



(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 I766724 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：110121151

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 10 日

(51) Int. Cl. : H01C1/14 (2006.01)

H01C1/144 (2006.01)

H01C17/065 (2006.01)

H01C7/02 (2006.01)

H01C1/028 (2006.01)

(71) 申請人：聚鼎科技股份有限公司 (中華民國) POLYTRONICS TECHNOLOGY CORPORATION (TW)

新竹市東區科學園區工業東四路 24-1 號

(72) 發明人：李豐吉 LI, FENG JI (TW)；李依璇 LEE, YI-HSUAN (TW)；張永賢 CHANG, YUNG HSIEN (TW)

審查人員：徐新翰

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：4 共 26 頁

(54) 名稱

插件式過電流保護元件

(57) 摘要

一種插件式過電流保護元件包括一 PTC 元件、一第一電極接腳、一第二電極接腳及一絕緣包覆層。PTC 元件，包含第一導電層、第二導電層及疊設於第一和第二導電層間的 PTC 材料層，該 PTC 材料層包含結晶性高分子聚合物及均勻散佈於其中之導電填料。第一電極接腳的一端連接該第一導電層。第二電極接腳的一端連接該第二導電層。絕緣包覆層包括一含氟高分子材料，且包覆該 PTC 元件的整個外表面以及第一和第二電極接腳連接該 PTC 元件的一端。該絕緣包覆層具有 $10^2 \sim 10^5$ nm 的厚度，及該插件式過電流保護元件於高溫高濕環境中 336 小時後的初始電阻值 R_{bf} 在 $0.0017 \sim 0.0027 \Omega$ 之間。

A radial-leaded over-current protection device comprises a PTC device, a first electrode lead, a second electrode lead and an insulating encapsulation. The PTC device comprises a first conductive layer, a second conductive layer and a PTC material layer laminated therebetween. The PTC material layer comprises crystalline polymer and conductive ceramic filler dispersed therein. The first electrode lead has an end connecting to the first conductive layer, whereas the second electrode lead has an end connecting to the second conductive layer. The insulating encapsulation includes a fluorine-containing polymer, and wraps around an entire outer surface of the PTC device and the ends of the first and second electrodes connecting to the PTC device. The insulating encapsulation has a thickness of $10^2 \sim 10^5$ nm, and the radial-leaded over-current protection device has an initial resistance R_{bf} of $0.0017 \sim 0.0027 \Omega$.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:過電流保護元件

11:PTC 元件

12:第一電極接腳

13:第二電極接腳

14:絕緣包覆層

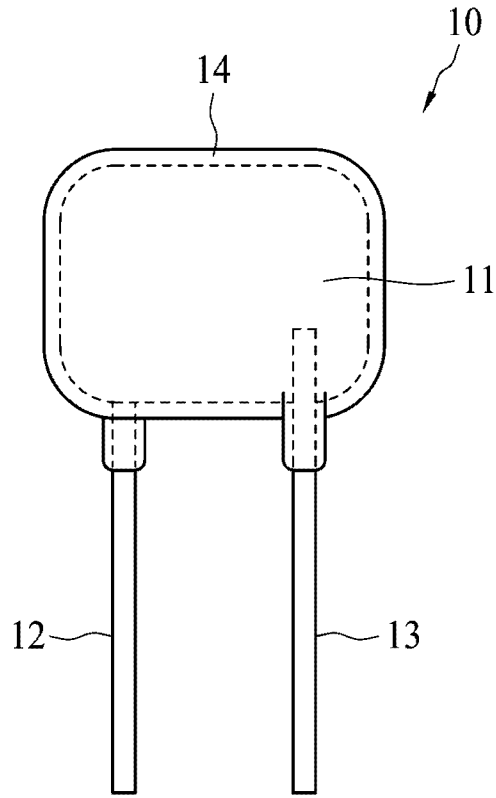


圖 1



I766724

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 插件式過電流保護元件

【英文發明名稱】 Radial-Leaded Over-Current Protection Device

【中文】

一種插件式過電流保護元件包括一PTC元件、一第一電極接腳、一第二電極接腳及一絕緣包覆層。PTC元件，包含第一導電層、第二導電層及疊設於第一和第二導電層間的PTC材料層，該PTC材料層包含結晶性高分子聚合物及均勻散佈於其中之導電填料。第一電極接腳的一端連接該第一導電層。第二電極接腳的一端連接該第二導電層。絕緣包覆層包括一含氟高分子材料，且包覆該PTC元件的整個外表面以及第一和第二電極接腳連接該PTC元件的一端。該絕緣包覆層具有 $10^2\sim 10^5\text{nm}$ 的厚度，及該插件式過電流保護元件於高溫高濕環境中336小時後的初始電阻值 R_{bf} 在 $0.0017\sim 0.0027\Omega$ 之間。

【英文】

A radial-leaded over-current protection device comprises a PTC device, a first electrode lead, a second electrode lead and an insulating encapsulation. The PTC device comprises a first conductive layer, a second conductive layer and a PTC material layer laminated therebetween. The PTC material layer comprises crystalline polymer and conductive ceramic filler dispersed therein. The first electrode lead has an end connecting to the first conductive layer, whereas the second electrode lead has an end connecting to the second conductive layer. The insulating encapsulation includes a fluorine-containing polymer, and wraps around an entire outer surface of the PTC device and the ends of the first and second electrodes connecting to the PTC device.

The insulating encapsulation has a thickness of $10^2\sim 10^5$ nm, and the radial-leaded over-current protection device has an initial resistance R_{bf} of 0.0017~0.0027 Ω .

