(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115461825 A
(43)申请公布日 2022.12.09

(21)申请号 202180032157.0
(22)申请日 2021.04.30
(30)优先权数据
2020-081114 2020.05.01 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.10.31
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/017299 2021.04.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/221173 JA 2021.11.04
(71)申请人 住友金属矿山株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 安藤真规
(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 陈彦 许京文
(51)Int.Cl.
H01C 7/00(2006.01)
H01B 1/22(2006.01)
C03C 8/16(2006.01)

权利要求书1页 说明书10页

(54)发明名称

厚膜电阻糊、厚膜电阻体和电子部件

(57)摘要

本发明的课题是，针对更加小型化发展的电子部件，提供电阻变化率较小的具有优异的抗浪涌性能的电阻体用厚膜电阻糊、使用该厚膜电阻糊的厚膜电阻体以及具备该厚膜电阻体的电子部件。解决方法是，含有含钌酸铅玻璃粉末和有机载体，含钌酸铅玻璃粉末含有10质量%以上且70质量%以下的钌酸铅，并且，玻璃组成中，相对于玻璃成分100质量%，含有3质量%以上且60质量%以下的氧化硅、30质量%以上且90质量%以下的氧化铅、5质量%以上且50质量%以下的氧化硼，并且，相对于玻璃成分100质量%，氧化硅、氧化铅和氧化硼的合计含量为50质量%以上。

CN 115461825 A

1.一种厚膜电阻糊,其特征在于,含有含钌酸铅玻璃粉末和有机载体,

所述含钌酸铅玻璃粉末含有10质量%以上且70质量%以下的钌酸铅,

并且,玻璃组成中,相对于玻璃成分100质量%,含有3质量%以上且60质量%以下的氧化硅、30质量%以上且90质量%以下的氧化铅、5质量%以上且50质量%以下的氧化硼,

并且,相对于玻璃成分100质量%,氧化硅、氧化铅和氧化硼的合计含量为50质量%以上。

2.根据权利要求1所述的厚膜电阻糊,其特征在于,所述含钌酸铅玻璃粉末的平均粒径为5μm以下。

3.一种厚膜电阻体,其由权利要求1或2所述的厚膜电阻糊的烧成体形成。

4.一种电气电子部件,其具备权利要求3所述的厚膜电阻体。

厚膜电阻糊、厚膜电阻体和电子部件

技术领域

[0001] 本发明涉及厚膜电阻糊，更详言而言，涉及含有以钌酸铅作为导电物的玻璃粉末，尤其是可以形成具有优异的抗浪涌性能的厚膜电阻体的厚膜电阻糊、使用该厚膜电阻糊的厚膜电阻体以及具备该厚膜电阻体的电子部件。

背景技术

[0002] 厚膜电阻糊通常由导电粉末、玻璃粉末以及将它们制成适合印刷的糊状的有机载体(organic vehicle)构成。以任意图案印刷该厚膜电阻糊，在通常800～1000℃的高温下使玻璃烧结，由此例如可以作为构成厚膜芯片电阻器等电子部件的厚膜电阻体来使用。由于通过调整与玻璃粉末的混合比率可以逐渐改变电阻值，因此氧化钌粉末、钌酸铅粉末被广泛用作导电粉末。

[0003] 例如，专利文献1中记载有，在使用莫来石作为无机粒子、硼硅酸铅玻璃作为玻璃粒子、二氧化钌作为导电粒子的混合物中，添加使用乙基纤维素作为粘合剂、使用甲苯和乙醇作为溶剂的载体来获得电阻糊并使用该电阻糊来形成厚膜电阻体的技术。

[0004] 此外，专利文献2中记载有，在使用锆石作为无机粒子、硼硅酸铅玻璃作为玻璃粒子、二氧化钌作为导电粒子的混合物中，添加使用乙基纤维素作为粘合剂、使用松油醇和丁基卡必醇乙酸酯作为溶剂的载体而获得的电阻糊以及使用该电阻糊形成的厚膜电阻体的技术。

