



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I869591 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：110115861

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 03 日

(51)Int. Cl. : H01C17/06 (2006.01)

H01C17/00 (2006.01)

(30)優先權：2020/05/01 日本

2020-081114

(71)申請人：日商住友金屬鑛山股份有限公司 (日本) SUMITOMO METAL MINING CO., LTD.
(JP)

日本

(72)發明人：安藤真規 ANDO, MASAKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP S52-54195A

JP S63-24601A

JP H6-140214A

審查人員：徐新翰

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：0 共 24 頁

(54)名稱

厚膜電阻糊、厚膜電阻體、及電子元件

(57)摘要

[課題] 提供適用在更小型化的電子元件之具有更小的電阻變化率且具有優異的抗浪湧性能的電阻體用之厚膜電阻糊、使用該厚膜電阻糊的厚膜電阻體、及具備該厚膜電阻體的電子元件。

[解決手段] 係含有含鈳酸鉛玻璃粉末和有機載體，含鈳酸鉛玻璃粉末，係含有 10 質量%以上且 70 質量%以下的鈳酸鉛，而且，玻璃組成中相對於玻璃成分 100 質量%係含有：3 質量%以上且 60 質量%以下的氧化矽、30 質量%以上且 90 質量%以下的氧化鉛、和 5 質量%以上且 50 質量%以下的氧化硼，而且，氧化矽和氧化鉛和氧化硼之合計含量相對於玻璃成分 100 質量%為 50 質量%以上。



I869591

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】

厚膜電阻糊、厚膜電阻體、及電子元件

【中文】

【課題】 提供適用在更小型化的電子元件之具有更小的電阻變化率且具有優異的抗浪湧性能的電阻體用之厚膜電阻糊、使用該厚膜電阻糊的厚膜電阻體、及具備該厚膜電阻體的電子元件。

【解決手段】 係含有含釷酸鉛玻璃粉末和有機載體，含釷酸鉛玻璃粉末，係含有10質量%以上且70質量%以下的釷酸鉛，而且，玻璃組成中相對於玻璃成分100質量%係含有：3質量%以上且60質量%以下的氧化矽、30質量%以上且90質量%以下的氧化鉛、和5質量%以上且50質量%以下的氧化硼，而且，氧化矽和氧化鉛和氧化硼之合計含量相對於玻璃成分100質量%為50質量%以上。

【指定代表圖】無

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

厚膜電阻糊、厚膜電阻體、及電子元件

【技術領域】

【0001】本發明關於厚膜電阻糊，更詳言之為，關於含有作為導電物之鈮酸鉛的玻璃粉末，尤其是可以形成具有優異的抗浪湧性能的厚膜電阻體的厚膜電阻糊、使用該厚膜電阻糊的厚膜電阻體、及具備該厚膜電阻體的電子元件。

【先前技術】

【0002】厚膜電阻糊通常由導電粉末、玻璃粉末、及將彼等製成適合印刷的糊狀的有機載體構成。以任意圖案印刷該厚膜電阻糊，通常在800~1000℃之高溫下燒結玻璃，藉此，例如可以作為構成厚膜晶片電阻器等之電子元件的厚膜電阻體使用。由於藉由調整與玻璃粉末之混合比率可以逐漸改變電阻值，因此氧化鈮粉末或鈮酸鉛粉末被廣泛使用作為導電粉末。

【0003】例如專利文獻1中記載有，在以莫來石作為無機粒子、硼矽酸鉛玻璃作為玻璃粒子、二氧化鈮作為導電粒子的混合物中，添加以乙基纖維素為黏合劑、使用甲苯和乙醇作為溶劑的載體來獲得電阻糊並使用該電阻糊來形成厚膜電阻體之技術。

【0004】此外，在專利文獻2中記載有，在以鋇石作為無機粒子、硼矽酸鉛玻璃作為玻璃粒子、二氧化釕作為導電粒子的混合物中，添加以乙基纖維素為黏合劑、使用鬆油醇和丁基卡必醇醋酸酯作為溶劑的載體而獲得的電阻糊，及使用該電阻糊而形成的厚膜電阻體之技術。

