



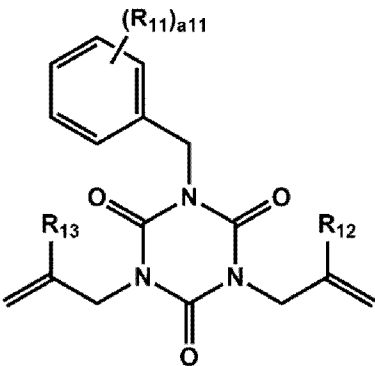
(21)申請案號：113134982 (22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 13 日
(51)Int. Cl. : C07D251/12 (2006.01) C08K5/3492 (2006.01)
(30)優先權：2023/09/22 南韓 10-2023-0127289
2024/07/09 南韓 10-2024-0090506
(71)申請人：南韓商可隆股份有限公司 (南韓) KOLON INDUSTRIES, INC. (KR)
南韓
(72)發明人：徐多英 SEO, DA YOUNG (KR)；鄭乾浩 CHUNG, KUN HO (KR)；南薩隆 NAM,
SAE ROM (KR)；黃光春 HUANG, GUANG CHUN (CN)；康聖圭 KANG, SUNG
KYU (KR)
(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：0 共 25 頁

(54)名稱
固化劑組成物以及包括其之固化組成物
(57)摘要

提供了一種固化劑組成物，其包括：由式 1 表示的第一化合物；以及由式 2 表示的第二化合物。使用所述固化劑組成物時，可以改善介電特性、耐化學性及高溫穩定性。

Provided is a curing agent composition including: a first compound represented by Formula 1; and a second compound represented by Formula 2. When the curing agent composition is used, dielectric characteristics, chemical resistance, and high-temperature stability may be improved.

特徵化學式：



[(發明摘要)]

[(中文發明名稱)] 固化劑組成物以及包括其之固化組成物

[(英文發明名稱)] CURING AGENT COMPOSITION AND

CURING COMPOSITION INCLUDING THE SAME

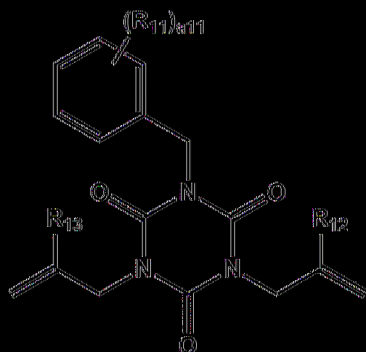
[(中文)] 提供了一種固化劑組成物，其包括：由式1表示的第一化合物；以及由式2表示的第二化合物。使用所述固化劑組成物時，可以改善介電特性、耐化學性及高溫穩定性。

[(英文)] Provided is a curing agent composition including: a first compound represented by Formula 1; and a second compound represented by Formula 2. When the curing agent composition is used, dielectric characteristics, chemical resistance, and high-temperature stability may be improved.

[(指定代表圖)] 無。

[(代表圖之符號簡單說明)] 無。

[(特徵化學式)]



【發明說明書】

【中文發明名稱】 固化劑組成物以及包括其之固化組成物

【英文發明名稱】 CURING AGENT COMPOSITION AND
CURING COMPOSITION INCLUDING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本揭露是有關於一種固化劑組成物及包含其的固化組成物。

【先前技術】

【0002】 近來，隨著資訊及通訊量的增加，高頻段的資訊及通訊得到積極實踐。因此，對能夠響應高頻區域的材料的需求正在增加。特別是，需要具有低耗散因子(dissipation factor)的材料來降低高頻帶中的傳輸損耗，並且需要能夠在至少 10 GHz 下具有 0.005 以下的耗散因子的同時實現高耐熱性的材料。

【0003】 尤其是，三聚異氰酸三烯丙酯(triallyl isocyanurate, TAIC)主要用作高頻覆銅層壓板(copper-clad lamination, CCL)的固化劑以實現優異的低介電特性。TAIC 透過起始劑通過末端存在的雙鍵與聚合物交聯，並將聚合物固化，從而提供具有低介電特性的高頻 CCL。

【0004】 然而，當 TAIC 在真空及高溫條件下交聯時，由於 TAIC 的分解溫度(Td)較低，造成一些 TAIC 發生部分揮發，導致不同部

【0012】 a11、a21 及 a22 可以各自獨立為 0 至 5 的整數。

【0013】 本揭露的另一個方面是關於一種固化組成物，其包括上述的固化劑組成物。

【0014】 本揭露的固化劑組成物具有比烯丙基更大的苄基，因此，隨著使用固化劑組成物所形成的網狀結構的尺寸增大，空隙的尺寸增大。因此，使用固化劑組成物製備的物件可具有改善的介電特性。

