



(21) 申請案號：111127182

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 07 月 20 日

(51) Int. Cl. :

*C08G59/50 (2006.01)**C08L63/00 (2006.01)**C08L79/08 (2006.01)**C08L101/00 (2006.01)**C08K3/36 (2006.01)**H01L23/29 (2006.01)**H01L23/31 (2006.01)*

(30) 優先權：2021/07/21

美國

63/224,366

(71) 申請人：德商漢高智慧財產控股公司 (德國) HENKEL IP &amp; HOLDING GMBH (DE)

德國

德商漢高股份有限及兩合公司 (德國) HENKEL AG &amp; CO. KGAA (DE)

德國

(72) 發明人：白潔 BAI, JIE (US)；卓綺茁 ZHUO, QIZHUO (CN)；章成旭 JANG, JAMES

SUNGWOOK (KR)；沈奎昌 SHIM, KYU CHANG (CN)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：29 項 圖式數：8 共 66 頁

(54) 名稱

用於具有優異高溫性質之供 3D 矽穿孔(TSV)封裝用之非傳導性薄膜的樹脂組合物

(57) 摘要

本發明係關於用於形成薄膜之組合物及該等薄膜在三維矽穿孔(3D TSV)封裝中之用途。在某些態樣中，本發明係關於包含一或多種樹脂、一或多種具有潛在熱活性之咪唑、一或多種無機填充劑及一或多種添加劑的組合物；由所揭示之組合物製備之 B 階段薄膜；及在所揭示之組合物固化之後獲得的固化薄膜。

The disclosure relates to compositions for forming films and the use of said films in three-dimension through-silicon-via (3D TSV) packages. In certain aspects, the disclosure relates to compositions comprising one or more resins, one or more imidazoles with latent thermal activity, one or more inorganic fillers, and one or more additives, to B-stage films prepared from the disclosed compositions, and to cured films obtained after cure of the disclosed compositions.

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

用於具有優異高溫性質之供3D矽穿孔(TSV)封裝用之非傳導性薄膜的樹脂組合物

### 【英文發明名稱】

RESIN COMPOSITION FOR NON-CONDUCTIVE FILM WITH EXCELLENT HIGH TEMPERATURE PROPERTIES FOR 3D TSV PACKAGES

### 【中文】

本發明係關於用於形成薄膜之組合物及該等薄膜在三維矽穿孔(3D TSV)封裝中之用途。在某些態樣中，本發明係關於包含一或多種樹脂、一或多種具有潛在熱活性之咪唑、一或多種無機填充劑及一或多種添加劑的組合物；由所揭示之組合物製備之B階段薄膜；及在所揭示之組合物固化之後獲得的固化薄膜。

### 【英文】

The disclosure relates to compositions for forming films and the use of said films in three-dimension through-silicon-via (3D TSV) packages. In certain aspects, the disclosure relates to compositions comprising one or more resins, one or more imidazoles with latent thermal activity, one or more inorganic fillers, and one or more additives, to B-stage films prepared from the disclosed compositions, and to cured films obtained after cure of the disclosed compositions.

### 【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

用於具有優異高溫性質之供3D矽穿孔(TSV)封裝用之非傳導性薄膜的樹脂組合物

### 【英文發明名稱】

RESIN COMPOSITION FOR NON-CONDUCTIVE FILM WITH EXCELLENT HIGH TEMPERATURE PROPERTIES FOR 3D TSV PACKAGES

### 【技術領域】

【0001】 本發明之態樣係關於用於形成薄膜之組合物及該等薄膜在三維矽穿孔(3D TSV)封裝中之用途。在某些態樣中，本發明係關於包含一或多種樹脂、一或多種具有潛在熱活性之咪唑、一或多種無機填充劑及一或多種添加劑的組合物；由所揭示之組合物製備之B階段薄膜；及在所揭示之組合物固化之後獲得的固化薄膜。在某些態樣中，所揭示之組合物固化之後獲得的固化薄膜具有特定物理性質及/或物理性質組合。在某些態樣中，本發明係關於由所揭示組合物製備之底膠薄膜，諸如晶圓級底膠薄膜(WAUF)。所揭示之薄膜之實施例適於例如在熱壓接合製程中使用。

### 【先前技術】

【0002】 在尋求下一代高效能3D TSV封裝時，材料行業亦面臨著改良薄膜材料(例如，底膠薄膜材料)之高溫性質的需要。此目的之實現可帶來益處，諸如較高熱穩定性及因此在跨越汽車、計算、網路連結及電信行業之應用中帶來較高可靠性。可與薄膜材料之改良高溫性質相關的特徵包括相對較高T<sub>g</sub> (玻璃轉化溫度)、相對較低CTE (熱膨脹係數)以及相對較

高模數(例如在250°C下)。

**【0003】** 在熱壓接合製程中，使用由某些包含含順丁烯二醯亞胺樹脂之習知樹脂組合物製備的薄膜時已遇到問題。舉例而言，在一些情況下，由包含含順丁烯二醯亞胺樹脂之某些習知樹脂組合物製備之B階段薄膜可具有小於100°C至150°C之DSC起始溫度。當此類B階段薄膜用於壓接頭接觸溫度變成100°C至150°C (例如，在壓接頭接觸溫度為130°C至210°C之製程中發生)的熱壓接合製程時，焊點處可出現材料截留問題。在其他情況下，由包含含順丁烯二醯亞胺樹脂之習知樹脂組合物製備之B階段薄膜的DSC起始溫度可大於焊料(例如無鉛焊料)之熔融溫度，諸如大於例如217°C之DSC起始溫度。當此類B階段薄膜用於熱壓接合製程時，在一些情況下，可出現焊料擠出問題。在一些情況下，亦可出現焊料擠出問題，其中由包含一或多種含順丁烯二醯亞胺樹脂之習知樹脂組合物製備的B階段薄膜的DSC起始溫度與DSC峰值溫度具有 $\Delta T$ ，例如大於20°C，諸如約40°C。

#### **【發明內容】**

**【0004】** 至少鑒於上文所論述之考慮因素，對包含一或多種樹脂、一或多種無機填充劑及一或多種添加劑之組合物；由該等組合物製備之B階段薄膜；及在該等組合物固化之後所獲得之固化薄膜存在興趣，其中該等組合物包含具有潛在熱活性之一或多種咪唑。如本文所用，具有潛在熱活性之咪唑係指一種咪唑，其當以0.20 g之量與1.0 g之NC-3000-L環氧樹脂(Nippon Kayaku)合併時得到的組合物當在TA Instruments熱分析器DSC Q20上於N<sub>2</sub>中，自室溫至300°C以10°C/分鐘溫度勻變速率量測時，展現至少145°C之DSC起始溫度及至少150°C之DSC峰值溫度。舉例而言，在一

些實施例中，具有潛在熱活性之咪唑在如剛剛所描述進行分析時展現至少145°C、至少150°C、至少155°C、至少160°C、至少165°C、至少170°C、至少175°C或至少180°C之DSC起始溫度。舉例而言，在一些實施例中，具有潛在熱活性之咪唑在如剛剛所描述進行分析時展現145°C至180°C，諸如145°C至175°C、145°C至170°C、145°C至160°C、150°C至180°C、150°C至175°C、150°C至170°C、150°C至160°C、155°C至175°C、155°C至170°C或155°C至165°C之DSC起始溫度。在一些實施例中，具有潛在熱活性之咪唑在如剛剛所描述分析時展現至少150°C、至少155°C、至少160°C、至少165°C、至少170°C、至少175°C或至少185°C之DSC峰值溫度。舉例而言，在一些實施例中，具有潛在熱活性之咪唑在如剛剛所描述進行分析時展現150°C至185°C，諸如150°C至180°C、150°C至175°C、150°C至170°C、150°C至165°C、150°C至160°C、160°C至180°C、165°C至175°C或160°C至170°C之DSC峰值溫度。

**【0005】** 為避免疑問，應理解，如剛剛所描述製備及量測之組合物(亦即，包含0.20 g具有潛在熱活性之咪唑及1.0 g之NC-3000-L環氧樹脂(Nippon Kayaku)的組合物)所展現之DSC起始溫度及/或DSC峰值溫度可與藉由包含具有潛在熱活性之相同咪唑但具有其他組分(諸如一或多種樹脂、或更多種無機填充劑及/或一或多種添加劑)的組合物所展現的DSC起始溫度及/或DSC峰值溫度相同或不同。

**【0006】** 在一些實施例中，具有潛在熱活性之咪唑包含至少兩個拉電子基團。

**【0007】** 相比之下，不構成具有潛在熱活性之咪唑的咪唑包括如下彼等咪唑：當以0.20 g之量與1.0 g之NC-3000-L環氧樹脂(Nippon

Kayaku)合併時得到的組合物當在TA Instruments熱分析器DSC Q20上於N<sub>2</sub>中，自室溫至300°C以10°C/分鐘溫度勻變速率量測時，展現至少145°C之DSC起始溫度及至少150°C之DSC峰值溫度。

**【0008】** 作為非限制性說明，如上文所描述分析四種咪唑。特定言之，進行四次獨立實驗。在各實驗中，將0.20 g咪唑A、咪唑B、咪唑C及咪唑D中之一者與1.0 g NC-3000-L環氧樹脂(Nippon Kayaku)合併，且所得組合物在TA Instruments熱分析器DSC Q20上於N<sub>2</sub>中，自室溫至300°C以10°C/分鐘溫度勻變速率量測。量測DSC起始溫度及DSC峰值溫度。結果列表於下方。咪唑A為4-甲基-2-苯基-1H-咪唑-5-甲醇。咪唑B為2-苯基-4,5-二羥甲基咪唑。咪唑C為2-苯基咪唑。咪唑D為2-乙基-4-甲基-1H-咪唑-1-丙腈。

	咪唑A	咪唑B	咪唑C	咪唑D
DSC起始溫度(°C) <sup>1</sup>	175.10	164.68	103.52	135.30
DSC峰值溫度(°C) <sup>1</sup>	179.00	168.46	119.97 (第一峰值), 127.26 (第二峰值)	143.80

<sup>1</sup>測試條件：將0.20 g各咪唑與1.0 g NC-3000-L環氧樹脂(Nippon Kayaku)合併，且使用TA Instruments熱分析器DSC Q20於N<sub>2</sub>中自室溫至300°C以10°C/分鐘之溫度勻變速率分析所得組合物中之各者。

**【0009】** 在本發明之上下文內，咪唑A及咪唑B為具有潛在熱活性之例示性咪唑，而咪唑C及咪唑D不被視為具有潛在熱活性之咪唑。如上文所示，當如上文所描述分析時，包含咪唑A或咪唑B之組合物各自展現至少145°C之DSC起始溫度及至少150°C之DSC峰值溫度，而包含咪唑C或咪唑D之組合物各自展現小於145°C之DSC起始溫度及小於150°C之DSC峰值溫度。

**【0010】** 所揭示之組合物之實施例解決上文所論述之問題。舉例而言，自所揭示之組合物製備的底膠薄膜之實施例適用於熱壓接合製程，諸

如用於3D TSV堆疊應用之熱壓接合製程。另外，自所揭示組合物製備之底膠薄膜的實施例展現良好晶粒拐角覆蓋度、間隙填充及電互連接點形成中之一或多者。

**【0011】** 在一些實施例中，本發明之態樣係針對：

1. 一種組合物，其包含：

一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺(nadimide)樹脂、含衣康醯亞胺(itaconimide)樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，

一或多種具有潛在熱活性之咪唑，

一或多種無機填充劑，及

一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群，

其中：

在該組合物形成薄膜之後，該薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 200^\circ\text{C}$ ，

在 $25^\circ\text{C}$ 下 $< 6.5$  GPa之儲存模數，

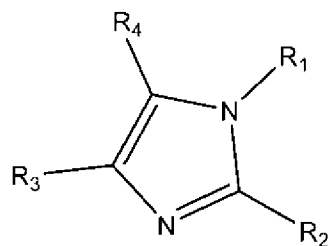
在 $250^\circ\text{C}$ 下 $> 0.1$  GPa之儲存模數，及

熱膨脹係數(CTE) $< 250$  ppm/ $^\circ\text{C}$ 。

2. 如實施例1之組合物，其中具有潛在活性之該咪唑為包含至少兩個拉電子基團的咪唑。

3. 如前述實施例中之任一者之組合物，其中該咪唑包含至少兩個獨立地選自羥甲基及苯基之拉電子基團。

4. 如前述實施例中之任一者的組合物，其中該咪唑由以下表示：



其中：

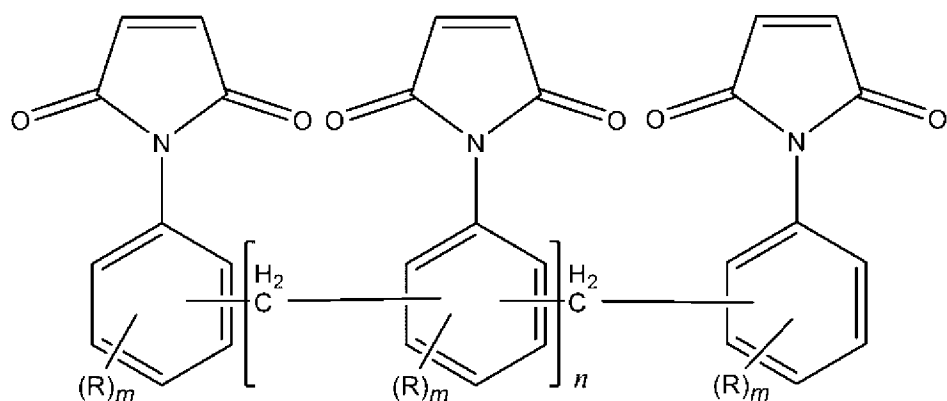
$R_1$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

$R_2$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

$R_3$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，及

$R_4$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，其限制條件為該咪唑包含至少兩個拉電子基團。

5. 如前述實施例中之任一者的組合物，其中該含順丁烯二醯亞胺樹脂係由以下表示之化合物：

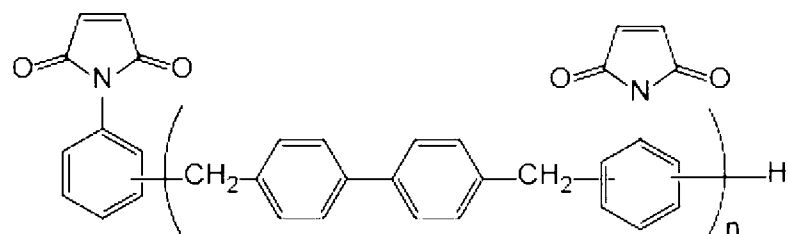


其中：

各R獨立地選自由H及經取代或未經取代之烷基組成之群；

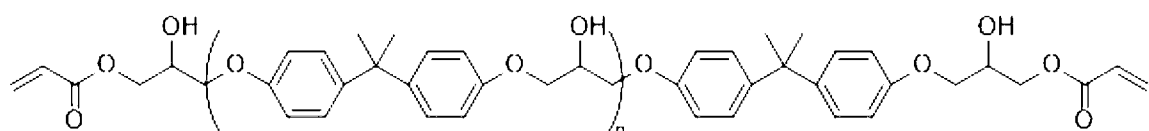
各m獨立地選自由以下組成之群：0、1、2、3或4；且

n為0、1、2、3、4或5，或為由以下表示之化合物：



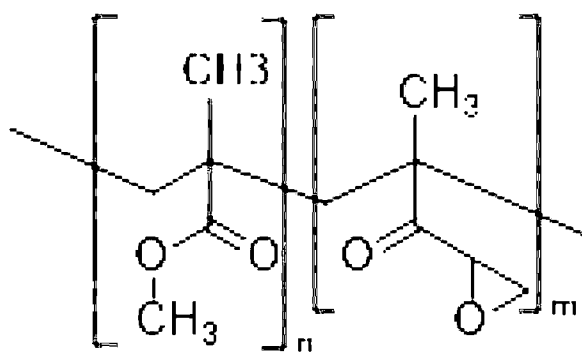
其中n為0、1、2、3、4或5。

6. 如前述實施例中之任一者之組合物，其中該(甲基)丙烯酸酯樹脂由以下表示：



其中n為0、1、2、3、4或5。

7. 如前述實施例中之任一者之組合物，其中環氧樹脂為由以下表示之化合物：



其中 $n$ 為0、1、2、3、4或5，且 $m$ 為0、1、2、3、4或5。

8. 如前述實施例中之任一者的組合物，其中，在組合物形成薄膜之後，該薄膜具有以下物理性質：

如藉由DSC以 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 溫度勻變速率所量測，差示掃描熱量測定(DSC)起始溫度為 $130^{\circ}\text{C}$ 至 $250^{\circ}\text{C}$ ，及