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 10 過電流保護元件
- 11 PTC元件
- 12 第一電極接腳
- 13 第二電極接腳
- 14 絕緣包覆層

【發明說明書】

【中文發明名稱】 插件式過電流保護元件

【英文發明名稱】 Radial-Leaded Over-Current Protection Device

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種插件式(radial-leaded)過電流保護元件，更具體而言，係關於一種具有低初始電阻值和良好電阻再現性之插件式過電流保護元件。

【先前技術】

【0002】 由於具有正溫度係數(Positive Temperature Coefficient；PTC)特性之導電複合材料之電阻具有對溫度變化反應敏銳的特性，可作為電流感測元件之材料，且目前已被廣泛應用於過電流保護元件或電路元件上。由於PTC導電複合材料在正常溫度下之電阻可維持極低值，使電路或電池得以正常運作。但是，當電路或電池發生過電流(over-current)或過高溫(overtemperature)的現象時，其電阻值會瞬間提高至一高電阻狀態(至少 $10^4 \Omega$ 以上)，即所謂之觸發(trip)，而將過量之電流反向抵銷，以達到保護電池或電路元件之目的。

【0003】 以高分子PTC材料為例，通常使用碳黑作為導電填料，而將碳黑分散在結晶性高分子聚合物之間。這種晶體結構使的碳粒子集中分佈在晶界中，它們之間排的非常緊密，電流可以經由這些「碳鏈」流過絕緣的塑料聚合物。在正常室溫條件下，這些高分子聚合物中存有相當數量的碳鏈，因此構成了導電之通道。

【0004】 當過電流使得元件溫度上升直到超過高分子聚合物的相變溫度（例如熔點），一旦超過了這個相變溫度，高分子聚合物會膨脹，使得那些結晶性結構會被破壞，變成了不規則狀態。這樣一來導電之碳鏈通道被破壞，故不能再傳導電流，使得電阻也隨之急劇上升，即所謂的「觸發(trip)」現象。

【0005】 當溫度回復至低於其相變溫度時，聚合物會重新結晶，導電碳鏈也再重新形成。但實務上因高分子聚合物膨脹無法完全回復的關係，使得導電碳鏈並無法維持原有的導電性，因此電阻無法回復至原來的低阻值。另外，多次觸發後有電阻值大幅增加的現象，亦即有電阻回復性或電阻再現性不佳的問題。

【0006】 為了解決電阻回復性或電阻再現性不佳的問題，可考慮利用一般傳統電子元件封裝方式在元件周圍包覆一環氧樹脂封裝層，以阻擋水和氧入侵元件，避免影響元件的電氣特性。然而，現今手持式電子產品對於輕薄短小的要求越來越高，同時也對於各主被動元件的尺寸與厚度的限制也更加嚴苛。若在插件式(radial-leaded)元件過電流保護元件周圍包覆一環氧樹脂層，環氧樹脂層將具有至少2mm以上的厚度，這並不符合插件式過電流保護元件小型化的趨勢。

【0007】 再者，傳統上，為了形成環氧樹脂封裝層，必須先將插件式過電流保護元件進行一環氧樹脂粉體的塗裝步驟，使得環氧樹脂粉末沾附在插件式過電流保護元件的PTC元件的整個表面上後，再執行約140°C的高溫固化步驟，藉此將沾附的環氧樹脂粉末予以硬化形成一封裝層。但，這個高溫固化步驟會增加元件的電阻值，即元件具有高的初始電阻值。

【0008】 此外，環氧樹脂的阻水和氧的能力有其材料極限，現今的插件式過電流保護元件需要更好的封裝材料，以使插件式過電流保護元件具有極佳的電阻回復性或電阻再現性以及單面積的可承受電流。

【發明內容】

【0009】 本發明提供一種插件式過電流保護元件，通過在PTC元件的整個外表面包覆一絕緣包覆層，可以避免水和氧入侵元件。由於絕緣包覆層極薄，插件式過電流保護元件非常適合在小型化電子產品應用。本發明之插件式過電流保護元件具有極低的初始電阻值、極佳的電阻回復性和單位面積的可承受電流。此外，絕緣包覆層的製程簡單，可以降低元件的生產成本，並避免由高溫固化步驟導致的電阻值升高。

【0010】 根據本發明的一實施例，一種插件式過電流保護元件包括一PTC元件、一第一電極接腳、一第二電極接腳及一絕緣包覆層。PTC元件包含第一導電層、第二導電層及疊設於第一和第二導電層間的PTC材料層，該PTC材料層包含結晶性高分子聚合物及均勻散佈於其中之導電填料。第一電極接腳的一端連接該第一導電層。第二電極接腳的一端連接該第二導電層。絕緣包覆層包括一含氟高分子材料，且絕緣包覆層包覆該PTC元件以及第一和第二電極接腳連接該PTC元件的一端。該絕緣包覆層具有 $10^2\sim 10^5\text{nm}$ 的厚度，及該插件式過電流保護元件的初始電阻值 R_{br} 在 $0.0017\sim 0.0027\Omega$ 之間。

【0011】 一實施例中，該結晶性高分子聚合物係選自：高密度聚乙烯、中密度聚乙烯、低密度聚乙烯、聚乙烯蠟、乙烯聚合物、聚丙烯、聚氯乙烯、聚氟乙烯、乙烯-壓克力酸共聚物、乙烯-壓克力脂共聚物或烯烴類單體與乙烯醇類單體之共聚物。

【0012】 一實施例中，該導電填料係選自：碳黑、鎳、鈷、銅、鐵、錫、鉛、銀、金、鉑、碳化鈦、碳化鎢、碳化鈮、碳化鋳、碳化鋁、碳化鉬、

碳化鉛、硼化鈦、硼化鈳、硼化鋯、硼化鈮、硼化鉬、硼化鈷、氮化鋯或前述材料之混合物、合金、固溶體或核殼體。

【0013】一實施例中，該PTC材料層另包含非導電填料，其係選自：氧化鋅、氧化銻、氧化鋁、氧化矽、碳酸鈣、硫酸鎂或硫酸鋇、氫氧化鎂、氫氧化鋁、氫氧化鈣或氫氧化鋇。

【0014】一實施例中，該第一或第二電極接腳為銅箔、鎳箔或鍍鎳銅箔。

【0015】一實施例中，該含氟高分子材料係由含氟脂肪高分子、含氟乙烯共聚合物、含氟乙烯-乙烯基醚共聚合物、氟碳高分子或其混合物組成。

【0016】一實施例中，該含氟高分子材料可溶解在氟化醚類有機溶劑中。

【0017】一實施例中，該氟化醚類有機溶劑是乙基九氟異丁基醚、乙基九氟丁基醚、甲基九氟異丁基醚、甲基九氟丁基醚或其混合物。

【0018】一實施例中，該絕緣包覆層更包含奈米填充材料，該奈米填充材料是蒙托土、二氧化矽、二氧化鋁或其混合物。

【0019】一實施例中，該插件式過電流保護元件於高溫高濕環境中336小時後的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.21之間，單位面積的可承受電流在0.85~1.10A/mm²之間。

【0020】一實施例中，該插件式過電流保護元件於40°C/95%的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.09之間，單位面積的可承受電流在0.85~1.10A/mm²之間。