【0015】 另外，由於固化劑組成物同時包括第一化合物及第二化合物，因此可以改善固化劑組成物的耐化學性、高溫穩定性及機械特性。

【圖式簡單說明】

無。

【實施方式】

【0016】 在下文中，更詳細地描述本揭露的各個方面及各個實施例。

【0017】 本說明書及申請專利範圍中使用的用語或詞語不應被解讀為限於普通或字典含義，而是應基於發明人能夠適當地定義用語的概念來以最好的方法解釋發明人的揭露內容的原則而被解讀為具有與本揭露的技術思想一致的含義及概念。

【0018】 本揭露中使用的用語僅用於描述特定實施例的目的，且

C₂-C₁₅ 烯基，且

【0024】 a₁₁、a₂₁ 及 a₂₂ 可以各自獨立為 0 至 5 的整數。

【0025】 在一實施例中，固化劑組成物可具有 150°C 以上的 5% 分解溫度 T_d。例如，分解溫度 T_d 是指基於熱重分析(TGA)測量結果樣品的質量減少 5% 時的溫度。舉例而言，固化劑組成物可具有 150°C 至 240°C、160°C 至 240°C、170°C 至 240°C 或 180°C 至 240°C 的範圍內的分解溫度 T_d。例如，當固化劑組成物的分解溫度 T_d 滿足上述範圍時，可以改善使用固化劑組成物製備的物件的耐化學性及高溫穩定性。

【0026】 在一實施例中，基於固化劑組成物的總量，第一化合物的量可以在 70 重量%至 99 重量%的範圍內，而且基於固化劑組成物的總量，第二化合物的量可以在 1 重量%至 30 重量%的範圍內。

【0027】 在一實施例中，基於固化劑組成物的總重量，第一化合物的量可以在 80 至 99 重量%、85 至 99 重量%、或 90 至 99 重量的範圍內。

【0028】 在一實施例中，基於固化劑組成物的總重量，第二化合物的量可以在 1 重量%至 20 重量%、1 重量%至 15 重量%、或 1 重量%至 10 重量%的範圍內。

【0029】 在一實施例中，式 1 中，R₁₁ 至 R₁₃ 可以各自獨立為氫或 C₁-C₁₅ 烷基。

【0030】 在一實施例中，式 1 中，R₁₁ 至 R₁₃ 可以各自獨立為氫、甲基或乙基。

【0064】 在一實施例中，基於過氧化物的起始劑可包括二異丙苯過氧化物(dicumyl peroxide)、二乙醯過氧化物(diacylperoxide)、2,4-二氯苯甲醯過氧化物(2,4-dichlorobenzoyl peroxide)、異丁醯過氧化物(isobutyryl peroxide)、癸醯過氧化物(decanoyl peroxide)、月桂過氧化物(lauryl peroxide)、丙醯過氧化物(propionyl peroxide)、乙醯過氧化物(acetyl peroxide)、苯甲醯過氧化物(benzoyl peroxide)、對氯苯甲醯過氧化物(p-chlorobenzoyl peroxide)、或其任意組合。

【0065】 在一實施例中，起始劑可包括二異丙苯過氧化物。

【0066】 在一實施例中，起始劑的莫耳數與固化劑組成物的莫耳數之比可以在 0.01 至 0.5 的範圍內。例如，起始劑的莫耳數與固化劑組成物的莫耳數之比可以在 0.05 至 0.5、0.1 至 0.5、0.1 至 0.4、或 0.2 至 0.4 的範圍內。

【0067】 在一實施例中，固化組成物還可包括溶劑。

【0068】 在一實施例中，溶劑可包括甲苯、丙酮、甲基乙基酮、乙酸乙酯、或其任意組合。

【0069】 在一實施例中，溶劑可包括甲苯。

【0070】 在一實施例中，在固化組成物中，基於固體的總重量所包括的基料聚合物的量可以在 50 重量%至 90 重量%的範圍內，基於固體的總重量固化劑組成物的量可以在 1 重量%至 35 重量%的範圍內，而且基於固體的總重量起始劑的量可以在 1 重量%至 15 重量%的範圍內。固體的總重量可以指固化組成物中所包括的除溶劑以外的成分的總重量。