如使用DHR2流變計以 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 溫度勻變速率在 $\text{N}_2$ 中所量測，最低薄膜熔融黏度為 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 至 $10,000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。

9. 如前述實施例中之任一者的組合物，其中在該組合物形成薄膜之後，該薄膜DSC起始溫度與DSC峰值溫度之 $\Delta T$ 小於 $20^{\circ}\text{C}$ 或小於 $15^{\circ}\text{C}$ 。

10. 一種製備固化薄膜之方法，該方法包含

提供如前述實施例中之任一者的組合物；

將該組合物鑄造成薄膜；及

使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

11. 一種製備固化薄膜之方法，該方法包含

提供組合物，該組合物包含

一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，

一或多種具有潛在熱活性之咪唑，

一或多種無機填充劑，及

一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群；

將該組合物鑄造成薄膜；及

使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

12. 如實施例11之方法，其中具有潛在熱活性之該一或多種咪唑為一或多種包含至少兩個拉電子基團的咪唑。

13. 一種固化薄膜，其根據如實施例11或實施例12之方法製備。

14. 一種根據如實施例11至13中之任一者之方法製備的薄膜，其中該薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 200^\circ\text{C}$ ，

在 $25^\circ\text{C}$ 下 $< 6.5\text{ GPa}$ 之儲存模數，

在 $250^\circ\text{C}$ 下 $> 0.1\text{ GPa}$ 之儲存模數，及

熱膨脹係數(CTE)  $< 250\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 。

15. 如實施例13或實施例14之薄膜，其中該薄膜為底膠薄膜。

#### 【圖式簡單說明】

【0012】 圖1呈現本發明之例示性組合物(本發明實例3)之DSC (差示掃描熱量測定)資料。

【0013】 圖2呈現本發明之例示性組合物(本發明實例3)的熔融黏度資料。

【0014】 圖3呈現本發明之例示性組合物(本發明實例3)的DMA (動態機械分析)資料。

【0015】 圖4呈現本發明之例示性組合物(本發明實例3)的TMA (熱機械分析)資料。

【0016】 圖5呈現本發明之例示性組合物(本發明實例8)之DSC (差示掃描熱量測定)資料。

【0017】 圖6呈現本發明之例示性組合物(本發明實例8)之熔融黏度資料。

【0018】 圖7呈現本發明之例示性組合物(本發明實例8)之DMA (動態機械分析)資料。

【0019】 圖8呈現本發明之例示性組合物(本發明實例8)的TMA (熱機械分析)資料。

#### 【實施方式】

【0020】 參考以下詳細描述、結合附圖可更容易地理解所揭示之組合物及方法，該等附圖形成本發明之一部分。

【0021】 根據本發明，提供包含一或多種樹脂、一或多種具有潛在熱活性之咪唑、一或多種無機填充劑及一或多種添加劑的組合物。在一些實施例中，一或多種樹脂係選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂。在一些實施例中，一或多種添加劑選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群。在一些實施例中，具有潛在熱活性之一或多種咪唑為一或多種包含至少兩個拉電子基團的咪唑。

【0022】 在一些實施例中，在組合物形成薄膜之後，該薄膜具有使得薄膜適用於熱壓接合製程的某些特徵及/或性質。舉例而言，在一些實施例中，在組合物形成薄膜之後，該薄膜具有如藉由動態機械分析(DMA)量測之 $>100^{\circ}\text{C}$ 之 $T_g$ 、在 $25^{\circ}\text{C}$ 下 $<4\text{ GPa}$ 之儲存模數、在 $250^{\circ}\text{C}$ 下 $>0.1\text{ GPa}$ 之儲存模數及 $<250\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 之熱膨脹係數(CTE)。在一些實施例

中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘溫度勻變速率所量測，該B階段薄膜的差示掃描熱量測定(DSC)起始溫度為130°C至250°C，且如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，該B階段薄膜的最低薄膜熔融黏度為10 Pa·s至10,000 Pa·s。

**【0023】** 在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜之T<sub>g</sub>>100°C、>125°C、>150°C、>160°C、>165°C、>170°C、>175°C、>180°C、>185°C、>190°C、>200°C、>210°C、>220°C、>230°C、>240°C、>250°C、>260°C、>270°C、>280°C、>290°C或>300°C，各如藉由動態機械分析(DMA)所量測。在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜之T<sub>g</sub>為100°C至110°C、110°C至120°C、120°C至130°C、130°C至140°C、140°C至150°C、150°C至160°C、160°C至170°C、170°C至180°C、180°C至190°C、190°C至200°C、200°C至210°C、210°C至220°C、220°C至230°C、230°C至240°C、240°C至250°C、250°C至260°C、260°C至270°C、270°C至280°C、280°C至290°C或290°C至300°C，各如藉由DMA所量測。

**【0024】** 在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜之T<sub>g</sub>>100°C、>125°C、>150°C、>160°C、>165°C、>170°C、>175°C、>180°C、>185°C、>190°C、>200°C、>210°C、>220°C、>230°C、>240°C或>250°C，各如熱機械分析(TMA)所量測。在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜之T<sub>g</sub>為100°C至110°C、110°C至120°C、120°C至130°C、130°C至140°C、140°C至150°C、150°C至160°C、160°C至170°C、170°C至180°C、180°C至190°C、190°C至200°C、200°C至210°C、210°C至220°C、220°C至230°C、230°C至240°C或240°C至250°C，各

如藉由TMA所量測。在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜之 $T_g$ 為 $140^{\circ}\text{C}$ 至 $200^{\circ}\text{C}$ ，諸如 $150^{\circ}\text{C}$ 至 $190^{\circ}\text{C}$ 、 $160^{\circ}\text{C}$ 至 $190^{\circ}\text{C}$ 或 $160^{\circ}\text{C}$ 至 $180^{\circ}\text{C}$ 。

**【0025】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在 $25^{\circ}\text{C}$ 下具有 $<3\text{ GPa}$ 、 $<3.5\text{ GPa}$ 、 $<4\text{ GPa}$ 、 $<4.5\text{ GPa}$ 、 $<5\text{ GPa}$ 、 $<5.5\text{ GPa}$ 、 $<6\text{ GPa}$ 或 $<6.5\text{ GPa}$ 的儲存模數。

**【0026】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在 $25^{\circ}\text{C}$ 下具有 $2.0\text{ GPa}$ 至 $3.0\text{ GPa}$ 、 $3.0\text{ GPa}$ 至 $3.5\text{ GPa}$ 、 $3.5\text{ GPa}$ 至 $4.0\text{ GPa}$ 、 $4.0\text{ GPa}$ 至 $4.5\text{ GPa}$ 、 $4.5\text{ GPa}$ 至 $5.0\text{ GPa}$ 、 $5.0\text{ GPa}$ 至 $5.5\text{ GPa}$ 、 $5.5\text{ GPa}$ 至 $6.0\text{ GPa}$ 或 $6.0\text{ GPa}$ 至 $6.5\text{ GPa}$ 的儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在 $25^{\circ}\text{C}$ 下具有 $3.0\text{ GPa}$ 至 $6.5\text{ GPa}$ 的儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在 $25^{\circ}\text{C}$ 下具有 $3.5\text{ GPa}$ 至 $6.0\text{ GPa}$ 之儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在 $25^{\circ}\text{C}$ 下具有 $4.0\text{ GPa}$ 至 $5.5\text{ GPa}$ 的儲存模數。

**【0027】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在 $250^{\circ}\text{C}$ 下具有 $>0.1\text{ GPa}$ 、 $>0.2\text{ GPa}$ 、 $>0.3\text{ GPa}$ 、 $>0.4\text{ GPa}$ 、 $>0.5\text{ GPa}$ 、 $>0.6\text{ GPa}$ 、 $>0.7\text{ GPa}$ 、 $>0.8\text{ GPa}$ 、 $>0.9\text{ GPa}$ 、 $>1.0\text{ GPa}$ 或 $>1.1\text{ GPa}$ 之儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在 $250^{\circ}\text{C}$ 下具有 $0.1\text{ GPa}$ 至 $0.2\text{ GPa}$ 、 $0.2\text{ GPa}$ 至 $0.3\text{ GPa}$ 、 $0.3\text{ GPa}$ 至 $0.4\text{ GPa}$ 、 $0.4\text{ GPa}$ 至 $0.5\text{ GPa}$ 、 $0.5\text{ GPa}$ 至 $0.6\text{ GPa}$ 、 $0.6\text{ GPa}$ 至 $0.7\text{ GPa}$ 、 $0.7\text{ GPa}$ 至 $0.8\text{ GPa}$ 、 $0.8\text{ GPa}$ 至 $0.9\text{ GPa}$ 、 $0.9\text{ GPa}$ 至 $1.0\text{ GPa}$ 或 $1.0\text{ GPa}$ 至 $1.1\text{ GPa}$ 之儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階

段薄膜在250°C下具有0.4 GPa至1.2 GPa的儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在250°C下具有0.5 GPa至1.2 GPa的儲存模數。

**【0028】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在230°C下具有>0.1 GPa、>0.2 GPa、>0.3 GPa或>0.4 GPa、>0.5 GPa、>0.6 GPa、>0.7 GPa、>0.8 GPa、>0.9 GPa、>1.0 GPa、>1.1 GPa或>1.2 GPa之儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在230°C下具有0.1 GPa至0.2 GPa、0.2 GPa至0.3 GPa、0.3 GPa至0.4 GPa、0.4 GPa至0.5 GPa、0.5 GPa至0.6 GPa、0.6 GPa至0.7 GPa、0.7 GPa至0.8 GPa、0.8 GPa至0.9 GPa、0.9 GPa至1.0 GPa、1.0 GPa至1.1 GPa或1.1 GPa至1.2 GPa之儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在230°C下具有0.5 GPa至1.2 GPa之儲存模數。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜在230°C下具有0.6 GPa至1.2 GPa之儲存模數。

**【0029】** 在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜的熱膨脹係數(CTE) <60 ppm/°C、<70 ppm/°C、<80 ppm/°C、<90 ppm/°C、<100 ppm/°C、<110 ppm/°C、<120 ppm/°C、<130 ppm/°C、<140 ppm/°C、<150 ppm/°C、<160 ppm/°C、<170 ppm/°C、<180 ppm/°C、<190 ppm/°C、<200 ppm/°C、<210 ppm/°C、<220 ppm/°C、<230 ppm/°C、<240 ppm/°C或<250 ppm/°C。

**【0030】** 在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜在超過T<sub>g</sub>時之熱膨脹係數(CTE) <100 ppm/°C、<110 ppm/°C、<120 ppm/°C、<130 ppm/°C、<140 ppm/°C、<150 ppm/°C、<160 ppm/°C、<170

ppm/°C、<180 ppm/°C、<190 ppm/°C、<200 ppm/°C、<210 ppm/°C、<220 ppm/°C、<230 ppm/°C、<240 ppm/°C或<250 ppm/°C。在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜在超過T<sub>g</sub>時之熱膨脹係數(CTE)為50 ppm/°C至80 ppm/°C。在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜在超過T<sub>g</sub>時之熱膨脹係數(CTE)為60 ppm/°C至80 ppm/°C。在一些實施例中，在組合物形成固化薄膜之後，固化薄膜在超過T<sub>g</sub>時之熱膨脹係數(CTE)為60 ppm/°C至70 ppm/°C。

**【0031】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有500 Pa·s至8,000 Pa·s之最低薄膜熔融黏度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有900 Pa·s至6,500 Pa·s之最低薄膜熔融黏度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有2,000 Pa·s至6,000 Pa·s之最低薄膜熔融黏度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有2,000 Pa·s至4,000 Pa·s之最低薄膜熔融黏度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有4,000 Pa·s至6,000 Pa·s之最低薄膜熔融黏度。

**【0032】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有以下最低薄膜熔融黏度：500 Pa·s至600 Pa·s、600 Pa·s至700 Pa·s、700 Pa·s

至800 Pa·s、800 Pa·s至900 Pa·s、900 Pa·s至1,000 Pa·s、1,000 Pa·s至1,100 Pa·s、1,100 Pa·s至1,200 Pa·s、1,200 Pa·s至1,300 Pa·s、1,300 Pa·s至1,400 Pa·s、1,400 Pa·s至1,500 Pa·s、1,500 Pa·s至1,600 Pa·s、1,600 Pa·s至1,700 Pa·s、1,700 Pa·s至1,800 Pa·s、1,800 Pa·s至1,900 Pa·s、1,900 Pa·s至2,000 Pa·s、2,000 Pa·s至2,100 Pa·s、2,100 Pa·s至2,200 Pa·s、2,200 Pa·s至2,300 Pa·s、2,300 Pa·s至2,400 Pa·s、2,400 Pa·s至2,500 Pa·s、2,500 Pa·s至2,600 Pa·s、2,600 Pa·s至2,700 Pa·s、2,700 Pa·s至2,800 Pa·s、2,800 Pa·s至2,900 Pa·s、2,900 Pa·s至3,000 Pa·s、3,000 Pa·s至3,100 Pa·s、3,100 Pa·s至3,200 Pa·s、3,200 Pa·s至3,300 Pa·s、3,300 Pa·s至3,400 Pa·s、3,400 Pa·s至3,500 Pa·s、3,500 Pa·s至3,600 Pa·s、3,600 Pa·s至3,700 Pa·s、3,700 Pa·s至3,800 Pa·s、3,800 Pa·s至3,900 Pa·s、3,900 Pa·s至4,000 Pa·s、4,000 Pa·s至4,100 Pa·s、4,100 Pa·s至4,200 Pa·s、4,200 Pa·s至4,300 Pa·s、4,300 Pa·s至4,400 Pa·s、4,400 Pa·s至4,500 Pa·s、4,500 Pa·s至4,600 Pa·s、4,600 Pa·s至4,700 Pa·s、4,700 Pa·s至4,800 Pa·s、4,800 Pa·s至4,900 Pa·s、4,900 Pa·s至5,000 Pa·s、5,000 Pa·s至5,100 Pa·s、5,100 Pa·s至5,200 Pa·s、5,200 Pa·s至5,300 Pa·s、5,300 Pa·s至5,400 Pa·s、5,400 Pa·s至5,500 Pa·s、5,500 Pa·s至5,600 Pa·s、5,600 Pa·s至5,700 Pa·s、5,700 Pa·s至5,800 Pa·s、5,800 Pa·s至5,900 Pa·s、5,900 Pa·s至6,000 Pa·s、6,000 Pa·s至6,100 Pa·s、6,100 Pa·s至6,200 Pa·s、6,200 Pa·s至6,300 Pa·s、6,300 Pa·s至6,400 Pa·s、6,400 Pa·s至6,500 Pa·s、6,500 Pa·s至6,600 Pa·s、6,600 Pa·s至6,700 Pa·s、6,700 Pa·s至6,800 Pa·s、6,800 Pa·s至6,900 Pa·s、6,900 Pa·s至7,000 Pa·s、7,000 Pa·s至7,100 Pa·s、7,100 Pa·s至7,200 Pa·s、7,200