【0005】近年來，隨著厚膜晶片電阻器等電子元件之小型化進展，期待著提升厚膜電阻體的電氣性能，特別是需要具有優異的抗浪湧性能等耐電壓性的厚膜電阻體。當對厚膜電阻體施加瞬間高電壓(浪湧電壓)時，通常呈現負電阻值變化，但該電阻值變化量較小為較佳。這種負電阻值變化被認為是施加電壓時發熱的影響。在既有的厚膜電阻糊中，玻璃粉末在燒結時相互結合，但玻璃粉末的軟化僅限於表層。因此，在燒結厚膜電阻糊後的厚膜電阻體中，存在與玻璃粒徑相對應的介電層。導電粉末分布在該介電層之周圍，使厚膜電阻體具有導電性。當對這樣的結構施加浪湧電壓時，認為電流流過導電部，周邊被局部加熱，電阻值發生變化。

【0006】作為提升厚膜電阻體之抗浪湧性能的方法，可以舉出增加厚膜電阻糊中含有的釕酸鉛的量。當厚膜電阻糊中的釕酸鉛含量增加時，在燒結厚膜電阻糊後的厚膜電阻體中形成具有較厚導電路徑的強導電部分，認為可以抑制施加浪湧電壓時產生的熱量，可以減輕電阻值變化之影響。

但是，增加釕酸鉛的量會導致電阻溫度係數(TCR)之

上升。TCR表示單位溫度下的電阻值變化率，是厚膜電阻體之重要特性之一。如果藉由增加鈳酸鉛的量而使TCR變高時，即使抑制了施加浪湧電壓時之發熱引起的電阻值變化，導電部分本身之電阻值也會發生變化。

因此，增加鈳酸鉛的量時，要求使TCR接近0。該TCR可以藉由向厚膜電阻體添加主要由金屬氧化物組成的添加劑來調整，金屬氧化物可以舉出氧化錳、氧化鋁、氧化鈦等。但是，由於添加劑的調整範圍有限制，因此增加鈳酸鉛的用量亦有所限制。

【0007】作為提升厚膜電阻體之抗浪湧性能的另一方法，可以嘗試使厚膜電阻體中之導電物之分布更均勻。當導電物之分布均勻時，施加浪湧電壓時電流會均勻地流過電阻體，可以減輕局部產生的熱量之影響。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0008】

[專利文獻1] 特開平4-320003號公報

[專利文獻2] 特開平6-163202號公報

【發明內容】

[發明所欲解決的課題]

【0009】但是，近年來更小型化的電子元件用之厚膜電阻體要求具有更高的抗浪湧性能。

本發明之目的在於提供適用在更小型化的電子元件之

具有更小的電阻變化率且具有優異的抗浪湧性能的電阻體用之厚膜電阻糊、使用該厚膜電阻糊的厚膜電阻體、及具備該厚膜電阻體的電子元件。

[解決課題的手段]

【0010】本發明人經由各種研究結果發現，藉由使用由特定組成構成的含釷酸鉛玻璃之厚膜電阻糊來形成厚膜電阻體時，相比既有者具有優異的抗浪湧性能，而導出並完成本發明。

【0011】亦即，本發明的厚膜電阻糊，其特徵為：含有含釷酸鉛玻璃粉末和有機載體，前述含釷酸鉛玻璃粉末，相對於含釷酸鉛玻璃組成100質量%，係含有37質量%以上且70質量%以下的釷酸鉛，而且，玻璃組成中相對於玻璃成分100質量%係含有：15質量%以上且60質量%以下的氧化矽、30質量%以上且47質量%以下的氧化鉛、和5質量%以上且50質量%以下的氧化硼，而且，氧化矽和氧化鉛和氧化硼之合計含量相對於玻璃成分100質量%為50質量%以上。

【0012】此外，本發明的厚膜電阻體，其特徵為：係上述本發明之任一厚膜電阻糊之燒結體製成。

【0013】此外，本發明的電氣・電子元件，其特徵為：具備上述本發明之厚膜電阻體。

[發明效果]

【0014】根據本發明能夠提供，與既有者相比具有優異的抗浪湧性能的厚膜電阻糊、使用該厚膜電阻糊的厚膜電阻體、及具備該厚膜電阻體的電氣・電子元件。

【實施方式】

【0015】以下，對本發明之實施形態進行說明，但本發明不限定於下述之實施形態，在本發明之範圍內可以在下述實施形態中添加各種變形及替換。

本實施形態之厚膜電阻糊，係含有含釕酸鉛玻璃粉末和有機載體。以下，對各成分詳細說明。

【0016】

(導電物)

