I848401

(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 I848401 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：111139620 (22)申請日： 中華民國 111 (2022) 年 10 月 19 日

(51)Int. Cl.： ***C08G81/02 (2006.01)*** ***C08J3/24 (2006.01)***

(30)優先權：2021/10/22 歐洲專利局 21204237.8

(71)申請人：荷蘭商ＳＨＰＰ全球科技公司 (荷蘭) SHPP GLOBAL TECHNOLOGIES B.V. (NL) 荷蘭

(72)發明人：塔金塔斯　伊蘭 TARKIN-TAS, EYLEM (US)；塔斯　侯賽因 TAS, HUSEYIN (US)；希斯塔　普雷卡希 SISTA, PRAKASH (IN)；班納屈　提摩西 BANACH, TIMOTHY EDWARD (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201625722A CN 101370866A

US 2020/0165446A1

審查人員：彭瓊嫻

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：5 共 73 頁

(54)名稱

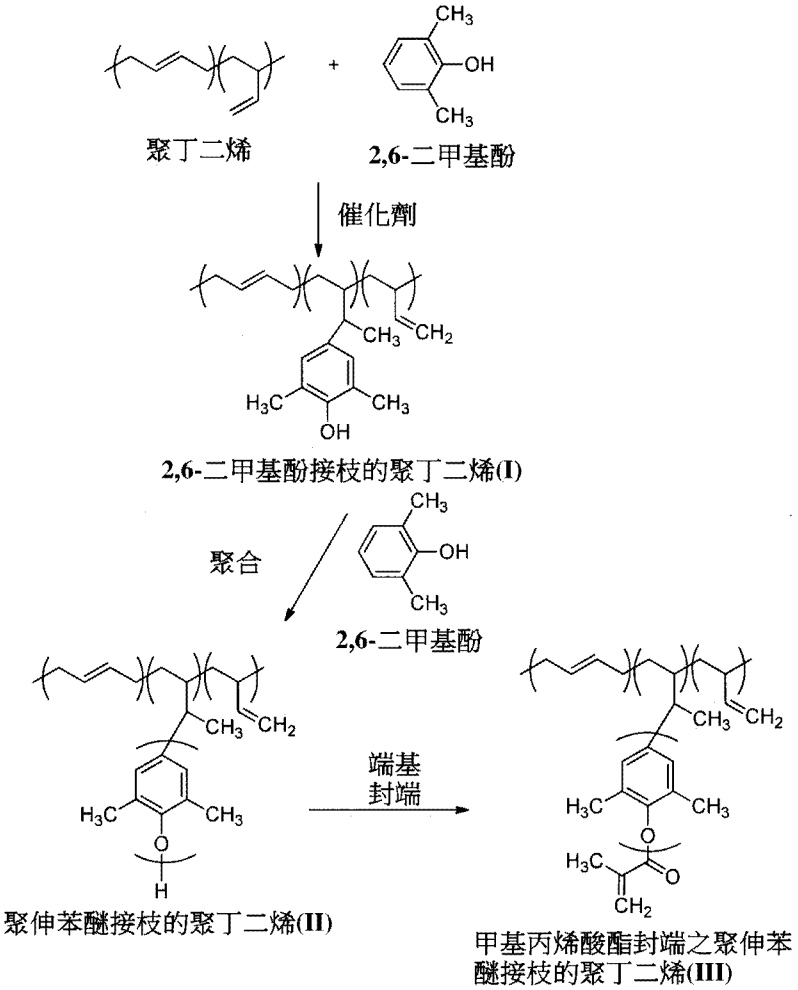
接枝共聚物及包含彼之可固化熱固性組成物

(57)摘要

一種接枝共聚物，其包括烴骨架，該烴骨架具有從其接枝的伸苯醚寡聚物。接枝共聚物可特別有用於可固化組成物、熱固性組成物、以及從彼等形成的物品。

A graft copolymer includes a hydrocarbon backbone having a phenylene ether oligomer grafted therefrom. The graft copolymer can be particularly useful in curable compositions, thermoset compositions, and articles formed therefrom.

