境后的ESR的上升抑制得较低,两者的平衡优异。金属颗粒2B的存在使得容易调节含第1金属颗粒层中的金属颗粒的填充率,并使得树脂粘结剂容易存在于第1金属颗粒的周围。因此,如质量比为上述范围的情况那样,在第2金属颗粒含有一定程度的金属颗粒2B的情况下,可以认为,暴露于高湿度环境时的第1金属颗粒的劣化被抑制,将ESR抑制得较低的效果提高。

[0109] 第2金属颗粒的平均粒径例如为0.01 μm 以上且50 μm 以下,也可以为0.1 μm 以上且20 μm 以下。金属颗粒2A的平均粒径例如为0.01 μm 且10 μm 以下,也可以为0.1 μm 以上且5 μm 以下。金属颗粒2B的平均粒径例如为0.2 μm 以上且50 μm 以下,也可以为0.5 μm 以上且20 μm 以下。

[0110] 第2金属颗粒的球形度和平均粒径分别根据第1金属颗粒的情况而求出。

[0111] (第3金属颗粒)

[0112] 含第1金属颗粒层可以包含除第1金属颗粒和第2金属颗粒以外的第3金属颗粒。作为第3金属颗粒,例如可列举出实质上不含银或金等贵金属的金属颗粒。作为这样的第3金属颗粒,例如可列举出铜颗粒、铜合金颗粒、镍颗粒、镍合金颗粒。需要说明的是,第3金属颗粒也包括含有贵金属作为杂质的金属颗粒。

[0113] 在含第1金属颗粒层包含第3金属颗粒的情况下,有利于降低成本。但是,由于氧化劣化或高湿度环境下的劣化容易加剧,因此从将初始ESR或暴露于高湿度环境后的ESR抑制得较低的角度出发,第3金属颗粒的含有率在含第1金属颗粒层所含的金属颗粒整体中优选为较低。第1金属颗粒和第2金属颗粒占金属颗粒整体的含有率的总和例如为90质量%以上,也可以为95质量%以上。第1金属颗粒和第2金属颗粒占金属颗粒整体的含有率的总和为100质量%以下。金属颗粒可以仅由第1金属颗粒和第2金属颗粒构成。

[0114] (树脂粘结剂的固化物)

[0115] 含第1金属颗粒层例如使用包含金属颗粒和树脂粘结剂的导电性糊剂而形成。例如,通过加热导电性糊剂的涂膜,树脂粘结剂固化,形成含第1金属颗粒层。

[0116] 作为树脂粘结剂,可列举出固化性树脂材料。作为固化性树脂材料,可列举出包含固化性树脂(例如,热固化性树脂)、与固化性树脂的固化有关的成分、以及根据需要的选自自由添加剂和液状介质组成的组中的至少一种的树脂组合物。作为与固化性树脂的固化有关的成分,根据固化性树脂的种类,例如可列举出聚合引发剂、固化剂、固化促进剂、交联剂、固化催化剂。作为这样的成分,可以使用一种,也可以组合地使用两种以上。作为添加剂,例如可列举出固体电解电容器的导电性糊剂中使用的公知的添加剂。

[0117] 作为固化性树脂,优选为环氧树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚酰亚胺树脂、酚醛树脂等。树脂粘结剂可以包含一种固化性树脂,也可以组合地包含两种以上的固化性树脂。

[0118] 在含第1金属颗粒层中,树脂粘结剂的固化物的量相对于金属颗粒100质量份例如可以为2质量份以上且25质量份以下、也可以为4质量份以上且18质量份以下、也可以为4质量份以上且10质量份以下。但是,不限于这些范围。

[0119] (其它)

[0120] 含第1金属颗粒层中的金属颗粒的含有率例如考虑导电性与密合性的平衡而决定。金属颗粒的含有率例如可以为80质量%以上且98质量%以下,也可以为85质量%以上且96质量%以下。但是,金属颗粒的比率不限于这些范围。

[0121] 含第1金属颗粒层的厚度例如为0.5 μm 以上且100 μm 以下,可以为1 μm 以上且50 μm 以下,也可以为1 μm 以上且20 μm 以下。

[0122] 含第1金属颗粒层的厚度通过在剖面图像中对多个部位(例如,10个部位)测量含第1金属颗粒层的厚度,并取平均值而求出。

[0123] 在含第1金属颗粒层的厚度的测定中,例如使用电容器元件的包含含第1金属颗粒层的部分的基于SEM的剖面图像。剖面图像例如按照与求出球形度时相同的步骤来制作。