【0071】 在一實施例中，基料聚合物的重量與固化劑組成物的重量之比可以在 0.1 至 10 的範圍內。舉例而言，基料聚合物的重量與固化劑組成物的重量之比可以在 1 至 10、2 至 10、1 至 8、1 至 6、1 至 4、或 1 至 3 的範圍內。

【0072】 在一實施例中，固化組成物可具有 260°C 以下的玻璃轉化溫度 T_g 。例如，固化劑組成物的玻璃轉化溫度 T_g 可以在 180 至 260°C、180 至 250°C、180 至 245°C、或 200 至 245°C 的範圍內。

【0073】 在一實施例中，固化組成物可具有 2.55 以下的介電常數 D_k 。例如，固化劑組成物可在 2 至 2.55、2 至 2.5、2 至 2.4、或 2.2 至 2.3 的範圍內的介電常數 D_k 。

【0074】 在一實施例中，固化組成物可具有 0.0044 以下的耗散因子 D_f 。例如，固化劑組成物可具有在 0.002 至 0.0044、0.002 至 0.004、0.002 至 0.0038、或 0.0025 至 0.0035 的範圍內的耗散因子 D_f 。

【0075】 [用語定義]

【0076】 在本說明書中， C_1 - C_{15} 烷基是指具有 1 至 15 個碳原子的直鏈或支鏈脂肪烴單價基團，其具體實例可包括甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、正戊基、叔戊基、新戊基、異戊基、仲戊基、3-戊基、仲異戊基、正己基、異己基、仲己基、叔己基、正庚基、異庚基、仲庚基、叔庚基、正辛基、異辛基、仲辛基、叔辛基、正壬基、異壬基、仲壬基、叔壬基、正癸基、異癸基、仲癸基及叔癸基。在本說明書中， C_1 - C_{15} 亞烷基是指

具有 1 至 15 個碳原子的直鏈或支鏈脂肪族二價烴基。

【0077】 在本說明書中，C₂-C₁₅ 烯基是指在 C₂-C₁₅ 烷基的中間或末端具有至少一個碳-碳雙鍵的單價烴基，其實例可以包括乙烯基、丙烯基、丁烯基等。C₂-C₁₅ 亞烯基是指在 C₂-C₁₅ 亞烷基的中間或末端具有至少一個碳-碳雙鍵的二價烴基。

【0078】 下面，將通過實例更詳細地描述本揭露。這些實例用於更詳細地解釋本揭露，且本揭露的範圍不限於這些實例，這對於本揭露所屬領域的技術人員來說是顯而易見的。

【0079】 製備例 1. 固化劑組成物的製備

【0080】 三聚異氰酸二烯丙酯(Diallyl-isocyanurate, DAIC)的製備

【0081】 將 15.0 質量份的三聚氰酸、120.0 質量份的水、0.12 質量份的 CuCl 及 27.9 質量份的 50% NaOH 添加至配備有溫度計、冷凝器及攪拌器的五頸燒瓶中，並攪拌混合物。

【0082】 將 18.67 質量份的烯丙基氯加入混合物中，並且在將溫度升高至 45°C 後，使反應進行 1 小時。將所得混合物冷卻至 30°C 後，將 4.56 質量份的磷酸加入混合物中以沉澱出 DAIC。

【0083】 將沉澱的 DAIC 過濾，用 30 質量份的水及 30 質量份的甲醇洗滌，然後在 100°C 的真空烘箱中乾燥 12 小時，從而獲得 13 質量份的乾燥 DAIC（純度 96%，淡藍色粉末）。

【0084】 <DAIC>

製備例 4	85	13	2	188.9
製備例 5	85	5	10	182.0
製備例 6	85	2	13	180.1
製備例 7	80	18	2	190.7
製備例 8	60	16	24	181.5
製備例 9	95	5	-	186.6
製備例 10	90	10	-	188.7
製備例 11	85	15	-	189.4
比較 製備例 1	-	100	-	220.8
比較 製備例 2	-	-	100	146.7

【0107】 參考表 1，根據製備例製備的固化劑組成物通過包括第一化合物及第二化合物而具有升高的分解溫度 Td。因此，根據製備例的固化劑組成物具有優異的高溫穩定性。

【0108】 實例 1

【0109】 將 5.0 質量份的固化劑(製備例 1 的固化劑組成物)及 20.64 質量份的甲苯作為溶劑添加到 20.0 質量份的用甲基丙烯酸酯改質的聚氧二甲苯(KPU-6000)中，使用超音波儀將混合物溶解 2 小時(最高溫度 40℃)。隨後，將 0.226 質量份的二異丙苯過氧化物(DCP)作為起始劑添加到混合物中以製備清漆。

