



(21)申請案號：102118896

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 29 日

(51)Int. Cl. : C08G59/08 (2006.01)

(71)申請人：國都化學股份有限公司 (南韓) KUKDO CHEMICAL CO., LTD. (KR)

南韓

(72)發明人：李時暢 LEE, SI-CHANG (KR)；朴景浩 PARK, KYUNG-HO (KR)；申泰圭 SHIN, TAE-KYOO (KR)；李鎮洙 LEE, JIN-SOO (KR)；黃玄湊 HWANG, HYUN-JU (KR)；禹弦律 WOO, HYUN-YOOL (KR)

(74)代理人：陳天賜

(56)參考文獻：

CN 101283009A

JP 11-116647A

審查人員：吳志明

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：0 共 19 頁

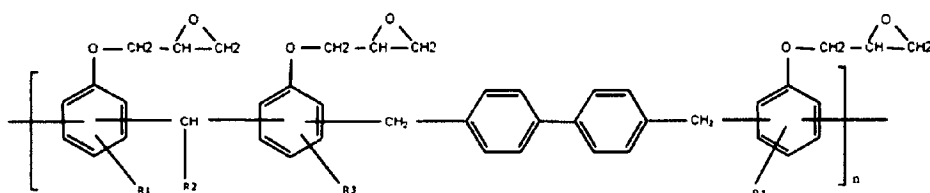
## (54)名稱

環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂及其製備方法以及環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物  
 SELF-EXTINGUISHING EPOXY RESIN FOR EPOXY MOLDING COMPOUND, METHOD OF PREPARING THE SAME, AND EPOXY RESIN COMPOSITION FOR EPOXY MOLDING COMPOUND

## (57)摘要

本發明提供化學式 1 的環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂。確認到，本發明的環氧樹脂(組合物)即使不使用鹵素類阻燃劑或磷類阻燃劑也呈現優秀的阻燃性，並且發現與現在最為商用化的日本化學藥品公司的 NC3000 相比阻燃性為同等以上、收縮率也較低而尺寸穩定性優秀、具有更低的彎曲模數的同時玻璃化轉變溫度更高的環氧樹脂模塑膠組合物用環氧樹脂是具有最理想的物性平衡性的高檔級別的環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂。

A self-extinguishing epoxy resin for an epoxy molding compound (EMC) represented by Formula 1 is disclosed. The epoxy resin (composition) has excellent flame retardancy without using a halogen flame retardant or a phosphorous flame retardant. Upon comparison with NC-3000 that is one of the most widely and commercially available products of Nippon Kayaku Co., Ltd., the epoxy resin composition is a self-extinguishing epoxy resin for a high-end EMC having better or similar flame retardancy, excellent dimensional stability due to lower shrinkage rate, and ideal physical property balance with lower flexural modulus and higher glass transition temperature.



## 發明摘要

※ 申請案號：102118896

※ 申請日：102.5.29

※IPC 分類：C08G59/08 (2006.01)

**【發明名稱】** 環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂及其製備方法  
以及環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物/

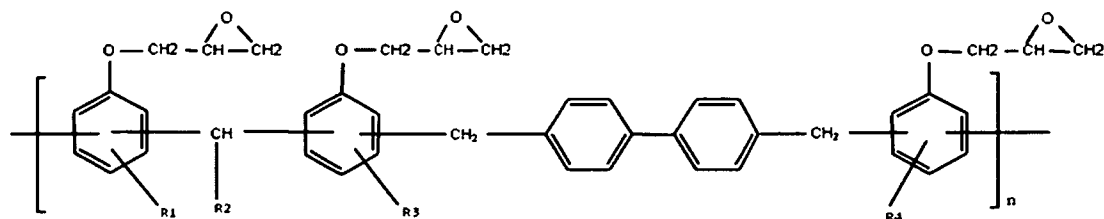
SELF-EXTINGUISHING EPOXY RESIN FOR EPOXY MOLDING COMPOUND,  
METHOD OF PREPARING THE SAME, AND EPOXY RESIN COMPOSITION FOR  
EPOXY MOLDING COMPOUND