[0124] 含第1金属颗粒层可以通过将至少包含第1金属颗粒、第2金属颗粒和树脂粘结剂的导电性糊剂以覆盖构成电容器元件(更具体而言,阴极部)的至少一个部件(也称为构成部件)的至少一部分的方式施加,并进行加热处理而形成。作为施加有导电性糊剂的构成部件,可列举出在阴极部中与含第1金属颗粒层接触的层,例如固体电解质层、阴极引出层、构成阴极引出层的第1层或第2层、以及阴极引线。

[0125] 导电性糊剂可以通过混合构成成分而得到。混合可以采用公知的方法。导电性糊剂的制备中使用的液状介质只要是在制备或施加导电性糊剂的温度下为液状的介质即可,可以为在室温(例如,20 $^{\circ}\text{C}$ ~35 $^{\circ}\text{C}$)下为液状的介质。作为液状介质,例如可以使用有机溶剂。作为液状介质,可以组合使用有机溶剂与水。液状介质根据固化性树脂、与固化有关的成分和添加剂的种类等来选择。

[0126] (其它)

[0127] 固体电解电容器可以为卷绕型,也可以任选为芯片型或层叠型。在固体电解电容器包含多个电容器元件的情况下,各电容器元件例如可以为卷绕型,也可以为层叠型。例如,层叠型的固体电解电容器包含层叠的多个电容器元件。根据固体电解电容器的类型选择电容器元件的结构即可。

[0128] 在电容器元件中,阴极引出层例如与阴极引线的一端部电连接。阳极体(具体而言为阳极引出部)例如与阳极引线的一端部电连接。阳极引线的另一端部和阴极引线的另一端部分别自外装体引出。从外装体露出的各引线的另一端部用于与应搭载固体电解电容器的基板之间的焊接等,与外部电极电连接。外部电极的至少一部分构成固体电解电容器的外部端子。作为各引线,可以使用引线,也可以使用引线框。另外,不限于使用引线的情况,也可以使阳极引出部的端面从外装体露出而与外部电极连接。可以在阴极引出层连接阴极箔,使阴极箔的端面从外装体露出而与外部电极连接。也可以使与阴极引出层连接的引线的另一端部的端面从外装体露出而与外部电极连接。

[0129] 电容器元件例如由外装体密封。例如,可以为将电容器元件和外装体的材料树脂(例如,未固化的热固化性树脂和填料)收纳于模具,通过传递模塑成型法、压缩成型法等,将电容器元件用树脂外装体密封。此时,使自电容器元件引出的、阳极引线的另一端部侧的部分和阴极引线的另一端部侧的部分分别从模具露出。另外,也可以为将电容器元件以阳极引线的另一端部侧的部分和阴极引线的另一端部侧的部分位于有底壳体的开口侧的方式收纳于有底壳体,利用密封体将有底壳体的开口封闭,从而形成固体电解电容器。

[0130] 图1为示意性地示出本公开的一个实施方式涉及的固体电解电容器的结构的剖面图。如图1所示,固体电解电容器1具备:电容器元件2、密封电容器元件2的树脂外装体3、各自的至少一部分在树脂外装体3的外部露出的阳极端子4和阴极端子5。阳极端子4和阴极端子5例如可以由铜或铜合金等金属构成。树脂外装体3具有大致长方体的外形,固体电解电容器1也具有大致长方体的外形。

[0131] 电容器元件2具备:阳极体6、覆盖阳极体6的电介质层7、以及覆盖电介质层7的阴极部8。阴极部8具备:覆盖电介质层7的固体电解质层9和覆盖固体电解质层9的阴极引出层10。阴极引出层10具备:覆盖固体电解质层9的第1层11和覆盖第1层的第2层12。

[0132] 阳极体6包含与阴极部8相对的区域和不相对的区域。在阳极体6的不与阴极部8相对的区域中的、与阴极部8相邻的部分以呈带状覆盖阳极体6的表面的方式形成有绝缘性的分离部13,阴极部8与阳极体6之间的接触被限制。阳极体6的不与阴极部8相对的区域中的、另一部分通过焊接与阳极端子4电连接。阴极端子5借助第1导电性粘接剂层14与阴极部8电连接。

[0133] 在附图所示的例子中,第2层12和第1导电性粘接剂层14中的至少一者(优选为至少第2层12)可以为包含第1金属颗粒和第2金属颗粒的含第1金属颗粒层。由此可见,通过阴极部包含含第1金属颗粒层,从而能够在抑制成本的同时,将初始ESR抑制得较低。也可以确保与以往的银糊剂层相当的低ESR值。另外,也可以将暴露于高湿度环境时的固体电解电容器的ESR抑制得较低,还可以确保与以往的银糊剂层相当或接近的低ESR值。

