



(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 I744625 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 01 日

(21) 申請案號：108113000

(22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 04 月 15 日

(51) Int. Cl. : H02H5/04 (2006.01)

H02H9/02 (2006.01)

(71) 申請人：富致科技股份有限公司 (中華民國) FUZETEC TECHNOLOGY CO., LTD. (TW)
 新北市五股區五工五路 60 號

(72) 發明人：陳繼聖 CHEN, JACK JIH-SANG (TW)；江長鴻 JIANG, CHANG-HUNG (TW)

(74) 代理人：高玉駿；楊祺雄

(56) 參考文獻：

TW I480384

TW I606470

TW 201809168A

CN 104425088A

CN 106024229A

JP 5711365B2

US 6593843B1

US 8558655B1

US 2007/0024413A1

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：1 共 15 頁

(54) 名稱

PTC 電路保護裝置

(57) 摘要

一種 PTC 電路保護裝置，包含一正溫度係數聚合物材料及貼附在該正溫度係數聚合物材料上的兩個電極。該正溫度係數聚合物材料包括一聚合物基材及一分散在該聚合物基材中的顆粒狀導電填料。該聚合物基材是由一聚合物組成物所製成，該聚合物組成物含有一非接枝的聚烯烴。該顆粒狀導電填料包括第一碳化鎢顆粒，該等第一碳化鎢顆粒具有一小於 2.5 μm 的第一平均費氏微篩粒徑，及一第一粒徑分布，該第一粒徑分布的 D10 粒徑小於 2.0 μm ，該第一粒徑分布的 D100 粒徑小於 10.0 μm 。本發明的 PTC 電路保護裝置在高電壓下具有極佳的電穩定性。

指定代表圖：

符號簡單說明：

2:正溫度係數聚合物材料

21:聚合物基材

22:顆粒狀導電填料

3:電極

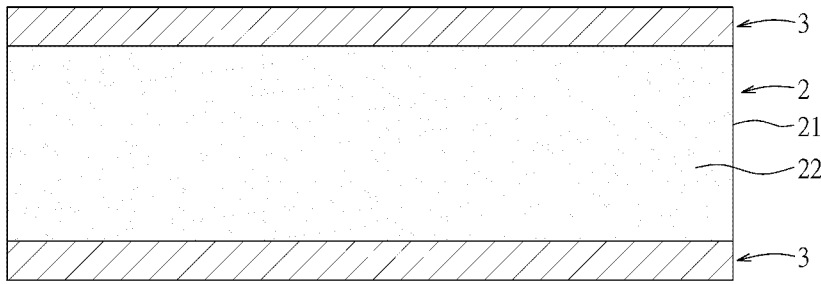


圖 1



I744625

【發明摘要】

【中文發明名稱】PTC 電路保護裝置

【中文】

一種PTC電路保護裝置，包含一正溫度係數聚合物材料及貼附在該正溫度係數聚合物材料上的兩個電極。該正溫度係數聚合物材料包括一聚合物基材及一分散在該聚合物基材中的顆粒狀導電填料。該聚合物基材是由一聚合物組成物所製成，該聚合物組成物含有一非接枝的聚烯烴。該顆粒狀導電填料包括第一碳化鎢顆粒，該等第一碳化鎢顆粒具有一小於 $2.5\ \mu\text{m}$ 的第一平均費氏微篩粒徑，及一第一粒徑分布，該第一粒徑分布的D10粒徑小於 $2.0\ \mu\text{m}$ ，該第一粒徑分布的D100粒徑小於 $10.0\ \mu\text{m}$ 。本發明的PTC電路保護裝置在高電壓下具有極佳的電穩定性。

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

2..... 正溫度係數聚合物材料

22..... 顆粒狀導電填料

21 聚合物基材

3..... 電極

【發明說明書】

【中文發明名稱】 PTC 電路保護裝置

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種正溫度係數(PTC)電路保護裝置，特別是指一種在高電壓下具有極佳電穩定性的PTC電路保護裝置。

