

【發明說明書】

【中文發明名稱】 過電流保護元件

【英文發明名稱】 Over-current protection device

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種過電流保護元件，更具體而言，關於一種具有高維持電流(hold current)特性的過電流保護元件。

【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)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】 應用於高溫環境之過電流保護元件通常需符合以下兩種特性：

(1)至觸發時間(time to trip)不能太快，例如於某特定溫度、電流和電壓的情況下必須大於2秒；以及(2)在室溫 25°C 、12安培的情況下必須能夠觸發。一般而言，該等過電流保護元件的尺寸較小，習知使用碳黑作為導電填料的PTC元件不易達到上述需求。亦曾有人使用鎳粉作為導電填料進行試驗，然鎳粉與含氟之聚合物混合時於高溫時易產生氫氟酸，而不適宜採用。

【0004】 舉例而言，應用於汽車之過電流保護元件因常曝曬於強烈陽光下，故需具備良好之散熱特性。傳統使用碳黑為導電填料之元件的電阻較高，

其維持電流(hold current)較小，有容易產生熱量的缺點。美國專利US7,286,038公開了使用碳化鈦作為導電填料，可達到最大單位面積維持電流 $0.2\text{A}/\text{mm}^2$ ，及可承受電壓約 15V ，但逐漸有更大維持電流和耐電壓的需求出現。

【0005】 綜上可知，必須增加過電流保護元件的維持電流值和耐壓特性，從而提供應用於高溫環境之所需。

【發明內容】

【0006】 本發明係提供一種過電流保護元件，通過含氟高分子聚合物、導電陶瓷填料和含碳導電填料的導入，可有效增加過電流保護元件之維持電流、散熱效率及耐電壓特性。所謂維持電流是指在不曾有觸發發生的最大承受電流。藉此，本發明之過電流保護元件可應用於汽車等易處於高溫下之環境。

【0007】 根據本發明的一實施例，一種過電流保護元件包括第一電極層、第二電極層以及一疊設於其間的PTC材料層。該PTC材料層的體積電阻值小於 $0.05\Omega\cdot\text{cm}$ ，該PTC材料層包含高分子聚合物基材、導電陶瓷填料及含碳導電填料。該高分子聚合物基材包含熔點高於 150°C 之含氟高分子聚合物，且該高分子聚合物基材的體積百分比 $50\text{-}60\%$ 。該導電陶瓷填料散佈於該高分子聚合物基材中，且該導電陶瓷填料的體積百分比 $40\text{-}45\%$ ，體積電阻值小於 $500\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 。含碳導電填料散佈於該高分子聚合物基材中，該含碳導電填料的體積百分比 $0.5\text{-}5\%$ 。該過電流保護元件於 25°C 時的維持電流對其面積的比率為 $0.21\text{-}0.3\text{A}/\text{mm}^2$ 。該過電流保護元件於 25°C 時的可承受功率對其面積的比率為 $4.8\text{-}7.2\text{W}/\text{mm}^2$ 。

【0008】 一實施例中，該含氟高分子聚合物包含聚氟化亞乙烯(polyvinylidene fluoride ; PVDF)、乙烯-四氟乙烯共聚物

(ethylene-tetra-fluoro-ethylene ; ETFE)、聚四氟乙烯(poly(tetrafluoroethylene) ; PTFE)、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(tetrafluoroethylene-hexafluoro-propylene copolymer ; FEP)、乙烯-四氟乙烯共聚物(ethylene-tetrafluoroethylene copolymer ; PETFE)、全氟烴氧改質四氟乙烯(perfluoroalkoxy modified tetrafluoroethylenes ; PFA)、聚氯三-氟四氟乙烯(poly(chlorotri-fluorotetrafluoroethylene) ; PCTFE)、二氟乙烯-四氟乙烯聚合物(vinylidene fluoride-tetrafluoroethylene copolymer) ; VF-2-TFE)、聚二氟乙烯(poly(vinylidene fluoride))、四氟乙烯-全氟間二氧雜環戊烯共聚物(tetrafluoroethylene-perfluorodioxole copolymer)、二氟乙烯-六氟丙烯共聚物(vinylidene fluoride-hexafluoropropylene copolymer)、二氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三聚物(vinylidene fluoride-hexafluoropropylene-tetrafluoroethylene terpolymer)中至少一者。