【0021】一實施例中，該插件式過電流保護元件於65°C/90%的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.13之間，單位面積的可承受電流在0.87~1.10A/mm²之間。

【0022】 一實施例中，該插件式過電流保護元件於85°C/85%的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.15~1.21之間，單位面積的可承受電流在0.87~1.10A/mm²之間。

【0023】 本發明的插件式過電流保護元件使用一厚度極薄的絕緣包覆層來包覆PTC元件的整個外表面，非常適合在小型化電子產品應用，亦可避免水和氧入侵元件，藉此元件具有極佳的初始電阻值、電阻回復性和單位面積的可承受電流。同時，絕緣包覆層的製程簡單，可以降低元件的生產成本，並避免由高溫固化步驟導致的電阻值升高。

【圖式簡單說明】

【0024】

圖1和2繪示本發明第一實施例之插件式過電流保護元件。

圖3和4繪示本發明第二實施例之插件式過電流保護元件。

【實施方式】

【0025】 為讓本發明之上述和其他技術內容、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉出相關實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【0026】 本發明藉由在插件式過電流保護元件的PTC元件的整個周圍(即整個外表面)形成厚度非常薄的一絕緣包覆層，非常適合在小型化電子產品應用。此外，該絕緣包覆膜包括含氟高分子材料，其可防止水和氧入侵PTC元件，藉此使插件式過電流保護元件具有極低的初始電阻值和極佳的電阻回復性，並可提升插件式過電流保護元件之單位面積的可承受電流(A/mm²)。

【0027】圖1和圖2顯示本發明第一實施例之插件式過電流保護元件。圖2係圖1的右側視圖。本發明的插件式過電流保護元件10包含PTC元件11、第一和第二電極接腳12和13以及絕緣包覆層14。PTC元件11包含第一導電層15、第二導電層16及疊設於第一和第二導電層15和16間的PTC材料層17。第一電極接腳12的一端連接該第一導電層15。同樣地，第二電極接腳13的一端連接該第二導電層16。絕緣包覆層14包覆該PTC元件11以及第一和第二電極接腳12和13連接該PTC元件11的一端，但不包覆第一和第二電極接腳12和13的另一端。第一和第二電極接腳12和13的該另一端是用於焊接至電路板，以使插件式過電流保護元件10對外部電路起到過電流保護作用。

【0028】除圖1和圖2所示之外，本發明之插件式過電流保護元件亦可如圖3和4所示，其中圖4係圖3所示元件的右側視圖。插件式過電流保護元件20包含PTC元件21、第一和第二電極接腳22和23以及絕緣包覆層24。PTC元件21包含第一導電層25、第二導電層26及疊設於第一和第二導電層25和26間的PTC材料層27。相較於PTC元件11之約成方形設計，PTC元件21則採圓形設計。另外，第一和第二電極接腳22和23有彎折處，可提供緩衝和安裝時定位的功能。

【0029】表1顯示本發明實施例(E1~E2)和比較例(C1~C4)之PTC材料層中各成分的體積百分比，其中該PTC材料層主要包含結晶性高分子聚合物及導電填料。結晶性高分子聚合物使用高密度聚乙烯(HDPE)。導電填料使用碳化鎢(WC)，其體積電阻率小於 $500\mu\Omega\text{-cm}$ 。其中結晶性高分子聚合物佔PTC材料層之體積百分比約在50~60%，其亦可為52%、54%、56%或58%。導電填料佔PTC材料層之體積百分比約在40~50%之間，其亦可為42%、44%、46%或48%。優選的，結晶性高分子聚合物佔PTC材料層之體積百分比在53.5~55.5%之間，導電填料佔PTC

材料層之體積百分比約在44.5~46.5%之間。其中E1、C1和C2的PTC材料層具有相同組成，E2、C3和C4的PTC材料層具有相同組成。

【0030】 表1

	HDPE (vol%)	WC (vol%)
E1	53.7	46.3
E2	55.0	45.0
C1	53.7	46.3
C2	53.7	46.3
C3	55.0	45.0
C4	55.0	45.0

【0031】 上述實施例(E1~E2)和比較例(C1~C4)之插件式過電流保護元件具有圖1所示的插件式過電流保護元件10的結構，其可利用以下製程製作。首先將批式混鍊機(Hakke-600)進料溫度設在160°C，進料時間為2分鐘。進料程序為按表1所示之體積，加入定量的結晶性高分子聚合物，攪拌數秒鐘再加入導電填料。混鍊機旋轉之轉速為40rpm。3分鐘之後，將其轉速提高至70rpm，繼續混鍊7分鐘後下料，而形成一具有PTC特性之導電複合材料。將上述導電複合材料以上下對稱方式置入外層為鋼板，中間厚度為0.35mm之模具中，模具上下各置一層鐵弗龍脫模布，先預壓3分鐘，預壓操作壓力50kg/cm²，溫度為160°C。排氣之後進行壓合，壓合時間為3分鐘，壓合壓力控制在100kg/cm²，溫度為160°C。之後再重覆一次壓合動作以形成一PTC複合材料層，其中壓合時間為3分鐘，壓合壓力控制在150kg/cm²，溫度為160°C。

【0032】 下一步驟將二金屬箔片(即導電層)直接物理性接觸於該PTC材料層之上、下表面，其係於該PTC材料層之表面以上、下對稱方式覆蓋二金屬箔片。該二金屬箔片可利用具有瘤狀突出物(圖未示)之粗糙表面與該PTC材料層直接物理性接觸。之後，於上下對稱覆蓋之該二金屬箔片之外側依順序加上壓合專用

緩衝材如鐵弗龍脫模布及不銹鋼鋼板(圖未示)而形成一多層結構並再次進行壓合，壓合時間為3分鐘，操作壓力為 $60\text{kg}/\text{cm}^2$ ，溫度為 180°C 。熱壓合後再將該多層結構以同樣壓力在室溫下進行冷壓合5分鐘，壓合後將該二金屬箔片與該PTC材料層所形成之片狀複合材料取出再經電子束(E-beam)或 $\gamma\text{-ray}$ (Co 60)照射，即形成導電複合材料元件。一實施例中，可以模具衝切形成各種形狀大小之晶片狀PTC元件11或21。之後再接上兩電極接腳和罩覆包覆層即可形成本發明之插件式過電流保護元件。