【先前技術】

【0002】 正溫度係數(Positive temperature coefficient, PTC)元件展現出等效於電路保護裝置(例如可復式保險絲)的正溫度係數效應。該PTC元件包括一PTC聚合物材料，及貼附該PTC聚合物材料兩相反表面的一第一電極及一第二電極。

【0003】 該PTC聚合物材料包括一含有一晶體區域及一非晶體區域的聚合物基材，及一顆粒狀導電填料。該顆粒狀導電填料分散於該聚合物基體之非晶體區域，並形成一用於電連接該第一電極及該第二電極之間的連續導電路徑。該正溫度係數效應指的是一種現象，該現象是當該晶體區域的溫度被升高至其熔點時，該晶體區域中的結晶開始熔化，從而產生一新的非晶體區域。當該新的非晶體區域增加至一合併至該原非晶體區域的程度時，該顆粒狀導電填料的導電路徑會轉變為非連續且該PTC聚合物材料的阻值會大幅增加，造成該第一電極及該第二電極之間電不導通。

【0004】 雖然該PTC聚合物材料的導電性可藉由使用顆粒狀非碳顆粒(例如金屬顆粒)而顯著提升，但該等導電非碳顆粒具有的高

導電性容易導致使用該PTC聚合物材料時在其中產生不希望有的電弧。電弧會使該PTC聚合物材料的分子結構惡化而造成該PTC元件的電性不穩定，並使該PTC元件的使用年限減低。

【0005】 美國專利US 10,147,525 B1公開一種PTC聚合物材料。該PTC聚合物材料包括一聚合物基材及分散在該聚合物基材中的碳化鎢顆粒。基於該等碳化鎢顆粒的總重，該碳化鎢顆粒的總碳含量的範圍為5.0~6.0 wt%，因此含有該PTC聚合物材料的裝置可在12 Vdc中操作且電穩定性可獲得改善。然而，仍有需要進一步提升在較高電壓(例如30 Vdc)中的電穩定性。

【發明內容】

【0006】 因此，本發明之目的，即在提供一種PTC電路保護裝置，可以克服上述先前技術的至少一個缺點。

【0007】 於是，本發明PTC電路保護裝置包含一正溫度係數聚合物材料及貼附在該正溫度係數聚合物材料上的兩個電極。該正溫度係數聚合物材料包括一聚合物基材及一分散在該聚合物基材中的顆粒狀導電填料。

【0008】 該聚合物基材是由一聚合物組成物所製成，該聚合物組成物含有一非接枝的聚烯烴。該顆粒狀導電填料包括第一碳化鎢顆粒，該等第一碳化鎢顆粒具有一小於2.5 μm 的第一平均費氏微篩粒徑(Fisher sub-sieve particle size, FSSS)，及一第一粒徑分布，該第一粒徑分布的D10粒徑小於2.0 μm ，該第一粒徑分布的D100粒徑小於10.0 μm 。

【0009】 本發明之功效在於：本發明的PTC電路保護裝置在高電壓下具有極佳的電穩定性。

【0010】 以下將就本發明內容進行詳細說明：

【0011】 在某些具體實施例中，該非接枝的聚烯烴是非接枝的聚乙烯。在某些具體實施例中，該非接枝的聚烯烴是高密度聚乙烯(HDPE)。

【0012】 在某些具體實施例中，該聚合物組成物還包括一經接枝的聚烯烴。在某些具體實施例中，該經接枝的聚烯烴是經羧酸酐接枝的聚乙烯。該經羧酸酐接枝的聚乙烯可為經羧酸酐接枝的高密度聚乙烯。在本實施例中，該經羧酸酐接枝的高密度聚乙烯是經馬來酸酐接枝的高密度聚乙烯。

【0013】 在某些具體實施例中，該等第一碳化鎢顆粒的第一平均費氏微篩粒徑大於 $1.9\ \mu\text{m}$ 。在某些具體實施例中，該等第一碳化鎢顆粒的第一平均費氏微篩粒徑小於 $2.0\ \mu\text{m}$ 。

【0014】 在某些具體實施例中，該第一粒徑分布的D10粒徑大於 $0.9\ \mu\text{m}$ 。在某些具體實施例中，該第一粒徑分布的D10粒徑小於 $1.0\ \mu\text{m}$ 。