**【中文】**

本發明提供化學式 1 的環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂。確認到，本發明的環氧樹脂（組合物）即使不使用鹵素類阻燃劑或磷類阻燃劑也呈現優秀的阻燃性，並且發現與現在最為商用化的日本化學藥品公司的 NC3000 相比阻燃性為同等以上、收縮率也較低而尺寸穩定性優秀、具有更低的彎曲模數的同時玻璃化轉變溫度更高的環氧樹脂模塑膠組合物用環氧樹脂是具有最理想的物性平衡性的高檔級別的環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂。

**【英文】**

A self-extinguishing epoxy resin for an epoxy molding compound (EMC) represented by Formula 1 is disclosed. The epoxy resin (composition) has excellent flame retardancy without using a halogen flame retardant or a phosphorous flame retardant. Upon comparison with NC-3000 that is one of the most widely and commercially available products of Nippon Kayaku Co., Ltd., the epoxy resin composition is a self-extinguishing epoxy resin for a high-end EMC having better or similar flame retardancy, excellent dimensional stability due to lower shrinkage rate, and ideal physical property balance with lower flexural modulus and higher glass transition temperature.

**【代表圖】****【本案指定代表圖】：**(無)**【本代表圖之符號簡單說明】：****【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

# 發明專利說明書

## 【發明名稱】

環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂及其製備方法以及環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物/

SELF-EXTINGUISHING EPOXY RESIN FOR EPOXY MOLDING COMPOUND,  
METHOD OF PREPARING THE SAME, AND EPOXY RESIN COMPOSITION FOR  
EPOXY MOLDING COMPOUND

## 【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種環氧樹脂模塑膠（EMC）用自熄性環氧樹脂及其製備方法以及環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物。更詳細地，提供不使用溴類、磷類等的阻燃劑而在環氧樹脂模塑膠中具有自熄性的高檔（High End）級別的環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂及其製備方法以及環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物。

## 【先前技術】

【0002】 環氧樹脂模塑膠（EMC，Epoxy Molding Compound）作為使用二氧化矽、環氧樹脂、苯酚樹脂、碳黑、阻燃劑等 10 種原料的複合材料，主要用途為，作為用於防止電晶體、二極體、微處理器、半導體記憶體等受到熱量、水分、衝擊等的影響而進行密封的材料的半導體封裝材料（密封材料）來使用。

【0003】 環氧樹脂模塑膠雖然與半導體的價格相比，其比重小，但是由於是用於保護半導體元器件的結構材料，因此對半導體的功能起到非常重要的影響。尤其，環氧樹脂模塑膠的混合技術屬於決定半導體的品質的核心技術。

【0004】 可以將高檔級別的環氧樹脂模塑膠的設計定義為平衡工程。由於環氧樹脂模塑膠要滿足總是相克的許多要求特性，例如高玻璃化轉變溫度 Vs 低彎曲模量，因此需要高難度的技術。能夠最有效地滿足相克的要求特性的方法是使

104年1月6日修正  
頁數(2)

104年1月6日修正替換頁

用物性平衡性優秀的高性能的環氧樹脂。即，在開發高檔級別的環氧樹脂模塑膠方面，高性能的環氧樹脂是代表性的核心技術。

【0005】 在本發明中提出的新穎的環氧樹脂可以確保與作為現在商業上最常使用的半導體密封材料的聯苯酚醛型環氧樹脂的日本化學藥品公司的 NC3000 相比，類似或更優秀的機械特性和可靠性。

【0006】 另一方面，韓國專利第 946206 號（苯酚類聚合物及其製備方法以及用途）中提出一種作為用於半導體密封材料的固化劑的新穎結構的苯酚類聚合物，但是在實施例中將上述 NC3000 作為環氧樹脂來使用。

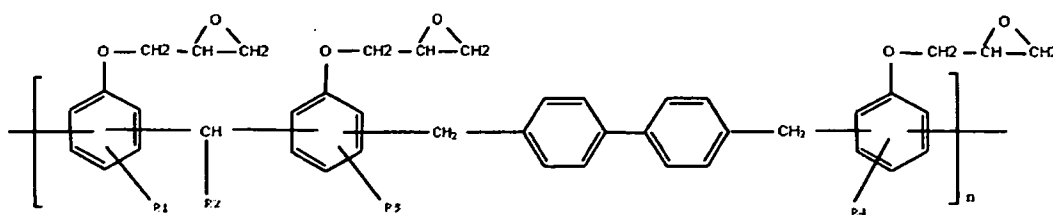
【0007】 有鑑於此，本發明人潛心構思並更深入研究，終於發明出一種環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂及其製備方法以及環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物。