本發明之厚膜電阻糊中的導電物係使用釕酸鉛。一般的厚膜電阻糊具有分別以粉末狀含有導電物和玻璃的結構，但是在本發明之厚膜電阻糊中，不單獨使用導電物之釕酸鉛粉末，而是含有將導電物的釕酸鉛粉末用作為原料之一部分製成含釕酸鉛玻璃，並將該含釕酸鉛玻璃粉碎而獲得的含釕酸鉛玻璃粉末之結構。

形成含釕酸鉛玻璃粉末時使用的釕酸鉛之粒徑，並無特別限定，但是以具有 $5\text{m}^2/\text{g}$ 以上之比表面積的粒徑為較佳。比表面積小於 $5\text{m}^2/\text{g}$ 時，釕酸鉛之粒徑太大，厚膜電阻體內之導電域之均勻性會降低，抗浪湧性能有可能變差。

【0017】

(玻璃成分)

本發明之厚膜電阻糊中之含釕酸鉛玻璃使用的玻璃成分，係含有氧化矽(SiO_2)、氧化鉛(PbO)和氧化硼(B_2O_3)。除此之外，亦可以含有氧化鎂(MgO)、氧化鈣(CaO)、氧化鋇(BaO)、氧化銦(SrO)、氧化鎘(CdO)、氧化錫(SnO)、氧化鋅(ZnO)、氧化鉍(Bi_2O_3)等亦可。此外，亦可以含有氧化鋁(Al_2O_3)。

【0018】

(氧化矽： SiO_2)

SiO_2 ，係構成本發明之玻璃成分之骨架的成分，相對於含釕酸鉛玻璃中包含的玻璃成分100質量%，其混合量為15質量%以上且60質量%以下。如果多於60質量%則形成的玻璃之軟化點變得過高。此外，小於15質量%時則無法獲得化學特性穩定的玻璃。

【0019】

(氧化鉛： PbO)

PbO ，除了降低軟化點的作用之外，亦具有使釕酸鉛之化學特性穩定並抑制分解的作用。相對於含釕酸鉛玻璃中包含的玻璃成分100質量%，混合量為30質量%以上且47質量%以下。小於30質量%時則形成的玻璃之軟化點變得過高。此外，多於47質量%時則難以獲得化學特性穩定的玻璃狀態。

【0020】

(氧化硼： B_2O_3)

B_2O_3 和 SiO_2 都是構成本發明之玻璃成分之骨架的成分，具有降低形成的玻璃之軟化點的效果。相對於含釕酸鉛玻璃中包含的玻璃成分100質量%，混合量為5質量%以上且50質量%以下。若小於5質量%時形成的玻璃之韌性降低，容易發生裂紋，雷射微調性變差。此外，如果大於50質量%則玻璃成分容易發生相分離，耐水性也會降低。

【0021】

(必需玻璃成分之合計含量)

SiO_2 、 PbO 和 B_2O_3 之合計含量，相對於含釕酸鉛玻璃中包含的玻璃成分100質量%為50質量%以上，而且，前述含釕酸鉛玻璃粉末之平均粒徑為 $5\mu m$ 以下。如果小於50質量%則難以穩定地形成玻璃，難以滿足本發明之厚膜電阻體之電氣特性中的抗浪湧性能。

【0022】

(其他玻璃成分)

除上述必需玻璃成分之外，為了提升各種特性，在含釕酸鉛玻璃之特性不變差的範圍內，可以進一步含有氧化物作為玻璃成分。具體而言可以含有 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 CdO 、 SnO 、 ZnO 、 Bi_2O_3 等。這些玻璃成分之混合量，相對於含釕酸鉛玻璃中包含的玻璃成分100質量%，分別為20質量%以下。

【0023】

(含釕酸鉛玻璃)