【0033】在形成插件式過電流保護元件10後，可根據需要來決定是否在元件外表面包覆一封裝材料層，以驗證被包覆一封裝材料層的元件的初始電阻值、電阻回復性和單位面積的可承受電流(A/mm^2)。在表1中，E1~E2的插件式過電流保護元件10的PTC元件11的整個外表面被包覆了本發明的絕緣包覆層14；C1和C3的插件式過電流保護元件10的PTC元件11的整個外表面被包覆了傳統的環氧樹脂層；C2和C4的插件式過電流保護元件10的PTC元件11的外表面沒有被包覆一封裝材料層。封裝材料層的形成方法詳細說明如下。

【0034】針對實施例E1~E2，請參見圖1。首先，將插件式過電流保護元件10浸泡在含氟高分子溶液中約1秒鐘後，立即取出。接著，在常溫下風乾，使得附著在元件10表面的含氟高分子溶液中的溶劑得以揮發。因此，所形成的絕緣包覆層14會包覆該PTC元件11的整個外表面以及第一和第二電極接腳12和13連接該PTC元件11的一端，該絕緣包覆層具有 $10^2\sim 10^5\text{nm}$ 的厚度。實施例E1~E2中使用的含氟高分子溶液包括重量百分比為10%的含氟脂肪高分子(Fluoroaliphatic Polymer)及重量百分比為90%的乙基九氟異丁基醚。

【0035】 比較例C1和C3是以傳統方法在插件式過電流保護元件10的PTC元件11的整個外表面形成一環氧樹脂層。更詳細地說，將插件式過電流保護元件10插入到其內部空間含有環氧樹脂粉體的容器中，並將元件取出，使得PTC元件11的整個外表面黏附環氧樹脂粉末，再將插件式過電流保護元件10進行約140°C長達2小時的高溫固化步驟，藉此將黏附的環氧樹脂粉末予以硬化，因此在PTC元件11的整個外表面以及第一和第二電極接腳12和13連接該PTC元件11的一端形成一環氧樹脂層。環氧樹脂層具有非常厚的厚度，一般為至少2mm。

【0036】 比較例C2和C4的插件式過電流保護元件10並沒有經歷一封裝步驟，因此PTC元件11的外表面沒有被包覆一封裝材料層。

【0037】 E1~E2及C1~C4的PTC元件11和PTC材料層17具有大約相同的上視面積(即面對圖1的PTC元件11的面積)。從上方俯視，PTC元件11的寬度是2.8mm及長度是3.5mm，經換算可以得到PTC元件的面積為 $2.8\text{mm} \times 3.5\text{mm} = 9.8\text{mm}^2$ 。

【0038】 針對E1~E2和C1~C4的插件式過電流保護元件，分別取5個樣品焊接至測試板，然後進行下列電阻和觸發電流量測：(1)在高溫高濕環境(40°C/95%)之前的常溫初始電阻值 R_{bf} ，其中E1、E2、C1和C3的 R_{bf} 是在元件外表面形成絕緣包覆層或環氧樹脂層後放置一小時再進行量測，而C2和C4的 R_{bf} 是在插件式過電流保護元件10製造完成後放置一小時再進行量測；(2)於高溫高濕環境(40°C/95%)中96小時後的電阻值 $R_{96hr@40^\circ\text{C}/95\%}$ ；(3)於高溫高濕環境(40°C/95%)中336小時後的電阻值 $R_{336hr@40^\circ\text{C}/95\%}$ ；(4)於高溫高濕環境(40°C/95%)中336小時後的常溫25°C下的觸發電流 $I_{\text{trip}@25^\circ\text{C}}$ ，將上述數值記錄於以下表2。另外，計算 $R_{\%} = (R_{336hr@40^\circ\text{C}/95\%}) / (R_{bf})$ ，並將 $R_{\%}$ 定義成電阻回

復性(Resistance Recovery)，藉此評估元件於高溫高濕環境中336小時後相對於初始電阻值 R_{bf} 的電阻回復幅度。一般來說，隨著元件的使用時間，元件的電阻值會逐漸增加。所以，理想上，只要電阻回復性的數值越小，則表示元件的電阻值的增加幅度小。特別是， $R_{\%}=1.0$ 即表示元件放置於高溫高濕環境中後，電阻值仍維持成與初始電阻值 R_{bf} 完全相同，即電阻值沒有上升。相反地，若電阻回復性的數值越大，則表示元件的電阻值的增加幅度大。又，根據觸發電流 $I\text{-trip}@25^{\circ}\text{C}$ 、元件面積(即 $2.8\text{mm}\times 3.5\text{mm}=9.8\text{mm}^2$)可以計算出單位面積的觸發電流值(A/mm^2)，其中單位面積的觸發電流值(A/mm^2)用於評估元件之單位面積的可承受電流(A/mm^2)。以E1為例， 25°C 下單位面積的觸發電流值(A/mm^2) = $I\text{-trip}@25^{\circ}\text{C}/\text{面積} = 10.8/9.8 = 1.10$ 。

【0039】 表2

	R_{bf} (Ω)	$R_{96\text{hr}@40^{\circ}\text{C}/95\%}$ (Ω)	$R_{336\text{hr}@40^{\circ}\text{C}/95\%}$ (Ω)	$(R_{336\text{hr}@40^{\circ}\text{C}/95\%}) / (R_{bf})$	$I\text{-trip}@25^{\circ}\text{C}$ (A)	$I\text{-trip}@25^{\circ}\text{C}/\text{面積}$ (A/mm^2)
E1	0.00179	0.00183	0.00192	1.07263	10.80	1.10
E2	0.00269	0.00280	0.00293	1.08922	8.64	0.88
C1	0.00300	0.00311	0.00320	1.06667	8.10	0.83
C2	0.00186	0.00301	0.00335	1.80108	8.02	0.82
C3	0.00321	0.00333	0.00345	1.07477	7.76	0.79
C4	0.00262	0.00317	0.00368	1.40458	7.51	0.77

【0040】 E1、C1和C2有相同的材料組成，其中E1的元件被包覆本發明的絕緣包覆層，C1的元件被包覆傳統的環氧樹脂層，而C2的元件沒有被包覆封裝材料層，所以此組樣品(即E1、C1和C2)可以彼此做測試結果比較。從表2可知，針對元件的初始電阻值 R_{bf} ，C1的數值大於E1，這是因為C1的插件式過電流保護元件10有進行約 140°C 長達2小時的高溫固化步驟，這使得C1的初始電阻值 R_{bf} 大於E1。E1與C2具有約略相等的初始電阻值 R_{bf} ，顯見在插件式過電流保護元件10外表面額外再形成一絕緣包覆層14並不會使得元件的電阻值顯著增加。而且，在高