指定代表圖：


聚丁二烯
2,6-二甲基酚
催化劑
2,6-二甲基酚接枝的聚丁二烯(I)
聚合
2,6-二甲基酚
聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(II)
端基
封端
甲基丙烯酸酯封端之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(III)

【圖 1】

公告本

I848401

【發明摘要】

【中文發明名稱】

接枝共聚物及包含彼之可固化熱固性組成物

【英文發明名稱】

GRAFT COPOLYMER AND CURABLE THERMOSETTING COMPOSITION COMPRISING THE SAME

【中文】

一種接枝共聚物，其包括烴骨架，該烴骨架具有從其接枝的伸苯醚寡聚物。接枝共聚物可特別有用於可固化組成物、熱固性組成物、以及從彼等形成的物品。

【英文】

A graft copolymer includes a hydrocarbon backbone having a phenylene ether oligomer grafted therefrom. The graft copolymer can be particularly useful in curable compositions, thermoset compositions, and articles formed therefrom.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

接枝共聚物及包含彼之可固化熱固性組成物

【英文發明名稱】

GRAFT COPOLYMER AND CURABLE THERMOSETTING COMPOSITION COMPRISING THE SAME

【技術領域】

【0001】本揭示係關於一種接枝共聚物、包含彼的可固化熱固性組成物，及從其衍生的物品。

相關申請案的交互參照

本申請案主張於2021年10月22日申請之歐洲專利申請案號21204237.8之優先權及益處，其整體內容以引用方式併入本文。

【先前技術】

【0002】熱固性樹脂是固化以形成極硬塑料的材料。這些材料可用於在多種消費性及工業產品。例如，熱固物係用於保護性塗料、黏合劑、電子積層板(例如那些用於電腦電路板之製造)、地板與鋪面應用、玻璃纖維強化管線、及車用零件(包括板片彈簧、泵、及電氣部件)。

【0003】聚(伸苯醚)寡聚物可改善熱固性材料的介電

性能、耐熱性、阻燃性及吸濕性，使得彼等特別適合多種應用，尤其是電子應用。亦已知烴樹脂具優異介電性能，但在黏性、阻燃性及熱性能方面受到限制。聚(伸苯醚)寡聚物已和烴樹脂組合使用；但材料的兼容性仍然是技術上的限制。

【0004】因此，提供一種用於可固化熱固性組成物之具有改善兼容性之聚(伸苯醚)寡聚物/烴組成物將是有利的。

【發明內容】

【0005】一種接枝共聚物，其包含烴骨架，烴骨架具有從其接枝的伸苯醚寡聚物，伸苯醚寡聚物包含衍生自經取代或未經取代的一元酚之重複單元，其中接枝共聚物包含位於烴骨架與伸苯醚寡聚物之間的連接基團$-L^1-(R)_n-L^2-$，其中L^1為經取代或未經取代的C_{1-6}伸烷基，經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-，R為經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-，n為0或1，以及L^2為單鍵或C_{1-6}伸烷基，較佳地為單鍵或亞甲基；先決條件是當L^1為經取代或未經取代的伸苯基時，n為0。

【0006】製造接枝共聚物的一種方法代表本揭示的另一個態樣。

【0007】一種可固化熱固性組成物，其包含接枝共聚物。

【0008】一種固化熱固性組成物，其包含可固化熱固

性組成物的固化產物。

【0009】一種物品，其包含固化熱固性組成物。

【0010】上述及其他特徵例示於下列圖式及具體實施方式。

【圖式簡單說明】

【0011】下列圖式為示例性實施方式。

【0012】[圖1]示出製備接枝共聚物之方法的化學方案。

【0013】[圖2]示出製備接枝共聚物之方法的化學方案。

【0014】[圖3]示出製備接枝共聚物之方法的化學方案。

【0015】[圖4]示出製備接枝共聚物之方法的化學方案。

【0016】[圖5]示出製備接枝共聚物之方法的化學方案。

【實施方式】

【0017】本發明人已發現到可以從伸苯醚寡聚物及烴樹脂製備接枝共聚物。接枝共聚物可有利地用於提供一種可固化熱固性組成物，其具有介電性質、阻燃性、及熱性能的理想組合，同時維持伸苯醚寡聚物及烴樹脂之間的兼容性。

【0018】據此，本揭示的一個態樣為一種接枝共聚物。在本文中，術語“接枝共聚物”指支鏈共聚物結構，其中線型主聚合物鏈具有連接至其的一或多個聚合性側鏈。聚合性側鏈於化學本質上不同於主聚合物鏈。聚合性側鏈可沿著主鏈隨機地分布。具有主聚合物鏈A及一或多個聚合性側鏈B的接枝共聚物可以表示為$A(B)_m$，其中m代表每一個主聚合物鏈A之聚合性側鏈B的數目。在一個態樣中，至少一個聚合物側鏈B係接枝至主聚合物鏈A的重複單元，該重複單元不是末端重複單元(即位於主聚合物鏈A的鏈端)。