在本發明之厚膜電阻糊使用的含釕酸鉛玻璃中，作為

導電物的鈮酸鉛與玻璃成分之混合比例，相對於含鈮酸鉛玻璃組成100質量%，鈮酸鉛為37質量%以上且70質量%以下，玻璃成分為30質量%以上且90質量%以下。如果鈮酸鉛小於37質量%則製造的含鈮酸鉛玻璃粉末之電阻值變得過高，幾乎不顯示導電性。此外，如果大於70質量%則玻璃成分無法完全覆蓋鈮酸鉛粉末，含鈮酸鉛玻璃變脆。藉由調整鈮酸鉛與玻璃成分之混合比例，可以將厚膜電阻體之電阻值調整為接近目標電阻值。

將含鈮酸鉛玻璃粉碎成平均粒徑為 $5\mu\text{m}$ 以下。如果平均粒徑大於 $5\mu\text{m}$ 則厚膜電阻體之均勻性降低，有可能無法獲得改善抗浪湧性能之效果，較為不佳。作為粉碎方法可以使用球磨機、行星磨機、珠磨機等。

又，在本發明中，平均粒徑是指中值粒徑，將待測粉末超音波分散在六偏磷酸鈉水溶液(2g/L)中，藉由使用純水溶劑之粒度分布計(HPA9320-100X，Micro Track Bell公司製造)測量的數值。

【0024】

(其他添加劑)

在本發明之厚膜電阻糊中，為了調整、改善厚膜電阻體之電阻值、TCR及其他特性的目的可以進一步含有不含導電物的硼矽酸玻璃及一般使用的添加劑。此外，為了提高分散性可以含有分散劑作為添加劑。作為主要的添加劑可以舉出氧化鈮(Nb_2O_5)、氧化鉭(Ta_2O_5)、氧化鈦(TiO_2)、氧化銅(CuO)、氧化錳(MnO_2)、氧化鋇(ZrO_2)、氧化鋁

(Al_2O_3)等。添加劑之含量可以根據目標的改善特性進行調整，然而較好是在無機物100質量%之總量中為10質量%以下。

【0025】

(有機載體)

本發明之厚膜電阻糊使用的有機載體並無特別限制，可以使用溶解有乙基纖維素、松香等樹脂的一般電阻糊中使用的松油醇等溶劑。有機載體之混合量可以根據印刷方法等適當調整，通常，相對於電阻糊之總量100質量%為20質量%以上且50質量%以下。

【0026】

(厚膜電阻糊之製造方法)

將含釷酸鉛玻璃和有機載體，必要時進一步添加硼矽酸鉛玻璃粉末或添加劑等進行混合而製造厚膜電阻糊的方法，並無特別限定，可以使用一般的三輥研磨機、珠磨機等。

【0027】

(厚膜電阻體之製造方法)

將獲得的厚膜電阻糊印刷在陶瓷基板上，藉由乾燥處理除去有機溶劑之後，例如藉由在 800°C 至 900°C 的溫度下燒製可以獲得厚膜電阻體。

[實施例]

【0028】以下，進一步根據詳細的實施例說明本發

明，但本發明不限定於這些實施例。

【0029】

(實施例1 面積電阻值 $10\text{k}\Omega$ 電阻體之評估)

將玻璃材料以 63 質量 %、鈮酸鉛以 37 質量 % 之比例混合、熔融之後冷卻而製作了含鈮酸鉛玻璃。在製作的含鈮酸鉛玻璃之玻璃組成中，相對於 100 質量 % 的玻璃成分， SiO_2 為 33 質量 %， PbO 為 46 質量 %， Al_2O_3 為 5 質量 %， B_2O_3 為 7 質量 %， ZnO 為 3 質量 %， CaO 為 6 質量 %。

使用球磨機將獲得的含鈮酸鉛玻璃粉碎成平均粒徑為 $1\mu\text{m}$ 左右。將含有 59 質量 % 的含鈮酸鉛玻璃粉末和 1 質量 % 的作為添加劑的 Nb_2O_5 ，且剩餘部分為有機載體所組成的厚膜電阻體組成物，使用三輥研磨機進行捏合使得各種無機材料分散在有機載體中，製備了實施例1的厚膜電阻糊。又，將 20 質量份乙基纖維素溶解在 100 質量份松油醇中作為有機載體使用。實施例1之厚膜電阻糊之組成及厚膜電阻糊之製造使用的含鈮酸鉛玻璃之組成示出在表1中。