Pa·s至7,300 Pa·s、7,300 Pa·s至7,400 Pa·s、7,400 Pa·s至7,500 Pa·s、7,500 Pa·s至7,600 Pa·s、7,600 Pa·s至7,700 Pa·s、7,700 Pa·s至7,800 Pa·s、7,800 Pa·s至7,900 Pa·s、7,900 Pa·s至8,000 Pa·s、8,000 Pa·s至8,100 Pa·s、8,100 Pa·s至8,200 Pa·s、8,200 Pa·s至8,300 Pa·s、8,300 Pa·s至8,400 Pa·s、8,400 Pa·s至8,500 Pa·s、8,500 Pa·s至8,600 Pa·s、8,600 Pa·s至8,700 Pa·s、8,700 Pa·s至8,800 Pa·s、8,800 Pa·s至8,900 Pa·s、8,900 Pa·s至9,000 Pa·s、9,000 Pa·s至9,100 Pa·s、9,100 Pa·s至9,200 Pa·s、9,200 Pa·s至9,300 Pa·s、9,300 Pa·s至9,400 Pa·s、9,400 Pa·s至9,500 Pa·s、9,500 Pa·s至9,600 Pa·s、9,600 Pa·s至9,700 Pa·s、9,700 Pa·s至9,800 Pa·s、9,800 Pa·s至9,900 Pa·s或9,900 Pa·s至10,000 Pa·s。

**【0033】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有400 Pa·s至7,000 Pa·s之最低薄膜熔融黏度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有500 Pa·s至8,000 Pa·s之最低薄膜熔融黏度。

**【0034】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜的差示掃描熱量測定(DSC)起始溫度為130°C至140°C、140°C至150°C、150°C至160°C、160°C至170°C、170°C至180°C、180°C至190°C、190°C至200°C、200°C至210°C、210°C至220°C、220°C至230°C、230°C至240°C或240°C至250°C。

**【0035】** 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜的差示掃描

熱量測定(DSC)起始溫度為約130°C至約140°C、約140°C至約150°C、約150°C至約160°C、約160°C至約170°C、約170°C至約180°C、約180°C至約190°C、約190°C至約200°C、約200°C至約210°C、約210°C至約220°C、約220°C至約230°C、約230°C至約240°C或約240°C至約250°C。

【0036】 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有150°C至190°C的DSC起始溫度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有140°C至180°C的DSC起始溫度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有150°C至180°C的DSC起始溫度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有140至160°C的DSC起始溫度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有140至150°C的DSC起始溫度。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，B階段薄膜具有170至180°C的DSC起始溫度。

【0037】 在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜DSC起始溫度與DSC峰值溫度的 $\Delta T$ 小於20°C、小於15°C、小於10°C或小於5°C。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜DSC起始溫度與DSC峰值溫度的 $\Delta T$ 為0°C至5°C、5°C至10°C、10°C至15°C或15°C至20°C。在一些實施例中，在組合物形成B階段薄膜之後，B階段薄膜DSC起始溫度與DSC峰值溫度之 $\Delta T$ 為0°C、1°C、2°C、3°C、4°C、

5°C、6°C、7°C、8°C、9°C、10°C、11°C、12°C、13°C、14°C、15°C、16°C、17°C、18°C、19°C或20°C。在不希望受理論束縛之情況下，威信DSC起始溫度與DSC峰值溫度之 $\Delta T$ 小於20°C、小於15°C、小於10°C或小於5°C，或為0°C至5°C、5°C至10°C、10°C至15°C或15°C至20°C代表著快速固化動力學，從而例如防止焊料擠出(在至少一些實施例中使組合物較不適合或不適合熱壓接合之現象)發生。相反，在不希望受理論束縛的情況下，威信DSC起始溫度與DSC峰值溫度之 $\Delta T$ 大於或等於20°C的B階段薄膜不適用於熱壓接合製程。舉例而言，由包含雙順丁烯二醯亞胺樹脂、環氧樹脂及4,4'-二胺基二苯基砜但不包含一或多種具有潛在熱活性之咪唑(例如，一或多種包含至少兩個拉電子基團之咪唑，諸如包含至少兩個如本文所揭示之拉電子基團的咪唑)之組合物製備的某些B階段薄膜已知展現自DSC起始溫度至DSC峰值溫度大於或等於20°C的 $\Delta T$ ，且在不希望受理論所束縛的情況下，威信該B階段薄膜不適用於熱壓接合製程。

**【0038】** 在一些實施例中，本發明係指某些「經取代」之有機基團。術語「經取代」意謂所屬有機基團攜帶一或多個取代基，其中取代基為置換所屬有機基團上之氫原子的原子或原子基團。在有機基團經取代之情況下，取代基可置換一或多個氫原子，範圍介於恰好置換一個氫原子至置換所屬有機基團上之全部氫原子。在有機基團可帶有多個取代基之情況下，取代基經獨立地選擇且可為但無需相同的。

**【0039】** 在一些實施例中，本發明係指某些「未經取代」之有機基團。術語「未經取代」意謂所屬有機基團不具有取代基(如上文所描述之術語)。

**【0040】** 如上文所提及，本發明之組合物尤其包括一或多種包含至



經取代或未經取代之雜芳基，

$R_2$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

$R_3$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，及

$R_4$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

其限制條件為該咪唑包含至少兩個拉電子基團。

**【0043】** 在一些實施例中，咪唑包含至少兩個獨立地選自由以下組成之群的拉電子基團：經取代或未經取代之芳基基團(例如，苯基)；氰基(-CN)；鹵基(-X) (例如氟基(-F)、溴基(-Br)及碘基(-I))、-CHO及胺基(-NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub>，其中R<sub>1</sub>及R<sub>2</sub>中之各者獨立地選自氫原子或經取代或未經取代之烷基)；經一或多個獨立地選自以下之基團取代的烷基：氰基(-CN)、鹵基(-X基) (例如氟基(-F)、溴基(-Br)及碘基(-I))、-CHO、-COOH及胺基(-NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub>，其中R<sub>1</sub>及R<sub>2</sub>中之各者獨立地選自氫原子或經取代或未經取代之烷基)；及含氧基團。

**【0044】** 在一些實施例中，咪唑包含至少兩個獨立地選自由羥甲基及苯基組成之群的拉電子基團。

**【0045】** 在一些實施例中，咪唑包含至少兩個拉電子基團，其獨立地選自減小咪唑環上之電子密度及/或減弱咪唑之反應性的有機基團。

【0046】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_1$ 選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基及經取代或未經取代之 $C_6-C_{10}$ 芳基。

【0047】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_1$ 選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基、經取代之 $C_6$ 芳基及苯基。

【0048】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_1$ 選自由H及經取代或未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基組成之群。

【0049】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_1$ 選自由H及未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基組成之群。

【0050】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_1$ 為H。

【0051】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_2$ 選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基及經取代或未經取代之 $C_6-C_{10}$ 芳基。

【0052】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_2$ 選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基、經取代之 $C_6$ 芳基及苯基。

【0053】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_2$ 選自由以下組成之群：經取代或未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基、經取代之 $C_6$ 芳基及苯基。

【0054】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中 $R_2$ 選自由未經取代之 $C_1-C_6$ 烷基及苯基組成之群。

【0055】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中R<sub>2</sub>為苯基。

【0056】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基及經取代或未經取代之C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>芳基。

【0057】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基、經取代之C<sub>6</sub>芳基及苯基。

【0058】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由以下組成之群：經取代或未經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基、經取代之C<sub>6</sub>芳基及苯基。

【0059】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代或未經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群。

【0060】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群。

【0061】 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示，其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群，其中各自獨立地選擇之經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基經選自由以下組成之群的一或多個取代基取代：鹵素、羥基、氰基、C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷氧基、羧酸、酯(例如-C(O)OR<sub>5</sub>，其中R<sub>5</sub>為經取代或未經取代之烷基)、酮(例如-C(O)R<sub>6</sub>，其中R<sub>6</sub>為經取代或未經取代之烷基)、醯胺基(例如-C(O)N(R<sub>7</sub>)(R<sub>8</sub>)，其中R<sub>7</sub>及R<sub>8</sub>中之各者獨立地選自由H、經取代之烷基及未經取代之烷基組成之

群)、胺基(例如-N(R<sub>9</sub>)(R<sub>10</sub>), 其中R<sub>9</sub>及R<sub>10</sub>中之各者獨立地選自由H、經取代之烷基及未經取代之烷基組成之群)及硫代烷基(例如-S-R<sub>11</sub>, 其中R<sub>11</sub>為經取代或未經取代之烷基)。

**【0062】** 在一些實施例中, 包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示, 其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群, 其中各自獨立選擇之經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基經選自由鹵素、羥基、氰基、C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷氧基及羧酸組成之群的一或多個取代基取代。

**【0063】** 在一些實施例中, 包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示, 其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群, 其中各自獨立選擇之經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基經選自由鹵素、羥基及C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷氧基組成之群的一或多個取代基取代。

**【0064】** 在一些實施例中, 包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示, 其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群, 其中各自獨立選擇之經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基經一或多個羥基取代。

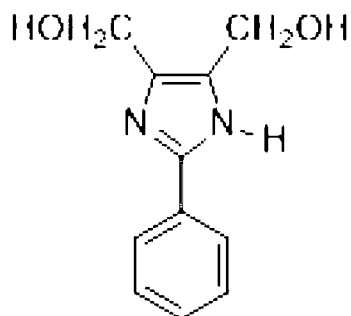
**【0065】** 在一些實施例中, 包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示, 其中R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群, 其中各自獨立選擇之經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基經恰好一個羥基取代。

**【0066】** 在一些實施例中, 包含至少兩個拉電子基團之咪唑由式(I)表示, 其中:

- R<sub>1</sub>係選自由H及經取代或未經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群;
- R<sub>2</sub>係選自由以下組成之群: 經取代或未經取代之C<sub>1</sub>至C<sub>6</sub>烷基、經取代之C<sub>6</sub>芳基及苯基; 及
- R<sub>3</sub>及R<sub>4</sub>各自獨立地選自由經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基組成之群, 其中各自

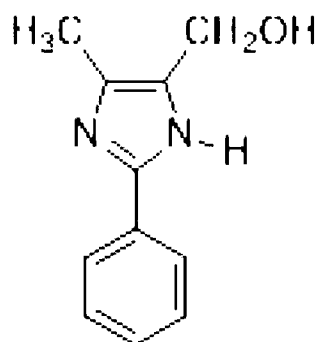
獨立選擇之經取代之C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷基經選自由以下組成之群之一或多個取代基取代：鹵素、羥基、氰基、C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>烷氧基及羧酸。

**【0067】** 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由以下表示：



(2-苯基-4,5-二羥甲基咪唑)。

**【0068】** 在一些實施例中，包含至少兩個拉電子基團之咪唑由以下表示：



(4-甲基-2-苯基-1H-咪唑-5-基甲醇，亦稱為2-苯基-4-甲基-5-羥甲基咪唑)。

**【0069】** 在一些實施例中，根據本發明之組合物包含如本文所描述之一或多種咪唑與一或多種試劑之加合物。在一些實施例中，此等咪唑加合物以熱方式解離以釋放一或多種咪唑。

**【0070】** 在一些實施例中，具有潛在熱活性之一或多種咪唑之含量範圍為約0.5 wt.%至約10 wt.%。在一些實施例中，具有潛在熱活性之一或多種咪唑之含量範圍為約1 wt.%至約8 wt.%。在一些實施例中，具有潛在熱活性之一或多種咪唑之含量範圍為約2 wt.%至約7 wt.%。在一些實施



其中：

m為1至15，

p為0至15，

各R<sup>2</sup>獨立地選自氫或C<sub>1-6</sub>烷基，及

J為包含有機基團及/或有機矽氧烷基團之單價或多價基團。

**【0072】** 在一些實施例中，J為選自以下之單價或多價基團：

- 烴基或取代之烴基種類，其典型地具有在約6直至約500個範圍內之碳原子，其中烴基種類選自烷基、烯基、炔基、環烷基、環烯基、芳基、烷芳基、芳基烷基、芳基烯基、烯基芳基、芳基炔基或炔基芳基，然而其限制條件為，僅當X包含兩種或更多種不同種類之組合時，X可為芳基；

- 典型地具有約6直至約500個範圍內之碳原子的伸烴基或經取代之伸烴基種類，其中該等伸烴基種類選自伸烷基、伸烯基、伸炔基、伸環烷基、伸環烯基、伸芳基、烷基伸芳基、芳基伸烷基、芳基伸烯基、烯基伸芳基、芳基伸炔基或炔基伸芳基，

- 經取代或未經取代之C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>芳基；

- 雜環或經取代之雜環種類，其典型地具有在約6直至約500個範圍內之碳原子，

- 聚矽氧烷，

- 聚矽氧烷-聚胺基甲酸酯嵌段共聚物，或

- 以上中之一或多者與選自以下之連接基團的組合：共價鍵、-O-、-S-、-NR-、-NR-C(O)-、-NR-C(O)-O-、-NR-C(O)-NR-、

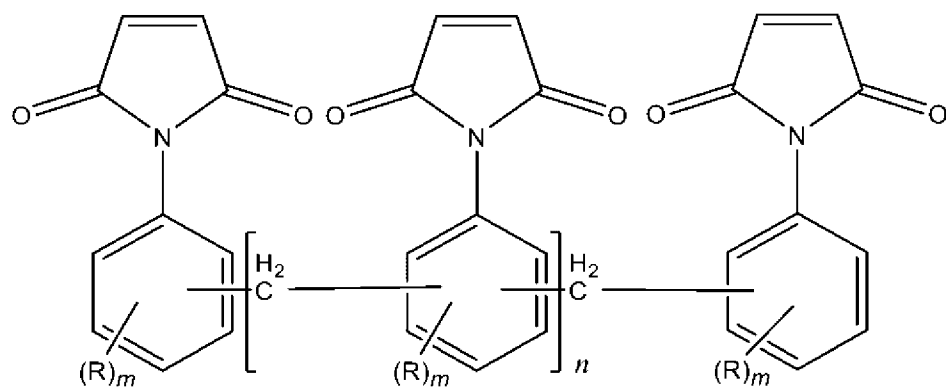
- S-C(O)-、-S-C(O)-O-、-S-C(O)-NR-、-O-S(O)<sub>2</sub>-、-O-S(O)<sub>2</sub>-O-、