[0005] 近年来，随着厚膜芯片电阻器等电子部件的小型化发展，要求提升厚膜电阻体的电气性能，特别是需要具有优异的抗浪涌性能等耐电压性的厚膜电阻体。当对厚膜电阻体施加瞬间高电压(浪涌电压)时，通常呈现负的电阻值变化，但该电阻值变化量越小越好。这种负的电阻值变化被认为是施加电压时发热的影响。在既有的厚膜电阻糊中，玻璃粉末在烧结时相互结合，但玻璃粉末的软化仅限于表层。因此，在烧结厚膜电阻糊后的厚膜电阻体中，存在与玻璃粒径相对应的介电层。导电粉末分布在该介电层之周围，使厚膜电阻体具有导电性。当对这样的结构施加浪涌电压时，认为电流流过导电部，周边被局部加热，电阻值发生变化。

[0006] 作为提升厚膜电阻体的抗浪涌性能的方法，可以举出增加厚膜电阻糊中含有的钌酸铅的量。当增加厚膜电阻糊中的钌酸铅的量时，认为在烧结厚膜电阻糊后的厚膜电阻体中能够形成导电路径粗的强导电部分，从而抑制施加浪涌电压时的发热，减轻电阻值变化的影响。

[0007] 但是，增加钌酸铅的量会导致电阻温度系数(TCR)的上升。TCR表示单位温度下的电阻值变化率，是厚膜电阻体的重要特性之一。通过增加钌酸铅的量来使TCR变高时，即使抑制了施加浪涌电压时的发热引起的电阻值变化，导电部分本身的电阻值也会发生变化。

[0008] 因此，增加钌酸铅的量时，要求使TCR接近0。该TCR可以通过向厚膜电阻体添加主要由金属氧化物构成的添加剂来调整，作为金属氧化物，可以举出锰氧化物、铌氧化物、钛氧化物等。但是，由于添加剂的调整幅度有限，因此增加钌酸铅的量也有所限制。

[0009] 作为提升厚膜电阻体的抗浪涌性能的另一方法，可以尝试使厚膜电阻体中的导电物的分布更均匀。当导电物的分布均匀时，施加浪涌电压时电流会均匀地流过电阻体，由此可以减轻局部产生的发热的影响。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献1：日本特开平4-320003号公报

[0013] 专利文献2：日本特开平6-163202号公报

发明内容

[0014] 发明所要解决的课题

[0015] 但是，近年来更小型化发展的电子部件用厚膜电阻体要求具有更高的抗浪涌性能。

[0016] 本发明的目的在于，针对更加小型化发展的电子部件，提供电阻变化率较小的抗浪涌性能优异的电阻体用厚膜电阻糊、使用该厚膜电阻糊的厚膜电阻体以及具备该厚膜电阻体的电子部件。

[0017] 用于解决课题的方法

[0018] 本发明人经由各种研究结果发现，通过使用了由特定组成构成的含钌酸铅玻璃的厚膜电阻糊来形成厚膜电阻体时，与以往相比，具有更优异的抗浪涌性能，从而导出并完成了本发明。

[0019] 也即，本发明的厚膜电阻糊的特征在于，含有含钌酸铅玻璃粉末和有机载体，前述含钌酸铅玻璃粉末含有10质量％以上且70质量％以下的钌酸铅，并且，玻璃组成中，相对于玻璃成分100质量％，含有3质量％以上且60质量％以下的氧化硅、30质量％以上且90质量％以下的氧化铅、5质量％以上且50质量％以下的氧化硼，并且，相对于玻璃成分100质量％，氧化硅、氧化铅和氧化硼的合计含量为50质量％以上。