溫高濕環境中96小時後的電阻值 $R_{96hr@40^{\circ}C/95\%}$ ，以及在高溫高濕環境中336小時後的電阻值 $R_{336hr@40^{\circ}C/95\%}$ ，也是C1的數值均大於E1。至於在高溫高濕環境40°C/95%中336小時後的電阻回復性(Resistance Recovery) $R_{\%}$ ，E1與C1沒有太大差異，顯然無論在元件外表面包覆本發明的絕緣包覆層或傳統的環氧樹脂層，元件都具有良好的電阻回復性，大約在1.06~1.08之間。由於C2的元件沒有被包覆一封裝材料層，因此C2的電阻回復性甚差，表2顯示C2的電阻回復性為1.80108。至於單位面積的可承受電流，表2顯示E1具有比C1更大的單位面積可承受電流(A/mm²)，可見被包覆有本發明的絕緣包覆層的元件，相較於被包覆有環氧樹脂層的元件，可具有更佳的單位面積可承受電流(A/mm²)。以表2為例，E1的元件於高溫高濕環境(40°C/95%)中336小時後的常溫25°C下的單位面積可承受電流為1.10A/mm²。

【0041】 E2、C3和C4有相同的材料組成，其中E2的元件被包覆本發明的絕緣包覆層，C3的元件被包覆傳統的環氧樹脂層，而C4的元件沒有被包覆封裝材料層，所以此組樣品(即E2、C3和C4)可以彼此做測試結果比較。從表2可知，針對元件的初始電阻值 R_{bf} ，C3的數值大於E2，這是因為C3的插件式過電流保護元件10有進行約140°C長達2小時的高溫固化步驟，這使得C3的初始電阻值 R_{bf} 大於E2。E2與C4具有約略相等的初始電阻值 R_{bf} ，顯見在插件式過電流保護元件10外表面形成絕緣包覆層14並不會使得電阻值顯著增加。而且，在高溫高濕環境中96小時後的電阻值 $R_{96hr@40^{\circ}C/95\%}$ ，以及在高溫高濕環境中336小時後的電阻值 $R_{336hr@40^{\circ}C/95\%}$ ，也是C3的數值均大於E2。至於在高溫高濕環境40°C/95%中336小時後的電阻回復性(Resistance Recovery) $R_{\%}$ ，E2與C3沒有太大差異，顯然無論在元件外表面包覆本發明的絕緣包覆層或傳統的環氧樹脂層，元件都具有

良好的電阻回復性，大約在1.07~1.09之間。由於C4的元件沒有被包覆一封裝材料層，因此C4的電阻回復性甚差，表2顯示C4的電阻回復性為1.40458。至於單位面積的可承受電流，表2顯示E2具有比C3更大的單位面積可承受電流(A/mm²)，可見被包覆有本發明的絕緣包覆層的元件，相較於被包覆有環氧樹脂層的元件，可具有更佳的單位面積可承受電流(A/mm²)。以表2為例，E2的元件於高溫高濕環境(40°C/95%)中336小時後的常溫25°C下的單位面積可承受電流為0.88A/mm²。

【0042】由表2可知，藉由在插件式過電流保護元件的整個外表面包覆一絕緣包覆層，可以阻擋水和氧入侵元件，元件具有較小的初始電阻值R_{bf}，表2顯示R_{bf}在0.0017~0.0027Ω之間。將元件放置在高溫高濕環境40°C/95%中336小時後，電阻回復性(Resistance Recovery) R_%在1.07~1.09之間，常溫25°C下的元件之單位面積可承受電流被提升到0.88~1.10A/mm²之間。

【0043】於另一個測試驗證中，將高溫高濕環境改變成溫度為65°C、濕度為90%。同樣地，對E1~E2及C1~C4的插件式過電流保護元件進行電阻和觸發電流測量，記錄於以下表3。同時，計算電阻回復性(Resistance Recovery) R_%和單位面積的觸發電流值(A/mm²)。

【0044】表3

	R _{bf} (Ω)	R _{96hr@65°C/90%} (Ω)	R _{336hr@65°C/90%} (Ω)	(R _{336hr@65°C/90%}) / (R _{bf})	I-trip@25°C (A)	I-trip@25°C/面積 (A/mm ²)
E1	0.00182	0.00189	0.00196	1.07692	10.32	1.05
E2	0.00264	0.00285	0.00296	1.12121	8.55	0.87
C1	0.00293	0.00292	0.00302	1.03072	8.46	0.86
C2	0.00188	0.00291	0.00342	1.81915	7.98	0.81
C3	0.00322	0.00330	0.00335	1.04037	7.78	0.79
C4	0.00265	0.00361	0.00426	1.60755	6.25	0.64

【0045】 表3的測試結果與表2相同。亦即，絕緣包覆層可使得插件式過電流保護元件具有較小的初始電阻值 R_{bf} ，表3顯示 R_{bf} 在0.0018~0.0027之間。將元件放置在高溫高濕環境65°C/90%中336小時後，電阻回復性(Resistance Recovery) $R_{\%}$ 在1.07~1.13之間，常溫25°C下的元件之單位面積可承受電流被提升到0.87~1.05A/mm²之間。

【0046】 在又另一個測試驗證中，將高溫高濕環境改變成溫度為85°C、濕度為85%。同樣地，對E1~E2及C1~C4的插件式過電流保護元件進行電阻和觸發電流量測，記錄於以下表4。同時，計算電阻回復性(Resistance Recovery) $R_{\%}$ 和單位面積的觸發電流值(A/mm²)。

【0047】 表4

	R_{bf} (Ω)	$R_{96hr@85^{\circ}C/85\%}$ (Ω)	$R_{336hr@85^{\circ}C/85\%}$ (Ω)	$(R_{336hr@85^{\circ}C/85\%}) / (R_{bf})$	I-trip@25°C (A)	I-trip@25°C/面積 (A/mm ²)
E1	0.00183	0.00191	0.00211	1.15301	10.01	1.02
E2	0.00251	0.00287	0.00302	1.20319	8.53	0.87
C1	0.00272	0.00256	0.00251	0.92279	9.27	0.95
C2	0.00184	0.00251	0.00360	1.95652	7.50	0.77
C3	0.00292	0.00290	0.00293	1.00342	8.11	0.83
C4	0.00267	0.00387	0.00433	1.62172	6.23	0.64