【0019】本揭示的接枝共聚物包含烴骨架，其具有從烴骨架接枝的一或多個伸苯醚寡聚物。伸苯醚寡聚物係藉由具有$-L^1-(R)_n-L^2-$結構的連接基團接枝至烴骨架，且其位置使得L^1係直接連接至烴鏈且L^2係直接連接至伸苯醚寡聚物。連接基團的L^1可以是經取代或未經取代的C_{1-6}伸烷基，經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-。在一個態樣中，L^1為C_{1-2}伸烷基或-(C=O)-，較佳地為C_{1-2}伸烷基。連接基團的R為經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-，且n為0或1。在一個態樣中，n為0，且R不存在。當L^1為經取代或未經取代的伸苯基時，n為0。在一個態樣中，n為1，且R為經取代的伸苯基，較佳地為經二甲基取代的苯基。在一個態樣中，R可以是衍生自2-甲氧基酚之經取代的伸苯基。連接基團的L^2為單鍵或C_{1-6}伸烷基，例如二價伸乙基或亞甲基。當L^2為單鍵時，當可理解的是R(當存在時)

或L^1(當R不存在時)係藉由單個共價鍵直接連接至伸苯醚寡聚物。

【0020】對多種示例性連接基團進行說明。在一個態樣中，L^1可以是伸乙基，n為0且L^2為單鍵(即L^1基團的$-CH_2-$係直接鍵結至伸苯醚寡聚物。此連接基團可見於圖1。在一個態樣中，L^1可以是伸乙基，n為1，R為未經取代的伸苯基，且L^2為亞甲基。此連接基團可見於圖2a。在一個態樣中L^1可以是伸乙基(例如，經取代的伸乙基，較佳地包含甲基取代基)，n為1，R為-(C=O)-，且L^2為單鍵。此連接基團可見於圖2b。在一個態樣中，L^1可以是經取代或未經取代的伸苯基，較佳地為未經取代的伸苯基，n為0，且L^2為亞甲基。此連接基團可見於圖3a。在一個態樣中，L^1可以是-(C=O)-，n為0且L^2為單鍵。此連接基團可見於圖3b。在一個態樣中，L^1可以是經取代或未經取代的伸乙基(例如，經羥基取代的伸乙基)，n為0且L^2為單鍵。此連接基團可見於圖4。在一個態樣中，L^1可以是經取代或未經取代的伸乙基(例如，經羧酸取代的伸乙基)，n為0，且L^2為單鍵。此連接基團可見於圖5。當可理解的是本揭示不限於前述的示例性連接基團，並可以使用具有$-L^1-(R)_n-L^2-$最寬廣定義內的任何連接基團，並將取決於製造接枝共聚物的方法，將在下面的示例中進一步解釋。

【0021】接枝共聚物因此可具有結構$A(-L^1-(R)_n-L^2-B)_m$，其中L^1、L^2、R及n如上所定義，A為烴骨架，B為伸苯醚寡聚物，且m為1至50，較佳地為1至25，最佳地為1至

10。

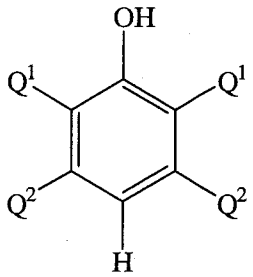
【0022】接枝共聚物的烴樹脂骨架包含碳及氫原子，並排除不是碳及氫的其他原子。烴樹脂可以是飽和或不飽和的。在一個態樣中，烴樹脂包含例如碳-碳雙鍵形式的不飽和部分。在一個態樣中，用於製備接枝共聚物的烴樹脂可以在初始時包含不飽和部分，並且在接枝至伸苯醚寡聚物後，由於與伸苯醚寡聚物進行反應，烴樹脂可具有減量的不飽和部分或可以是完全地飽和。不飽和部分可以位於烴樹脂的主鏈(即聚合物骨架)中(例如，位於聚(1,4-丁二烯)重複單元中)作為沿著烴樹脂的懸掛基(例如，位於聚(1,2-丁二烯)重複單元中)，位於烴樹脂的鏈端，或其組合。烴樹脂較佳地不包括芳香族基團或環狀烴類。