$-O-S(O)_2-NR-$ 、 $-O-S(O)-$ 、 $-O-S(O)-O-$ 、 $-O-S(O)-NR-$ 、 $-O-NR-$   
 $C(O)-$ 、  
 $-O-NR-C(O)-O$ 、 $-O-NR-C(O)-NR$ 、 $-NR-O-C(O)-$ 、 $-NR-O-C(O)-$   
 $O-$ 、  
 $-NR-O-C(O)-NR-$ 、 $-O-NR-C(S)-$ 、 $-O-NR-C(S)-O-$ 、 $-O-NR-C(S)-$   
 $NR-$ 、 $-NR-O-C(S)-$ 、  
 $-NR-O-C(S)-O-$ 、 $-NR-O-C(S)-NR-$ 、 $-O-C(S)-$ 、 $-O-C(S)-O-$ 、 $-O-$   
 $C(S)-NR-$ 、  
 $-NR-C(S)-$ 、 $-NR-C(S)-O-$ 、 $-NR-C(S)-NR-$ 、 $-S-S(O)_2-$ 、 $-S-S(O)_2-$   
 $O-$ 、  
 $-S-S(O)_2-NR-$ 、 $-NR-O-S(O)-$ 、 $-NR-O-S(O)-O-$ 、 $-NR-O-S(O)-$   
 $NR-$ 、  
 $-NR-O-S(O)_2-$ 、 $-NR-O-S(O)_2-O-$ 、 $-NR-O-S(O)_2-NR-$ 、 $-O-NR-$   
 $S(O)-$ 、  
 $-O-NR-S(O)-O-$ 、 $-O-NR-S(O)-NR-$ 、 $-O-NR-S(O)_2-O-$ 、  
 $-O-NR-S(O)_2-NR-$ 、 $-O-NR-S(O)_2-$ 、 $-O-P(O)R_2-$ 、 $-S-P(O)R_2-$ 或  
 $NR-P(O)R_2-$ ；其中各R獨立地為氫、烷基或經取代之烷基。

**【0073】** 在一些實施例中，J為經取代或未經取代之C<sub>6</sub>芳基、烷氧基、硫代烷基、胺基烷基、羧基烷基、氧基烯基、硫代烯基、胺基烯基、經基烯基、氧基炔基、硫代炔基、胺基炔基、羧基炔基、氧基環烷基、硫代環烷基、胺基環烷基、羧基環烷基、氧基環烯基、硫代環烯基、胺基環烯基、羧基環烯基、雜環、氧基雜環、硫代雜環、胺基雜環、羧基雜環、氧基芳基、硫代芳基、胺基芳基、羧基芳基、雜芳基、氧基雜芳基、硫代

雜芳基、胺基雜芳基、羧基雜芳基、氧基烷基芳基、硫代烷基芳基、胺基烷基芳基、羧基烷基芳基、氧基芳基烷基、硫代芳基烷基、胺基芳基烷基、羧基芳基烷基、氧基芳基烯基、硫代芳基烯基、胺基芳基烯基、羧基芳基烯基、氧基烯基芳基、硫代烯基芳基、胺基烯基芳基、羧基烯基芳基、氧基芳基炔基、硫代芳基炔基、胺基芳基炔基、羧基芳基炔基、氧基炔基芳基、硫代炔基芳基、胺基炔基芳基或羧基炔基芳基、氧基伸烷基、硫代伸烷基、胺基伸烷基、羧基伸烷基、氧基伸烯基、硫代伸烯基、胺基伸烯基、羧基伸烯基、氧基伸炔基、硫代伸炔基、胺基伸炔基、羧基伸炔基、氧基伸環烷基、硫代伸環烷基、胺基伸環烷基、羧基伸環烷基、氧基伸環烯基、硫代伸環烯基、胺基伸環烯基、羧基伸環烯基、氧基伸芳基、硫代伸芳基、胺基伸芳基、羧基伸芳基、氧基烷基伸芳基、硫代烷基伸芳基、胺基烷基伸芳基、羧基烷基伸芳基、氧基芳基伸烷基、硫代芳基伸烷基、胺基芳基伸烷基、羧基芳基伸烷基、氧基芳基伸烯基、硫代芳基伸烯基、胺基芳基伸烯基、羧基芳基伸烯基、氧基烯基伸芳基、硫代烯基伸芳基、胺基烯基伸芳基、羧基烯基伸芳基、氧基芳基伸炔基、硫代芳基伸炔基、胺基芳基伸炔基、羧基芳基伸炔基、氧基炔基伸芳基、硫代炔基伸芳基、胺基炔基伸芳基、羧基炔基伸芳基、亞雜芳基、氧基伸雜芳基、硫代伸雜芳基、胺基伸雜芳基、羧基伸雜芳基、含雜原子之二價或多價環狀部分、含氧雜原子之二價或多價環狀部分、含硫雜原子之二價或多價環狀部分、含胺基雜原子之二價或多價環狀部分或含羧基雜原子之二價或多價環狀部分。

【0074】 在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺之樹脂表示為



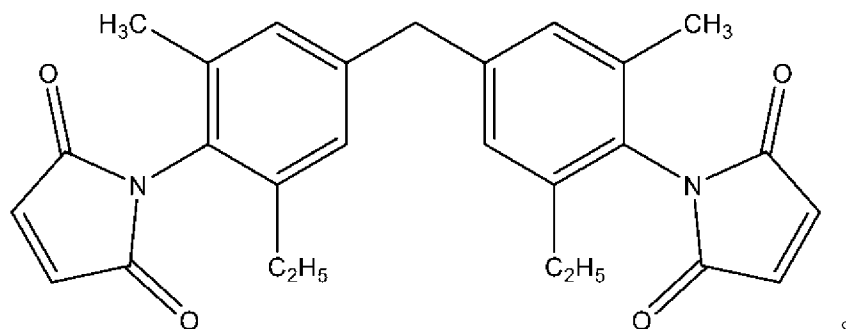
其中：

各R獨立地選自由H及經取代或未經取代之烷基組成之群；

各m獨立地選自由以下組成之群：0、1、2、3及4；及

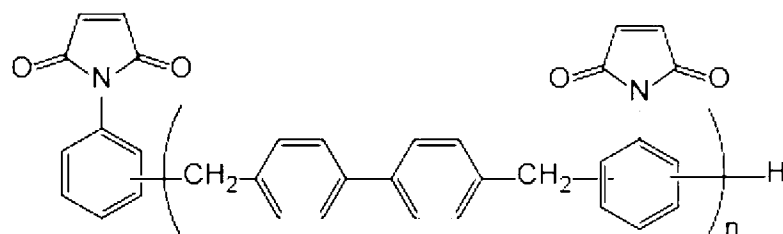
n為0、1、2、3、4及5。

【0075】 在一些實施例中，組合物包含由以下表示之化合物：



此化合物為BMI-5100 (化學名稱：3,3'-二甲基-5,5'-二乙基-4,4'-二苯基甲烷雙順丁烯二醯亞胺；Daiwa Kasei，日本)，其為藉由凝膠滲透層析法(GPC)測試之平均數目分子量為約300的化合物。

【0076】 在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺之樹脂表示為



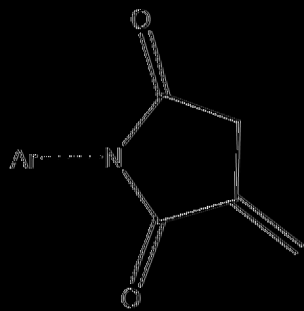
其中n為0、1、2、3、4或5。

【0077】 在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂係BMI樹脂，其

中順丁烯二醯亞胺當量為180至400。順丁烯二醯亞胺當量為含有一當量之順丁烯二醯亞胺官能基的樹脂重量(公克)。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂為BMI樹脂，其順丁烯二醯亞胺當量為220。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂為BMI樹脂，其順丁烯二醯亞胺當量為300。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂為BMI樹脂，其順丁烯二醯亞胺當量為約400。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂為BMI樹脂，其順丁烯二醯亞胺當量為約390至約400。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂為BMI樹脂，其順丁烯二醯亞胺當量為390至400。

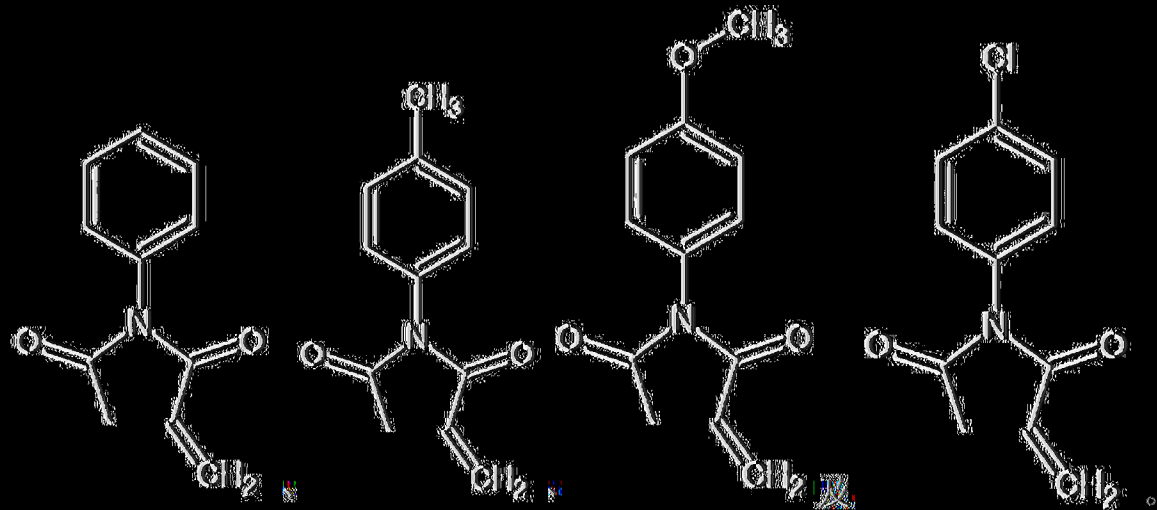
**【0078】** 在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約3 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約5 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約5 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約5 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約10 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約10 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約12 wt.%至約17 wt.%。在一些實施例中，含順丁烯二醯亞胺樹脂之含量範圍為約10 wt.%、約11 wt.%、約12 wt.%、約13 wt.%、約14 wt.%、約15 wt.%、約16 wt.%、約17 wt.%、約18 wt.%、約19 wt.%或約20 wt.%。

**【0079】** 在一些實施例中，含衣康醯亞胺樹脂表示為：

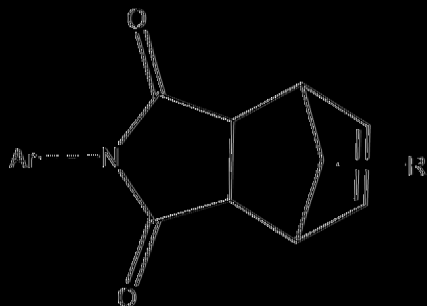


，其中Ar為經取代或未經取代之芳基。

〔0080〕 在一些實施例中，含衣康醯亞胺樹脂為：



〔0081〕 在一些實施例中，納迪醯亞胺表示為：



，其中：

Ar為經取代或未經取代之芳基，及

R係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基。

〔0082〕 如上文所指出，本發明之組合物包括一或多種環氧樹脂以及其他組分。本文中考慮使用多種環氧基官能化樹脂，例如基於雙酚A之液體型環氧樹脂、基於雙酚A之固體型環氧樹脂、基於雙酚E之液體型環

氧樹脂(例如，Epiclon EXA-835LV)、基於酚醛清漆樹脂之多官能環氧樹脂、二環戊二烯型環氧樹脂(例如，Epiclon HP-7200L)、萘型環氧樹脂及其類似物，以及其中任何兩者或更多者之混合物。

**【0083】** 本文中考慮使用之例示性環氧官能化樹脂包括環脂族醇之二環氧化物、氫化雙酚A (市售如Epalloy 5000)、六氫鄰苯二甲酸酐之雙官能性環脂族縮水甘油酯(市售如Epalloy 5200)、Epiclon EXA-835LV、Epiclon HP-7200L及其類似者，以及其任兩者或更多者之混合物。

**【0084】** 在某些實施例中，環氧樹脂組分可包括兩種或更多種不同的基於雙酚之環氧樹脂的組合。此等基於雙酚之環氧樹脂可選自雙酚A環氧樹脂、雙酚F環氧樹脂或雙酚S環氧樹脂或其組合。此外，可使用同類型樹脂內的兩種或更多種不同雙酚環氧樹脂(諸如A、F或S)。

**【0085】** 本文中考慮使用之雙酚環氧樹脂之市售實例包括雙酚F型環氧樹脂(諸如來自Nippon Kayaku, Japan之RE-404 -S，及來自Dai Nippon Ink & Chemicals, Inc.之EPICLON 830 (RE1801)、830S (RE1815)、830A (REI 826)及830W，以及來自Resolution之RSL 1738及YL-983U)及雙酚A型環氧樹脂(諸如來自Resolution之YL-979及980)。

**【0086】** 將可購自Dai Nippon的上述雙酚環氧樹脂升級為未經稀釋之液體表氯醇-雙酚F環氧樹脂，其黏度比基於雙酚A環氧樹脂之習知環氧樹脂低得多，且具有類似於液態雙酚A環氧樹脂之物理性質。雙酚F環氧樹脂之黏度低於雙酚A環氧樹脂，該兩種類型環氧樹脂之間的其他物理性質皆相同，其提供較低黏度，且由此提供快速流動的底膠密封劑材料。此等四種雙酚F環氧樹脂之EEW在165與180之間。在25°C下之黏度在3,000與4,500 cp之間(除RE1801以外，其黏度上限為4,000 cp)。RE1815及

830W之可水解氯化物含量報導為200 ppm，且RE1826之可水解氯化物含量報導為100 ppm。

**【0087】** 將可購自Resolution的上述雙酚環氧樹脂升級為氯化物含量低之液態環氧樹脂。雙酚A環氧樹脂的EEW (g/eq)在180與195之間且在25°C下的黏度在100與250 cp之間。YL-979之總氯化物含量經報導在500 ppm與700 ppm之間，且YL-980之總氯化物含量在100 ppm與300 ppm之間。雙酚F環氧樹脂的EEW (g/eq)在165與180之間且在25°C下的黏度在30與60之間。RSL-1738之總氯化物含量經報導在500與700 ppm之間，且YL-983U之總氯化物含量在150與350 ppm之間。

**【0088】** 除雙酚環氧樹脂外，考慮將其他環氧樹脂用作所揭示之組合物之環氧樹脂組分。舉例而言，可使用環脂族環氧樹脂，諸如3,4-環氧基環己基甲基-3,4-環氧基環己基碳酸鹽。亦可使用單官能性、雙官能性或多官能性反應性稀釋劑來調節黏度及/或降低所得樹脂材料之Tg。例示性反應性稀釋劑包括丁基縮水甘油醚、甲基縮水甘油醚、聚乙二醇縮水甘油醚、聚丙二醇縮水甘油醚及其類似物。