### 【發明內容】

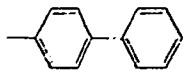
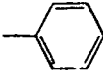
【0008】 本發明起因於發現在對現有技術（韓國專利第 946206 號）中提出的苯酚類聚合物進行環氧化的情況下，能夠提供優秀的物性的環氧樹脂模塑膠（EMC）用自熄性環氧樹脂。

【0009】 因此，本發明提供一種環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂及其製備方法以及環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物，其主要目的在於，提供下述化學式 1 的環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂。

【0010】 化學式 1



【0011】 R1、R3、R4 為 H 或烷基（Alkyl group），

R2 為  (聯苯基) 或  (苄基)

其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

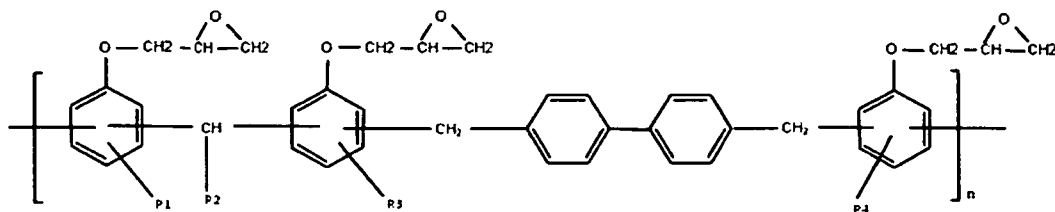
【0012】 並且，本發明提供利用上述化學式 1 的樹脂的環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物。

【0013】 確認到，本發明的環氧樹脂（組合物）即使不使用鹵素類阻燃劑或磷類阻燃劑也呈現優秀的阻燃性，並且，發現了阻燃性相比現在最商用化的日本化學藥品公司的 NC3000 為同等以上、且因收縮率低而尺寸穩定性優秀、具有更低的彎曲模數的同時玻璃化轉變溫度則更高的環氧樹脂模塑膠組合物用環氧樹脂是具有最理想的物性平衡性的高檔級別的環氧樹脂模塑膠用自熄性環氧樹脂。

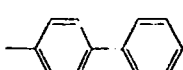
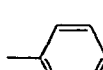
【0014】 為了解決上述問題，本發明者發現了如果將化學式 1 的環氧樹脂作為環氧樹脂模塑膠組合物來利用，則為了環保而不使用鹵素類阻燃劑和磷類阻燃劑，也可以在環氧樹脂模塑膠中獲得具有自熄性且還具有優秀的物性平衡性（balance）的高檔級別（高增值）的環氧樹脂。

【0015】 本發明的下述化學式 1 的樹脂是分別對苯酚類和二甲基聯苯類及苯甲醛或 4-苯基苯甲醛進行反應來進行酚醛化之後，分別對此進行環氧化的高增值用自熄性環氧樹脂。

【0016】 化學式 1



【0017】 R1、R3、R4 為 H 或烷基，

R2 為  (聯苯基) 或  (苄基)，

其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

【0018】 本發明的效果如下：

【0019】 1. 將本發明的環氧樹脂使用於環氧樹脂模塑膠組合物的情況下，阻燃性呈現出 V-O 等級，由此可知即使不使用鹵素類阻燃劑或磷類阻燃劑也呈現出優秀的阻燃性。並且確認到，與現在商用化的作為日本化學藥品公司的 NC3000 相比也呈現同等以上的阻燃性，並且可以瞭解到其他物性平衡性也呈現出同等以上的性能。

【0020】 2. 可知，由於收縮率低，因而不僅具有優秀的尺寸穩定性，而且收縮率低於現有商用產品 NC3000。

【0021】 3. 一般來說，如果玻璃化轉變溫度 (T<sub>g</sub>) 高，則存在模數也一同提高的傾向性，但在本發明的物質的情況下 (實施例 2 和實施例 5)，相比現有商用產品 NC3000 (比較例 1)，呈現出高玻璃化轉變溫度的同時模數相似或更低，由此可知，這對於環氧樹脂模塑膠的物性而言，具有非常理想的物性平衡性。