【0015】 在某些具體實施例中，該第一粒徑分布的D100粒徑大於 $7.0\ \mu\text{m}$ 。在某些具體實施例中，該第一粒徑分布的D100粒徑小於 $8.0\ \mu\text{m}$ 。

【0016】 較佳地，該等第一碳化鎢顆粒具有一總碳含量，基於該等第一碳化鎢顆粒的總重，該總碳含量的範圍為 $5.0\sim 6.1\ \text{wt}\%$ 。在某些具體實施例中，該等第一碳化鎢顆粒具有一總碳含量，基於

該等第一碳化鎢顆粒的總重，該總碳含量的範圍為5.6~6.1 wt%。在某些具體實施例中，該等第一碳化鎢顆粒具有一總碳含量，基於該等第一碳化鎢顆粒的總重，該總碳含量的範圍為5.6~5.9 wt%。

【0017】 在某些具體實施例中，基於該正溫度係數聚合物材料的總重，該聚合物基材的含量範圍為4~6 wt%，該顆粒狀導電填料的含量範圍為94~96 wt%。在某些具體實施例中，基於該正溫度係數聚合物材料的總重，該等第一碳化鎢顆粒的含量至少為48 wt%。

【0018】 在某些具體實施例中，該顆粒狀導電填料還包括第二碳化鎢顆粒，該等第二碳化鎢顆粒具有一大於該第一平均費氏微篩粒徑的第二平均費氏微篩粒徑，及一第二粒徑分布，該第二粒徑分布的D10粒徑大於該第一粒徑分布的D10粒徑，且該第二粒徑分布的D100粒徑大於該第一粒徑分布的D100粒徑。

【0019】 在某些具體實施例中，該等第一碳化鎢顆粒的含量大於或等於該等第二碳化鎢顆粒的含量。在某些具體實施例中，如前所述，基於該正溫度係數聚合物材料的總重，該等第一碳化鎢顆粒的含量至少為48 wt%。

【圖式簡單說明】

【0020】 本發明之其他的特徵及功效，將於參照圖式的實施方式中清楚地呈現，其中：

〔圖1〕是本發明 PTC 電路保護裝置的實施例的剖視示意圖。

【實施方式】

【0021】 本發明將就以下實施例來作進一步說明，但應瞭解的是，該等實施例僅為例示說明之用，而不應被解釋為本發明實施之限制。

【0022】 參閱圖1，本發明PTC電路保護裝置之實施例包含一正溫度係數聚合物材料2及分別貼附在該正溫度係數聚合物材料2之兩相反面上的兩個電極3。

【0023】 該正溫度係數聚合物材料2包括一聚合物基材21及一分散在該聚合物基材21中的顆粒狀導電填料22。該聚合物基材21是由一聚合物組成物所製成，該聚合物組成物含有一非接枝的聚烯烴。

【0024】 根據本發明，該顆粒狀導電填料包括第一碳化鎢顆粒，該等第一碳化鎢顆粒具有一小於 $2.5\ \mu\text{m}$ 的第一平均費氏微篩粒徑，及一第一粒徑分布，該第一粒徑分布的D10粒徑小於 $2.0\ \mu\text{m}$ ，該第一粒徑分布的D100粒徑小於 $10.0\ \mu\text{m}$ 。

【0025】 實施例**【0026】 <實施例1 (E1)>**

【0027】 在Brabender混煉機中混煉9 g HDPE(購自於台灣塑膠工業股份有限公司，型號為HDPE 9002)作為非接枝的聚烯烴、9 g經馬來酸酐接枝的HDPE(購自於Dupont，型號為MD100D)作為經接枝的聚烯烴、及282 g碳化鎢顆粒(WC-1顆粒)作為顆粒狀導電填料的第一碳化鎢顆粒。

【0028】 如表1所示，該等WC-1顆粒的平均費氏微篩粒徑為1.96 μm ，總碳含量為5.6 wt%，粒徑分佈的D10粒徑為0.97 μm ，粒徑分佈的D100粒徑為7.09 μm 。該等WC-1顆粒藉由使鎢金屬及碳顆粒接觸並在約1750°C中及氫氣存在下碳化，接著以高壓空氣粉碎成顆粒所製成。該混煉溫度為200°C，攪拌速度為50 rpm，加壓重量為5 kg，混煉時間為10 min。