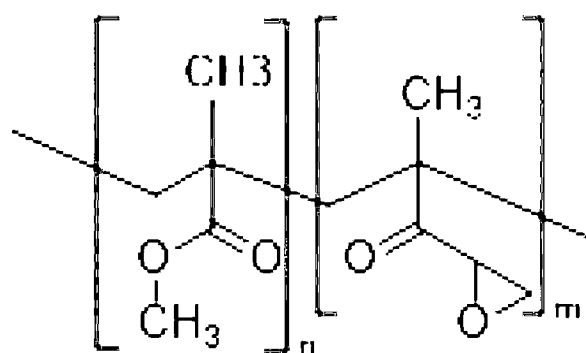
**【0089】** 適用於本文之環氧樹脂包括酚類化合物之聚縮水甘油衍生物，諸如以商標名EPON購得之彼等者，諸如來自Resolution之EPON 828、EPON 1001、EPON 1009及EPON 1031；來自Dow Chemical Co.之DER 331、DER 332、DER 334及DER 542；及來自Nippon Kayaku之BREN-S。其他合適之環氧樹脂包括由多元醇及其類似物製備之聚環氧化物及苯酚-甲醛酚醛清漆之聚縮水甘油衍生物，後者諸如來自Dow Chemical之DEN 431、DEN 438及DEN 439。甲酚類似物亦可以商標名ARALDITE購得，諸如來自Ciba Specialty Chemicals Corporation之

ARALDITE ECN 1235、ARALDITE ECN 1273及ARALDITE ECN 1299。SU-8係可購自Resolution之雙酚A型環氧樹脂酚醛清漆。胺、胺基醇及聚羧酸之聚縮水甘油基加合物亦適用於本發明，其市售樹脂包括來自F. I. C. Corporation之GLYAMINE 135、GLYAMINE 125及GLYAMINE 115；來自Ciba Specialty Chemicals之ARALDITE MY-720、ARALDITE 0500及ARALDITE 0510及來自the Sherwin-Williams Co.之PGA-X及PGA-C。

【0090】本文中視情況選用之適當單官能環氧樹脂共反應物稀釋劑亦包括黏度低於環氧樹脂組分之黏度(通常低於約250 cp)之彼等物。單官能環氧樹脂共反應物稀釋劑可具有有約6個至約28個碳原子之烷基的環氧基，其實例包括C<sub>6-28</sub>烷基縮水甘油醚、C<sub>6-28</sub>脂肪酸縮水甘油酯、C<sub>6-28</sub>烷基苯酚縮水甘油醚及其類似者。

【0091】在一些實施例中，環氧樹脂為酚醛環氧樹脂EEW 200、酚醛環氧樹脂EEW 300或酚醛環氧樹脂EEW 140。

【0092】在一些實施例中，環氧樹脂為由以下表示之化合物：



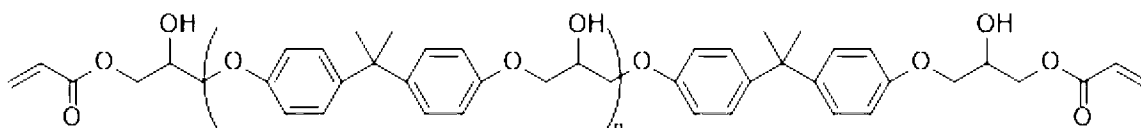
其中n為0、1、2、3、4或5，且m為0、1、2、3、4或5。

【0093】在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約30 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約25 wt.%。

在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約3 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約5 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約5 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約5 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約10 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約15 wt.%至約30 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約15 wt.%至約25 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約10 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，環氧樹脂之含量範圍為約10 wt.%、約11 wt.%、約12 wt.%、約13 wt.%、約14 wt.%、約15 wt.%、約16 wt.%、約17 wt.%、約18 wt.%、約19 wt.%、約20 wt.%、約21 wt.%、約22 wt.%、約23 wt.%、約24 wt.%、約25 wt.%、約26 wt.%、約27 wt.%、約28 wt.%、約29 wt.%、約30 wt.%。

**【0094】** 在一些實施例中，成膜黏合劑樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約25 wt.%。在一些實施例中，成膜黏合劑樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，成膜黏合劑樹脂之含量範圍為約10 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，成膜黏合劑樹脂之含量範圍為約13 wt.%至約18 wt.%。在一些實施例中，成膜黏合劑樹脂之含量範圍為約14 wt.%至約16 wt.%。在一些實施例中，成膜黏合劑樹脂之含量範圍為約10 wt.%、約11 wt.%、約12 wt.%、約13 wt.%、約14 wt.%、約15 wt.%、約16 wt.%、約17 wt.%、約18 wt.%、約19 wt.%、約20 wt.%、約21 wt.%、約22 wt.%、約23 wt.%、約24 wt.%、或約25 wt.%。

【0095】 如上文所提及，本發明之組合物包括一或多種含(甲基)丙烯酸酯樹脂及其他組分。在一些實施例中，(甲基)丙烯酸酯表示為



其中n為0、1、2、3、4或5。

【0096】 在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約3 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約1 wt.%至約5 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約5 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約5 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約10 wt.%至約20 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約10 wt.%至約15 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量範圍為約12 wt.%至約17 wt.%。在一些實施例中，含(甲基)丙烯酸酯樹脂之含量為約10 wt.%、約11 wt.%、約12 wt.%、約13 wt.%、約14 wt.%、約15 wt.%、約16 wt.%、約17 wt.%、約18 wt.%、約19 wt.%、或約20 wt.%。

【0097】 如上文所指出，本發明之組合物包括一或多種無機填充劑以及其他組分。在一些實施例中，填充劑為非導電填充劑，諸如二氧化矽。在一些實施例中，填充劑為(或包含)二氧化矽、矽酸鈣、氫氧化鋁、氫氧化鎂、碳酸鈣、碳酸鎂、氧化鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、氧化鋅( $\text{ZnO}$ )、氧化鎂( $\text{MgO}$ )、氮化鋁( $\text{AlN}$ )、氮化硼( $\text{BN}$ )、碳奈米管、金剛石、黏土、鋁矽酸

鹽及其類似物，以及其任兩者或更多者之混合物。

**【0098】** 在一些實施例中，無機填充劑為包含最大粒度為5  $\mu\text{m}$  或小於5  $\mu\text{m}$  之粒子的無機非傳導性填充劑。舉例而言，在一些實施例中，填充劑之粒度為約0.1  $\mu\text{m}$  至約5  $\mu\text{m}$  或0.1  $\mu\text{m}$  至5  $\mu\text{m}$ 。在一些實施例中，填充劑負載量足以符合底膠材料需求。在一些實施例中，填充劑之含量範圍為約10 wt.%至約70 wt.%。在一些實施例中，填充劑之含量範圍為約20 wt.%至約60 wt.%。在一些實施例中，填充劑之含量範圍為約25 wt.%至約55 wt.%。在一些實施例中，填充劑之含量範圍為約30 wt.%至約50 wt.%。在一些實施例中，填充劑之含量範圍為約35 wt.%至約45 wt.%。在一些實施例中，填充劑之含量範圍為約35 wt.%、約36 wt.%、約37 wt.%、約38 wt.%、約39 wt.%、約40 wt.%、約41 wt.%、約42 wt.%、約43 wt.%、約44 wt.%或約45 wt.%。

**【0099】** 如上文所指出，本發明之組合物包括一或多種選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群的添加劑以及其他組分。

**【0100】** 如本文所用，術語「黏著促進劑」係指增強其所引入之調配物之黏著性質的化合物。黏著促進劑可為有機或無機化合物且可包括其組合。黏著促進劑之非限制性實例包括有機鋁酸酯化合物、有機鈦酸酯化合物及矽烷偶合劑。在一些實施例中，黏著促進劑為來自Dow之Z6040。

**【0101】** 在一些實施例中，黏著促進劑之含量範圍為約0.1 wt.%至約5 wt.%。在一些實施例中，黏著促進劑之含量範圍為約0.1 wt.%至約1.0 wt.%。在一些實施例中，黏著促進劑之含量範圍為約0.5 wt.%至約1.0 wt.%。在一些實施例中，黏著促進劑之含量範圍為約0.5 wt.%至約1.5 wt.%。在一些實施例中，黏著促進劑之含量範圍為約1 wt.%至約2

wt.%、約2 wt.%至約3 wt.%、約3 wt.%至約4 wt.%或約4 wt.%至約5 wt.%。

**【0102】** 如本文所用，術語「成膜劑」係指有助於形成薄膜之化合物，諸如(作為非限制性實例)藉由提高組合材料之黏度。成膜劑之非限制性實例包括彈性添加劑組分，諸如但不限於共聚乙炔丙炔酸類彈性體、天然或合成橡膠(諸如經取代之聚乙炔)、樹脂(諸如聚乙炔醇縮丁醛樹脂及氯磺化聚乙炔合成橡膠(CSM))、部分交聯丁基橡膠化合物(諸如可購自New Jersey之Royal Elastomers之商品名為KALAR®、DPR®、ISOLENE®及KALENE®的丁基橡膠產品)及乙炔丙炔酸類彈性體材料(諸如Vamac®，其可購自DuPont Corporation)。成膜劑之其他非限制性實例包括(但不限於)丙炔酸類聚合物，諸如丙炔酸丁酯-丙炔酸乙酯-乙腈共聚物及丙炔酸乙酯-乙腈共聚物(例如，包含縮水甘油基官能基之聚合物)，諸如可購自Nagase JP之共聚物。

**【0103】** 在一些實施例中，成膜劑之含量範圍為約15 wt.%至約40 wt.%。在一些實施例中，成膜劑之含量範圍為約15 wt.%至約30 wt.%。在一些實施例中，成膜劑之含量範圍為約20 wt.%至約30 wt.%。在一些實施例中，成膜劑之含量範圍為約22 wt.%至約28 wt.%。在一些實施例中，成膜劑之含量範圍為約23 wt.%至約26 wt.%。在一些實施例中，成膜劑之含量範圍為約23 wt.%至約25 wt.%。在一些實施例中，成膜劑之含量範圍為約24 wt.%、約25 wt.%或約26 wt.%。

**【0104】** 在一些實施例中，本發明之組合物進一步包含一或多種溶劑。

**【0105】** 如本文所使用，術語「溶劑」係指防止在熔融金屬之表面

上形成氧化物的還原劑。熔劑之非限制性實例包括具有至少一個(甲基)丙烯酸酯基團及至少一個羧酸基的化合物、羧酸(包括但不限於具有一或多個丙烯酸官能基之化合物、松香膠、十二烷二酸(市售如來自Aldrich之Corfree M2)、己二酸、癸二酸、聚癸二酸聚酸酐、順丁烯二酸、酒石酸、檸檬酸及其類似者)、醇、羧基酸及羧基鹼、多元醇(包括但不限於乙二醇、甘油、3-[雙(縮水甘油基氧基甲基)甲氧基]-1,2-丙二醇、D-核糖、D-纖維二糖、纖維素、3-環己烯-1,1-二甲醇及其類似者)。

**【0106】** 在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約1至約10 wt.%。在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約1至約5 wt.%。在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約5至約10 wt.%。在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約2至約8 wt.%。在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約3至約7 wt.%。在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約3至約5 wt.%。在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約3至約7 wt.%。在一些實施例中，熔劑之含量範圍為約3 wt.%、約4 wt.%或約5 wt.%。

**【0107】** 本發明之態樣亦關於製備B階段薄膜及/或固化薄膜之方法。

**【0108】** 在一些實施例中，製備固化薄膜之方法包含：

提供組合物，該組合物包含

一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，

一或多種具有潛在熱活性之咪唑，

一或多種無機填充劑，及

一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群；  
將該組合物鑄造成薄膜；及  
使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

**【0109】** 在一些實施例中，製備固化薄膜之方法包含：  
提供組合物，該組合物包含

一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，

一或多種包含至少兩個拉電子基團的咪唑，

一或多種無機填充劑，及

一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群；

將該組合物鑄造成薄膜；及  
使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

**【0110】** 在一些實施例中，製備固化薄膜之方法包含：  
提供組合物，該組合物包含

一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，

一或多種具有潛在熱活性之咪唑，

一或多種無機填充劑

一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群，及

一或多種熔劑；

將該組合物鑄造成薄膜；及

使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

**【0111】** 在一些實施例中，製備固化薄膜之方法包含：

提供組合物，該組合物包含

一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，

一或多種包含至少兩個拉電子基團的咪唑，

一或多種無機填充劑

一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群，及

一或多種溶劑；

將該組合物鑄造成薄膜；及

使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

**【0112】** 在製備固化薄膜之方法之一些實施例中，一或多種樹脂選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，其中含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂為本文別處所揭示之彼等樹脂，且視情況以本文別處所揭示之量存在。

**【0113】** 在製備固化薄膜之方法之一些實施例中，一或多種咪唑為本文別處所揭示之彼等咪唑，且視情況以本文別處所揭示之量存在。

**【0114】** 在製備固化薄膜之方法之一些實施例中，一或多種咪唑為本文別處所揭示之彼等咪唑，且視情況以本文別處所揭示之量存在。

**【0115】** 在製備固化薄膜之方法之一些實施例中，一或多種無機填

充劑為本文別處所揭示之彼等無機填充劑，且視情況以本文別處所揭示之量存在。

**【0116】** 在製備固化薄膜之方法的一些實施例中，一或多種選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群的添加劑為本文別處所揭示之彼等添加劑，且視情況以本文別處所揭示之量存在。

**【0117】** 在製備固化薄膜之方法之一些實施例中，一或多種溶劑為本文中別處所揭示之彼等溶劑，且視情況以本文中別處所揭示之量存在。

**【0118】** 在製備固化薄膜之方法之一些實施例中，一或多種溶劑為具有至少一個(甲基)丙烯酸酯基及至少一個羧酸基的化合物，且視情況以本文中別處所揭示之量存在。

**【0119】** 在製備固化薄膜之方法之一些實施例中，一或多種溶劑為本文中所描述之一或多種溶劑，且視情況以本文中別處所揭示之量存在。

**【0120】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之固化薄膜之製備方法製備的薄膜具有本文別處所揭示之薄膜的物理性質。舉例而言，在一些實施例中，根據本文所揭示之製備薄膜之方法製備的薄膜具有本文別處所揭示之固化薄膜的以下中之一或多者：如藉由DMA所量測之 $T_g$ 、在 $25^\circ\text{C}$ 下之儲存模數、在 $230^\circ\text{C}$ 下之儲存模數、在 $250^\circ\text{C}$ 下之儲存模數、CTE、如藉由DSC以 $10^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 溫度勻變速率所量測之DSC起始溫度及如使用DHR2流變計以 $10^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 溫度勻變速率在 $\text{N}_2$ 中所量測之最低薄膜熔融黏度。

**【0121】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之薄膜之製備方法製備的薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 200^\circ\text{C}$ ，

在25°C下 $<6.5$  GPa之儲存模數，  
在250°C下 $>0.1$  GPa之儲存模數，及  
熱膨脹係數(CTE)  $<250$  ppm/°C。

**【0122】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之薄膜之製備方法製備的薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 230$ °C，  
在25°C下 $<5$  GPa之儲存模數，  
在230°C下 $>0.3$  GPa之儲存模數，及  
熱膨脹係數(CTE)  $<120$  ppm/°C。

**【0123】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之薄膜之製備方法製備的薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 240$ °C，  
在25°C下 $<5.5$  GPa之儲存模數，  
在230°C下 $>0.6$  GPa之儲存模數，及  
熱膨脹係數(CTE)  $<80$  ppm/°C。

**【0124】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之薄膜之製備方法製備的薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g$ 為240°C至300°C，  
在25°C下，儲存模數為4.0 GPa至5.5 GPa，及  
在230°C下，儲存模數為0.6 GPa至1.2 GPa。

**【0125】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之薄膜之製備方法製備的薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g$ 為240°C至300°C，

在25°C下，儲存模數為4.0 GPa至5.5 GPa，

在230°C下，儲存模數為0.6 GPa至1.2 GPa，及

如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，最低薄膜熔融黏度為900 Pa·s至6,500 Pa·s。