【0030】

< 評估測試 >

(評估用樣品之製作)

事先在氧化鋁基板上形成的 1.0mm 間隔之 5 對電極間將所製作的厚膜電阻糊印刷為 1.0mm 之寬度，並在峰值溫度為 150°C 的帶式爐中乾燥處理 5 分鐘。之後，在峰值溫度 850°C 的帶式爐中燒製 9 分鐘。製作 5 片形成有進行了相同

處理的樣品之氧化鋁基板，獲得評估用樣品的厚膜電阻體(合計25個)。

【0031】

(膜厚測量)

對於膜厚，使用觸針式表面粗糙度計從評估用樣品之中選擇任意一片氧化鋁基板，分別測量5個厚膜電阻體之膜厚，以該5點之平均值作為實際測量膜厚。

【0032】

(換算面積電阻值)

針對5片氧化鋁基板上形成的各5個評估用樣品(合計25個)之25℃之電阻值，使用電路計(2001MULTIMETER、KEITHLEY公司製造)進行測量，並以其平均值作為實際測量電阻值。使用以下的式(1)，算出膜厚為7μm時的換算面積電阻值。算出的換算面積電阻值係如表3所示。

換算面積電阻值(kΩ)=實際測量電阻值(kΩ)×(實際測量膜厚(μm)/7(μm))···(1)

【0033】

(高溫電阻溫度係數：高溫TCR)

針對形成在1片氧化鋁基板上的評估樣品之5個厚膜電阻體，分別測量在恆溫槽中保持在25℃和125℃30分鐘時的電阻值。將測量到的各別的電阻值作為 R_{25} 、 R_{125} ，使用以下之式(2)算出高溫TCR。算出的5點之高溫TCR之平均值係如表3所示。

高溫TCR(ppm/℃)=[($R_{125}-R_{25}$)/ R_{25}]/(100)×10⁶···(2)

【 0034】

(微調性之評估)

將含有30質量%SiO₂、55質量%PbO、5質量%Al₂O₃、10質量%B₂O₃的玻璃材料，藉由三輥研磨機進行捏合以分散在具有與實施例1中使用者相同組成的有機載體中來製備玻璃糊。以覆蓋評估樣品之厚膜電阻體的方式塗布玻璃糊，並在峰值溫度為150℃的帶式爐中乾燥處理5分鐘。之後，在峰值溫度為600℃的帶式爐中燒製5分鐘。將被覆有玻璃糊的厚膜電阻體之電阻值設為初始電阻值Rs(t)，使用雷射微調裝置(SL432R，OMRON Laserfront Co., Ltd.製造)進行雷射微調，使得電阻值成為Rs(t)的1.5倍。雷射微調條件為直線切割，切割速度100mm/sec，雷射強度2W，Q速率6kHz。將微調後之電阻值設為Re(t)，使用以下之式(3)算出微調前後之電阻值偏差之比例。

$$\text{電阻值偏差}(\%) = (\text{Re}(t) - 1.5 \times \text{Rs}(t)) / \text{Rs}(t) \times 100 \cdots (3)$$

5個厚膜電阻體之中只要有1個電阻值偏差為1%以上之情況下將微調性之評估標記為「×」，全部電阻值偏差小於1%之情況下將評估標記為「○」。評估結果如表3所示。

【 0035】

(抗浪湧性能之評估：電阻值變化率)

在微調性之評估為「○」的情況下，使用半導體元件靜電測試器(ESS-6008，Noise Laboratory製造)對評估樣品之厚膜電阻體，在200pF的電容、0Ω的內部電阻之條件下

施加電壓實施了靜電放電測試。以1秒的間隔向評估樣品的厚膜電阻體施加5kV的施加電壓5次，測量電壓施加前的電阻值Rs和電壓施加後的電阻值Re，並使用以下之式(4)算出該電阻值變化率。算出的5點之電阻變化率之平均值如表3所示。

$$\text{電阻值變化率}(\%) = (\text{Re}-\text{Rs})/\text{Rs} \times 100 \cdots (4)$$

【0036】

(實施例2~12)