【0110】 將玻璃纖維浸漬在清漆中，在室溫下乾燥 10 分鐘，然後在 130℃ 下加熱乾燥 3 分鐘。將乾燥的固化產物研磨成粉末後，將粉末倒入長×寬×高的尺寸為 1.5 cm x 1.5 cm x 0.5 cm 的模具中。

隨後，將含有固化產物的粉末的模具放在銅箔之間。使用加壓機將銅箔在 70°C、300 bar 下壓縮 2 小時，並升溫至 230°C 且維持 2 小時。卸壓後，將銅箔及模具移除，得到加壓固化產物。將加壓固化產物切割成寬 1cm、長 1cm 的尺寸以製備樣品。

【0111】 實例 2 至 11 以及比較例 1 及 2

【0112】 以與實例 1 相同的方式製備樣品，不同之處在於溶劑的量、固化劑的種類、固化劑的量及起始劑的量如表 2 所示改變。

【0113】 評估例 2：介電常數 D_k 及耗散因子 D_f 的量測

【0114】 通過使用量測裝置(AET 公司的 ADMS01O 系列)測量實例 1 至 11 以及比較例 1 及 2 的樣品在 10 GHz 下的介電常數 D_k 。

【0115】 為了測量實例 1 至 11 以及比較例 1 及 2 的樣品的介電常數 D_k ，量測裝置的頻率選擇為 9.3 GHz。輸入兩種參考材料的頻率以進行校準量測。通過選擇 PTFE($D_k=2.03$)及 SiO_2 ($D_k=4.41$)作為參考材料來進行校準。

【0116】 首先，作為空白，測量空氣的介電常數 D_k ($D_k = 1$)。空白量測完成後，測量首先選擇作為參考材料的 PTFE 的介電常數 D_k 。將樣品放在探針上後，打開真空幫浦並按下測量按鈕以測量介電常數 D_k 。

【0117】 PTFE 量測完成後，測量其次選擇作為參考材料的 SiO_2 的介電常數 D_k 。校準完成後，測量選擇作為參考材料的 PTFE 及 SiO_2 的介電常數 D_k 。當實際值與測量值之間的誤差範圍超過 $\pm 1\%$ 時，重新進行校準。

【0118】 隨後，將根據實例 1 至 11 以及比較例 1 及 2 的每個樣品放置在探針上。然後，打開真空幫浦以準備最大壓縮來測量介電常數 Dk。根據介電常數測量結果計算介電常數 Dk 值及耗散因子 Df 值，如表 2 所示。

【0119】 [表 2]

	KPU - 6000	甲苯	DCP	固化劑		Tg (°C)	介電常 數(Dk)	耗散因子 (Df)
				類型	量			
實例 1	20	20.64	0.226	製備例 1	5.0	235	2.3013	0.0028
實例 2	20	20.64	0.226	製備例 2	5.0	229.1	2.3014	0.0028
實例 3	20	20.64	0.226	製備例 3	5.0	232.9	2.3082	0.0029
實例 4	20	20.64	0.226	製備例 4	5.0	223.5	2.3149	0.0029
實例 5	20	20.64	0.226	製備例 5	5.0	240.8	2.3197	0.0030
實例 6	20	20.64	0.226	製備例 6	5.0	238.2	2.3310	0.0031
實例 7	20	20.64	0.226	製備例 7	5.0	218.1	2.3200	0.0030
實例 8	20	20.64	0.226	製備例 12	5.0	226.3	2.3739	0.0033
實例 9	20	20.64	0.226	製備例 13	5.0	231.4	2.2955	0.0028
實例 10	20	20.64	0.226	製備例 14	5.0	226	2.2963	0.0028
實例 11	20	20.64	0.226	製備例 15	5.0	220.7	2.3119	0.0029
比較例 1	20	20.64	0.226	比較 製備例 1	5.0	未固化		
比較例 2	20	20.64	0.226	比較 製備例 2	5.0	264.7	2.5503	0.0045

【0120】 參考表 2，與由僅含第二化合物或僅含第三化合物的固化劑組成物製備的比較例相比，由包含第一化合物及第二化合物兩者的固化劑組成物製備的實例顯示出改善的介電特性，具有降低的介電常數 Dk 值及耗散因子 Df 值。

【0121】 此外，與不包含第三化合物的實例 10 相比，使用另外包含第三化合物的固化劑組成物的實例 2 及 3 顯示出升高的玻璃轉化溫度 Tg，從而不僅改善了介電特性，而且還改善了耐熱特性。