【0048】 由表4可知，藉由在插件式過電流保護元件的整個外表面包覆一絕緣包覆層，可以阻擋水和氧入侵元件，元件具有較小的初始電阻值 R_{bf} ，表4顯示 R_{bf} 在0.0018~0.0026 Ω 之間。將元件放置在高溫高濕環境85°C/85%中336小時後，電阻回復性(Resistance Recovery) $R_{\%}$ 在1.15~1.21之間，常溫25°C下的元件之單位面積可承受電流被提升到0.87~1.02A/mm²之間。

【0049】 C1和C3的元件的 $R_{\%}$ 和單位面積可承受電流呈現良好數值，推測其原因應該是85°C溫度使得PTC材料層中的HDPE有部分重新結晶之情形，這進一步使得電阻值反而稍微下降，並且元件具有較佳的單位面積可承受電流。

【0050】 如上所述，絕緣包覆層會包覆(wrap-around)插件式過電流保護元件的PTC元件的整個外表面以及第一和第二電極接腳連接該PTC元件的一端。由於含氟高分子材料在含氟高分子溶液中的含量不多，含氟高分子溶液被塗佈在元件上後，溶劑揮發後所形成的絕緣包覆層僅具有 $10^2\sim 10^5\text{nm}$ 的厚度，例如 10^3nm 或 10^4nm 的厚度。含氟高分子材料的氟原子具有疏水性，因此絕緣包覆層可以阻擋水氣入侵元件；絕緣包覆層具有一定厚度，因此亦可阻擋氧氣入侵元件。換句話說，相較於使用環氧樹脂作為封裝材料，本發明的絕緣包覆層具有更薄的厚度，適合在小型化電子產品應用。另，由於絕緣包覆層具有一定厚度及含氟高分子材料的材料特性，絕緣包覆層可以阻擋水和氧入侵插件式過電流保護元件的PTC元件，避免影響元件的電氣特性。同時，絕緣包覆層的製程簡單，僅需要透過將元件浸泡在含氟高分子溶液中約1秒鐘後立即取出，並在常溫下風乾，即能形成該絕緣包覆層，本發明不需要如同環氧樹脂層經歷高溫固化步驟，可以顯著地降低元件的生產成本，並避免由高溫固化步驟導致的電阻值升高。

【0051】 在一實施例中，本發明之含氟高分子溶液包括含氟高分子材料及氟化醚類有機溶劑，其重量百分比分別為10~20%和80~90%。含氟高分子材料可溶解在氟化醚類有機溶劑中。含氟高分子材料可以是含氟脂肪高分子(Fluoroaliphatic Polymer)、含氟乙烯共聚合物、含氟乙烯-乙烯基醚共聚合物、氟碳高分子或其混合物。氟化醚類有機溶劑可以是乙基九氟異丁基醚、乙基九氟丁基醚、甲基九氟異丁基醚、甲基九氟丁基醚或其混合物。

【0052】 在另一實施例中，含氟高分子溶液中還可以另包括奈米填充材料，奈米填充材料同樣具有阻擋水和氧入侵SMD過電流保護元件內的技術效果。奈米填充材料可以是蒙托土、二氧化矽、二氧化鋁或其混合物。但，因為奈米填

充材料無法溶解在氟化醚類有機溶劑中，重量占比不能太高。在此實施例中，含氟高分子材料、氟化醚類有機溶劑及奈米填充材料在溶液中的重量百分比分別為10~20%、70~90%和0~10%。

【0053】 上述實施例中之PTC材料層包含結晶性高分子聚合物及散佈於其間之導電填料。結晶性高分子聚合物可選用具結晶性的聚烯烴類聚合物(例如高密度聚乙烯、中密度聚乙烯、低密度聚乙烯、聚乙烯蠟、乙烯聚合物、聚丙烯、聚氯乙烯、聚氟乙烯、烯烴類單體與壓克力類單體之共聚合物(例如乙烯-壓克力酸共聚合物、乙烯-壓克力脂共聚合物)或烯烴類單體與乙烯醇類單體之共聚合物(例如乙烯-乙烯醇共聚合物)等，並且可以選用一種或多種聚合物材料。

【0054】 舉例而言，在鋰離子電池過充電的安全保護應用方面，為了達到較低溫保護之目的，一般PTC過電流保護元件必須在較低溫就能有觸發反應，因此PTC材料層除了可選用傳統上較低熔點的結晶性高分子聚合物，如低密度聚乙烯。然而也可以選用一種或多種結晶性高分子聚合物材料，例如包含至少一熔點低於115°C之結晶性高分子聚合物。上述之低密度聚乙烯可使用傳統Ziegler-Natta催化劑、Metallocene催化劑或其他催化劑聚合而成，亦可經由乙烯單體與其它單體，如：丁烯(butane)、己烯(hexane)、辛烯(octene)、丙烯酸(acrylic acid)或醋酸乙烯酯(vinyl acetate)等共聚合而成。但有時為了達到較高溫保護或其他特殊之目的，該PTC材料層之成分亦可全部或局部使用高熔點之結晶性高分子聚合物材料，如：聚偏氟乙烯(polyvinylidene fluoride；PVDF)、聚氟乙烯(polyvinyl fluoride；PVF)、聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene；PTFE)、聚氯化三氟化乙烯(polychlorotrifluoro-ethylene；PCTFE)等。

【0055】 上述結晶性高分子聚合物亦可含功能基，如酸基、酸酐基、鹵基、胺基(amine)、未飽和基、環氧基、醇基、氨基(amide)、金屬離子、酯基(ester)、壓克力基(acrylate)或鹽基(salt)等；亦可在該PTC材料層中加入抗氧化劑、交鏈劑、阻燃劑、防水劑或抗電弧劑等，以達到強化材料極性、材料電氣性質，機械結合性力性質或其他性質，如：抗水性、耐高溫性、交聯性及抗氧化性等。

【0056】 導電填料可選用碳黑、金屬粉末或導電陶瓷粉末。金屬粉末可選自鎳、鈷、銅、鐵、錫、鉛、銀、金、鉑或其他金屬及其合金。導電陶瓷粉末可選自金屬碳化物，例如：碳化鈦(TiC)、碳化鎢(WC)、碳化鈇(VC)、碳化鋯(ZrC)、碳化鈮(NbC)、碳化鉭(TaC)、碳化鉬(MoC)及碳化鈦(HfC)；或選自金屬硼化物，例如：硼化鈦(TiB₂)、硼化鈇(VB₂)、硼化鋯(ZrB₂)、硼化鈮(NbB₂)、硼化鉬(MoB₂)及硼化鈦(HfB₂)；或選自金屬氮化物，例如：氮化鋯(ZrN)。申言之，本發明之導電填料可選自前述金屬或導電陶瓷經物理或化學方式形成之混合物、合金、硬質合金、固溶體或核殼體。