[0020] 此外，在本发明的厚膜电阻糊中，前述含钌酸铅玻璃粉末的平均粒径优选为5μm以下。

[0021] 此外，本发明的厚膜电阻体的特征在于，由上述本发明的任一厚膜电阻糊的烧成体形成。

[0022] 此外，本发明的电气电子部件的特征在于，具备上述本发明的厚膜电阻体。

[0023] 发明效果

[0024] 根据本发明，能够提供与以往相比具有优异的抗浪湧性能的厚膜电阻糊、使用该厚膜电阻糊的厚膜电阻体以及具备该厚膜电阻体的电气电子部件。

具体实施方式

[0025] 以下，对本发明的实施方式进行说明，但本发明不限定于下述的实施方式，在本发明的范围内可以在下述实施方式中添加各种变形以及替换。

[0026] 本实施方式的厚膜电阻糊含有含钌酸铅玻璃粉末和有机载体。以下，对各成分详细说明。

[0027] (导电物)

[0028] 本发明的厚膜电阻糊中的导电物使用钌酸铅。一般的厚膜电阻糊是将导电物和玻璃分别以粉末状含有的结构，但是在本发明的厚膜电阻糊中，并非单独使用作为导电物的钌酸铅粉末，而是形成含有含钌酸铅玻璃粉末的结构，该含钌酸铅玻璃粉末是将作为导电物的钌酸铅粉末用作为原料的一部分而制成含钌酸铅玻璃，并将该含钌酸铅玻璃粉碎而获得的。

[0029] 形成含钌酸铅玻璃粉末时使用的钌酸铅的粒径，并无特别限定，但是以具有$5m^2/g$以上的比表面积的粒径为较佳。比表面积小于$5m^2/g$时，钌酸铅的粒径太大，厚膜电阻体内的导电区域的均匀性会降低，抗浪涌性能有可能变差。

[0030] (玻璃成分)

[0031] 本发明的厚膜电阻糊中的含钌酸铅玻璃使用的玻璃成分含有氧化硅(SiO_2)、氧化铅(PbO)和氧化硼(B_2O_3)。除此之外，也可以含有氧化镁(MgO)、氧化钙(CaO)、氧化钡(BaO)、氧化锶(SrO)、氧化镉(CdO)、氧化锡(SnO)、氧化锌(ZnO)、氧化铋(Bi_2O_3)等。此外，还可以含有氧化铝(Al_2O_3)。

[0032] (氧化硅:SiO_2)

[0033] SiO_2是构成本发明的玻璃成分的骨架的成分，相对于含钌酸铅玻璃中包含的玻璃成分100质量%，其配合量为3质量%以上且60质量%以下。如果多于60质量%，则形成的玻璃的软化点会变得过高。此外，小于3质量%时，无法获得化学稳定的玻璃。

[0034] (氧化铅:PbO)

[0035] PbO除了降低软化点的作用之外，还具有使钌酸铅化学稳定、抑制分解的作用。相对于含钌酸铅玻璃中包含的玻璃成分100质量%，其配合量为30质量%以上且90质量%以下。小于30质量%时，形成的玻璃的软化点会变得过高。此外，多于90质量%时，难以获得化学稳定的玻璃状态。

[0036] (氧化硼:B_2O_3)

[0037] B_2O_3和SiO_2都是构成本发明的玻璃成分的骨架的成分，具有降低所形成的玻璃的软化点的效果。相对于含钌酸铅玻璃中包含的玻璃成分100质量%，其配合量为5质量%以上且50质量%以下。小于5质量%时，形成的玻璃的韧性降低，容易发生裂纹，激光调阻性变差。此外，如果大于50质量%，则玻璃成分容易发生相分离，耐水性也会降低。

[0038] (必需玻璃成分的合计含量)

[0039] 相对于含钌酸铅玻璃中包含的玻璃成分100质量%，SiO_2、PbO和B_2O_3的合计含量为50质量%以上。如果小于50质量%，则难以稳定地形成玻璃，难以满足本发明的厚膜电阻体的电气特性中的抗浪涌性能。

[0040] (其他玻璃成分)