【0029】 所得的混煉混合物經熱壓而壓制成該正溫度係數聚合物材料2的薄片，其厚度為0.28 mm。該熱壓溫度為200°C，熱壓時間為4 min，該熱壓壓力為80 kg/cm^2 。兩個銅箔片(作為電極)貼附至該薄片的二相反側，並在熱壓溫度為200°C、熱壓時間為4 min、熱壓壓力為80 kg/cm^2 的環境下熱壓以形成一厚度為0.35 mm三明治結構的正溫度係數層合體。該正溫度係數層合體被裁切成多個尺寸為4.5 mm×3.2 mm×0.35 mm的測試樣品，並用Co-60 γ 射線以總輻射劑量150 kGy照射。

【0030】 < 實施例2及3 (E2及E3) >

【0031】 實施例2及3 (E2及E3)之測試樣品的製程條件與實施例1相似，差異之處在於將該等第一碳化鎢顆粒、HDPE及經接枝的HDPE的使用量分別改變如表1所示。

【0032】 < 實施例4及5 (E4及E5) >

【0033】 實施例4及5 (E4及E5)之測試樣品的製程條件與實施例3相似，差異之處在於將作為第一碳化鎢顆粒的該等碳化鎢顆粒類型分別改變為WC-2顆粒及WC-3顆粒。

【0034】 如表1所示，該等WC-2顆粒的平均費氏微篩粒徑為2.45 μm ，總碳含量為5.9 wt%，粒徑分佈的D10粒徑為1.90 μm ，粒徑分佈的D100粒徑為9.86 μm 。該等WC-3顆粒的平均費氏微篩粒徑為2.40 μm ，總碳含量為6.1 wt%，粒徑分佈的D10粒徑為1.52 μm ，粒徑分佈的D100粒徑為8.92 μm 。

【0035】 <實施例6及7 (E6及E7)>

【0036】 實施例6及7 (E6及E7)之測試樣品的製程條件與實施例3相似，差異之處在於該顆粒狀導電填料還包括不同量的碳化鎢顆粒(WC-4顆粒)作為第二碳化鎢顆粒。

【0037】 如表1所示，該等WC-4顆粒的平均費氏微篩粒徑為3.10 μm ，總碳含量為5.6 wt%，粒徑分佈的D10粒徑為2.56 μm ，粒徑分佈的D100粒徑為18.50 μm 。該等WC-4顆粒藉由使鎢金屬及碳顆粒接觸並在約1750°C中及氫氣存在下碳化所製成。HDPE、經接枝的HDPE、該等第一碳化鎢顆粒及該等第二碳化鎢顆粒的使用量分別如表1所示。

【0038】 <比較例1至5 (CE1至CE5)>

【0039】 比較例1至5 (CE1至CE5)之測試樣品的製程條件分別與實施例1至5相似，差異之處在於比較例1至3將作為第一碳化鎢顆粒的該等碳化鎢顆粒類型改變為WC-4顆粒，比較例4及5將作為第一碳化鎢顆粒的該等碳化鎢顆粒類型分別改變為WC-5顆粒及WC-6顆粒。

【0040】 如表1所示，該等WC-5顆粒的平均費氏微篩粒徑為2.93 μm ，總碳含量為5.9 wt%，粒徑分佈的D10粒徑為2.45 μm ，

粒徑分佈的D100粒徑為16.21 μm 。該等WC-6顆粒的平均費氏微篩粒徑為2.91 μm ，總碳含量為6.1 wt%，粒徑分佈的D10粒徑為2.08 μm ，粒徑分佈的D100粒徑為15.34 μm 。