[0134] 以下,基于实施例和参考例,对本发明具体地进行说明,但本发明并不限定于以下的实施例。

[0135] 《实施例1和参考例1》

[0136] 按照下述要领,制作电容器元件,并进行了评价。

[0137] (1) 阳极体的准备

[0138] 通过蚀刻对作为基材的铝箔(厚度:100 μm)的两个表面进行表面粗糙化,从而制作阳极体。

[0139] (2) 电介质层的形成

[0140] 将阳极体的另一端部侧的部分浸渍于化学转化液中,施加2.5V的直流电压20分钟,形成包含氧化铝的电介质层。

[0141] (3) 固体电解质层的形成

[0142] 制备包含吡咯单体和对甲苯磺酸的水溶液。该水溶液中的单体浓度为0.5mol/L,对甲苯磺酸的浓度为0.3mol/L。

[0143] 将通过上述(2)形成有电介质层的阳极体和对电极浸渍于得到的水溶液中,在25 $^{\circ}\text{C}$ 下,以聚合电压3V(相对于银参比电极的聚合电位)进行电解聚合,由此形成固体电解质层。

[0144] (4) 阴极部的形成

[0145] 将通过上述(3)得到的阳极体浸渍于石墨颗粒分散于水中的分散液中,从分散液中取出后进行干燥,由此至少在固体电解质层的表面形成第1层(碳层)。干燥在150 $^{\circ}\text{C}$ 下进行30分钟。

[0146] 接着,在第1层的表面涂布包含表中所示的金属颗粒的导电性糊剂,在210 $^{\circ}\text{C}$ 下进

行10分钟的加热处理,由此形成作为含金属颗粒层的第2层。由此,形成由第1层和第2层构成的阴极引出层。第2层的厚度约为10 μm 。如上所述,总共制作40个电容器元件。

[0147] 用于形成第2层的导电性糊剂通过混合表中所示的金属颗粒、树脂粘结剂和液状介质(或包含树脂粘结剂的分散液或溶液)来制备。作为树脂粘结剂,使用环氧树脂组合物。金属颗粒在导电性糊剂中的液状介质以外的成分的总量中所占的含有率为93.5质量%。树脂粘结剂相对于金属颗粒的总量100质量份的比率为7质量份。作为表中的各金属颗粒,使用下述金属颗粒。

[0148] (a) 第1金属颗粒:包含由铜构成的芯颗粒和覆盖芯颗粒的银覆盖层的银覆盖颗粒(银的覆盖率20质量%、平均粒径4.1 μm 、球状(球形度:0.9))

[0149] (b) 第2金属颗粒:球状的银颗粒(金属颗粒2A(球形度:0.9、平均粒径0.5 μm))和片状的银颗粒(金属颗粒2B(平均粒径2.0 μm))、金属颗粒2A/金属颗粒2B(质量比)=50/50

[0150] 需要说明的是,各颗粒的球形度相当于按照上述步骤基于含金属颗粒层的剖面图像求出的球形度。

[0151] [评价]

[0152] 使用电容器元件,进行了下述评价。

[0153] (a) 初始ESR

[0154] 在20 $^{\circ}\text{C}$ 的环境下,使用4端子测定用的LCR测试仪,测定电容器元件的频率100kHz时的初始ESR(m Ω)。并且,关于初始ESR,求出40个电容器元件的平均值。初始ESR由将参考例1的初始ESR设为100时的相对值表示。

[0155] (b) 耐湿试验后的ESR

[0156] 在85 $^{\circ}\text{C}$ 且85%RH的高温高湿环境下无负荷静置500小时,由此进行耐湿试验。按照与上述(a)的初始ESR的情况相同的步骤,在20 $^{\circ}\text{C}$ 环境下测定耐湿试验后的ESR,并求出40个电容器元件的平均值。耐湿试验后的ESR由将参考例1的耐湿试验后的ESR设为100时的相对值表示。

[0157] (c) 成本

[0158] 对于各电容器元件,求出含金属颗粒层中使用的金属颗粒的大致成本,由将参考例1的情况(使用作为第1金属颗粒的银颗粒100质量%的情况)的成本设为100时的相对值表示。

[0159] 评价结果如表1所示。表中,E1为实施例1,R1为参考例1。

[0160] [表1]

	第1金属颗粒 (质量%)	第2金属颗粒 (质量%)	初始ESR (相对值)	耐湿试验后的ESR (相对值)	成本 (相对值)
[0161] R1	0	100	100	100	100
E1	40	60	100	92	70

[0162] 如表1所示,在使用第1金属颗粒的E1中,在将成本抑制得较低的同时,即使芯为铜颗粒,也能确保与仅使用银颗粒的R1一样低的初始ESR值。关于耐湿试验后的ESR,在使用第1金属颗粒的E1中,即使芯为铜颗粒,也能确保与仅使用银颗粒的R1一样或更低的ESR值。