將玻璃材料、釷酸鉛分別以表1所示比例混合、熔融之後冷卻而製作了含釷酸鉛玻璃。在製作的各別的含釷酸鉛玻璃之玻璃組成中，SiO₂、PbO、Al₂O₃、B₂O₃、ZnO、CaO各別的含量相對於玻璃成分100質量%的比例如表1所示。

使用球磨機將獲得的各別的含釷酸鉛玻璃粉碎成平均粒徑為表1所示之值。將以表1所示比例含有含釷酸鉛玻璃粉末、添加劑和有機載體的厚膜電阻體組成物，使用三輥研磨機進行捏合使得各種無機材料分散在有機載體中，製作了實施例2~12之厚膜電阻糊。有機載體具有和實施例1使用者相同的組成。

此外，使用和實施例1同樣之方法製作評估用樣品的厚膜電阻體，並進行了和實施例1同樣之評估。各評估結果如表3所示。

實施例2、4、7、12為本發明的參考例。

【0037】

(比較例 1)

不使用含鈳酸鉛玻璃而以粉末狀分別添加作為導電物的鈳酸鉛和玻璃並藉由既有的製造方法製作了厚膜電阻糊。但是，當不使用將含鈳酸鉛玻璃粉碎得到的含鈳酸鉛玻璃粉末，而分別添加了鈳酸鉛粉末和玻璃粉末之情況下，如果調整為適合厚膜電阻糊的電阻值時會導致電氣特性(TCR)等產生差異。因此，在藉由既有的製造方法作成的比較例 1 中，為了調整 TCR 等，除了鈳酸鉛粉末之外還添加氧化鈳粉末作為導電物以調整混合量。亦即，製備混合有 6 質量 % 氧化鈳粉末、17 質量 % 鈳酸鉛粉末、36 % 玻璃粉末、1 質量 % 的添加劑 Nb_2O_5 ，且剩餘部分為有機載體的混合量所組成的厚膜電阻體組成物，使用三輥研磨機進行捏合使各種無機材料分散在有機載體中，而製作了比較例 1 之厚膜電阻糊。在製作的厚膜電阻糊內之玻璃組成中，相對於 100 質量 % 的玻璃成分， SiO_2 為 33 質量 %， PbO 為 47 質量 %， Al_2O_3 為 5 質量 %， B_2O_3 為 7 質量 %， ZnO 為 3 質量 %， CaO 為 5 質量 %。有機載體具有和實施例 1 使用者相同的組成。比較例 1 之厚膜電阻糊之組成及厚膜電阻糊之製造使用的玻璃之組成如表 2 所示。

此外，使用和實施例 1 同樣之方法製作評估用樣品的厚膜電阻體，並進行了和實施例 1 同樣之評估。各評估結果如表 3 所示。

【 0038 】

(比較例 2)

將玻璃以 77 質量 %、釷酸鉛以 23 質量 % 之比例混合、熔融之後冷卻而製作了含釷酸鉛玻璃。在製作的含導電物玻璃之玻璃組成中，相對於 100 質量 % 的玻璃成分， SiO_2 為 30 質量 %， PbO 為 65 質量 %， Al_2O_3 為 2 質量 %， B_2O_3 為 3 質量 %。

使用球磨機將獲得的含釷酸鉛玻璃粉碎成平均粒徑為 $1\mu\text{m}$ 左右。將含有 73 質量 % 的含釷酸鉛玻璃粉末和 1 質量 % 的添加劑 Mn_2O_3 ，且剩餘部分為有機載體所組成的厚膜電阻體組成物，使用三輥研磨機進行捏合使得各種無機材料分散在有機載體中，製作了比較例 2 之厚膜電阻糊。有機載體具有和實施例 1 使用者相同的組成。

此外，使用和實施例 1 同樣之方法製作評估用樣品的厚膜電阻體，並進行了和實施例 1 同樣之評估。各評估結果如表 3 所示。

【0039】

(比較例 3~10)

將玻璃材料、釷酸鉛分別以表 1 所示比例混合、熔融之後冷卻而製作了含釷酸鉛玻璃。在製作的各別的含釷酸鉛玻璃之玻璃組成中，相對於玻璃成分 100 質量 %， SiO_2 、 PbO 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 ZnO 、 CaO 各別的含量的比例如表 1 所示。