【表1】

	聚合物基材		顆粒狀導電填料											
			第一碳化鎢(WC)顆粒						第二碳化鎢顆粒					
	HDPE (wt%)	經接枝的HDPE (wt%)	類型	wt%	FSSS (μm)	D10 (μm)	D100 (μm)	總 W/C 含量 (wt%)	類型	wt%	FSSS (μm)	D10 (μm)	D100 (μm)	總 W/C 含量 (wt%)
E1	3.0	3.0	WC-1	94.0	1.96	0.97	7.09	94.4/5.6						
E2	2.5	2.5	WC-1	95.0	1.96	0.97	7.09	94.4/5.6						
E3	2.0	2.0	WC-1	96.0	1.96	0.97	7.09	94.4/5.6						
E4	2.0	2.0	WC-2	96.0	2.45	1.90	9.86	94.1/5.9						
E5	2.0	2.0	WC-3	96.0	2.40	1.52	8.92	93.9/6.1						
E6	2.0	2.0	WC-1	72.0	1.96	0.97	7.09	94.4/5.6	WC-4	24.0	3.10	2.56	18.50	94.4/5.6
E7	2.0	2.0	WC-1	48.0	1.96	0.97	7.09	94.4/5.6	WC-4	48.0	3.10	2.56	18.50	94.4/5.6
CE1	3.0	3.0	WC-4	94.0	3.10	2.56	18.50	94.4/5.6						
CE2	2.5	2.5	WC-4	95.0	3.10	2.56	18.50	94.4/5.6						
CE3	2.0	2.0	WC-4	96.0	3.10	2.56	18.50	94.4/5.6						
CE4	2.0	2.0	WC-5	96.0	2.93	2.45	16.21	94.1/5.9						
CE5	2.0	2.0	WC-6	96.0	2.91	2.08	15.34	93.9/6.1						

【0041】 每一實施例及每一比較例皆使用微歐姆計測試10個樣品。分別測量E1~E7及CE1~CE5之測試樣品在25°C中的初始電阻(R_i , ohm)及體積電阻率(V-R, ohm-cm)，其平均值分別如表2所示。

【0042】 性能測試

【0043】 將兩個錫箔片分別貼附至E1~E7及CE1~CE5之每一測試樣品的該等銅箔片上，以進行下述的崩壞(breakdown)測試、切換循環(switching cycle)測試及老化(aging)測試。

【0044】 [崩壞測試(Breakdown test)]

【0045】 分別對E1~E7及CE1~CE5所製得樣品進行崩壞測試：每一實施例及每一比較例皆先測試10個樣品，以起始電壓8 Vdc及定電流10 A通電60 s後斷電60 s循環10次進行測試。若10個樣品皆沒有燒燬(表示通過率為100%)，另取10個樣品，並將電壓改變為12 Vdc循環10次進行測試。若皆沒有燒燬，逐次電壓改變為增加4 Vdc。分別記錄E1~E7及CE1~CE5之測試樣品測試後10個樣品皆不燒燬的最高耐受電壓(即崩壞電壓)，結果如表2所示。

【0046】 由表2可以看出，E1~E7之測試樣品的崩壞電壓(40~48 Vdc)明顯高於對應的CE1~CE5之測試樣品的崩壞電壓(8~12 Vdc)。此結果顯示含有平均費氏微篩粒徑小於2.5 μm 、粒徑分布的D10粒徑小於2.0 μm 且粒徑分布的D100粒徑小於10.0 μm 的碳化鎢顆粒的PTC裝置可有效抵擋在較高電壓中崩壞。

【0047】 此外，相較於CE3之測試樣品，E6及E7之測試樣品除了含有粒徑較大的WC-4以外，還含有粒徑較小的WC-1(且其含量不小於WC-4的含量)，展現出較高的崩壞電壓。

【0048】 因此，申請人推測粒徑較小的碳化鎢顆粒在高電壓及高電流中的互相接觸較少(即傾向分散)，可避免不希望有的電弧及閃絡(flashover)，進而防止PTC裝置損毀或燒燬。

【0049】 [切換循環測試(Switching cycle test)]

【0050】 每一實施例及每一比較例皆進行切換循環測試10個樣品。分別以30 Vdc的電壓及10 A的電流接通E1~E7及CE1~CE5之測試樣品60秒，接著切斷60秒，如此進行7200次切換循環。分別測量開始前及7200次循環後的每一測試樣品的電阻(R_i 及 R_f)，測