【0022】 有關本發明為達成上述目的，所採用之技術、手段及其他之功效，茲舉一較佳可行實施例並配合圖式詳細說明如後。

#### 【圖式簡單說明】

【0023】

(無)

#### 【實施方式】

【0024】 為使 貴審查委員對本發明之目的、特徵及功效能夠有更進一步之瞭解與認識，以下茲請配合【圖式簡單說明】詳述如後：

【0025】 本發明的環氧樹脂可通過如下過程製備而得：將對苯酚類和二甲基聯苯化合物、芳香醛進行反應而得的苯酚類聚合物製備成環氧樹脂並將此製備成環氧組合物。

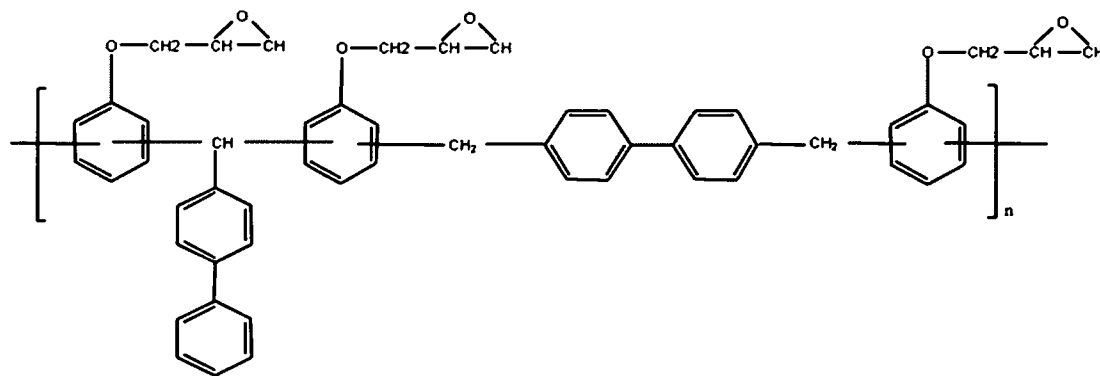
【0026】 更仔細地，將苯酚和 4,4'-二甲氧基甲基聯苯 (4,4'-(bismethoxy methyl biphenyl)) 及 4-苯基苯甲醛或



【0033】 實施例 2 酚醛環氧樹脂的製備：

【0034】 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶投入 600g 的化學式 2 的樹脂和 949.6g 的環氧氯丙烷 (Epichlorohydrin) 並進行溶解之後，將 150g 的 50% NaOH 水溶液催化劑滴下 4 小時進行反應之後，回收剩餘的環氧氯丙烷。在合成的樹脂投入 750g 的甲基異丁基酮 (Methyl isobutyl ketone)、264g 的純化水來進行分液、水洗而除去生成的鹽之後回收溶劑，從而合成了當量為 270.1g/eq、氯濃度為 280ppm、軟化點為 60.7 度 (B&R) 的化學式 3。

【0035】 化學式 3



【0036】 其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

【0037】 實施例 3 酚醛環氧樹脂組合物的製備：

【0038】 混合作為環氧樹脂的在實施例 2 中製備的化學式 3 的環氧樹脂 (100g)、作為固化劑的新酚 (xylok) 樹脂 (64.79g)、作為催化劑的三苯磷 (1.5g) 及作為填充劑 (filler) 的二氧化矽 (1210g) 來製備了環氧樹脂組合物。

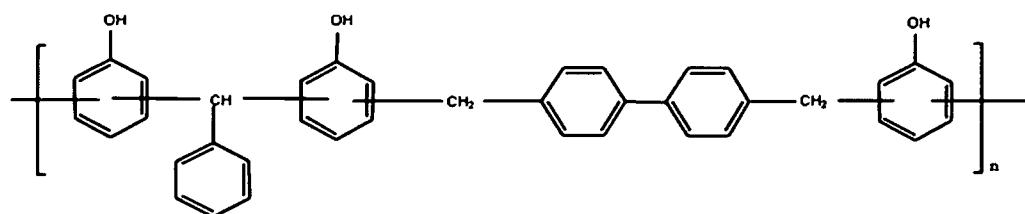
【0039】 實施例 4 利用苯甲醛的酚醛樹脂的製備

【0040】 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶投入 182g 的苯甲醛 (benzaldehyde)、470g 的苯酚、231g 的 4,4'-二甲氧基甲