【0023】在一個態樣中，烴樹脂包含衍生自不飽和C_{4-12}烴的重複單元，較佳地為C_{4-6}烴。在一個態樣中，烴樹脂的重複單元係衍生自含有二烯之烴類及其組合。這些烴類的代表性例子可包括但不限於經取代或未經取代的丁烯(例如2-甲基-1-丁烯、2,3-二甲基-1-丁烯、2,3-二甲基-2-丁烯、3,3-二甲基-1-丁烯)；經取代或未經取代的戊烯(例如，1-戊烯、2-戊烯、2-甲基-1-戊烯、2-甲基-2-戊烯、3-甲基-2-戊烯、4-甲基-1-戊烯、4-甲基-2-戊烯)；經取代或未經取代的己烯(例如，2-己烯)；經取代或未經取代的二烯(例如，1,3-丁二烯及異戊二烯)。在一個態樣中，烴樹脂包含衍生自經取代或未經取代的二烯例如聚丁二烯、聚異戊二烯、或其組合的重複單元。在一個態樣

中，烴樹脂可包含聚(1,2-丁二烯)、聚(1,4-丁二烯)、聚異戊二烯、或其組合。

【0024】在一個態樣中，烴樹脂可以是包含衍生自不飽和C_{4-12}烴之重複單元以及不同於該C_{4-12}烴之單體(例如烯基芳香族單體)的共聚物。示例性烯基芳香族單體為苯乙烯。因此，在一個態樣中，烴樹脂可以是烯基芳香族及不飽和C_{4-12}烴的共聚物。例如，烴樹脂可包含聚(苯乙烯-共聚-丁二烯)、聚(苯乙烯-共聚-異戊二烯)、及其類似。在一個態樣中，烴樹脂可包含苯乙烯及丁二烯(例如，1,2-丁二烯、1,4-丁二烯、或其組合)的嵌段共聚物。

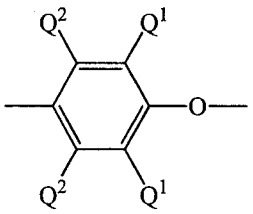
【0025】除了烴聚合物骨架之外，接枝共聚物包含接枝至烴聚合物骨架的至少一個伸苯醚寡聚物。伸苯醚寡聚物包含衍生自經取代或未經取代的一元酚之重複單元。經取代或未經取代的一元酚可具有結構



其中Q^1的每次出現係獨立地為鹵素、未經取代或經取代的C_{1-12}一級或二級烴基、C_{1-12}烴硫基、C_{1-12}烴氧基、或C_{2-12}鹵烴氧基，其中至少兩個碳原子分隔鹵素及氧原子；以及其中Q^2的每次出現係獨立地為氫、鹵素、未經取代或經取代的C_{1-12}一級或二級烴基、C_{1-12}烴硫基、C_{1-12}烴氧基、或C_{2-12}鹵烴氧基，其中至少兩個碳原子分隔鹵素及氧

原子。在一個態樣中，經取代或未經取代的一元酚包含2,6-(二-C_{1-6}烷基)酚。在一個態樣中，Q^1的每次出現為甲基，Q^2的每次出現為氫，且一元酚為2,6-二甲苯酚(亦稱為2,6-二甲基酚或“DMP”)。

【0026】伸苯醚寡聚物因此包含下式的重複單元



其中Q^1及Q^2可以如上述。在一個態樣中，伸苯醚寡聚物可包含衍生自包含下列的一元酚之重複單元：2,6-(二-C_{1-18}烷基)酚、或2,6-二苯基酚、2-苯基-6-(C_{1-18}烷基)酚、2-苯基-6-(環烷基)酚、2,6-(二環烷基)酚、2-(C_{1-18}烷基)-6-(環烷基)酚、或其組合。在一個態樣中，伸苯醚寡聚物包含衍生自2,6-二甲基酚的重複單元。

【0027】伸苯醚寡聚物可具有的數目平均分子量為少於20,000克莫耳、或少於10,000克莫耳、或少於5,000克莫耳、或600至4,500克莫耳。可通過凝膠滲透層析術(GPC)相對於聚苯乙烯標準判定分子量。本領域中具有通常知識者瞭解當線型嵌段共聚物係以包括從烴樹脂的伸苯醚寡聚物的氧化性聚合的方法製備時，將不可能使用GPC進行伸苯醚寡聚物的分子量鑑定。在這些情形中，可從核磁共振光譜法(NMR)判定的聚合度計算數目平均分子量。