【0009】 一實施例中，該導電陶瓷填料係選自碳化鎢、碳化鈦、碳化鈮、碳化鋯、碳化鈮、碳化鉭、碳化鉬、碳化鉛、硼化鈦、硼化鈮、硼化鋯、硼化鈮、硼化鉭、硼化鉬、硼化鉛或氮化鋯中至少一者。

【0010】 一實施例中，該含碳導電填料包含碳黑。

【0011】 一實施例中，該高分子聚合物基材另包含高密度聚乙烯(HDPE)。

【0012】 一實施例中，該含氟高分子聚合物包含不同熔點聚合物的混合物，且最高熔點和最低熔點的差異在4~15°C。

【0013】 一實施例中，該不同熔點聚合物由低至高相鄰熔點的差異在3~8°C。

【0014】 一實施例中，該不同熔點聚合物包含多個聚氟化亞乙烯(PVDF)的混合物。

【0015】 一實施例中，該過電流保護元件可通過24V和50A循環壽命測試(cycle life test)經100次循環而不燒毀。

【0016】 一實施例中，該過電流保護元件於85°C、16V和20A測試條件下的至觸發時間(Time-to-Trip；TtT)大於2秒。

【0017】 本發明的過電流保護元件使用含氟高分子聚合物，提供高溫環境的應用。通過使用特定比例的高分子聚合物基材、導電陶瓷填料及含碳導電填料，可以同時達到高維持電流、高可承受功率及高耐電壓($\geq 24V$)的特性。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖1顯示本發明一實施例之過電流保護元件；以及

圖2顯示圖1之過電流保護元件之上視圖。

【實施方式】

【0019】 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。

【0020】 表1顯示各實施例(E1至E5)及比較例(C1至C3)以體積百分比顯示的配方成份，其中作為導電填料的碳黑係選用哥倫比亞化學公司(Columbian Chemical Company)所生產之型號RAVEN 430 ULTRA產品，作為導電填料之碳化鎢陶瓷粉末係選用Micron Metals, Inc.的產品WP-301；高分子聚合物基材中，高密度聚乙烯(HDPE)選用台塑化學公司(Formosa Plastics, Inc.)所生產之型號TAISOX HDPE-8010產品。PVDF則選自kynar 740、kynar 761、kuraha 850、kuraha 1100產品，其熔點分別為165°C、168°C、173°C與175°C。實施例E1和E2包含碳化鎢、碳黑以及四種不同熔點的PVDF。實施例E3包含碳化鎢以及四種不同熔點

的PVDF，但不含碳黑。實施例E4和E5包含碳化鎢、碳黑、PVDF 740以及HDPE。一般而言，維持電流會隨溫度增加而降低，即所謂的熱降(thermal derating)效應。因為HDPE之熔點較低約為130°C，而PVDF之熔點較高約在165°C，故使用PVDF可減緩維持電流下降之趨勢。比較例C1包含碳黑導電填料及PVDF 740，但不含碳化鎢。C2包含碳化鎢、碳黑以及PVDF 740，C3包含碳化鎢、碳黑以及四種不同熔點的PVDF，但碳黑的比例高，碳化鎢的比例低。

【0021】 表1

	碳化鎢	碳黑	PVDF 740	PVDF 761	PVDF 850	PVDF 1100	HDPE
E1	41%	3%	17%	12%	17%	10%	-
E2	41%	3.5%	11.5%	16%	16%	12%	-
E3	44%	0.5%	16.5%	13%	13%	13%	-
E4	40%	5.0%	49.0%	-	-	-	6%
E5	41.7%	2.8%	6.2%	-	-	-	49.3%
C1	-	32%	68%	-	-	-	-
C2	41.7%	2.8%	55.5%	-	-	-	-
C3	38.6%	6.4%	11%	16%	16%	12%	-

【0022】 上述各實施例及比較例的材料以所示之體積百分比加入HAAKE公司生產之雙螺桿混練機中進行混練。混練之溫度設定為215°C，預混之時間為3分鐘，而混練之時間則為15分鐘。

【0023】 經混練完成之導電性聚合物以熱壓機於210°C及150kg/cm²之壓力壓成薄片。之後再將該薄片切成約20公分x20公分之正方形，並由熱壓機以210°C之溫度及150kg/cm²之壓力將兩鍍鎳銅箔貼合至該薄片的兩面，最後以沖床沖壓出如圖1所示之PTC晶片，即本發明之過電流保護元件10。該過電流保護元件10包含由該導電性聚合物所組成之PTC材料層11及由該鍍鎳銅箔所組成之第一電極層12及第二電極層13。PTC材料層11的厚度在0.28~0.77mm。圖2係圖1之過