**【0126】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之薄膜之製備方法製備的薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測，T<sub>g</sub>為240°C至300°C，

在25°C下，儲存模數為4.0 GPa至5.5 GPa，

在230°C下，儲存模數為0.6 GPa至1.2 GPa，及

熱膨脹係數(CTE)為50 ppm/°C至80 ppm/°C。

**【0127】** 在一些實施例中，根據本文所揭示之薄膜之製備方法製備的薄膜具有以下物理性質：

如藉由動態機械分析(DMA)所量測，T<sub>g</sub>為240°C至300°C，

在25°C下，儲存模數為4.0 GPa至5.5 GPa，

在230°C下，儲存模數為0.6 GPa至1.2 GPa，

熱膨脹係數(CTE)為50 ppm/°C至80 ppm/°C，及

如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測，最低薄膜熔融黏度為900 Pa·s至6,500 Pa·s。

## 實例

**【0128】** 根據本發明之組合物(包括其組分)之例示性實施例呈現於表1中。咪唑A為4-甲基-2-苯基-1H-咪唑-5-甲醇。咪唑B為2-苯基-4,5-二羥甲基咪唑。

表1

	組分(wt. %)	本發明實例1	本發明實例2	本發明實例3	本發明實例4	本發明實例5	本發明實例6	本發明實例7
樹脂	成膜黏合劑樹脂	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56
填充劑	二氧化矽填充劑	40	40	40	40	40	40	40
環氧樹脂	聚合環氧樹脂 (EEW 310)	10	10	10	10	10	10	10
	甲酚酚醛環氧樹脂 (EEW 200)	12.96			12.96	12.96	12.96	
	聯苯基芳烷基環氧樹脂 (EEW 276)		12.96	12.96				12.96
BMI樹脂	BMI樹脂(順丁烯二醯亞胺當量185)	15.35						
	BMI樹脂(順丁烯二醯亞胺當量221)		15.35	15.35				
	BMI樹脂(順丁烯二醯亞胺當量393)				15.35	15.35	15.35	15.35
添加劑	熔劑	3	3	3	3	4	3	3
	黏著促進劑	1	1	1	1	1	1	1
固化劑	咪唑A	3.14	3.14		3.14	2		3.14
	咪唑B			3.14			3.14	

【0129】 根據本發明之組合物之某些例示性實施例的性質呈現於表2中。

表2

物理性質		本發明實例1	本發明實例2	本發明實例3	本發明實例4	本發明實例5
DSC	起始溫度(°C)	148.19	151.61	173.74	147.86	150.26
	峰值溫度(°C)	160.26	164.22	190.96	162.58	161.14
熔融黏度	最低熔融黏度(Pa·s)	5,575	2,275	968	2,277	5,130
DMA	Tg (°C)	245	291	262	290	296
	在25°C下之模數(GPa)	4.910	5.085	4.138	4.964	4.112
	在230°C(MPa)下之模數	1,200	970	764	939	688
	在250°C下之模數(MPa)	1,096	694	546	698	596
TMA	Tg (°C)	178	173	175	160	175
	CTE1 (ppm/°C)	57	64	65	65	70
	CTE2 (ppm/°C)	67	66	73	73	75

【0130】 根據本發明(「本發明實例8」)之另一例示性組合物之組分及四種比較組合物(不在本發明之範疇內)(比較實例1至4)之彼等組分呈現於表3A中；彼等組合物之物理性質呈現於表3B中。咪唑A為4-甲基-2-苯基-1H-咪唑-5-甲醇。咪唑C為2-苯基咪唑。咪唑D為2-乙基-4-甲基-1H-咪唑-1-丙腈。

表3A

組分(wt. %)		本發明實例 8	比較實例 1	比較實 例2	比較實 例3	比較實 例4
樹脂	成膜黏合劑樹脂	10.0	50.0	30.5	10.0	9.4
填充劑	二氧化矽填充劑，0.3 $\mu\text{m}$	40		25	40	
	二氧化矽填充劑， 2 $\mu\text{m}$					40
	煙霧狀二氧化矽填充 劑		2			
單體	環氧樹脂	27.52	30.13	24.20	14.56	18.4
	BMI	15.35		7.2	15.23	15
添加劑	熔劑	4			3	3
	Z6040黏著促進劑	1.13	1.03	0.8	1.13	1.13
固化劑	過氧化二異丙苯				0.45	
	咪唑	2.00 (咪唑 A)	0.01 (咪 唑C)			3.00 (咪 唑D)
	4,4-DDS		4.00	5.10		
	其他胺		0.33	2.20		

表3B

物理性質		本發明實例8	比較實例 1	比較實例 2	比較實例 3	比較實例 4
DSC	起始溫度(°C)	148.40	149.61	171.19	159.08	121.01
	峰值溫度(°C)	163.16	169.14	200.53	166.20	136.08
	$\delta T$ (°C)	15	20	30	7	15
熔融黏 度	最低熔融黏度 (Pa·s)	5,936	60	843	1,727	>10,000
	最低熔融黏度 溫度(°C)	143	149	134	138	N/A
DMA	T <sub>g</sub> (°C)	277	152	272	155	231
	在25°C下之模 數(GPa)	5.043	1.347	2.322	6.628	7.167
	在230°C下之模 數(MPa)	878	1.8	46	87	117
	在250°C下之模 數(MPa)	640	2	32	95	103
TMA	T <sub>g</sub> (°C)	169	107	100	100	129
	CTE1 (ppm/°C)	67	120	88	67	53
	CTE2 (ppm/°C)	73	276	168	140	86

【0131】 如表3A中所示，本發明實例8、比較實例1及比較實例4中之各者之組合物包含咪唑固化劑，但比較實例1之組合物及比較實例4之組合物不包含具有至少兩個拉電子基團的咪唑，而本發明實例8之組合物包含具有至少兩個拉電子基團的咪唑。然而，如表3B中所示，不同於比較實例1之組合物，本發明實例8之組合物DSC起始溫度與DSC峰值溫度的 $\Delta T$ 小於20°C (捨入至最接近的整數)。

【0132】 如表3B中亦所示，不同於比較實例4之組合物，本發明實例8之組合物具有130°C至250°C (具體而言148.40°C)的DSC起始溫度(如藉由DSC以10°C/分鐘之溫度勻變速率所量測)及10 Pa·s至10,000 Pa·s (具體而言5,936 Pa·s)的最低薄膜熔融黏度(如使用DHR2流變計以10°C/分鐘溫度勻變速率在N<sub>2</sub>中所量測)。

【0133】 與比較實例相比，本發明實例8之組合物展現良好焊料互

連形成、無材料截留且無空隙，且其亦展現較高Tg、較低CTE以及較好高溫性質。儘管比較實例3之組合物亦展現良好焊料互連形成、無材料截留且無空隙，但比較實例1至4之組合物相比於本發明實例8皆展現較差高溫性質。認為比較實例1、2及4之組合物不適用於熱壓接合製程。

**【0134】** 因此，不希望受理論所束縛，咸信包含具有潛在熱活性之咪唑(諸如包含至少兩個拉電子基團之咪唑)的組合物提供使得組合物更適合於熱壓接合製程的特徵，包括但不限於DSC起始溫度、熔融黏度及DSC起始溫度與DSC峰值溫度之 $\Delta T$ ，而包含無潛在熱活性之咪唑(諸如具有一個或無拉電子基團之咪唑)的組合物或缺乏咪唑的組合物不大適合於熱壓接合製程。

**【0135】** 與本發明實例3之例示性組合物相關的DSC、熔融黏度、DMA及TMA資料分別提供於圖1、圖2、圖3及圖4中。與本發明實例8之例示性組合物相關的DSC、熔融黏度、DMA及TMA資料分別提供於圖5、圖6、圖7及圖8中。

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種組合物，其包含：

一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺(nadimide)樹脂、含衣康醯亞胺(itaconimide)樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，

一或多種具有潛在熱活性之咪唑，

一或多種無機填充劑，及

一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群，

其中：

在該組合物形成薄膜之後，該薄膜具有以下物理性質：

藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 200^\circ\text{C}$ ，

在 $25^\circ\text{C}$ 下 $< 6.5$  GPa之儲存模數，

在 $250^\circ\text{C}$ 下 $> 0.1$  GPa之儲存模數，及

熱膨脹係數(CTE)  $< 250$  ppm/ $^\circ\text{C}$ 。

### 【請求項2】

如請求項1之組合物，其中，在該組合物形成薄膜之後，該薄膜具有以下物理性質：

藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 230^\circ\text{C}$ ，

在 $25^\circ\text{C}$ 下 $< 5$  GPa之儲存模數，

在 $230^\circ\text{C}$ 下 $> 0.3$  GPa之儲存模數，及

熱膨脹係數(CTE)  $< 120$  ppm/ $^\circ\text{C}$ 。

### 【請求項3】

如前述請求項中任一項之組合物，其中該具有潛在活性之咪唑為包含至少兩個拉電子基團之咪唑。

**【請求項4】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中該咪唑為經取代之咪唑，其包含2位置上之拉電子基團且包含4位置上之取代基、5位置上之取代基及/或1位置處之氮上之取代基。

**【請求項5】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中該咪唑包含至少兩個拉電子基團，該等拉電子基團獨立地選自減小咪唑環上之電子密度及/或減弱該咪唑之反應性的有機基團。

**【請求項6】**

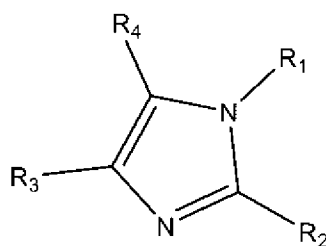
如前述請求項中任一項之組合物，其中該咪唑包含至少兩個獨立地選自由以下組成之群的拉電子基團：經取代或未經取代之芳基、氰基(-CN)、鹵基(-X)、-CHO、-COOH；-NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub>，其中R<sub>1</sub>及R<sub>2</sub>中之各者獨立地為氫原子或經取代或未經取代之烷基；經一或多個獨立地選自以下之基團取代的烷基：氰基(-CN)、鹵基(-X)、-CHO、-COOH及-NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub>，其中R<sub>1</sub>及R<sub>2</sub>中之各者獨立地選自氫原子或經取代或未經取代之烷基；及含氧基團。

**【請求項7】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中該咪唑包含至少兩個獨立地選自羥甲基及苯基之拉電子基團。

**【請求項8】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中該咪唑由下式表示：



其中：

$R_1$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

$R_2$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

$R_3$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，及

$R_4$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

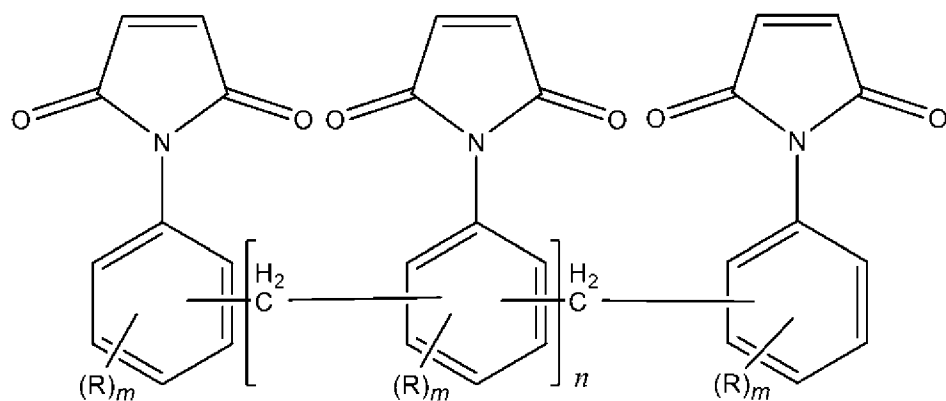
其限制條件為該咪唑包含至少兩個拉電子基團。

#### 【請求項9】

如請求項8之組合物，其中 $R_2$ 係選自由 $C_{1-6}$ 烷基及 $C_6$ 芳基組成之群。

#### 【請求項10】

如前述請求項中任一項之組合物，其中該含順丁烯二醯亞胺樹脂係由下式表示之化合物：

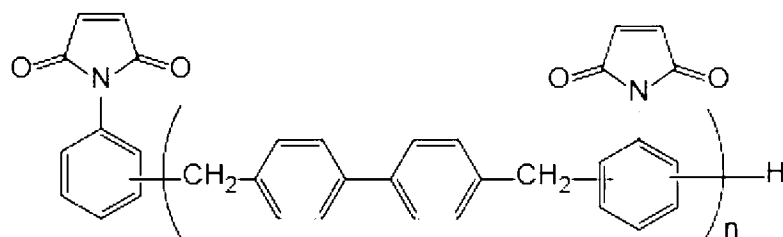


其中：

各R獨立地選自由H及經取代或未經取代之烷基組成之群；

各m獨立地選自由以下組成之群：0、1、2、3或4；及

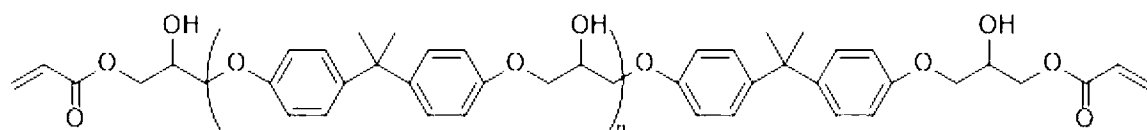
n為0、1、2、3、4或5，或為由下式表示之化合物：



其中n為0、1、2、3、4或5。

### 【請求項11】

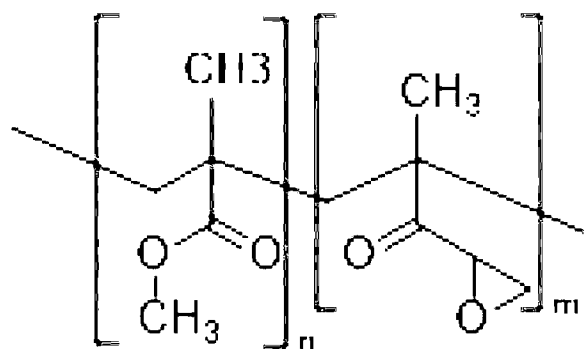
如前述請求項中任一項之組合物，其中該(甲基)丙烯酸酯樹脂表示為



其中n為0、1、2、3、4或5。

### 【請求項12】

如前述請求項中任一項之組合物，其中該環氧樹脂為由下式表示之化合物：



其中 $n$ 為0、1、2、3、4或5，且 $m$ 為0、1、2、3、4或5。

**【請求項13】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中，在該組合物形成薄膜之後，該薄膜具有以下物理性質：

藉由DSC以 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 之溫度勻變速率所量測，差示掃描熱量測定(DSC)起始溫度為 $130^{\circ}\text{C}$ 至 $250^{\circ}\text{C}$ ，及

使用DHR2流變計以 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 溫度勻變速率在 $\text{N}_2$ 中所量測，最低薄膜熔融黏度為 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 至 $10,000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。

**【請求項14】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中，在該組合物形成薄膜之後，該薄膜具有以下物理性質：

藉由DSC以 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 之溫度勻變速率所量測，差示掃描熱量測定(DSC)起始溫度為 $150^{\circ}\text{C}$ 至 $190^{\circ}\text{C}$ ，及

使用DHR2流變計以 $10^{\circ}\text{C}/\text{分鐘}$ 溫度勻變速率在 $\text{N}_2$ 中所量測，最低薄膜熔融黏度為 $400\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 至 $7,000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。