使用球磨機將獲得的各別的含釷酸鉛玻璃粉碎成平均粒徑為表 1 所示之值。將以表 1 所示比例含有含釷酸鉛玻璃粉末、添加劑和有機載體的厚膜電阻體組成物，使用三輥

研磨機進行捏合使得各種無機材料分散在有機載體中，製作了比較例3~10之厚膜電阻糊。有機載體具有和實施例1使用者相同的組成。

此外，使用和實施例1同樣之方法製作評估用樣品的厚膜電阻體，並進行了和實施例1同樣之評估。各評估結果如表3所示。

【 0040 】

【表 1】

實施例 及 比較例	厚膜電阻糊組成			含鈦酸鉛玻璃組成										含鈦酸鉛 玻璃粉末 平均粒徑 (μm)
	含鈦酸 鉛玻璃 粉末含量 (wt%)	有機載 體含量 (wt%)	其他添加劑		鈦酸鉛 含量 (wt%)	必需玻璃成分					其他玻璃成分			
			氧化鋁 含量 (wt%)	氧化錳 含量 (wt%)		氧化矽 含量 (wt%)	氧化鉛 含量 (wt%)	氧化硼 含量 (wt%)	合計 含量 (wt%)	氧化鋁 含量 (wt%)	氧化鋅 含量 (wt%)	氧化鈣 含量 (wt%)		
實施例 1	59	40	1	—	37	33	46	7	86	5	3	6	1	
實施例 2	59	40	1	—	10	33	46	7	86	5	3	6	1	
實施例 3	59	40	1	—	70	33	46	7	86	5	3	6	1	
實施例 4	59	40	1	—	37	3	66.6	10.1	79.7	7.3	4.3	8.7	1	
實施例 5	59	40	1	—	37	60	30	5	95	1.8	1.2	2	1	
實施例 6	59	40	1	—	37	42.8	30	9.1	81.9	6.5	3.8	7.8	1	
實施例 7	59	40	1	—	37	4	90	5	99	0.4	0.2	0.4	1	
實施例 8	59	40	1	—	37	33.7	47	5	85.7	5.1	3.1	6.1	1	
實施例 9	59	40	1	—	37	17.7	30	50	97.7	0.8	0.5	1	1	
實施例 10	59	40	1	—	37	15	30	5	50	17.9	12.1	20	1	
實施例 11	59	40	1	—	37	33	46	7	86	5	3	6	5	
實施例 12	59	40	1	—	37	33	46	7	86	5	3	6	6	
比較例 1	—	40	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
比較例 2	73	26	—	1	23	30	65	3	98	2	—	—	1	
比較例 3	59	40	1	—	9	33	46	7	86	5	3	6	1	
比較例 4	59	40	1	—	75	33	46	7	86	5	3	6	1	
比較例 5	59	40	1	—	37	1	68	10.3	79.3	7.4	4.4	8.9	1	
比較例 6	59	40	1	—	37	70	20.6	3.1	93.7	2.3	1.3	2.7	1	
比較例 7	59	40	1	—	37	48.9	20	10.4	79.3	7.4	4.4	8.9	1	
比較例 8	59	40	1	—	37	3.1	95	0.6	98.7	0.5	0.2	0.6	1	
比較例 9	59	40	1	—	37	14.2	19.8	60	94	2.2	1.2	2.6	1	
比較例 10	59	40	1	—	37	15.3	21.4	3.3	40	21.4	12.9	25.7	1	