[0041] 除上述必需玻璃成分之外，为了提升各种特性，在不使含钌酸铅玻璃的特性变差的范围内，可以进一步含有氧化物作为玻璃成分。具体而言，可以含有Al_2O_3、MgO、CaO、BaO、SrO、CdO、SnO、ZnO、Bi_2O_3等。这些玻璃成分的配合量相对于含钌酸铅玻璃中包含的玻璃成分100质量%分别为20质量%以下。

[0042] (含钌酸铅玻璃)

[0043] 在本发明的厚膜电阻糊使用的含钌酸铅玻璃中，作为导电物的钌酸铅与玻璃成分的配合比例，相对于含钌酸铅玻璃组成100质量%，钌酸铅为10质量%以上且70质量%以

下，玻璃成分为30质量％以上且90质量％以下。如果钌酸铅小于10质量％，则制造的含钌酸铅玻璃粉末的电阻值变得过高，几乎不显示导电性。此外，如果大于70质量％，则玻璃成分无法完全覆盖钌酸铅粉末，含钌酸铅玻璃会变脆。通过调整钌酸铅与玻璃成分的配合比例，可以将厚膜电阻体的电阻值调整为接近目标电阻值。

[0044] 将含钌酸铅玻璃粉碎成平均粒径为5μm以下。如果平均粒径大于5μm，则厚膜电阻体的均匀性降低，有可能无法获得改善抗浪涌性能的效果，因此不佳。作为粉碎方法可以使用球磨机、行星式磨机、珠磨机等。

[0045] 需说明的是，在本发明中，平均粒径是指中值粒径，是将待测粉末超声波分散在六偏磷酸钠水溶液(2g/L)中，通过使用纯水溶剂的粒度分布计(HPA9320-100X，Micro Track Bell公司制造)测量的数值。

[0046] (其他添加剂)

[0047] 在本发明的厚膜电阻糊中，出于调整、改善厚膜电阻体的电阻值、TCR及其他特性的目的，可以进一步含有不含导电物的硼硅酸玻璃以及一般使用的添加剂。此外，为了提高分散性，可以含有分散剂作为添加剂。作为主要的添加剂，可以举出氧化铌(Nb_2O_5)、氧化钽(Ta_2O_5)、氧化钛(TiO_2)、氧化铜(CuO)、氧化锰(MnO_2)、氧化锆(ZrO_2)、氧化铝(Al_2O_3)等。添加剂的含量可以根据目标改善特性进行调整，优选在无机物的总量100质量％中为10质量％以下。

[0048] (有机载体)

[0049] 本发明的厚膜电阻糊使用的有机载体并无特别限制，可以使用一般电阻糊中使用的在松油醇等溶剂中溶解乙基纤维素、松香等树脂而成的物质。有机载体的配合量可以根据印刷方法等适当调整，通常相对于电阻糊的总量100质量％为20质量％以上且50质量％以下。

[0050] (厚膜电阻糊的制造方法)

[0051] 将含钌酸铅玻璃和有机载体，视需要进一步添加硼硅酸铅玻璃粉末、添加剂等进行混合来制造厚膜电阻糊的方法并无特别限定，可以使用一般的三辊研磨机、珠磨机等。

[0052] (厚膜电阻体的制造方法)

[0053] 将获得的厚膜电阻糊印刷在陶瓷基板上，通过干燥处理除去有机溶剂之后，通过例如在800℃至900℃的温度下烧成，可以获得厚膜电阻体。

[0054] 实施例

[0055] 以下，进一步基于详细的实施例来说明本发明，但本发明不限定于这些实施例。

[0056] (实施例1面积电阻值10kΩ电阻体的评价)

[0057] 将玻璃材料以63质量％、钌酸铅以37质量％的比例混合、熔融之后，冷却而制作含钌酸铅玻璃。所制作的含钌酸铅玻璃的玻璃组成是，相对于玻璃成分100质量％，SiO_2为33质量％，PbO为46质量％，Al_2O_3为5质量％，B_2O_3为7质量％，ZnO为3质量％，CaO为6质量％。