基聯苯、47g 的純化水並升溫至 90°C 來進行溶解。作為催化劑投入 1.41g 的對甲苯磺酸一水合物進行 3 小時反應後，脫水至 115°C 之後，將苯酚回收至 190°C x5torr。接著，滴下 20g 的純化水來使殘餘苯酚含量最小化，從而合成了軟化點為 92°C、分子量為 859、粘度為 67cps(150°C) 的化學式 4 的樹脂。(第一步驟方法)

【0041】 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶投入 182g 的苯甲醛、470g 的苯酚、47g 的純化水並升溫至 90°C 來進行溶解。作為催化劑投入 1.41g 的對甲苯磺酸一水合物來進行 1 小時反應後，投入 231g 的作為第二原料的 4,4'-二甲氧基甲基聯苯並進行 3 小時反應後，進行脫水至 115°C 之後，將苯酚回收至 190°C x5torr。接著，滴下 20g 的純化水來使殘餘苯酚含量最小化，從而合成了軟化點為 92°C、分子量為 859、粘度為 67cps(150°C) 的化學式 4 的樹脂。(第二步驟方法)

【0042】 化學式 4

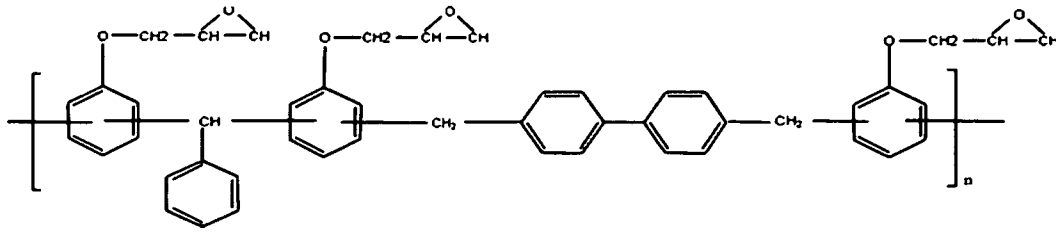


【0043】 其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

【0044】 實施例 5 酚醛環氧樹脂的製備

【0045】 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶投入 208g 的化學式 4 的樹脂和 412g 的環氧氯丙烷來進行溶解之後，將 80g 的 50% NaOH 水溶液催化劑滴下 4 小時進行反應之後回收剩餘的環氧氯丙烷。在合成的樹脂投入 528g 的甲基異丁基酮、264g 的純化水並進行分液、水洗而除去生成的鹽之後回收溶劑，從而合成當量為 237.8g/eq、氯濃度為 87ppm、軟化點為 60 度(B&R) 的化學式 5。

【0046】 化學式 5



【0047】 其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

【0048】 實施例 6 酚醛環氧樹脂組合物的製備

【0049】 混合作為環氧樹脂的在實施例 5 中製備的化學式 5 的環氧樹脂（100g）、作為固化劑的新酚樹脂（73.6g）、作為催化劑的三苯磷（1.5g）及作為填充劑（filler）的二氧化矽（1283g）來製備了環氧樹脂組合物。

【0050】 比較例 1

【0051】 除了作為自熄性環氧樹脂使用作為最商用化的樹脂的 NC-3000（日本化學藥品公司）以外，通過與實施例 3 相同的方法製備了環氧樹脂組合物。

【0052】 比較例 2

【0053】 除了作為環氧樹脂使用作為普通類型的鄰甲酚酚醛環氧樹脂的 YDCN-500-4P（韓國國都化學有限公司產品）來代替自熄性環氧樹脂以外，通過與實施例 3 相同的方法製備了環氧樹脂組合物。

【0054】 在表 1 中表示了通過上述方法製備的環氧樹脂（使用通過第二步驟方法製備的樹脂）及在比較例中使用的環氧樹脂的普通特性。

【0055】 表 1

通過實施例 2 和實施例 5 獲得的環氧樹脂的特性及在比較例 1 和比較例 2 中使用的環氧樹脂的特性

項目	實施例 2 的環氧樹脂	實施例 5 的環氧樹脂	比較例 1 的環氧樹脂	比較例 2 的環氧樹脂
環氧當量 (g/eq)	270.1	237.8	276.7	203.3
水解性氯濃度 (ppm)	85	82	50	80
軟化點 (°C)	60.7	57.8	55.2	62.4