※含鈦酸鉛玻璃粉末，有機載體，氧化鋁，氧化錳的含量為相對於厚膜電阻糊組成100wt%的含量。

※鈦酸鉛的含量為相對於含鈦酸鉛玻璃組成100wt%的含量。

※氧化矽，氧化鉛，氧化鋁，氧化鋅，氧化鈣，這些的合計含量，氧化鉛，氧化鋁，氧化鋅，氧化鈣的含量為相對於玻璃成分100wt%的含量。

【 0041 】

【 0042 】

※氧化鈦粉末，鈦酸鋁粉末，玻璃粉末，玻璃粉末，有機載體，氧化鋁的含量為相對於厚膜電阻糊組成100wt%的含量。

※氧化矽，氧化鉛，氧化鋁，氧化鋅，氧化鈣的含量為相對於玻璃成分100wt%的含量。

【表 3】

實施例 及 比較例	換算面積 電阻值 (k Ω)	高溫 TCR (ppm /°C)	微調性 評估	電阻值 變化率 (%)
實施例 1	9.9	38	○	0.13
實施例 2	98000	-186	○	-0.9
實施例 3	0.25	248	○	-0.42
實施例 4	2.2	89	○	-0.27
實施例 5	21	21	○	-0.35
實施例 6	13	39	○	0.1
實施例 7	3	69	○	-0.61
實施例 8	14	20	○	-0.11
實施例 9	2.2	99	○	-0.3
實施例10	16	13	○	-0.33
實施例11	9.1	36	○	0.5
實施例12	9	42	○	0.8
比較例 1	9.5	11	○	1.8
比較例 2	10.2	-9	×	—
比較例 3	>100000	—	—	—
比較例 4	0.23	250	○	1.6
比較例 5	2	92	○	2.2
比較例 6	17	25	×	—
比較例 7	9.8	45	○	1.7
比較例 8	2.7	70	×	—
比較例 9	1.8	105	○	2.3
比較例10	13	15	×	—

【0043】如表3所示，與藉由不使用含釷酸鉛玻璃粉末製作的既有的厚膜電阻糊所形成的比較例1之厚膜電阻體比較，在本發明之藉由使用含釷酸鉛玻璃粉末製作的厚膜糊所形成的實施例1~12之厚膜電阻體中，確認了靜電放電測試前後之電阻值變化率非常低，具有優異的抗浪湧性能(耐高電壓性)。

此外，使用氧化硼之含量少於本發明之申請專利範圍中記載的含量的玻璃成分製作成含釷酸鉛玻璃，並藉由使用該含釷酸鉛玻璃獲得的厚膜電阻糊而形成的比較例2、6、8、10之厚膜電阻體中，確認了微調性不足，不適合商品化。

此外，藉由使用釷酸鉛之含量少於本發明之申請專利範圍中記載的含量的含釷酸鉛玻璃獲得的厚膜電阻糊所形成的比較例3之厚膜電阻體中，確認了含釷酸鉛玻璃粉末之電阻值變得過高，幾乎不顯示導電性。

此外，藉由使用釷酸鉛之含量多於本發明之申請專利範圍中記載的含量的含釷酸鉛玻璃獲得的厚膜電阻糊所形成的比較例4之厚膜電阻體中，確認了和實施例1~12之厚膜電阻體比較，其靜電放電測試前後之電阻值變化率變高，而抗浪湧性能較差。

此外，藉由使用氧化矽或氧化鉛之含量或者這些必需玻璃成分之合計含量超出本發明之申請專利範圍中記載的含量之玻璃成分獲得的厚膜電阻糊所形成的比較例5、7之厚膜電阻體中，或藉由使用氧化硼含量多於本發明之申請

專利範圍中記載的含量的玻璃成分獲得的厚膜電阻糊所形成的比較例9之厚膜電阻體中，亦確認了和實施例1~12之厚膜電阻體比較，其靜電放電測試前後之電阻值變化率變高，而抗浪湧性能較差。

【0044】由以上之測試結果確認了，使用本發明之厚膜電阻糊形成的厚膜電阻體，具有優異的微調性和抗浪湧性能，極為適合使用在近年小型化發展的電子元件。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種厚膜電阻糊，其特徵為：含有含釕酸鉛玻璃粉末和有機載體，

前述含釕酸鉛玻璃粉末，相對於含釕酸鉛玻璃組成100質量%，係含有37質量%以上且70質量%以下的釕酸鉛，

而且，玻璃組成中相對於玻璃成分100質量%係含有：15質量%以上且60質量%以下的氧化矽、30質量%以上且47質量%以下的氧化鉛、和5質量%以上且50質量%以下的氧化硼，

而且，氧化矽和氧化鉛和氧化硼之合計含量相對於玻璃成分100質量%為50質量%以上，

而且，前述含釕酸鉛玻璃粉末之平均粒徑為 $5\mu\text{m}$ 以下。

【請求項2】一種厚膜電阻體，係由如請求項1之厚膜電阻糊之燒結體製成。

【請求項3】一種電氣・電子元件，係具備如請求項2之厚膜電阻體。