[0058] 使用球磨机将获得的含钌酸铅玻璃粉碎成平均粒径为约1μm。将含有59质量％的含钌酸铅玻璃粉末、1质量％的作为添加剂的Nb_2O_5、且剩余部分为有机载体所构成的厚膜电阻体组合物，使用三辊研磨机进行混炼使得各种无机材料分散在有机载体中，制备实施例1的厚膜电阻糊。需说明的是，有机载体使用将20质量份乙基纤维素溶解在100质量份松油醇中而成的物质。实施例1的厚膜电阻糊的组成以及厚膜电阻糊的制造使用的含钌酸铅玻璃

的组成示出在表1中。

[0059] ＜评价试验＞

[0060] (评价用试样的制作)

[0061] 在事先形成于氧化铝基板上的1.0mm间隔的5对电极间,将所制作的厚膜电阻糊印刷为1.0mm的宽度,并在峰值温度150℃的带式炉中干燥处理5分钟。之后,在峰值温度850℃的带式炉中烧成9分钟。以氧化铝基板为单位,制作5张进行了相同处理的试样,获得评价用试样的厚膜电阻体(合计25个)。

[0062] (膜厚测量)

[0063] 对于膜厚,使用触针式表面粗糙度计从评价用试样之中以氧化铝基板为单位选择任意一张,分别测量5个厚膜电阻体的膜厚,以该5件的平均值作为实际测量膜厚。

[0064] (换算面积电阻值)

[0065] 针对5张氧化铝基板上形成的各5个评价用试样(合计25个)的25℃的电阻值,使用电路计(2001MULTIMETER,KEITHLEY公司制造)进行测量,并以其平均值作为实际测量电阻值。使用下式(1),算出膜厚为7μm时的换算面积电阻值。算出的换算面积电阻值如表3所示。

[0066] 换算面积电阻值(kΩ)＝实际测量电阻值(kΩ)×(实际测量膜厚(μm)/7(μm))…(1)

[0067] (高温电阻温度系数:高温TCR)

[0068] 针对形成在1张氧化铝基板上的评价试样的5个厚膜电阻体,测量在恒温槽中在25℃和125℃保持30分钟时的各自的电阻值。将测量到的各自的电阻值作为R_{25}、R_{125},使用下式(2)算出高温TCR。算出的5件的高温TCR的平均值如表3所示。

[0069] 高温TCR(ppm/℃)＝[(R_{125}-R_{25})/R_{25}]/(100)×10^6…(2)

[0070] (调阻性的评价)

[0071] 以使含有30质量%SiO_2、55质量%PbO、5质量%Al_2O_3、10质量%B_2O_3而成的玻璃材料在与实施例1中使用的具有相同组成的有机载体中分散的方式,利用三辊研磨机进行混炼,制备玻璃糊。以覆盖评价试样的厚膜电阻体的方式涂布玻璃糊,并在峰值温度150℃的带式炉中干燥处理5分钟。之后,在峰值温度600℃的带式炉中烧成5分钟。将被覆有玻璃糊的厚膜电阻体的电阻值设为初始电阻值Rs(t),使用激光调阻装置(SL432R,OMRON Laserfront公司制造)进行激光调阻,使得电阻值成为Rs(t)的1.5倍。激光调阻条件为直线切割、切割速度100mm/sec、激光强度2W、Q速率6kHz。将调阻后的电阻值设为Re(t),使用下式(3)算出调阻前后的电阻值偏差的比例。

[0072] 电阻值偏差(%)＝(Re(t)-1.5×Rs(t))/Rs(t)×100…(3)

[0073] 5个厚膜电阻体之中只要有1个电阻值偏差为1%以上时,将调阻性的评价标记为“×”,全部电阻值偏差均小于1%时,将评价标记为“○”。评价结果如表3所示。

[0074] (抗浪涌性能的评价:电阻值变化率)

[0075] 在调阻性的评价为“○”的情况下,对于评价试样的厚膜电阻体,使用半导体设备静电试验器(ESS-6008,Noise研究所制造),在200pF的电容、0Ω的内部电阻的条件下施加电压实施静电放电试验。以1秒的间隔向评价试样的厚膜电阻体施加5kV的施加电压5次,测量电压施加前的电阻值Rs和电压施加后的电阻值Re,并使用下式(4)算出该电阻值变化率。算出的5件的电阻变化率的平均值如表3所示。