【0122】 上述實例及比較例是用於解釋本揭露的說明性實例，且本揭露不限於此。本領域技術人員將能夠通過各種修改來實施本揭露，而且本揭露的技術保護範圍應由所附申請專利範圍界定。

【符號說明】

無。

R_{31} 至 R_{33} 各自獨立為氫、 C_1 - C_{15} 烷基或 C_2 - C_{15} 烯基。

【請求項7】 如請求項6所述的固化劑組成物，其中

式3中， R_{31} 至 R_{33} 各自獨立為氫、甲基或乙基。

【請求項8】 如請求項6所述的固化劑組成物，其中

基於所述固化劑組成物的總重量，所述第三化合物的量為30重量%以下。

【請求項9】 一種固化組成物，包括：

如請求項1所述的固化劑組成物；

基料聚合物；以及

起始劑。

【請求項10】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述基料聚合物包括用丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、芳基或乙烯基改質的聚氧二甲苯。

【請求項11】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述起始劑包括基於過氧化物的起始劑。

【請求項12】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述起始劑的莫耳數與所述固化劑組成物的莫耳數之比為0.01至0.5。

【請求項13】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述基料聚合物的重量比與所述固化劑組成物的重量之比為0.1至10。

【請求項14】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述固化組成物具有2.55以下的介電常數 Dk ，且
所述固化組成物具有0.0044以下的耗散因子 Df 。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 固化劑組成物以及包括其之固化組成物

【英文發明名稱】 CURING AGENT COMPOSITION AND
CURING COMPOSITION INCLUDING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本揭露是有關於一種固化劑組成物及包含其的固化組成物。

【先前技術】

【0002】 近來，隨著資訊及通訊量的增加，高頻段的資訊及通訊得到積極實踐。因此，對能夠響應高頻區域的材料的需求正在增加。特別是，需要具有低耗散因子(dissipation factor)的材料來降低高頻帶中的傳輸損耗，並且需要能夠在至少 10 GHz 下具有 0.005 以下的耗散因子的同時實現高耐熱性的材料。

【0003】 尤其是，三聚異氰酸三烯丙酯(triallyl isocyanurate, TAIC)主要用作高頻覆銅層壓板(copper-clad lamination, CCL)的固化劑以實現優異的低介電特性。TAIC 透過起始劑通過末端存在的雙鍵與聚合物交聯，並將聚合物固化，從而提供具有低介電特性的高頻 CCL。

【0004】 然而，當 TAIC 在真空及高溫條件下交聯時，由於 TAIC 的分解溫度(Td)較低，造成一些 TAIC 發生部分揮發，導致不同部

【0012】 a11、a21 及 a22 可以各自獨立為 0 至 5 的整數。

【0013】 本揭露的另一個方面是關於一種固化組成物，其包括上述的固化劑組成物。

【0014】 本揭露的固化劑組成物具有比烯丙基更大的苄基，因此，隨著使用固化劑組成物所形成的網狀結構的尺寸增大，空隙的尺寸增大。因此，使用固化劑組成物製備的物件可具有改善的介電特性。

【0015】 另外，由於固化劑組成物同時包括第一化合物及第二化合物，因此可以改善固化劑組成物的耐化學性、高溫穩定性及機械特性。

【圖式簡單說明】

無。

【實施方式】

【0016】 在下文中，更詳細地描述本揭露的各個方面及各個實施例。

【0017】 本說明書及申請專利範圍中使用的用語或詞語不應被解讀為限於普通或字典含義，而是應基於發明人能夠適當地定義用語的概念來以最好的方法解釋發明人的揭露內容的原則而被解讀為具有與本揭露的技術思想一致的含義及概念。

【0018】 本揭露中使用的用語僅用於描述特定實施例的目的，且

C₂-C₁₅ 烯基，且

【0024】 a₁₁、a₂₁ 及 a₂₂ 可以各自獨立為 0 至 5 的整數。

【0025】 在一實施例中，固化劑組成物可具有 150°C 以上的 5% 分解溫度 T_d。例如，分解溫度 T_d 是指基於熱重分析(TGA)測量結果樣品的質量減少 5% 時的溫度。舉例而言，固化劑組成物可具有 150°C 至 240°C、160°C 至 240°C、170°C 至 240°C 或 180°C 至 240°C 的範圍內的分解溫度 T_d。例如，當固化劑組成物的分解溫度 T_d 滿足上述範圍時，可以改善使用固化劑組成物製備的物件的耐化學性及高溫穩定性。