【0057】 本發明所使用之金屬粉末或導電陶瓷粉末之形狀可呈現出多種不同樣式之顆粒，例如：球體型(spherical)、方體型(cubic)、片狀型(flake)、多角型、尖刺型(spiky)、柱狀型(rod)、珊瑚型、瘤狀型(nodular)、葡萄球狀、蕈菇狀、及絲線型(filament)等，其縱橫比(aspect ratio)介於1至1000，其形狀可為高結構(high structure)或是低結構(low structure)之粉末。大致而言，高結構之導電填料可以強化PTC材料之電阻再現性，低結構之導電填料可以強化PTC材料之耐電壓性。

【0058】 另外，為了提升耐電壓性，本發明之PTC材料層可添加非導電填料。非導電填料主要係選自具有阻燃效果或抗電弧效應之無機化合物(例如：氧

化鋅、氧化銻、氧化鋁、氧化矽、碳酸鈣、硫酸鎂或硫酸鋇)或含有氫氧基(OH)之化合物(例如：氫氧化鎂、氫氧化鋁、氫氧化鈣或氫氧化鋇等)。非導電填料係無機化合物亦具有控制電阻再現性之功能。

【0059】 電極接腳可使用金屬箔片，例如常用之銅箔、鎳箔或鍍鎳銅箔等。

【0060】 綜言之，本發明在插件式過電流保護元件的PTC元件的整個外表面以及第一和第二電極接腳連接該PTC元件的一端包覆一絕緣包覆層。藉由在PTC元件的整個外表面塗佈一含氟高分子溶液，即可形成該絕緣包覆層。含氟高分子溶液可以包括含氟高分子材料及氟化醚類有機溶劑，其重量百分比分別為10~20%和80~90%。或者，含氟高分子溶液中可以包括含氟高分子材料、氟化醚類有機溶劑及奈米填充材料，其重量百分比分別為10~20%、70~90%和0~10%。含氟高分子材料可溶解在氟化醚類有機溶劑中。絕緣包覆層具有極薄的 $10^2\sim 10^5\text{nm}$ 的厚度，例如 10^3nm 或 10^4nm 的厚度，非常適合在小型化電子產品應用。另，絕緣包覆層可阻擋水和氧入侵插件式過電流保護元件，因此元件具有極佳的電阻回復性 $R_{\%}$ 和單位面積的可承受電流(A/mm^2)。以表2測試結果來看，於 $40^\circ\text{C}/95\%$ 的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.09之間，單位面積的可承受電流在 $0.85\sim 1.10\text{A}/\text{mm}^2$ 之間。以表3測試結果來看，於 $65^\circ\text{C}/90\%$ 的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.13之間，單位面積的可承受電流在 $0.87\sim 1.10\text{A}/\text{mm}^2$ 之間。以表4測試結果來看，於 $85^\circ\text{C}/85\%$ 高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.15~1.21之間，單位面積的可承受電流在 $0.87\sim 1.10\text{A}/\text{mm}^2$ 之間。一般來說，在元件實際使用的情況下，環境的溫度與濕度均不會比表1~表3更嚴苛，因此實際使用時，無論環境的溫度與濕度為何，336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.21之間(例如1.10、

1.13、1.16或1.19)，單位面積的可承受電流在 $0.85\sim 1.10\text{A}/\text{mm}^2$ 之間(例如 $0.90\text{A}/\text{mm}^2$ 或 $1.00\text{A}/\text{mm}^2$)。此外，綜合表2至表4的測試結果，可知元件的初始電阻值 R_{bf} 也非常低，在 $0.0017\sim 0.0027\Omega$ 之間，例如 0.0019Ω 、 0.0021Ω 、 0.0023Ω 或 0.0025Ω 。

【0061】本發明之插件式過電流保護元件，因被包覆一絕緣包覆層，可以避免水和氧入侵元件，同時達到極低的初始電阻值、極佳的電阻回復性和單位面積的可承受電流。絕緣包覆層具有奈米尺度的厚度，非常適合在小型化電子產品應用。同時，絕緣包覆層的製程簡單，可以降低元件的生產成本，並避免由高溫固化步驟導致的電阻值升高。

【符號說明】

【0062】

10、20 過電流保護元件

11、21 PTC元件

12 第一電極接腳

13 第二電極接腳

22 第一電極接腳

23 第二電極接腳

14、24 絕緣包覆層

15 第一導電層

16 第二導電層

25 第一導電層

26 第二導電層

17、27 PTC材料層

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種插件式過電流保護元件，包括：

一PTC元件，包含第一導電層、第二導電層及疊設於第一和第二導電層間的PTC材料層，該PTC材料層包含結晶性高分子聚合物及均勻散佈於其中之導電填料；

一第一電極接腳，一端連接該第一導電層；

一第二電極接腳，一端連接該第二導電層；以及

一絕緣包覆層，該絕緣包覆層包括一含氟高分子材料，且該絕緣包覆層包覆該PTC元件以及第一和第二電極接腳連接該PTC元件的一端；

其中該絕緣包覆層具有 $10^2\sim 10^5\text{nm}$ 的厚度；及

其中該插件式過電流保護元件的初始電阻值 R_{bf} 在 $0.0017\sim 0.0027\Omega$ 之間。

【請求項2】 根據請求項1之插件式過電流保護元件，其中該結晶性高分子聚合物係選自：高密度聚乙烯、中密度聚乙烯、低密度聚乙烯、聚乙烯蠟、乙烯聚合物、聚丙烯、聚氯乙烯、聚氟乙烯、乙烯-壓克力酸共聚物、乙烯-壓克力脂共聚物或烯烴類單體與乙烯醇類單體之共聚物。

【請求項3】 根據請求項1之插件式過電流保護元件，其中該導電填料係選自：碳黑、鎳、鈷、銅、鐵、錫、鉛、銀、金、鉑、碳化鈦、碳化鎢、碳化鈮、碳化鋳、碳化鋁、碳化鈳、硼化鈦、硼化鈮、硼化鋳、硼化鋁、硼化鈳、氮化鋳或前述材料之混合物、合金、固溶體或核殼體。