[0076] 电阻值变化率(%)＝(Re-Rs)/Rs×100…(4)

[0077] (实施例2～12)

[0078] 将玻璃材料、钌酸铅分别以表1所示比例混合、熔融之后，冷却而制作含钌酸铅玻璃。在制作的各含钌酸铅玻璃的玻璃组成中，相对于玻璃成分100质量％的SiO_2、PbO、Al_2O_3、B_2O_3、ZnO、CaO各自的含量为表1所示比例。

[0079] 使用球磨机将获得的各含钌酸铅玻璃粉碎成平均粒径为表1所示之值。将以表1所示比例含有含钌酸铅玻璃粉末、添加剂、有机载体的厚膜电阻体组合物，使用三辊研磨机进行混炼使得各种无机材料分散在有机载体中，制作实施例2～12的厚膜电阻糊。有机载体具有与实施例1中使用的相同组成。

[0080] 此外，利用与实施例1同样的方法制作评价用试样的厚膜电阻体，并进行与实施例1同样的评价。各评价结果如表3所示。

[0081] (比较例1)

[0082] 不使用含钌酸铅玻璃，而是以粉末状分别添加作为导电物的钌酸铅和玻璃并通过既有的制造方法制作厚膜电阻糊。但是，在不使用将含钌酸铅玻璃粉碎得到的含钌酸铅玻璃粉末，而是分别添加了钌酸铅粉末和玻璃粉末的情况下，如果调整为适合厚膜电阻糊的电阻值，则会导致电气特性(TCR)等产生差异。因此，在通过既有的制造方法作成的比较例1中，为了调整TCR等，除了钌酸铅粉末之外还添加氧化钌粉末作为导电物，并调整配合量。也即，制备含有6质量％氧化钌粉末、17质量％钌酸铅粉末、36％玻璃粉末、1质量％作为添加剂的Nb_2O_5，且剩余部分为有机载体所构成的配合量的厚膜电阻体组合物，使用三辊研磨机进行混炼使各种无机材料分散在有机载体中，制作比较例1的厚膜电阻糊。所制作的厚膜电阻糊内的玻璃组成是，相对于玻璃成分100质量％，SiO_2为33质量％，PbO为47质量％，Al_2O_3为5质量％，B_2O_3为7质量％，ZnO为3质量％，CaO为5质量％。有机载体具有与实施例1中使用的相同组成。比较例1的厚膜电阻糊的组成以及厚膜电阻糊的制造中使用的玻璃的组成如表2所示。

[0083] 此外，利用与实施例1同样的方法制作评价用试样的厚膜电阻体，并进行与实施例1同样的评价。各评价结果如表3所示。

[0084] (比较例2)

[0085] 将玻璃以77质量％、钌酸铅以23质量％的比例混合、熔融之后，冷却而制作含钌酸铅玻璃。所制作的含导电物玻璃之玻璃组成是，相对于玻璃成分100质量％，SiO_2为30质量％，PbO为65质量％，Al_2O_3为2质量％，B_2O_3为3质量％。

[0086] 使用球磨机将获得的含钌酸铅玻璃粉碎成平均粒径为约1μm。将含有73质量％的含钌酸铅玻璃粉末、1质量％的作为添加剂的Mn_2O_3、且剩余部分为有机载体所构成的厚膜电阻体组合物，使用三辊研磨机进行混炼使得各种无机材料分散在有机载体中，制作比较例2的厚膜电阻糊。有机载体具有与实施例1中使用的相同组成。

[0087] 此外，利用与实施例1同样的方法制作评价用试样的厚膜电阻体，并进行与实施例1同样的评价。各评价结果如表3所示。

[0088] (比较例3～10)