**【請求項15】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中在該組合物形成薄膜之後，該薄膜之DSC起始溫度與DSC峰值溫度之 $\Delta T$ 小於 $20^{\circ}\text{C}$ 或小於 $15^{\circ}\text{C}$ 。

**【請求項16】**

如前述請求項中任一項之組合物，其中在該組合物形成薄膜之後，該薄膜之DSC起始溫度與DSC峰值溫度之 $\Delta T$ 小於 $10^{\circ}\text{C}$ 或小於 $5^{\circ}\text{C}$ 。

**【請求項17】**

一種製備固化薄膜之方法，該方法包含  
提供如請求項1至16中任一項之組合物；  
將該組合物鑄造成薄膜；及  
使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

**【請求項18】**

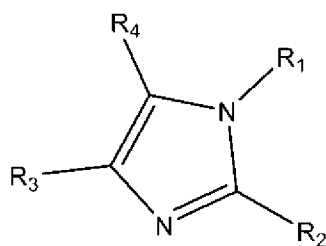
一種製備固化薄膜之方法，該方法包含  
提供組合物，該組合物包含  
一或多種樹脂，其選自由以下組成之群：含順丁烯二醯亞胺樹脂、含納迪醯亞胺樹脂、含衣康醯亞胺樹脂、環氧樹脂、含(甲基)丙烯酸酯樹脂及含酚樹脂，  
一或多種具有潛在熱活性之咪唑，  
一或多種無機填充劑，及  
一或多種添加劑，其選自由黏著促進劑及成膜劑組成之群；  
將該組合物鑄造成薄膜；及  
使該鑄造薄膜暴露於高溫以使該薄膜固化。

**【請求項19】**

如請求項18之方法，其中該一或多種具有潛在熱活性之咪唑為一或多種包含至少兩個拉電子基團的咪唑。

**【請求項20】**

如請求項18之方法，其中該一或多種咪唑表示為



其中：

$R_1$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

$R_2$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

$R_3$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，及

$R_4$ 係選自由以下組成之群：H、經取代或未經取代之烷基、經取代或未經取代之烯基、經取代或未經取代之炔基、經取代或未經取代之芳基及經取代或未經取代之雜芳基，

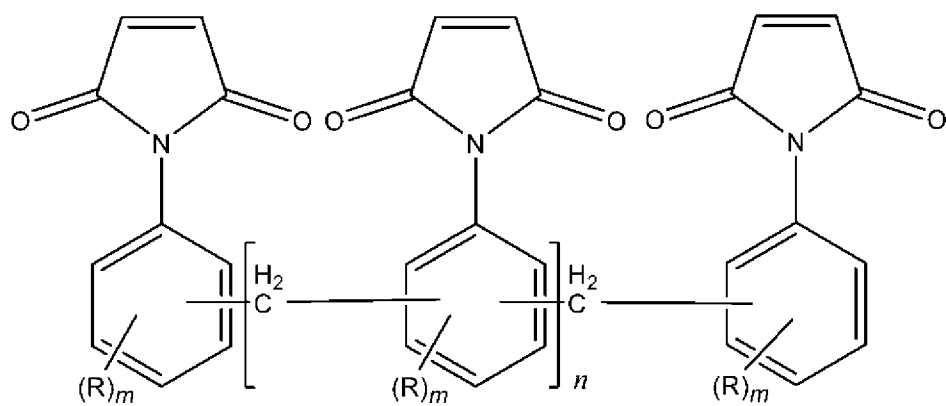
其限制條件為該咪唑包含至少兩個拉電子基團。

#### 【請求項21】

如請求項18至20中任一項之方法，其中 $R_2$ 係選自由 $C_{1-6}$ 烷基及 $C_6$ 芳基組成之群。

#### 【請求項22】

如請求項18至21中任一項之方法，其中該含順丁烯二醯亞胺樹脂係由下式表示之化合物：

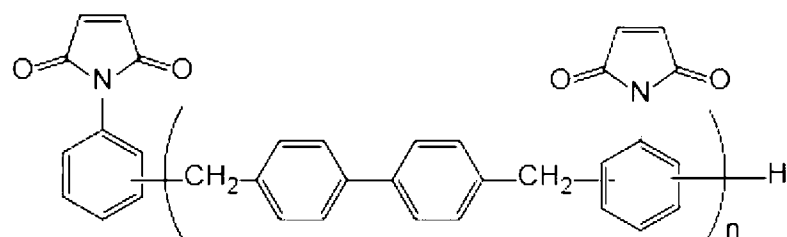


其中：

各R獨立地選自由以下組成之群：H及經取代或未經取代之烷基；

各m獨立地選自由以下組成之群：0、1、2、3或4；及

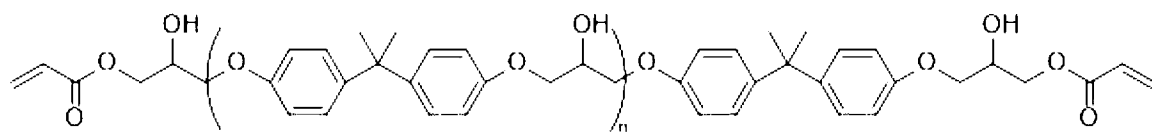
n為0、1、2、3、4或5，或為由下式表示之化合物：



其中n為0、1、2、3、4或5。

### 【請求項23】

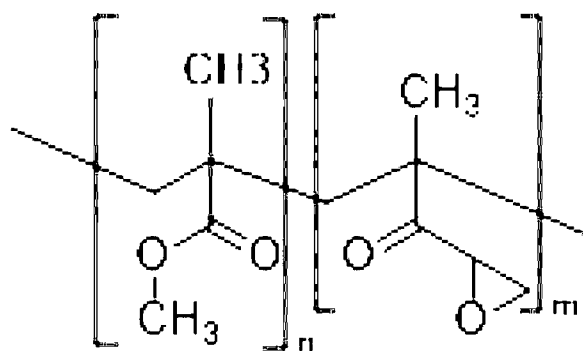
如請求項18至22中任一項之方法，其中該(甲基)丙烯酸酯樹脂表示為



其中n為0、1、2、3、4或5。

### 【請求項24】

如請求項18至23中任一項之方法，其中該環氧樹脂為由下式表示之化合物：



其中n為0、1、2、3、4或5，且m為0、1、2、3、4或5。

**【請求項25】**

一種固化薄膜，其根據如請求項18至24中任一項之方法製備。

**【請求項26】**

一種根據如請求項18至24中任一項之方法製備的薄膜，其中該薄膜具有以下物理性質：

藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 200^\circ\text{C}$ ，

在 $25^\circ\text{C}$ 下 $< 6.5$  GPa之儲存模數，

在 $250^\circ\text{C}$ 下 $> 0.1$  GPa之儲存模數，及

熱膨脹係數(CTE)  $< 250$  ppm/ $^\circ\text{C}$ 。

**【請求項27】**

一種根據如請求項18至24中任一項之方法製備的薄膜，其中該薄膜具有以下物理性質：

藉由動態機械分析(DMA)所量測， $T_g > 230^\circ\text{C}$ ，

在 $25^\circ\text{C}$ 下 $< 5$  GPa之儲存模數，

在 $230^\circ\text{C}$ 下 $> 0.3$  GPa之儲存模數，及

熱膨脹係數(CTE)  $< 120$  ppm/ $^\circ\text{C}$ 。

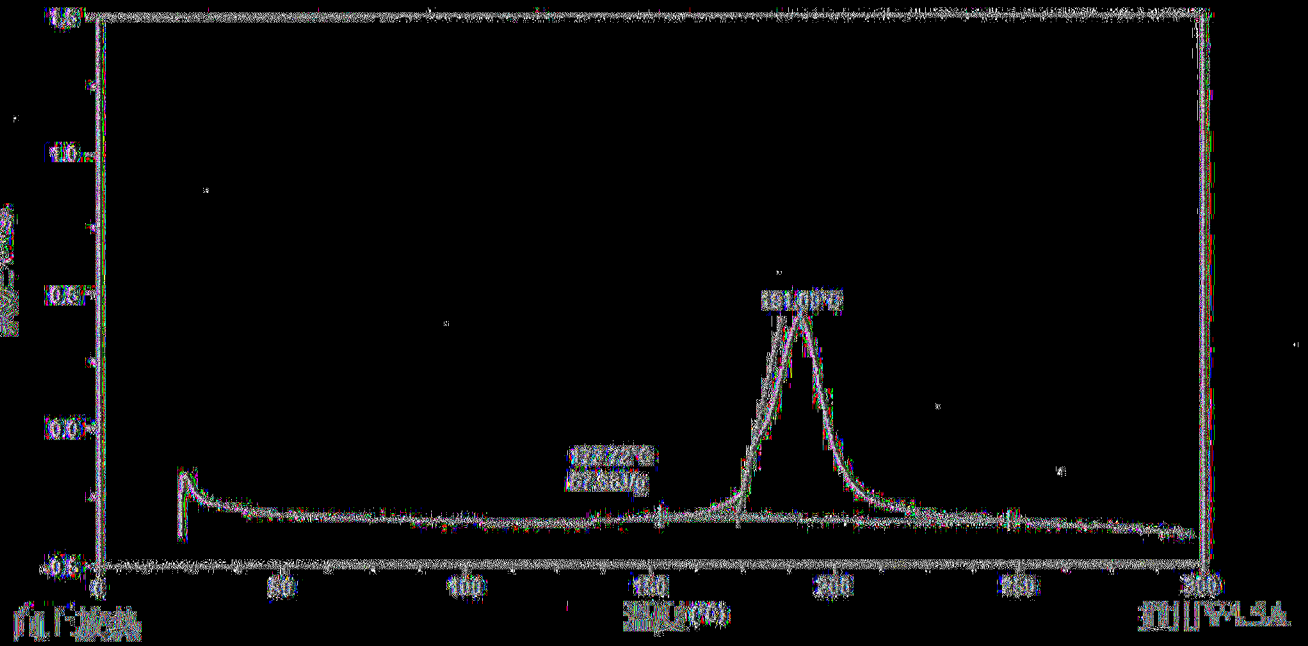
**【請求項28】**

如請求項25至27中任一項之薄膜，其中該薄膜為底膠薄膜。

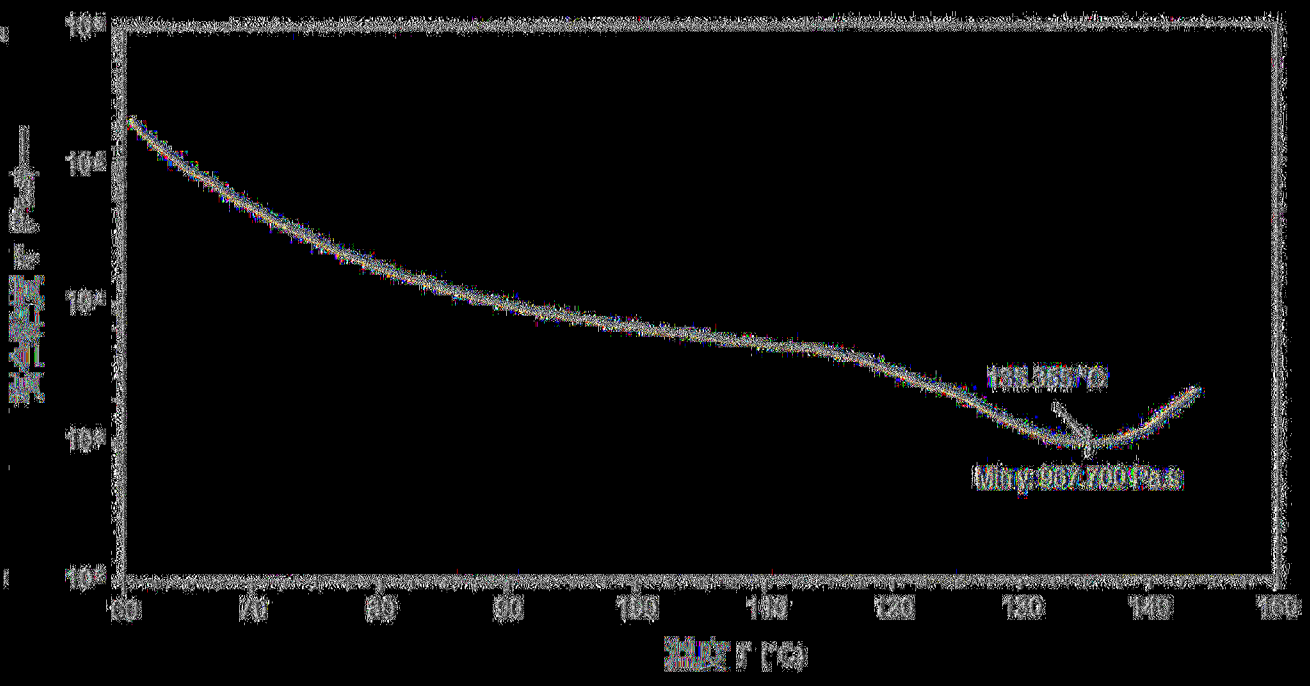
**【請求項29】**

如請求項25至28中任一項之薄膜，其中該薄膜為晶圓級底膠薄膜(WAUF)。

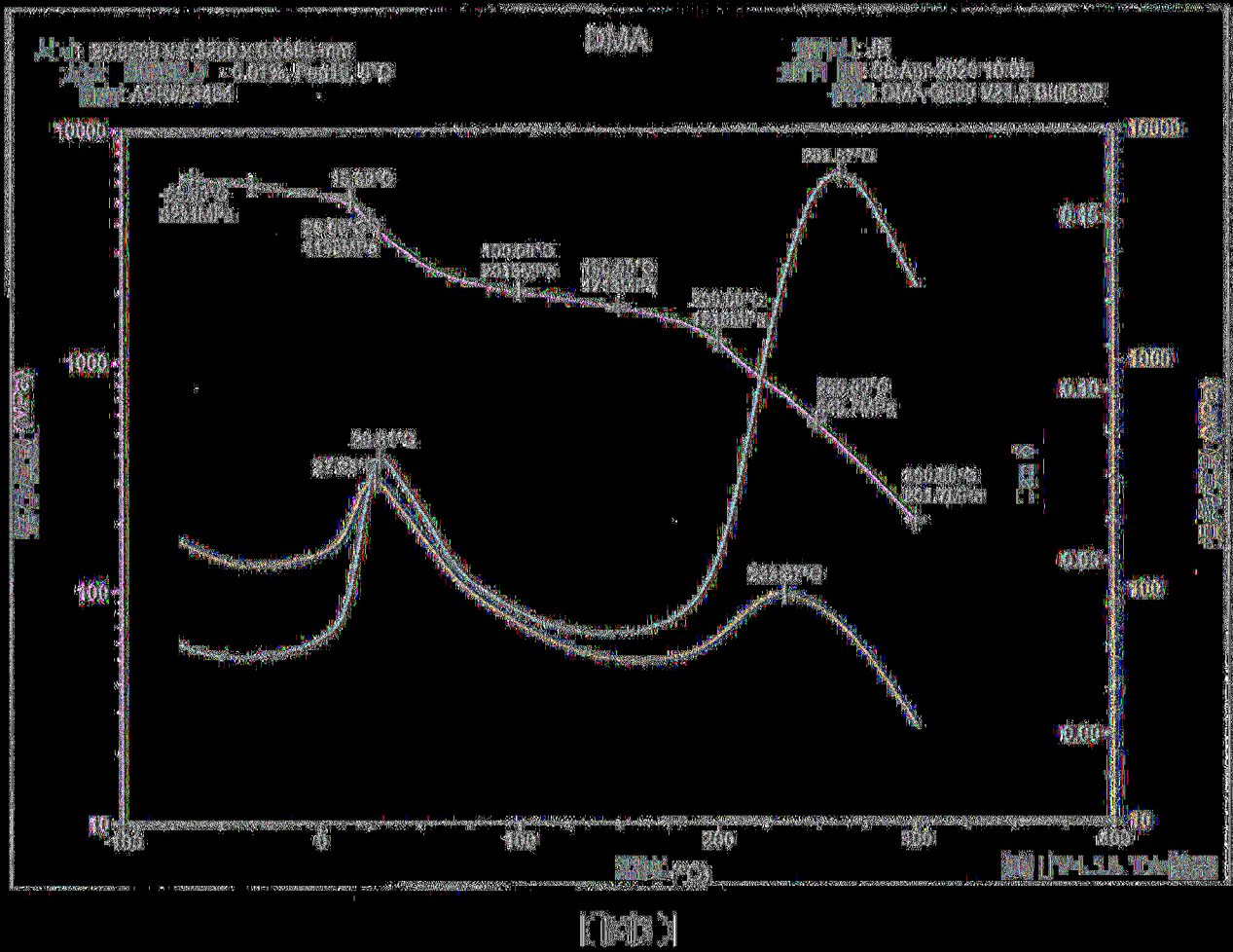
(發明圖式)