電流保護元件10的上視圖，該過電流保護元件10的面積“AxB”等同於該PTC材料層11的面積，面積大小為32.15~70 mm²。

【0024】 一實施例中，可將該第一及第二電極層12、13之外表面塗上錫膏，將兩片厚度為0.5mm的銅片電極分別置於第一及第二電極層12、13之外表面的錫膏上作為外接電極，再將此組裝的元件經300°C回焊製程即可製得軸型(axial-type)或插件式(radial-lead type)PTC元件。或者，利用相關製程於第一和第二電極層12和13利用蝕刻製作缺口，之後製作絕緣層、外電極層和垂直導通孔等，而形成SMD型式的PTC元件。

【0025】 上述PTC晶片依不同之配方各取5個作為樣本進行下列量測：(1)起始電阻Ri；(2)85°C、16V、20A的至觸發時間(time-to-trip；TtT)；(3)於25°C、施加24V電壓之維持電流(I-hold)；以及(4)24V、50A經100次循環(on：10秒；off：60秒)之循環壽命(cycle life)測試，每一次循環表示經過一次觸發和回復的過程。根據Ri和PTC材料層的厚度，可以計算材料的體積電阻值ρ。根據維持電流和元件面積，可以計算出單位面積維持電流值(A/mm²)，以及單位面積的可承受功率(W/mm²)。表2及表3顯示各實施例E1~E5及比較例C1~C3的測試結果。

【0026】 表2

	Ri (mΩ)	ρ(Ω-cm)	厚度 (mm)	面積 (mm ²)	TtT@85°C(16V/20A) (sec)
E1	2.87	0.0287	0.7	70	10.6
E2	3	0.03	0.7	70	8.4
E3	2.78	0.0306	0.77	70	10.51
E4	4.79	0.0385	0.35	32.15	0.48
E5	3.1	0.0249	0.4	32.15	0.88
C1	105	0.9145	0.28	32.15	0.015
C2	2.96	0.0326	0.77	70	10.6
C3	3.57	0.0393	0.77	70	6.77

【0027】 表3

	I-hold@25°C (A)	I-hold@25°C /面積 (A/mm ²)	循環壽命測試 @24V/50A	可承受功率/面積 (W/mm ²)
E1	16.4	0.234	通過	5.62
E2	15.9	0.227	通過	5.45
E3	15.2	0.217	通過	5.21
E4	7.92	0.254	通過	6.10
E5	8.6	0.267	通過	6.41
C1	2.6	0.08	通過	1.92
C2	14.2	0.203	未通過	4.87
C3	12	0.171	通過	4.11

【0028】 表2中C1因為不包含碳化鎢，其起始體積電阻值 R_i 大於 $100\text{m}\Omega$ 明顯偏高，而且於 25°C 維持電流(I-hold)過低，其單位面積的維持電流只有 0.08 A/mm^2 。C2使用較低比例的碳黑，其在進行100次循環的循環壽命測試時燒毀，可見其耐電壓特性不佳。然而，E5的碳黑比例雖然和C2相當，但其高分子聚合物包含PVDF和HDPE，通過適當的高分子聚合物的調整，仍能通過100次循環的循環壽命測試。C3的碳黑比例高(>5%)而碳化鎢的比例低(<40%)，造成於 25°C 的維持電流過低，其單位面積的維持電流只有 0.171 A/mm^2 。E1~E5使用高比例的碳化鎢和搭配適當比例的碳黑，可以得到小於 $0.05\Omega\cdot\text{cm}$ 的體積電阻值以及於 25°C 時單位面積維持電流值大於等於 0.21 A/mm^2 ，且均可通過耐電壓循環壽命測試。E4的高分子聚合物基材中導入HDPE可能造成了材料內部微相分離，使得體積電阻值相對較高。