【0056】 環氧樹脂組合物的成分和含量見表 2。

【0057】 表 2

環氧樹脂模塑膠組合物的原料物質成分及含量

	實施例 3 (含量 g)	實施例 6 (含量 g)	比較例 1 (含量 g)	比較例 2 (含量 g)
環氧樹脂	實施例 2 的環氧樹脂 (100)	實施例 5 的環氧樹脂 (100)	NC3000 (100)	YDCN-500-4P (100)
固化劑	新酚 (64.8)	新酚 (73.6)	新酚 (63.3)	新酚 (86.1)
催化劑	三苯磷 (1.5)	三苯磷 (1.5)	三苯磷 (1.5)	三苯磷 (1.5)
填充劑	二氧化矽 (1210)	二氧化矽 (1283)	二氧化矽 (1197)	二氧化矽 (1364)

【0058】 膠化時間 (Gel Time) 的測定

【0059】 為了評價環氧樹脂組合物的反應性而測定了膠化時間等。將脫離乾燥狀態的樹脂並製備成粉末 (powder) 形態的 1g 的試樣放在 175°C 的加熱板 (hot plate) 上測定時間，即測定利用牙籤攪拌並抬起時樹脂像紗線一樣延伸的時間。

【0060】 阻燃性的測定

【0061】 為了測定環氧樹脂組合物的阻燃性，根據 UL-94 標準利用垂直燃燒法來評價了阻燃性。上述阻燃性的測定，

用火焰燒焦試樣 10 秒鐘之後，除去火焰，並確認了在幾秒鐘內熄滅，如果在 10 秒鐘內熄滅則呈現出 UL V-0 等級的阻燃性。

【0062】 收縮率的測定

【0063】 準備模具和試驗片，並根據用卡尺測定的環氧樹脂模塑膠的收縮率測定方法來測定了模具和試驗片的長度。

【0064】 耐熱性的測定

【0065】 在 90°C 下維持 2 小時環氧樹脂組合物之後，在 150°C 下維持 4 小時來進行固化後，通過差示掃描量熱法（DSC，differential scanning calorimetry）分析來測定了玻璃化轉變溫度（T<sub>g</sub>）。

【0066】 彎曲強度及彎曲模量

【0067】 準備試驗片，以微米測定了試驗片的寬度和厚度，並通過利用 U.T.M 試驗機的方法測定了彎曲強度及彎曲模量。

【0068】 將以上的結果表示在表 3

【0069】 表 3

組分		原料			
		實施例 3	實施例 6	比較例 1	比較例 2
環氧樹脂		實施例 2 的環氧樹脂	實施例 5 的環氧樹脂	NC-3000	YDCN-500-4P
固化劑		新酚			
催化劑（三苯磷）		0.24%	0.24%	0.24%	0.24%
填充劑（二氧化矽）		88%	88%	88%	88%
膠化時間（175°C）		29 秒	26 秒	34 秒	25 秒
UL-94（防火等級）		6 秒	7 秒	10 秒	燃燒
收縮率	未進行後固化	0.24% 0.25%	0.25% 0.25%	0.27% 0.27%	0.33% 0.33%
機械分析	玻璃化轉變溫度	145	139	128	140

彎曲強度 ( Kg/ mm <sup>2</sup> )	RT@260 °C	150.9	151.1	161.0	161.3
彎曲模量 ( Kg/ mm <sup>2</sup> )	RT@260 °C	240067	240082	232077	2180124

【0070】 如表 3 所示，在使用本發明的環氧樹脂的情況下，可以製備出即使不使用鹵素類、磷類阻燃劑也具有優秀的阻燃性，尺寸穩定性優秀且物性平衡性也優秀的環氧樹脂模塑膠。