定每一實施例及每一比較例的平均電阻變化率($R_f/R_i \times 100\%$)，並計算每一實施例及每一比較例的切換循環通過率($n/10 \times 100\%$ ， n 表示通過切換循環測試而沒有燒燬的測試樣品數量)。切換循環測試的結果顯示於表2。

【0051】 結果顯示E1~E7之測試樣品全部通過切換循環測試(切換循環通過率100%)。而CE1~CE5之測試樣品的切換循環通過率皆在20%以下，其表示CE1~CE5之測試樣品在30 Vdc的電壓下容易損毀。此外，E1~E7之測試樣品的平均電阻變化率明顯低於CE1~CE5。

【0052】 [老化測試(Aging test)]

【0053】 每一實施例及每一比較例皆進行老化測試10個樣品。分別施加30 Vdc的電壓及10 A的電流於E1~E7及CE1~CE5之測試樣品1000小時。分別測量開始前及施加1000小時後的每一測試樣品的電阻(R_i 及 R_f)，測定每一實施例及每一比較例的平均電阻變化率($R_f/R_i \times 100\%$)，並計算每一實施例及每一比較例的老化通過率($n/10 \times 100\%$ ， n 表示通過老化測試而沒有燒毀的測試樣品數量)。老化測試的結果顯示於表2。

【0054】 結果顯示E1~E7之測試樣品全部通過老化測試(老化通過率100%)。CE1~CE5之測試樣品的老化通過率皆在20%以下，其表示CE1~CE5之測試樣品在30 Vdc的電壓下容易損毀。此外，E1~E7之測試樣品的平均電阻變化率明顯低於CE1~CE5。

【表2】

測試樣品	崩壞 測試	切換循環測試 (7200次循環)	老化測試 (1000小時)
------	----------	---------------------	------------------

	R_i (ohm)	V-R (ohm-cm)	(Vdc)	$R_f/R_i \times 100\%$	通過率	$R_f/R_i \times 100\%$	通過率
E1	0.00452	0.01860	48	2777%	100%	1232%	100%
E2	0.00403	0.01658	48	2674%	100%	1259%	100%
E3	0.00361	0.01485	48	2886%	100%	1198%	100%
E4	0.00385	0.01584	40	2751%	100%	1365%	100%
E5	0.00407	0.01675	40	3702%	100%	2012%	100%
E6	0.00396	0.01629	36	5730%	100%	2861%	100%
E7	0.00426	0.01753	32	6969%	100%	3769%	100%
CE1	0.00524	0.02156	12	12029%	20%	8057%	10%
CE2	0.00448	0.01843	12	12533%	20%	8869%	20%
CE3	0.00405	0.01666	12	13265%	10%	9124%	20%
CE4	0.00423	0.01740	12	14572%	10%	12328%	10%
CE5	0.00511	0.02102	8	NA	0%	NA	0%

【0055】 在表2中，“NA”表示無法獲得。

【0056】 綜上所述，藉由含有平均費氏微篩粒徑小於2.5 μm 、粒徑分布的D10粒徑小於2.0 μm 且粒徑分布的D100粒徑小於10.0 μm 的碳化鎢顆粒，本發明PTC電路保護裝置可在較高電壓(例如30 Vdc)中操作並展現良好的電穩定性，故確實能達成本發明之目的。

【0057】 惟以上所述者，僅為本發明之實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，凡是依本發明申請專利範圍及專利說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【符號說明】

【0058】

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 2..... 正溫度係數聚合物材料 | 22..... 顆粒狀導電填料 |
| 21..... 聚合物基材 | 3..... 電極 |

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種PTC電路保護裝置，包含：

一正溫度係數聚合物材料，包括一聚合物基材及一分散在該聚合物基材中的顆粒狀導電填料；及

貼附在該正溫度係數聚合物材料上的兩個電極；

其中，該聚合物基材是由一聚合物組成物所製成，該聚合物組成物含有一非接枝的聚烯烴；及

其中，該顆粒狀導電填料包括第一碳化鎢顆粒，該等第一碳化鎢顆粒具有一小於 $2.5\ \mu\text{m}$ 且大於 $1.9\ \mu\text{m}$ 的第一平均費氏微篩粒徑，及一第一粒徑分布，該第一粒徑分布的D10粒徑小於 $2.0\ \mu\text{m}$ 且大於 $0.9\ \mu\text{m}$ ，該第一粒徑分布的D100粒徑小於 $10.0\ \mu\text{m}$ 且大於 $7.0\ \mu\text{m}$ ；基於該正溫度係數聚合物材料的總重，該等第一碳化鎢顆粒的含量範圍為48~96 wt%。