【0029】 實施例E1~E3於自動車鎖轉子(automotive lock rotor) 85°C 、 16V 、 20A 之測試條件下之至觸發時間約8至11秒左右，符合至觸發時間大於2秒之規格要求。比較例C2和C3雖然之TtT時間大於2秒，但其耐電壓和維持電流的特性不佳。實施例E4和E5除了PVDF外，另加入HDPE，雖然其TtT時間較短，但仍可應用於不需長TtT的場合。因此本發明中PTC材料層中之含氟聚合物亦可混加其他

聚乙烯(PE)，只要PVDF仍具足夠之比例而主導混合後聚合物之性質，其仍可得到良好之功效。

【0030】 綜言之，本發明過電流保護元件中PTC材料層的高分子聚合物的體積百分比為50~60%，或例如為52%、55%或58%；導電陶瓷填料的體積百分比為40~45%，或例如為41%、43%或44%；含碳導電填料的體積百分比為0.5~5%，或例如為1%、2%或4%。藉此，本發明之過電流保護元件於25°C時的維持電流對其面積的比率為0.21~0.3A/mm²，如0.23 A/mm²、0.25 A/mm²或0.27 A/mm²，且可通過24V和50A的循環測試而不燒毀，同時達到耐高電壓、高單位面積維持電流及高單位面積可承受功率的優良電氣特性。因為元件耐電壓可提升至24V，元件單位面積下的可承受之功率也提升至4.8~7.2W/mm²，如5W/mm²、6W/mm²或7W/mm²。

【0031】 本發明之含氟高分子聚合物係以選擇熔點大於150°C為佳，本發明添加之含氟高分子聚合物並不限定使用PVDF，其他具有類似特性且熔點高於150°C之含氟高分子聚合物，亦為本發明所涵蓋。例如：聚四氟乙烯(poly(tetrafluoroethylene)；PTFE)、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(tetrafluoroethylene – hexafluoro – propylene copolymer；FEP)、乙烯-四氟乙烯共聚物(ethylene – tetrafluoroethylene copolymer；PETFE)、全氟烴氧改質四氟乙烯(perfluoroalkoxy modified tetrafluoroethylenes；PFA)、聚(氯三-氟四氟乙烯)(poly(chlorotri-fluorotetrafluoroethylene)；PCTFE)、二氟乙烯-四氟乙烯聚合物(vinylidene fluoride-tetrafluoroethylene copolymer)；VF-2-TFE)、聚二氟乙烯(poly(vinylidene fluoride))、四氟乙烯-全氟間二氧雜環戊烯共聚物(tetrafluoroethylene-perfluorodioxole copolymers)、二氟乙烯-六氟丙烯共聚物

(vinylidene fluoride-hexafluoropropylene copolymer) 、以及二氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三聚物 (vinylidene fluoride-hexafluoropropylene-tetrafluoroethylene terpolymer)等。優選的，可選用多個不同熔點的含氟高分子聚合物，如實施例 E1~E3。因為不同熔點的特性，可以得到較平緩的電阻-溫度曲線(R-T curve)，提升循環壽命測試的穩定性以及較好的耐電壓特性。多個含氟高分子聚合物最高熔點和最低熔點的差異在4~15°C。較佳地，該多個含氟高分子聚合物由低至高相鄰熔點的差異在3~8°C。

【0032】 導電陶瓷填料可選自體積電阻值小於 $500\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 之金屬碳化物、金屬硼化物或金屬氮化物。例如：碳化鎢(WC)、碳化鈦(TiC)、碳化鈎(VC)、碳化鋯(ZrC)、碳化鈮(NbC)、碳化鉭(TaC)、碳化鉬(MoC)、碳化鈦(HfC)、硼化鈦(TiB_2)、硼化鈎(VB_2)、硼化鋯(ZrB_2)、硼化鈮(NbB_2)、硼化鉬(MoB_2)、硼化鈦(HfB_2)或氮化鋯(ZrN)。

【0033】 本發明之過電流保護元件同時達到耐高電壓、高單位面積維持電流及高單位面積可承受功率的優良電氣特性，可抵抗高溫的嚴苛環境，而適合於高溫過電流保護的應用。

【0034】 本發明之技術內容及技術特點已揭示如上，然而本領域具有通常知識之技術人士仍可能基於本發明之教示及揭示而作種種不背離本發明精神之替換及修飾。因此，本發明之保護範圍應不限於實施例所揭示者，而應包括各種不背離本發明之替換及修飾，並為以下之申請專利範圍所涵蓋。