【0028】伸苯醚寡聚物包含一個自由鏈端。在本文中，術語“自由鏈端”指沒有連接至烴骨架之鏈端。自由鏈

端可包含官能基，例如乙烯基苯醚端基、甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、環氧端基、羥基端基、氰酸酯端基、胺端基、順丁烯二醯亞胺端基、烯丙基端基、苯乙烯系端基、活化酯端基、或酐端基。在一個態樣中，伸苯醚寡聚物的鏈端包含甲基丙烯酸酯基團。在一個態樣中，接枝共聚物可包含共價地鍵結至烴樹脂的乙烯基苯醚端基、甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、環氧端基、羥基端基、氰酸酯端基、胺端基，順丁烯二醯亞胺端基、烯丙基端基、苯乙烯系端基、活化酯端基、或酐端基。

【0029】在一個態樣中，接枝共聚物包含骨架，其包含線型烴樹脂(較佳地係衍生自聚(1,2-丁二烯)、聚(1,4-丁二烯)、丁基橡膠、聚異戊二烯、或其組合)以及至少一個接枝的伸苯醚寡聚物，其包含衍生自2,6-二甲基酚的重複單元。

【0030】可以通過多種方法製備接枝共聚物。在一個態樣中，可以藉由從酚官能化的烴樹脂氧化性地聚合經取代或未經取代的一元酚來提供接枝共聚物，從而製備接枝共聚物。

【0031】氧化性聚合可以在有機溶劑的存在下進行。合適的有機溶劑可包括醇類、醛類、脂肪族及芳香族烴類、氯烴類、硝烴類、醚類、酯類、胺類、混合醚-酯類、亞碸類、及其類似，先決條件是彼等不干擾或參與氧化反應。高分子量聚(伸苯醚類)可大幅增加反應混合物的黏度。因此，採用將使彼等沈澱並允許低分子量聚合物維

持於溶液中直至彼等形成較高分子量的聚合物之溶劑系統有時候是較理想的。有機溶劑可包含例如甲苯、苯、氯苯、鄰二氯苯、硝苯、三氯乙烷、二氯乙烷、二氯甲烷、氯仿、或其組合。較佳的溶劑包括芳香族烴類。在一個態樣中，有機溶劑包含甲苯、苯、二甲苯、氯仿、氯苯、或其組合，較佳地為甲苯。

【0032】一元酚在氧化性聚合反應混合物的量可以是5至90重量百分比、或10至85重量百分比、或40至60重量百分比，基於一元酚、烴樹脂及溶劑的總重量。可以根據伸苯醚寡聚物的所需分子量決定一元酚與酚封端的烴樹脂的莫耳比。例如，一元酚與酚封端的烴樹脂的莫耳比可以是1：1至50：1。

【0033】氧化性聚合在銅-胺催化劑的存在下進一步進行。銅-胺催化劑的銅來源可包含二價銅的或一價銅的離子的鹽，包括鹵化物、氧化物及碳酸鹽。替代地，銅可以是以伸烷二胺配位基的預形成的鹽之形式而提供。較佳的銅鹽包括一價銅的鹵化物、二價銅的鹵化物、及它們的組合。尤其較佳的為一價銅的溴化物、二價銅的溴化物、及其組合。

【0034】較佳的銅-胺催化劑包含二級伸烷二胺配位基。合適的二級伸烷二胺配位基係記載於Hay的美國專利號4,028,341並由下式所表示

$R^b—NH—R^a—NH—R^c$

其中R^a為經取代或未經取代的二價殘基，其中兩個或

三個脂肪族碳原子形成兩個二胺氮原子之間最接近的連接；以及R^b及R^c各自獨立地為異丙基或經取代或未經取代的C_{4-8}三級烷基。R^a的例子包括伸乙基、1,2-伸丙基、1,3-伸丙基、1,2-伸丁基、1,3-伸丁基、2,3-伸丁基、具有分開兩個自由價之兩個至三個碳原子的多種伸戊基異構物、苯乙烯、甲苯乙烯、2-苯基-1,2-伸丙基、環己基伸乙基、1,2-伸環己基、1,3-伸環己基、1,2-環伸丙基、1,2-環伸丁基、1,2-環伸戊基、及其類似。較佳地，R^a為伸乙基。R^b及R^c的例子可包括異丙基、三級丁基、2-甲基-丁-2-基、2-甲基-戊-2-基、3-甲基-戊-3-基、2,3-二甲基-丁-2-基、2,3-二甲基戊-2-基、2,4-二甲基-戊-2-基、1-甲基環戊基、1-甲基環己基及其類似。R^b及R^c極為較佳的例子為三級丁基。示例性二級伸烷二胺配位基為N,N'-二-三級丁基伸乙基二胺(DBEDA)。銅與二級伸烷二胺之合適莫耳比為1：1至1：5，較佳地為1：1至1：3，更佳地為1：1.5至1：2。