【0026】 在一實施例中，基於固化劑組成物的總量，第一化合物的量可以在 70 重量%至 99 重量%的範圍內，而且基於固化劑組成物的總量，第二化合物的量可以在 1 重量%至 30 重量%的範圍內。

【0027】 在一實施例中，基於固化劑組成物的總重量，第一化合物的量可以在 80 至 99 重量%、85 至 99 重量%、或 90 至 99 重量%的範圍內。

【0028】 在一實施例中，基於固化劑組成物的總重量，第二化合物的量可以在 1 重量%至 20 重量%、1 重量%至 15 重量%、或 1 重量%至 10 重量%的範圍內。

【0029】 在一實施例中，式 1 中，R₁₁ 至 R₁₃ 可以各自獨立為氫或 C₁-C₁₅ 烷基。

【0030】 在一實施例中，式 1 中，R₁₁ 至 R₁₃ 可以各自獨立為氫、甲基或乙基。

【0064】 在一實施例中，基於過氧化物的起始劑可包括二異丙苯過氧化物(dicumyl peroxide)、二乙醯過氧化物(diacylperoxide)、2,4-二氯苯甲醯過氧化物(2,4-dichlorobenzoyl peroxide)、異丁醯過氧化物(isobutyryl peroxide)、癸醯過氧化物(decanoyl peroxide)、月桂過氧化物(lauryl peroxide)、丙醯過氧化物(propionyl peroxide)、乙醯過氧化物(acetyl peroxide)、苯甲醯過氧化物(benzoyl peroxide)、對氯苯甲醯過氧化物(p-chlorobenzoyl peroxide)、或其任意組合。

【0065】 在一實施例中，起始劑可包括二異丙苯過氧化物。

【0066】 在一實施例中，起始劑的莫耳數與固化劑組成物的莫耳數之比可以在 0.01 至 0.5 的範圍內。例如，起始劑的莫耳數與固化劑組成物的莫耳數之比可以在 0.05 至 0.5、0.1 至 0.5、0.1 至 0.4、或 0.2 至 0.4 的範圍內。

【0067】 在一實施例中，固化組成物還可包括溶劑。

【0068】 在一實施例中，溶劑可包括甲苯、丙酮、甲基乙基酮、乙酸乙酯、或其任意組合。

【0069】 在一實施例中，溶劑可包括甲苯。

【0070】 在一實施例中，在固化組成物中，基於固體的總重量所包括的基料聚合物的量可以在 50 重量%至 90 重量%的範圍內，基於固體的總重量固化劑組成物的量可以在 1 重量%至 35 重量%的範圍內，而且基於固體的總重量起始劑的量可以在 1 重量%至 15 重量%的範圍內。固體的總重量可以指固化組成物中所包括的除溶劑以外的成分的總重量。

【0071】 在一實施例中，基料聚合物的重量與固化劑組成物的重量之比可以在 0.1 至 10 的範圍內。舉例而言，基料聚合物的重量與固化劑組成物的重量之比可以在 1 至 10、2 至 10、1 至 8、1 至 6、1 至 4、或 1 至 3 的範圍內。

【0072】 在一實施例中，固化組成物可具有 260°C 以下的玻璃轉化溫度 T_g 。例如，固化組成物的玻璃轉化溫度 T_g 可以在 180 至 260°C、180 至 250°C、180 至 245°C、或 200 至 245°C 的範圍內。

【0073】 在一實施例中，固化組成物可具有 2.55 以下的介電常數 D_k 。例如，固化組成物可具有在 2 至 2.55、2 至 2.5、2 至 2.4、或 2.2 至 2.3 的範圍內的介電常數 D_k 。

【0074】 在一實施例中，固化組成物可具有 0.0044 以下的耗散因子 D_f 。例如，固化組成物可具有在 0.002 至 0.0044、0.002 至 0.004、0.002 至 0.0038、或 0.0025 至 0.0035 的範圍內的耗散因子 D_f 。

【0075】 [用語定義]

【0076】 在本說明書中， C_1 - C_{15} 烷基是指具有 1 至 15 個碳原子的直鏈或支鏈脂肪烴單價基團，其具體實例可包括甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、仲丁基、異丁基、叔丁基、正戊基、叔戊基、新戊基、異戊基、仲戊基、3-戊基、仲異戊基、正己基、異己基、仲己基、叔己基、正庚基、異庚基、仲庚基、叔庚基、正辛基、異辛基、仲辛基、叔辛基、正壬基、異壬基、仲壬基、叔壬基、正癸基、異癸基、仲癸基及叔癸基。在本說明書中， C_1 - C_{15} 亞烷基是指具有 1 至 15 個碳原子的直鏈或支鏈脂肪族二價烴基。