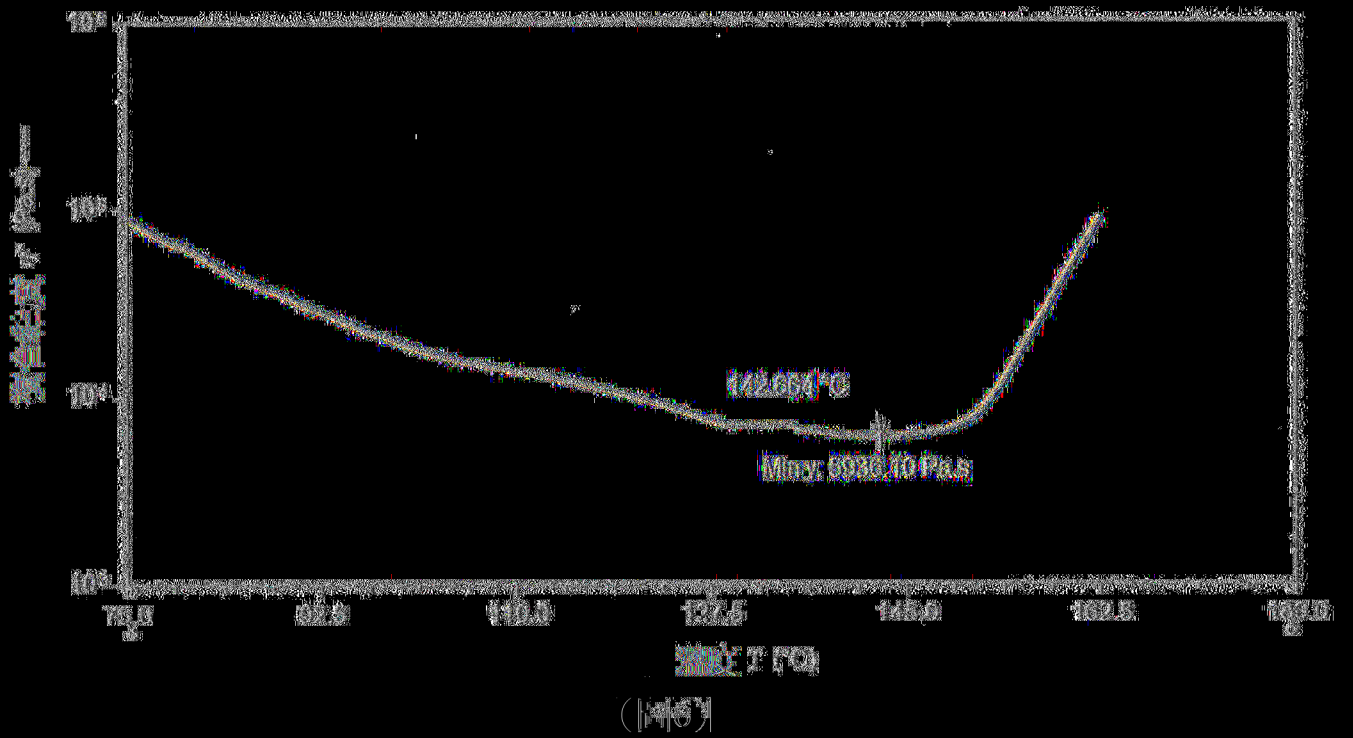
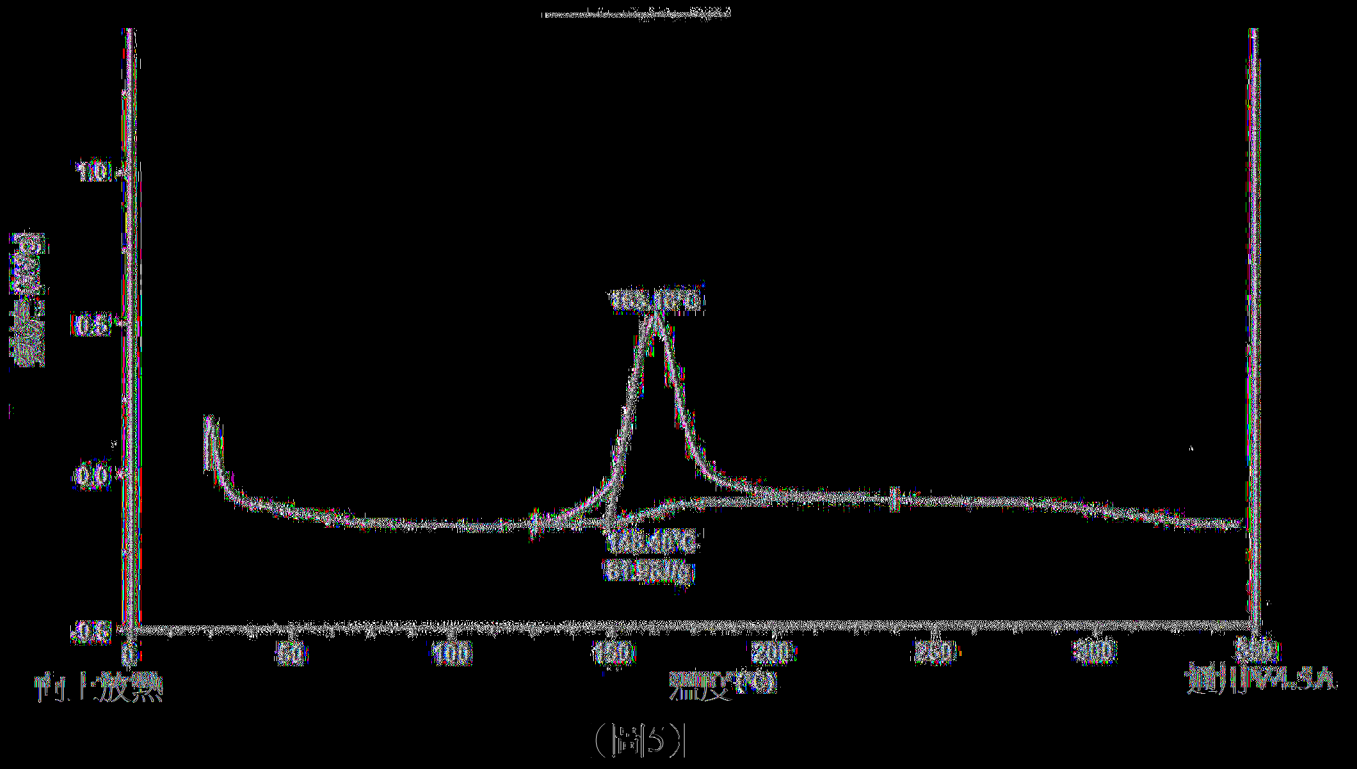
(圖1)

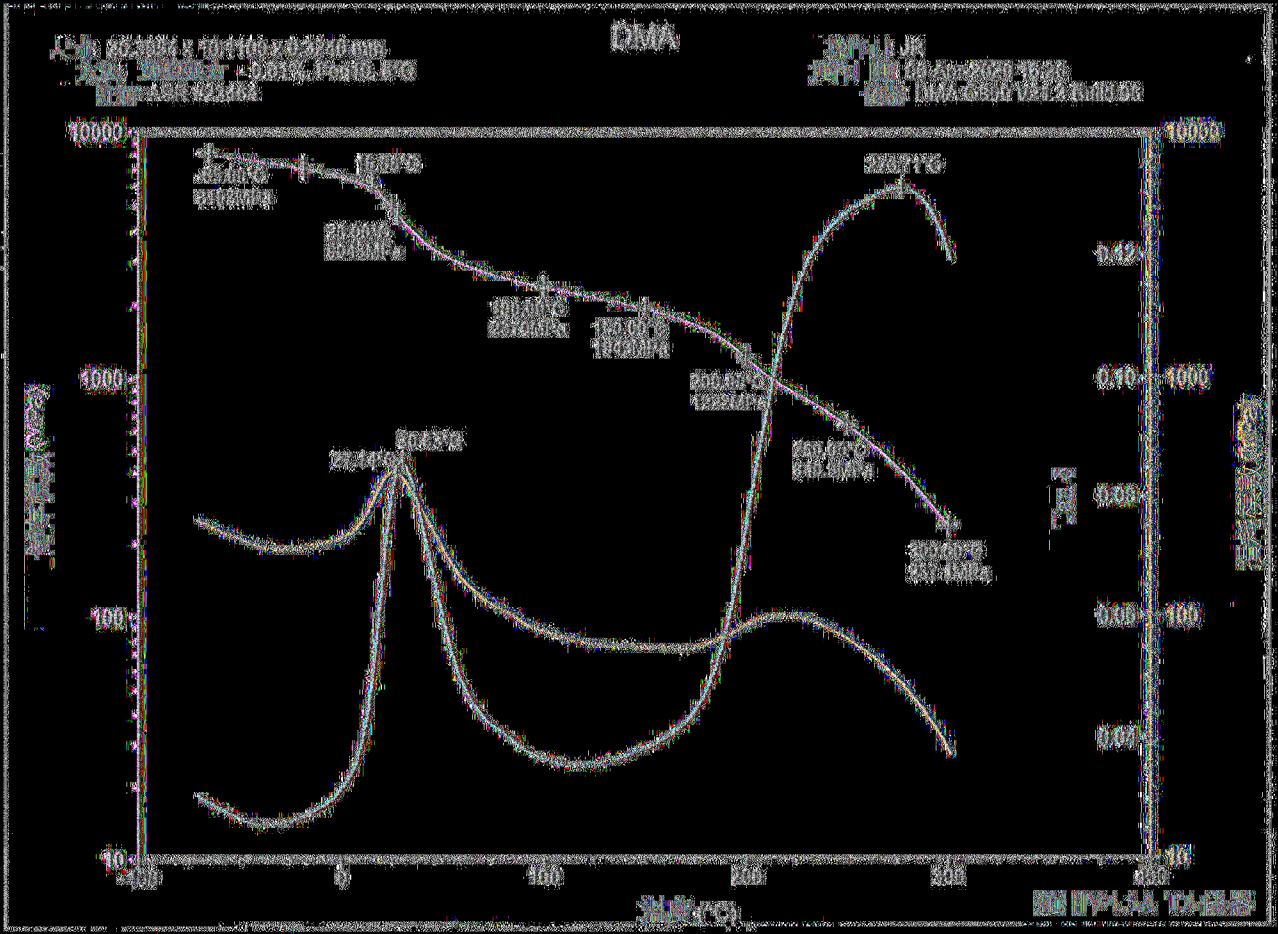


(圖2)

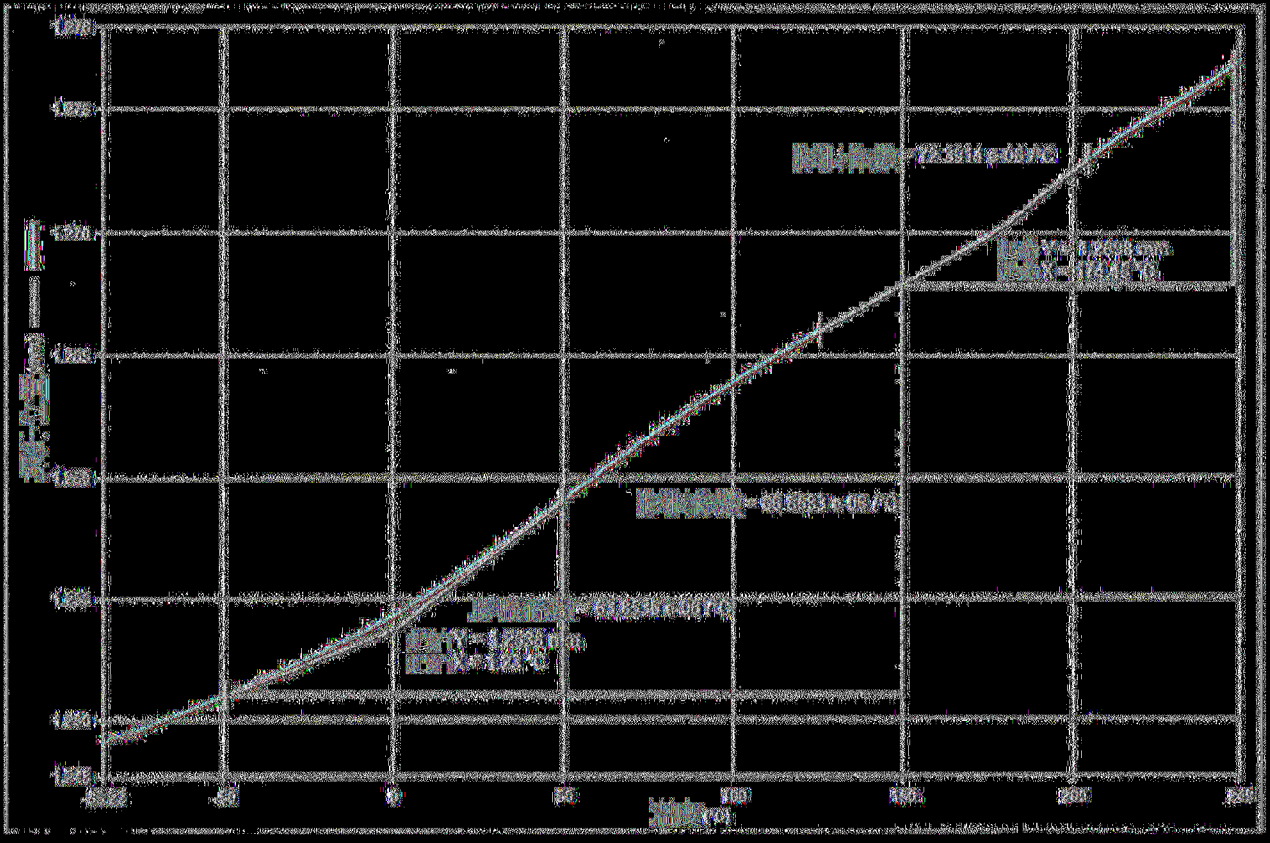








(圖 1)



(圖 8)