【0035】包含二級伸烷二胺配位基之較佳銅-胺催化劑可更包含二級單胺。合適的二級單胺配位基記載於Bennett等人共有之美國專利號4,092,294並由下式所表示

R^d—NH—R^e

其中R^d及R^e各自獨立地為經取代或未經取代的C_{1-12}烷基，並較佳地為經取代或未經取代的C_{3-6}烷基。二級單胺的例子包括二-正丙基胺、二-異丙基胺、二-正丁基胺、二-二級-丁基胺、二-三級丁基胺、N-異丙基-三級丁基胺、N-二級-丁基-三級丁基胺、二-正戊基胺、雙(1,1-二甲基

丙基)胺、及其類似。極為較佳的二級單胺為二-正丁基胺(DBA)。銅與二級單胺之合適莫耳比為1：1至1：10，較佳地為1：3至1：8，且更佳地為1：4至1：7。

【0036】包含二級伸烷二胺配位基之較佳銅-胺催化劑可更包含三級單胺。合適的三級單胺配位基記載於上述Hay之美國專利號4,028,341及Bennett之美國專利號4,092,294的專利案並包括雜環胺類及特定的三烷基胺類，其特徵為具有胺基氮連接至具有小截面積的至少兩個基團。在三烷基胺類的情形中，較佳的是至少兩個烷基是甲基，而第三個烷基是一級C_{1-8}烷基或二級C_{3-8}烷基。尤其較佳的該第三個取代基不具有多於四個碳原子。極為較佳的三級胺為二甲基丁基胺(DMBA)。銅與三級胺之合適的莫耳比係少於1：20，較佳地為少於1：15，較佳地為1：1至少於1：15，更佳地為1：1至1：12。

【0037】銅-胺催化劑(以金屬的莫耳數測量)與聚(伸苯醚)寡聚物起始材料之合適莫耳比為1：50至1：400，較佳地為1：100至1：200，更佳地為1：100至1：180。

【0038】在銅-胺催化劑的存在下進行之該反應可以可選地在溴離子的存在下進行。已說明可以由一價銅的溴化物或二價銅的溴化鹽供應溴離子。亦可藉由加入4-溴酚(例如2,6-二甲基-4-溴酚)而供應溴離子。其他溴離子可以於氫溴酸、鹼金屬溴化物、或鹼土金屬溴化物而供應。溴化鈉與氫溴酸是極度較佳的溴化物來源。溴離子與銅離子的合適比例為2至20，較佳地為3至20，更佳地為4至7。

【0039】在一個態樣中，銅-胺催化劑的各個上述成分同時添加至氧化性聚合反應。

【0040】氧化性聚合可以可選地進一步在一或多個另外的成分的存在下進行，包括低級烷醇或乙二醇、少量的水、或相轉移劑。一般上不需要在反應期間移除反應副產物水。

【0041】在一個態樣中，存在相轉移劑。合適的相轉移劑可包括，例如，四級銨化合物、四級鏻化合物、三級銨化合物、或其組合。較佳地，相轉移劑可以具有式$(R^3)_4Q^+X$，其中各個R^3為相同或不同，並且為C_{1-10}烷基；Q為氮或磷原子；以及X為鹵素原子或C_{1-8}烷氧基或C_{6-18}芳氧基。示例性相轉移催化劑包括$(CH_3(CH_2)_3)_4NX$、$(CH_3(CH_2)_3)_4PX$、$(CH_3(CH_2)_5)_4NX$、$(CH_3(CH_2)_6)_4NX$、$(CH_3(CH_2)_4)_4NX$、$CH_3(CH_3(CH_2)_3)_3NX$、及$CH_3(CH_3(CH_2)_2)_3NX$，其中X為Cl^-、Br^-、C_{1-8}烷氧基或C_{6-18}芳氧基。相轉移劑的有效量可以是0.1至10 wt%，或0.5至2 wt%，各自基於反應混合物的重量。在一個態樣中，相轉移劑存在並包含*N,N,N'N'*-二癸基二甲基氯化銨。

【0042】氧化性聚合可以於溫度20至70℃，較佳地為30至60℃，更佳地為45至55℃進行。取決於所選的精確反應條件，總聚合反應時間(即於引發氧化性聚合及終止氧化性聚合之間所流經的時間)可以變化，但一般上為100至250分鐘，具體地為145至210分鐘。