【0071】 由上述得知本發明確實符合「具有產業可利用性」、「新穎性」、「進步性」，爰依法提出發明專利申請，祈請惠予審查並早日賜准專利，實感德便。

#### 【符號說明】

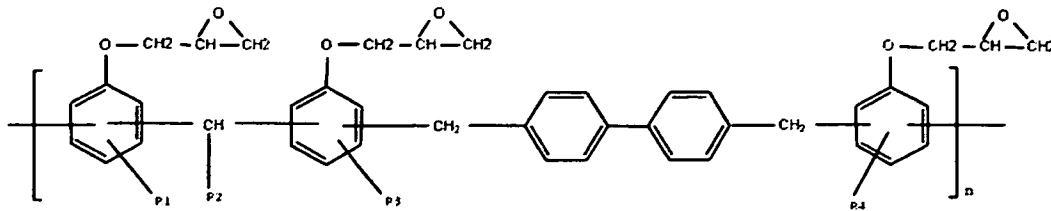
【0072】

(無)

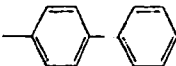
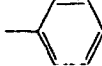
## 申請專利範圍

1、一種環氧樹脂，其係由下述化學式 1 表示：

化學式 1



R1、R3、R4 為 H 或烷基，

R2 為  (聯苯基) 或  (苄基)，

其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

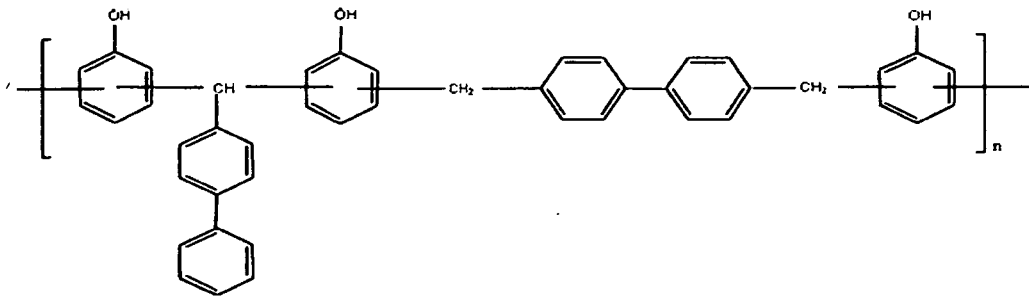
2、一種製備環氧樹脂的方法，其係包括如下步驟：

(1) 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶放入 212g 的 4-苯基苯甲醛、550g 的苯酚、242g 的 4,4'-二甲氧基甲基聯苯、58g 的純化水並升溫至 90°C 來進行溶解後，作為催化劑投入 1.41g 的對甲苯磺酸一水合物進行 3 小時反應後，進行脫水至 115°C 後，將苯酚回收至 190°C x5torr 之後，滴下 20g 的純化水來使殘餘苯酚含量最小化，從而合成化學式 2 的樹脂的步驟，或者

在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶放入 212g 的 4-苯基苯甲醛、550g 的苯酚、58g 的純化水並升溫至 90°C 來進行溶解之後，作為催化劑投入 1.41g 的對甲苯磺酸一水合物進行 1 小時反應後，投入 242g 的作為第二原料的 4,4'-二甲氧基甲基聯苯並進行 3 小時反應後進行脫水至 115°C 之後，將苯酚回收至

190°C x5torr 之後，滴下 20g 的純化水來使殘餘苯酚含量最小化，從而合成化學式 2 的樹脂的步驟，

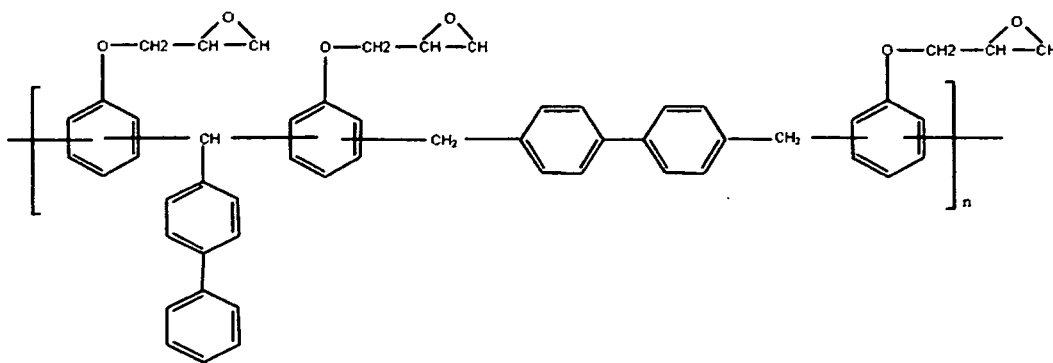
化學式 2



其中， $n=1\sim 100$  的自然數；

(2) 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶投入 600g 的化學式 2 的樹脂和 949.6g 的環氧氯丙烷進行溶解之後，將 150g 的 50% NaOH 水溶液催化劑滴下 4 小時進行反應後回收剩餘的環氧氯丙烷之後，在合成的樹脂投入 750g 的甲基異丁基酮、264g 的純化水來進行分液、水洗而除去生成的鹽之後回收溶劑，從而製備化學式 3 的環氧樹脂的步驟，