【符號說明】

【0035】

10 過電流保護元件

- 11 PTC材料層
- 12 第一電極層
- 13 第二電極層

**公告本**

申請日: 106/09/07

IPC分類: **H01G 7/02** (2006.01)

I643215

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 過電流保護元件**【英文發明名稱】** Over-current protection device**【中文】**

一種過電流保護元件包括第一電極層、第二電極層以及一疊設於其間的PTC材料層。該PTC材料層的體積電阻值小於 $0.05\Omega\cdot\text{cm}$ ，且包含高分子聚合物基材、導電陶瓷填料及含碳導電填料。該高分子聚合物基材包含熔點高於 150°C 之含氟高分子聚合物，且其體積百分比50-60%。該導電陶瓷填料散佈於該高分子聚合物基材中，且其體積百分比40-45%，體積電阻值小於 $500\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 。含碳導電填料散佈於該高分子聚合物基材中，且其體積百分比0.5~5%。該過電流保護元件於 25°C 時的維持電流對其面積的比率為 $0.21\sim 0.3\text{A}/\text{mm}^2$ 。該過電流保護元件於 25°C 時的可承受功率對其面積的比率為 $4.8\sim 7.2\text{W}/\text{mm}^2$ 。

【英文】

An over-current protection device comprises first and second electrode layers and a PTC material layer laminated therebetween. The PTC material layer has a resistivity less than $0.05\Omega\cdot\text{cm}$ and comprises polymer, conductive ceramic filler and carbon-containing conductive filler. The polymer comprises a fluoropolymer having a melting point higher than 150°C and comprises 50-60% by volume of the PTC material layer. The conductive ceramic filler having a resistivity less than $500\mu\Omega\cdot\text{cm}$ is dispersed in the polymer and comprises 40-45% by volume of the PTC material layer. The carbon-containing conductive filler is dispersed in the polymer and comprises 0.5-5% by volume of the PTC material layer. At 25°C , a ratio of a hold current to an

area of the over-current protection device is $0.21-0.3A/mm^2$, and a ratio of an endurable power to the area of the over-current protection device is $4.8-7.2W/mm^2$.