【0043】方法更包含終止氧化性聚合以形成後終止

(post-termination)反應混合物。當氧氣流停止抵達反應容器時，反應終止。藉由以不含氧氣的氣體例如氮氣沖洗而移除反應容器頂部空間中的殘餘氧氣。

【0044】在聚合反應終止後，從反應混合物分離出聚合催化劑的銅離子。這是藉由結合螯合劑與後終止反應混合物以形成螯合混合物而完成。螯合劑包含胺基聚羧酸的鹼金屬鹽，較佳地為胺基乙酸的鹼金屬鹽，更佳地為氮三乙酸、乙二胺四乙酸、或其組合的鹼金屬鹽，甚至更佳地為氮三乙酸的鈉鹽、乙二胺四乙酸的鈉鹽、或其組合。在一個態樣中，螯合劑包含氮三乙酸的鹼金屬鹽。在一個態樣中，螯合劑為氮三乙酸的鈉或鉀鹽，具體地為氮三乙酸三鈉。在螯合混合物的攪拌之後，混合物包含水相(其包含螯合銅離子)及有機相(其包含溶解的聚(伸苯醚))。螯合混合物可排除Cooper等人之美國專利號4,110,311的二羥基酚、Cooper等人之美國專利號4,116,939的芳香族胺及Cooper等人之美國專利號4,110,311的溫和還原劑，其包括二氧化硫、亞硫酸、亞硫酸氫鈉、亞硫酸鈉、氯化錫(II)、硫酸鐵(II)、硫酸鉻(II)、氯化鈦(III)、羥基胺類及其鹽類、磷酸酯類、葡萄糖、及其混合物。螯合混合物保持於溫度40至55℃，具體地為45至50℃，為時5至100分鐘，具體地為10至60分鐘，更具體地為15至30分鐘。溫度與時間的這個組合對銅螯合(sequestration)有效並同時最小化聚(伸苯醚)的分子量降解。螯合步驟包括(並結束於)分離螯合混合物的水相及有機相。此分離步驟於溫度40至

55℃，具體地為45至50℃進行。將螯合混合物保持於40-55℃之5至100分鐘的時間長度係從後終止反應混合物第一次與螯合劑結合的時間測量至完成水相及有機相之分離的時間。

【0045】在一個態樣中，接枝共聚物可藉由包含共價地偶合烴樹脂及伸苯醚寡聚物之方法而製備，其中烴樹脂及伸苯醚寡聚物包含互補的反應性基團。在一個態樣中，烴樹脂可包含至少一個末端碳-碳雙鍵，並且伸苯醚寡聚物可包含具有乙烯性(ethylenic)不飽和部分的端基，並且可使用交叉複分解(cross-metathesis)反應以偶合烴樹脂及伸苯醚寡聚物。

【0046】在一個態樣中，接枝共聚物可藉由包含共聚合不飽和烴單體及伸苯醚寡聚物之方法而製備，伸苯醚寡聚物包含鏈端可聚合基團，例如甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、烯丙基端基、苯乙烯系端基、或乙烯基苯醚端基。

【0047】可以藉由例如於合適的非溶劑(例如於甲醇)沈澱嵌段共聚物而單離接枝嵌段共聚物。

【0048】製造接枝共聚物的方法可更包括使包含至少一個接枝的伸苯醚寡聚物(例如羥基封端的伸苯醚寡聚物)的嵌段共聚物與所選擇的化合物進行反應，以在伸苯醚寡聚物接枝物的鏈端提供所需的官能基，例如乙烯基苯醚端基、甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、環氧端基、羥基端基、氰酸酯端基、胺端基、順丁烯二醯亞胺端基、烯丙

基端基、苯乙烯系端基、活化酯端基、或酐端基。本領域中具有通常知識者可輕易地判斷合適的包含所需官能基之化合物以及對羥基封端的伸苯醚寡聚物具有反應性的基團。反應可以在溶劑中進行。在一個態樣中，接枝共聚物可以是粉體，其接著與包含所需官能基之化合物及溶劑結合。在一個態樣中，在不移除溶劑下由聚合獲得溶液態的接枝共聚物，並且在進行反應前不單離接枝共聚物。

【0049】後續實施例進一步敘述多種用於製造接枝共聚物的方法。

【0050】亦提供的是一種可固化熱固性組成物，其包含接枝共聚物。例如，接枝共聚物在可固化熱固性組成物存在的量可以是1至95重量百分比(wt%)、或5至95 wt%、或10至85 wt%、或20至80 wt%、30至70 wt%、或5至30 wt%、或5至15 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0051】除了接枝共聚物之外，本揭示的可固化熱固性組成物可更包括交聯劑、固化劑、固化催化劑、固化引發劑、或其組合中的一或多者。在一個態樣中，可固化熱固性組成物可更包括阻燃劑、填料、偶合劑、或其組合中的一或多者。例如，可固化熱固性組成物可包括交聯劑、固化劑、固化催化劑、固化引發劑、或其組合中的一或多者；以及可更包括阻燃劑、填料、偶合劑、或其組合中的一或多者。