【第2項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，該等第一碳化鎢顆粒的第一平均費氏微篩粒徑小於 $2.0\ \mu\text{m}$ 且大於 $1.9\ \mu\text{m}$ 。

【第3項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，該第一粒徑分布的D10粒徑小於 $1.0\ \mu\text{m}$ 且大於 $0.9\ \mu\text{m}$ 。

【第4項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，該第一粒徑分布的D100粒徑小於 $8.0\ \mu\text{m}$ 且大於 $7.0\ \mu\text{m}$ 。

- 【第5項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，基於該正溫度係數聚合物材料的總重，該聚合物基材的含量範圍為4~6 wt%，該顆粒狀導電填料的含量範圍為94~96 wt%。
- 【第6項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，該非接枝的聚烯烴是高密度聚乙烯。
- 【第7項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，該聚合物組成物還包括一經接枝的聚烯烴。
- 【第8項】 如請求項7所述的PTC電路保護裝置，其中，該經接枝的聚烯烴是經羧酸酐接枝的高密度聚乙烯。
- 【第9項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，該等第一碳化鎢顆粒具有一總碳含量，基於該等第一碳化鎢顆粒的總重，該總碳含量的範圍為5.0~6.1 wt%。
- 【第10項】 如請求項1所述的PTC電路保護裝置，其中，該等第一碳化鎢顆粒具有一總碳含量，基於該等第一碳化鎢顆粒的總重，該總碳含量的範圍為5.6~5.9 wt%。

【發明圖式】

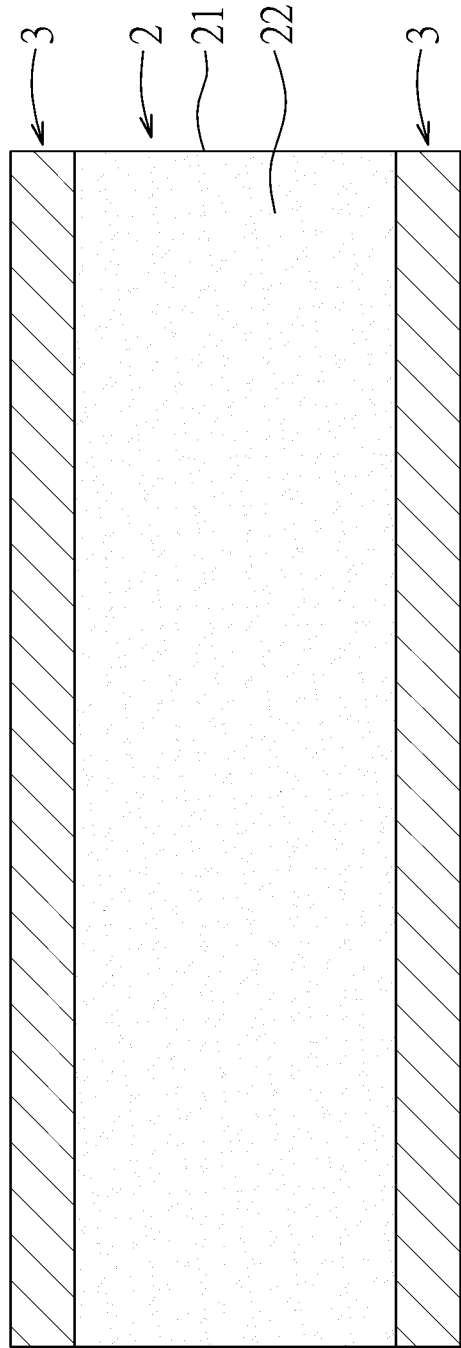


圖 1