【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材料層
- 12 第一電極層
- 13 第二電極層

【發明圖式】

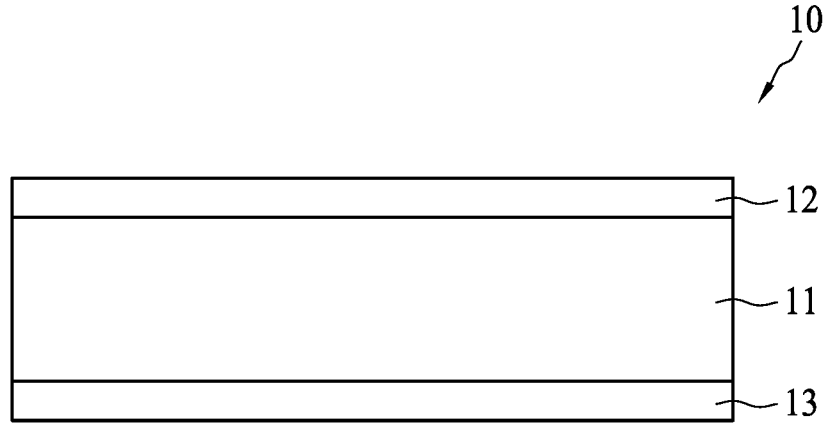


圖 1

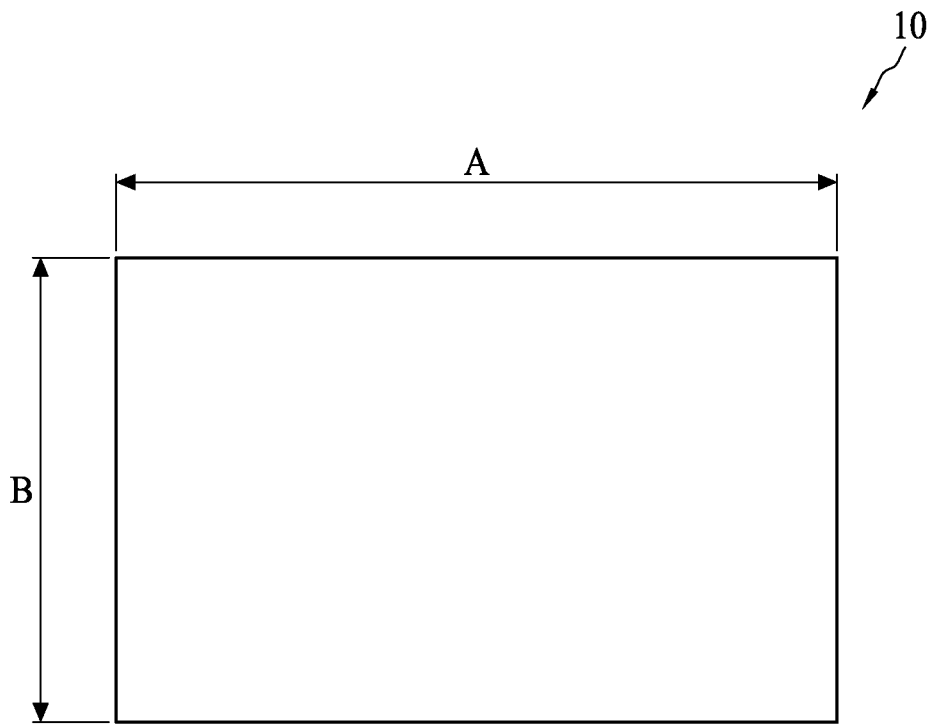


圖 2

area of the over-current protection device is $0.21-0.3\text{A}/\text{mm}^2$, and a ratio of an endurable power to the area of the over-current protection device is $4.8-7.2\text{W}/\text{mm}^2$.

【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材料層
- 12 第一電極層
- 13 第二電極層

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種過電流保護元件，包括：

一第一電極層；

一第二電極層；以及

一PTC材料層，疊設於該第一電極層和第二電極層之間，其體積電阻值小於 $0.05\Omega\cdot\text{cm}$ ，該PTC材料層包含：

一高分子聚合物基材，包含熔點高於 150°C 之含氟高分子聚合物，該高分子聚合物基材的體積百分比50-58%；

一導電陶瓷填料，散佈於該高分子聚合物基材中，該導電陶瓷填料的體積百分比40-45%，且其體積電阻值小於 $500\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ；以及

一含碳導電填料，散佈於該高分子聚合物基材中，該含碳導電填料的體積百分比0.5~5%；

其中該含氟高分子聚合物包含不同熔點聚合物的混合物，且最高熔點和最低熔點的差異在 $4\sim 15^\circ\text{C}$ ；

其中該過電流保護元件於 25°C 時的維持電流對其面積的比率為 $0.21\sim 0.3\text{A}/\text{mm}^2$ ；

其中該過電流保護元件於 25°C 時的可承受功率對其面積的比率為 $4.8\sim 7.2\text{W}/\text{mm}^2$ 。

【第2項】根據請求項1之過電流保護元件，其中該含氟高分子聚合物包含聚氟化亞乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物、聚四氟乙烯、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物、乙烯-四氟乙烯共聚物、全氟烴氧改質四氟乙烯、聚氯三-氟四氟乙烯、二氟乙烯

-四氟乙烯聚合物、聚二氟乙烯、四氟乙烯-全氟間二氧雜環戊烯共聚物、二氟乙烯-六氟丙烯共聚物、以及二氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三聚物中至少一者。

【第3項】 根據請求項1之過電流保護元件，其中該導電陶瓷填料係選自碳化鎢、碳化鈦、碳化釩、碳化鋯、碳化鋰、碳化鉭、碳化鉬、碳化鉛、硼化鈦、硼化釩、硼化鋯、硼化鉬、硼化鉛或氮化鋯中至少一者。

【第4項】 根據請求項1之過電流保護元件，其中該含碳導電填料包含碳黑。

【第5項】 根據請求項1之過電流保護元件，其中該高分子聚合物基材另包含高密度聚乙烯。

【第6項】 根據請求項1之過電流保護元件，其中該不同熔點聚合物由低至高相鄰熔點的差異在3~8°C。

【第7項】 根據請求項1之過電流保護元件，其中該不同熔點聚合物包含多個聚氟化亞乙烯的混合物。

【第8項】 根據請求項1之過電流保護元件，其中該過電流保護元件可通過24V和50A循環壽命測試經100次循環而不燒毀。

【第9項】 根據請求項1之過電流保護元件，其中該過電流保護元件於85°C、16V和20A測試條件下的至觸發時間大於2秒。