【請求項4】 根據請求項1之插件式過電流保護元件，其中該PTC材料層另包含非導電填料，其係選自：氧化鋅、氧化銻、氧化鋁、氧化矽、碳酸鈣、硫酸鎂或硫酸鋇、氫氧化鎂、氫氧化鋁、氫氧化鈣或氫氧化鋇。

【請求項5】 根據請求項1之插件式過電流保護元件，其中該第一或第二電極接腳為銅箔、鎳箔或鍍鎳銅箔。

【請求項6】 根據請求項1之插件式過電流保護元件，其中該含氟高分子材料係由含氟脂肪高分子、含氟乙烯共聚合物、含氟乙烯-乙炔基醚共聚合物、氟碳高分子或其混合物組成。

【請求項7】 根據請求項6之插件式過電流保護元件，其中該含氟高分子材料可溶解在氟化醚類有機溶劑中。

【請求項8】 根據請求項7之插件式過電流保護元件，其中該氟化醚類有機溶劑是乙基九氟異丁基醚、乙基九氟丁基醚、甲基九氟異丁基醚、甲基九氟丁基醚或其混合物。

【請求項9】 根據請求項1之插件式過電流保護元件，其中該絕緣包覆層更包含奈米填充材料，該奈米填充材料是蒙托土、二氧化矽、二氧化鋁或其混合物。

【請求項10】 根據請求項1之插件式過電流保護元件，其中該插件式過電流保護元件於高溫高濕環境中336小時後的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.21之間，單位面積的可承受電流在0.85~1.10A/mm²之間。

【請求項11】 根據請求項10之插件式過電流保護元件，其中該插件式過電流保護元件於40°C/95%的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.09之間，單位面積的可承受電流在0.85~1.10A/mm²之間。

【請求項12】 根據請求項10之插件式過電流保護元件，其中該插件式過電流保護元件於65°C/90%的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.07~1.13之間，單位面積的可承受電流在0.87~1.10A/mm²之間。

【請求項13】 根據請求項10之插件式過電流保護元件，其中該插件式過電流保護元件於85°C/85%的高溫高濕環境中336小時後的元件的電阻回復性 $R_{\%}$ 在1.15~1.21之間，單位面積的可承受電流在0.87~1.10A/mm²之間。

【發明圖式】

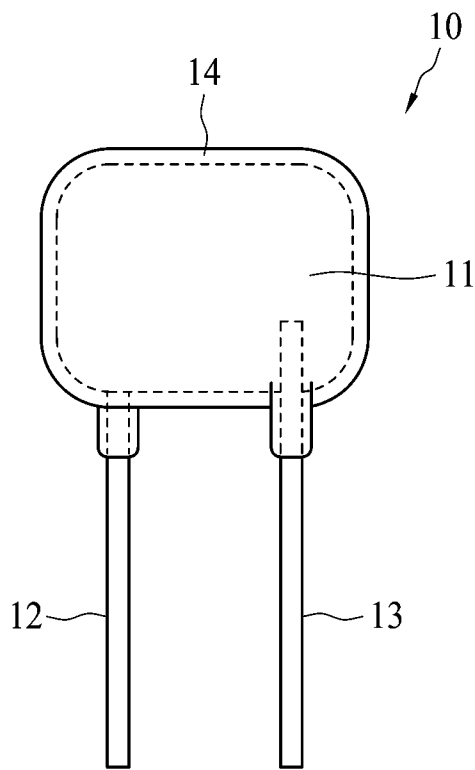


圖 1

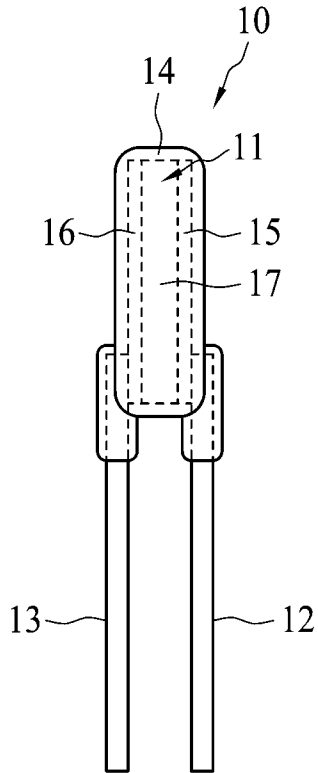


圖 2

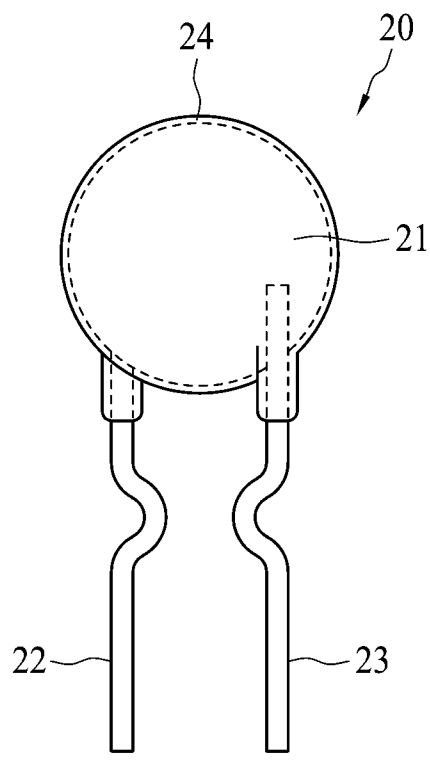


圖 3

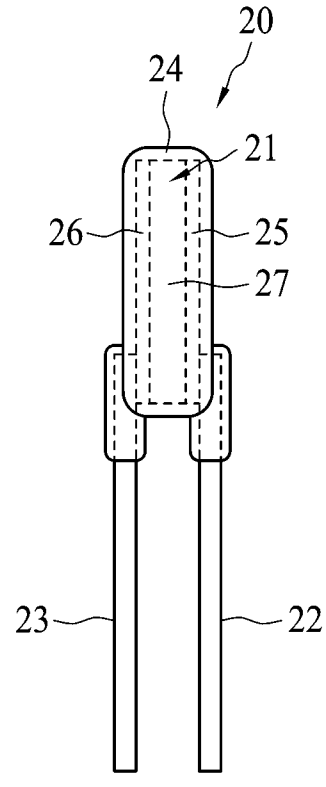


圖 4