【0077】 在本說明書中，C₂-C₁₅ 烯基是指在 C₂-C₁₅ 烷基的中間或末端具有至少一個碳-碳雙鍵的單價烴基，其實例可以包括乙烯基、丙烯基、丁烯基等。C₂-C₁₅ 亞烯基是指在 C₂-C₁₅ 亞烷基的中間或末端具有至少一個碳-碳雙鍵的二價烴基。

【0078】 下面，將通過實例更詳細地描述本揭露。這些實例用於更詳細地解釋本揭露，且本揭露的範圍不限於這些實例，這對於本揭露所屬領域的技術人員來說是顯而易見的。

【0079】 製備例 1. 固化劑組成物的製備

【0080】 三聚異氰酸二烯丙酯(Diallyl-isocyanurate, DAIC)的製備

【0081】 將 15.0 質量份的三聚氰酸、120.0 質量份的水、0.12 質量份的 CuCl 及 27.9 質量份的 50% NaOH 添加至配備有溫度計、冷凝器及攪拌器的五頸燒瓶中，並攪拌混合物。

【0082】 將 18.67 質量份的烯丙基氯加入混合物中，並且在將溫度升高至 45°C 後，使反應進行 1 小時。將所得混合物冷卻至 30°C 後，將 4.56 質量份的磷酸加入混合物中以沉澱出 DAIC。

【0083】 將沉澱的 DAIC 過濾，用 30 質量份的水及 30 質量份的甲醇洗滌，然後在 100°C 的真空烘箱中乾燥 12 小時，從而獲得 13 質量份的乾燥 DAIC（純度 96%，淡藍色粉末）。

【0084】 <DAIC>

製備例 4	85	13	2	188.9
製備例 5	85	5	10	182.0
製備例 6	85	2	13	180.1
製備例 7	80	18	2	190.7
製備例 8	60	16	24	181.5
製備例 9	95	5	-	186.6
製備例 10	90	10	-	188.7
製備例 11	85	15	-	189.4
比較 製備例 1	-	100	-	220.8
比較 製備例 2	-	-	100	146.7

【0107】 參考表 1，根據製備例製備的固化劑組成物通過包括第一化合物及第二化合物而具有升高的分解溫度 Td。因此，根據製備例的固化劑組成物具有優異的高溫穩定性。

【0108】 實例 1

【0109】 將 5.0 質量份的固化劑(製備例 1 的固化劑組成物)及 20.64 質量份的甲苯作為溶劑添加到 20.0 質量份的用甲基丙烯酸酯改質的聚氧二甲苯(KPU-6000)中，使用超音波儀將混合物溶解 2 小時(最高溫度 40℃)。隨後，將 0.226 質量份的二異丙苯過氧化物(DCP)作為起始劑添加到混合物中以製備清漆。

【0110】 將玻璃纖維浸漬在清漆中，在室溫下乾燥 10 分鐘，然後在 130℃ 下加熱乾燥 3 分鐘。將乾燥的固化產物研磨成粉末後，將粉末倒入長×寬×高的尺寸為 1.5 cm x 1.5 cm x 0.5 cm 的模具中。

隨後，將含有固化產物的粉末的模具放在銅箔之間。使用加壓機將銅箔在 70°C、300 bar 下壓縮 2 小時，並升溫至 230°C 且維持 2 小時。卸壓後，將銅箔及模具移除，得到加壓固化產物。將加壓固化產物切割成寬 1cm、長 1cm 的尺寸以製備樣品。

【0111】 實例 2 至 11 以及比較例 1 及 2

【0112】 以與實例 1 相同的方式製備樣品，不同之處在於溶劑的量、固化劑的種類、固化劑的量及起始劑的量如表 2 所示改變。

【0113】 評估例 2：介電常數 Dk 及耗散因子 Df 的量測

【0114】 通過使用量測裝置(AET 公司的 ADMS01O 系列)測量實例 1 至 11 以及比較例 1 及 2 的樣品在 10 GHz 下的介電常數 Dk。

【0115】 為了測量實例 1 至 11 以及比較例 1 及 2 的樣品的介電常數 Dk，量測裝置的頻率選擇為 9.3 GHz。輸入兩種參考材料的頻率以進行校準量測。通過選擇 PTFE(Dk=2.03)及 SiO₂(Dk=4.41)作為參考材料來進行校準。