化學式 3



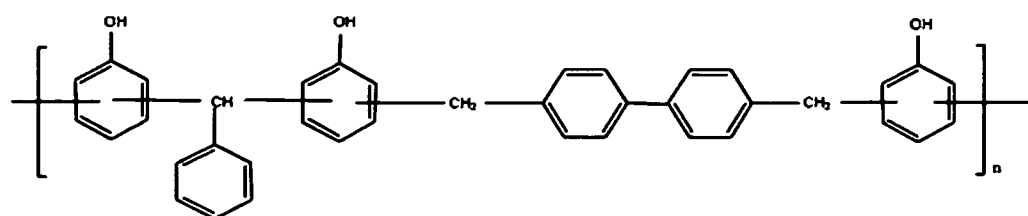
其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

3、一種合成環氧樹脂的方法，其係包括如下步驟：

(1) 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶投入 182g 的苯甲醛、420g (5mole) 的苯酚、231g 的 4,4'-二甲氧基甲基聯苯、47g 純化水並升溫至 90℃ 來進行溶解之後，作為催化劑投入 1.41g 的對甲苯磺酸一水合物來進行 3 小時反應後，進行脫水至 115℃ 後，將苯酚回收至 190℃ x5torr 之後，滴下 20g 的純化水來使殘餘苯酚含量最小化，從而製備化學式 4 的樹脂的步驟，或者

在附有冷卻機的燒瓶投入 182g 的苯甲醛、470g 的苯酚、47g 的純化水並升溫至 90℃ 來進行溶解之後，作為催化劑投入 1.41g 的對甲苯磺酸一水合物來進行 1 小時反應後，投入 231g 的作為第二原料的 4,4'-二甲氧基甲基聯苯並進行 3 小時後，進行脫水至 115℃ 後，將苯酚回收至 190℃ x5torr 之後，滴下 20g 的純化水來使殘餘苯酚含量最小化，從而合成化學式 4 的樹脂的步驟，

化學式 4

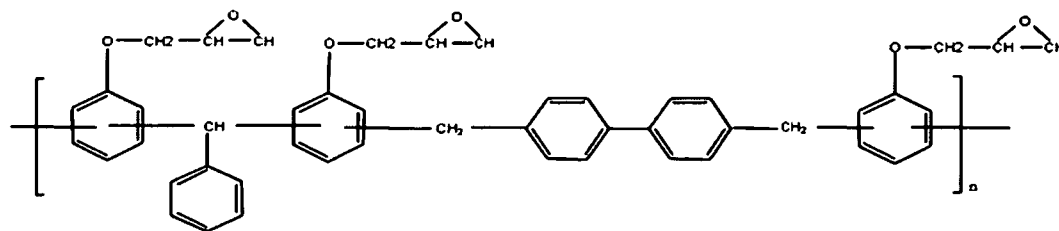


其中， $n=1\sim 100$  的自然數；

(2) 在附有攪拌機、冷卻機的燒瓶投入 208g 的化學式 4 的樹脂和 412g 的環氧氯丙烷來進行溶解之後，將 80g 的 50% NaOH 水溶液催化劑滴下 4 小時進行反應之後回收剩餘的環氧氯丙烷之後，在合成的樹脂投入 528g 的甲基異丁基酮、264g

的純化水來進行分液、水洗而除去生成的鹽之後回收溶劑，  
從而合成化學式 5 的樹脂的步驟，

化學式 5



其中， $n=1\sim 100$  的自然數。

4、一種環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物，該環氧樹脂模塑膠用環氧樹脂組合物係透過申請專利範圍第 2 項或第 3 項所述之方法合成的環氧樹脂中混合固化劑、催化劑及填充劑而形成。

圖式

(無)