[0089] 将玻璃材料、钌酸铅分别以表1所示比例混合、熔融之后，冷却而制作含钌酸铅玻璃。在制作的各含钌酸铅玻璃的玻璃组成中，相对于玻璃成分100质量％的SiO_2、PbO、Al_2O_3、

B_2O_3、ZnO、CaO各自的含量为表1所示比例。

[0090] 使用球磨机将获得的各含钌酸铅玻璃粉碎成平均粒径为表1所示之值。将以表1所示比例含有含钌酸铅玻璃粉末、添加剂、有机载体的厚膜电阻体组合物，使用三辊研磨机进行混炼使得各种无机材料分散在有机载体中，制作比较例3～10的厚膜电阻糊。有机载体具有与实施例1中使用的相同组成。

[0091] 此外，利用与实施例1同样的方法制作评价用试样的厚膜电阻体，并进行与实施例1同样的评价。各评价结果如表3所示。

[0092] [表1]

[0093]

实施例和比较例	厚膜电阻糊组成				含钌酸铅玻璃组成									含钌酸铅玻璃粉末平均粒径(μm)
	含钌酸铅玻璃粉末含量(wt%)	有机载体含量(wt%)	其他添加剂		钌酸铅	玻璃成分								
			氧化铌含量(wt%)	氧化锰含量(wt%)	钌酸铅含量(wt%)	必需玻璃成分				其他玻璃成分				
						氧化硅含量(wt%)	氧化铅含量(wt%)	氧化硼含量(wt%)	合计含量(wt%)	氧化铝含量(wt%)	氧化锌含量(wt%)	氧化钙含量(wt%)		
实施例1	59	40	1	—	37	33	46	7	86	5	3	6		1
实施例2	59	40	1	—	10	33	46	7	86	5	3	6		1
实施例3	59	40	1	—	70	33	46	7	86	5	3	6		1
实施例4	59	40	1	—	37	3	66.6	10.1	79.7	7.3	4.3	8.7		1
实施例5	59	40	1	—	37	60	30	5	95	1.8	1.2	2		1
实施例6	59	40	1	—	37	42.8	30	9.1	81.9	6.5	3.8	7.8		1
实施例7	59	40	1	—	37	4	90	5	99	0.4	0.2	0.4		1
实施例8	59	40	1	—	37	33.7	47	5	85.7	5.1	3.1	6.1		1
实施例9	59	40	1	—	37	17.7	30	50	97.7	0.8	0.5	1		1
实施例10	59	40	1	—	37	15	30	5	50	17.9	12.1	20		1
实施例11	59	40	1	—	37	33	46	7	86	5	3	6		5
实施例12	59	40	1	—	37	33	46	7	86	5	3	6		6
比较例1	—	40	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
比较例2	73	26	—	1	23	30	65	3	98	2	—	—		1
比较例3	59	40	1	—	9	33	46	7	86	5	3	6		1
比较例4	59	40	1	—	75	33	46	7	86	5	3	6		1
比较例5	59	40	1	—	37	1	68	10.3	79.3	7.4	4.4	8.9		1
比较例6	59	40	1	—	37	70	20.6	3.1	93.7	2.3	1.3	2.7		1
比较例7	59	40	1	—	37	48.9	20	10.4	79.3	7.4	4.4	8.9		1
比较例8	59	40	1	—	37	3.1	95	0.6	98.7	0.5	0.2	0.6		1
比较例9	59	40	1	—	37	14.2	19.8	60	94	2.2	1.2	2.6		1
比较例10	59	40	1	—	37	15.3	21.4	3.3	40	21.4	12.9	25.7		1

[0094] ※含钌酸铅玻璃粉末、有机载体、氧化铌、氧化锰的含量为相对于厚膜电阻糊组成100wt%的含量

[0095] ※钌酸铅的含量为相对于含钌酸铅玻璃组成100wt%的含量

[0096] ※氧化硅、氧化铅、氧化硼、它们的合计含量、氧化铝、氧化锌、氧化钙的含量为相对于玻璃成分100wt%的含量

[0097] [表2]