[0163] 《实施例2~4》

[0164] 在第2层的形成中,如表所示那样变更第2金属颗粒中的金属颗粒2A与金属颗粒2B

的质量比。除此之外,与实施例1同样地,各电容器元件总共制作40个,并进行了评价。

[0165] 评价结果如表2所示。表中,E2~E4为实施例2~4。表2还一并示出了E1和R1的结果。

[0166] [表2]

	第1金属颗粒 (质量%)	第2金属颗粒		初始ESR (相对值)	耐湿试验后的ESR (相对值)	成本 (相对值)
		(质量%)	金属颗粒2A/金属颗粒2B (质量比)			
[0167] R1	0	100	50/50	100	100	100
E2	40	60	100/0	91	250	70
E3			75/25	93	145	70
E1			50/50	100	92	70
E4			25/75	122	95	70

[0168] 如表2所示,E2~E4也与E1同样地,通过使用第1金属颗粒,与R1相比能够降低成本。另外,在第2金属颗粒包含球状的金属颗粒2A的情况下,能够将初始ESR抑制得较低。另一方面,在第2金属颗粒包含片状的金属颗粒2B的情况下,能够将耐湿试验后的ESR抑制得较低。除了第1金属颗粒以外,通过组合球状的金属颗粒2A和片状的金属颗粒2B来作为第2金属颗粒,可以将初始ESR和耐湿试验后的ESR这两者抑制得较低,能够得到与仅使用银颗粒的R1相当或接近R1的效果。

[0169] 通过当前优选的实施方式说明了本发明,但不能对这样的公开限定性地解释。各种变形和改变对于本发明所属的技术领域中的本领域技术人员而言通过阅读上述公开,毫无疑问是显而易见的。因此,所附的权利要求书应当被解释为在不脱离本发明的真正精神以及范围的情况下包含所有的变形和改变。

[0170] 产业上的可利用性

[0171] 本公开的固体电解电容器能够在抑制成本的同时,将初始ESR抑制得较低。另外,也能够将耐湿试验后的固体电解电容器的ESR抑制得较低。因此,即使用于在高湿度环境下使用的用途、因长期使用而受到湿度的影响的用途等,也能够廉价地提供能够减轻ESR的增加、能够得到高可靠性的电解电容器。但是,这些仅仅是示例,固体电解电容器的用途不限于这些例子。

[0172] 附图标记说明

[0173] 1:固体电解电容器

[0174] 2:电容器元件

[0175] 3:外装体

[0176] 4:阳极引线

[0177] 5:阴极引线

[0178] 6:阳极体

[0179] 7:电介质层

[0180] 8:阴极部

[0181] 9:固体电解质层

[0182] 10:阴极引出层

[0183] 11:第1层

- [0184] 12:第2层
- [0185] 13:分离部
- [0186] 14:第1导电性粘接剂层

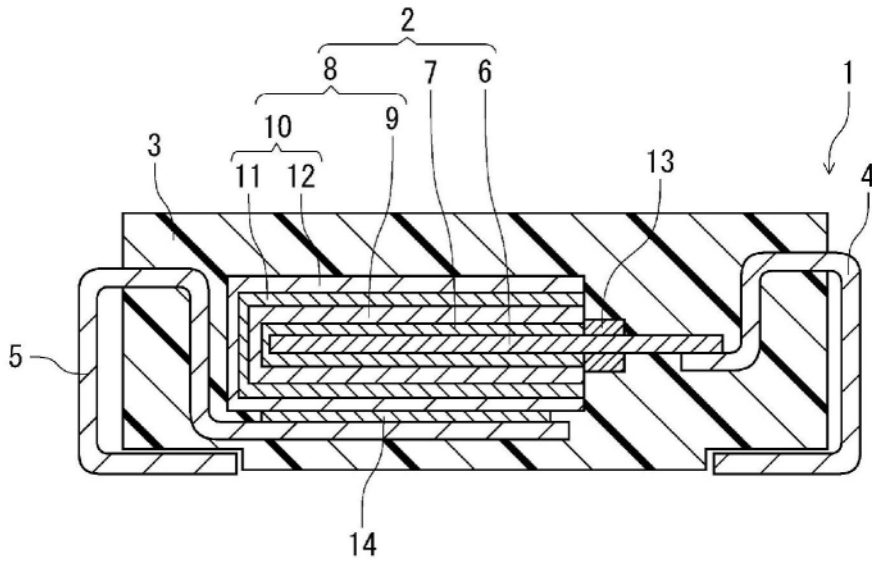


图1