【0116】 首先，作為空白，測量空氣的介電常數 Dk (Dk = 1)。空白量測完成後，測量首先選擇作為參考材料的 PTFE 的介電常數 Dk。將樣品放在探針上後，打開真空幫浦並按下測量按鈕以測量介電常數 Dk。

【0117】 PTFE 量測完成後，測量其次選擇作為參考材料的 SiO₂ 的介電常數 Dk。校準完成後，測量選擇作為參考材料的 PTFE 及 SiO₂ 的介電常數 Dk。當實際值與測量值之間的誤差範圍超過±1%時，重新進行校準。

【0118】 隨後，將根據實例 1 至 11 以及比較例 1 及 2 的每個樣品放置在探針上。然後，打開真空幫浦以準備最大壓縮來測量介電常數 Dk。根據介電常數測量結果計算介電常數 Dk 值及耗散因子 Df 值，如表 2 所示。

【0119】 [表 2]

	KPU - 6000	甲苯	DCP	固化劑		Tg (°C)	介電常 數(Dk)	耗散因子 (Df)
				類型	量			
實例 1	20	20.64	0.226	製備例 1	5.0	235	2.3013	0.0028
實例 2	20	20.64	0.226	製備例 2	5.0	229.1	2.3014	0.0028
實例 3	20	20.64	0.226	製備例 3	5.0	232.9	2.3082	0.0029
實例 4	20	20.64	0.226	製備例 4	5.0	223.5	2.3149	0.0029
實例 5	20	20.64	0.226	製備例 5	5.0	240.8	2.3197	0.0030
實例 6	20	20.64	0.226	製備例 6	5.0	238.2	2.3310	0.0031
實例 7	20	20.64	0.226	製備例 7	5.0	218.1	2.3200	0.0030
實例 8	20	20.64	0.226	製備例 8	5.0	226.3	2.3739	0.0033
實例 9	20	20.64	0.226	製備例 9	5.0	231.4	2.2955	0.0028
實例 10	20	20.64	0.226	製備例 10	5.0	226	2.2963	0.0028
實例 11	20	20.64	0.226	製備例 11	5.0	220.7	2.3119	0.0029
比較例 1	20	20.64	0.226	比較 製備例 1	5.0	未固化		
比較例 2	20	20.64	0.226	比較 製備例 2	5.0	264.7	2.5503	0.0045

【0120】 參考表 2，與由僅含第二化合物或僅含第三化合物的固化劑組成物製備的比較例相比，由包含第一化合物及第二化合物兩者的固化劑組成物製備的實例顯示出改善的介電特性，具有降低的介電常數 Dk 值及耗散因子 Df 值。

【0121】 此外，與不包含第三化合物的實例 10 相比，使用另外包含第三化合物的固化劑組成物的實例 2 及 3 顯示出升高的玻璃轉化溫度 Tg，從而不僅改善了介電特性，而且還改善了耐熱特性。

【0122】 上述實例及比較例是用於解釋本揭露的說明性實例，且本揭露不限於此。本領域技術人員將能夠通過各種修改來實施本揭露，而且本揭露的技術保護範圍應由所附申請專利範圍界定。

【符號說明】

無。

R_{31} 至 R_{33} 各自獨立為氫、 C_1 - C_{15} 烷基或 C_2 - C_{15} 烯基。

【請求項7】 如請求項6所述的固化劑組成物，其中

式3中， R_{31} 至 R_{33} 各自獨立為氫、甲基或乙基。

【請求項8】 如請求項6所述的固化劑組成物，其中

基於所述固化劑組成物的總重量，所述第三化合物的量為30重量%以下。

【請求項9】 一種固化組成物，包括：

如請求項1所述的固化劑組成物；

基料聚合物；以及

起始劑。

【請求項10】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述基料聚合物包括用丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、芳基或乙烯基改質的聚氧二甲苯。

【請求項11】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述起始劑包括基於過氧化物的起始劑。

【請求項12】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述起始劑的莫耳數與所述固化劑組成物的莫耳數之比為0.01至0.5。

【請求項13】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述基料聚合物的重量與所述固化劑組成物的重量之比為0.1至10。

【請求項14】 如請求項9所述的固化組成物，其中

所述固化組成物具有2.55以下的介電常數 Dk ，且

所述固化組成物具有0.0044以下的耗散因子 Df 。