[0098]

比较例	厚膜电阻糊组成						玻璃组成				
	导电物		玻璃粉末含量(wt%)	有机载体含量(wt%)	添加剂		氧化硅含量(wt%)	氧化铅含量(wt%)	氧化硼含量(wt%)	氧化铝含量(wt%)	氧化锌含量(wt%)	氧化钙含量(wt%)
	氧化钌粉末含量(wt%)	钌酸铅粉末含量(wt%)			氧化铌含量(wt%)							
比较例1	6	17	36	40	1		33	47	7	5	3	5

※氧化钌粉末、钌酸铅粉末、玻璃粉末、有机载体、氧化铌的含量为相对于厚膜电阻糊组成100wt%的含量

※氧化硅、氧化铅、氧化硼、氧化铝、氧化锌、氧化钙的含量为相对于玻璃成分100wt%的含量

[0099] [表3]

[0100]

实施例和比较例	换算面积电阻值(kΩ)	高温TCR(ppm/℃)	调阻性评价	电阻值变化率(%)
实施例1	9.9	38	○	0.13
实施例2	98000	-186	○	-0.9
实施例3	0.25	248	○	-0.42
实施例4	2.2	89	○	-0.27
实施例5	21	21	○	-0.35
实施例6	13	39	○	0.1
实施例7	3	69	○	-0.61
实施例8	14	20	○	-0.11
实施例9	2.2	99	○	-0.3
实施例10	16	13	○	-0.33
实施例11	9.1	36	○	0.5
实施例12	9	42	○	0.8
比较例1	9.5	11	○	1.8
比较例2	10.2	-9	×	—
比较例3	>100000	—	—	—
比较例4	0.23	250	○	1.6
比较例5	2	92	○	2.2
比较例6	17	25	×	—
比较例7	9.8	45	○	1.7
比较例8	2.7	70	×	—
比较例9	1.8	105	○	2.3
比较例10	13	15	×	—

[0101] 如表3所示，确认到与通过不使用含钌酸铅玻璃粉末制作的既有的厚膜电阻糊所形成的比较例1的厚膜电阻体相比，本发明的通过使用含钌酸铅玻璃粉末制作的厚膜糊所形成的实施例1～12的厚膜电阻体的静电放电试验前后的电阻值变化率非常低，具有优异的抗浪涌性能(耐高电压性)。

[0102] 此外，使用氧化硼的含量少于本发明的要求范围的玻璃成分制作成含钌酸铅玻

璃，并通过使用该含钌酸铅玻璃获得的厚膜电阻糊而形成的比较例2、6、8、10的厚膜电阻体中，确认到调阻性不足，不适合商品化。

[0103] 此外，通过使用钌酸铅的含量少于本发明的要求范围的含钌酸铅玻璃获得的厚膜电阻糊所形成的比较例3的厚膜电阻体中，确认到含钌酸铅玻璃粉末的电阻值变得过高，几乎不显示导电性。

[0104] 此外，通过使用钌酸铅的含量多于本发明的要求范围的含钌酸铅玻璃获得的厚膜电阻糊所形成的比较例4的厚膜电阻体中，确认到与实施例1～12的厚膜电阻体相比，静电放电试验前后的电阻值变化率高，抗浪涌性能差。

[0105] 此外，通过使用氧化硅或氧化铅的含量、或者这些必需玻璃成分的合计含量超出本发明的要求范围的玻璃成分获得的厚膜电阻糊所形成的比较例5、7的厚膜电阻体，或通过使用氧化硼含量多于本发明的要求范围的玻璃成分获得的厚膜电阻糊所形成的比较例9的厚膜电阻体中，也确认到与实施例1～12的厚膜电阻体相比，静电放电试验前后的电阻值变化率高，抗浪涌性能差。

[0106] 由以上试验结果确认到，使用本发明的厚膜电阻糊形成的厚膜电阻体具有优异的调阻性和抗浪涌性能，能够合适地用于近年来小型化发展的电子部件。