【0052】熱固性樹脂、交聯劑、及偶合劑之間有相當

多的重疊。在本文中，術語“交聯劑”包括可以用作為熱固性樹脂、交聯物、偶合劑、或其組合的化合物。例如，在一些情形中身為熱固性樹脂的化合物亦可以用作為交聯劑、偶合劑、或兩者。

【0053】熱固性樹脂沒有特別限制，且熱固性樹脂可以是單獨使用或兩種或多種熱固性樹脂之組合(例如包括一或多個輔助性熱固性樹脂)。示例性熱固性樹脂包括環氧樹脂、氰酸酯樹脂、(雙)馬來醯亞胺樹脂、(聚)苯并噁咔樹脂、乙烯基樹脂(例如，乙烯基苄基醚樹脂)、酚樹脂、醇酸樹脂、不飽和聚酯樹脂、芳基環丁烯樹脂、全氟乙烯醚樹脂、具有可固化不飽和部分(例如，乙烯基官能度)的單體、寡聚物或聚合物、或其類似、或其組合。

【0054】環氧樹脂一般上可以是適合用於熱固性樹脂的任何環氧樹脂。術語“環氧樹脂”在本文中指含有氧吭環之化合物的可固化組成物，如記載於例如C. A. May, Epoxy Resins, 2.sup.nd Edition, (New York & Basle: Marcel Dekker Inc.), 1988。環氧樹脂可包括雙酚A類環氧樹脂例如那些藉由以鹵素原子、具有6個或更少個碳原子的烷基或苯基取代雙酚A的2-位、3-位及5-位中的至少一個位置而獲得的雙酚A及樹脂；雙酚F類環氧樹脂例如那些藉由以鹵素原子、具有6個或更少個碳原子的烷基或苯基取代雙酚F的2-位、3-位及5-位中的至少一個位置而獲得的雙酚F及樹脂；縮水甘油醚化合物，其衍生自二價或三價或更高價的酚類例如氫醌、間苯二酚、參-4-(羥苯基)甲烷及

1,1,2,2-肆(4-羥苯基)乙烷；酚醛類環氧樹脂，其衍生自作為酚類例如酚及鄰甲酚與甲醛之間的反應產物的酚醛樹脂，包括雙酚A酚醛類環氧樹脂及甲酚-酚醛類環氧樹脂；環狀脂肪族環氧化合物例如2,2-雙(3,4-環氧環己基)丙烷、2,2-雙[4-(2,3-環氧丙基)環己基]丙烷、乙烯基環己烯二氧化物、3,4-環氧環己基甲基-3,4-環氧環己烷羧酸酯；含雙環戊二烯之聚環氧化物；胺類環氧樹脂，其衍生自苯胺、對胺基酚、間胺基酚、4-胺基-間甲酚、6-胺基-間甲酚、4,4'-二胺基二苯基-乙烷、3,3'-二胺基二苯基甲烷、4,4'-二胺基二苯基醚、3,4'-二胺基二苯基醚、1,4-雙(4-胺基苯氧基)苯、1,4-雙(3-胺基苯氧基)-苯、1,3-雙(4-胺基苯氧基)-苯、1,3-雙(3-胺基苯氧基)苯、2,2-雙(4-胺基-苯氧基苯基)丙烷、對伸苯基二胺、間伸苯基二胺、2,4-甲苯二胺、2,6-甲苯二胺、對二甲苯-二胺、間二甲苯二胺、1,4-環己烷-雙(甲基胺)、5-胺基-1-(4'-胺基苯基)-1,3,3-三甲基茚烷、6-胺基-1-(4'-胺基苯基)-1,3,3-三甲基-茚烷或其類似；雜環狀環氧化合物、及縮水甘油酯類環氧化合物，例如，衍生自芳香族羧酸類例如對氧基苯甲酸(oxybenzoic acid)、間氧基苯甲酸、對苯二甲酸、及間苯二甲酸之縮水甘油酯者。“環氧樹脂”亦可包括含有兩個或更多的環氧基之化合物與芳香族二羥基化合物的反應產物，其可以是可選地經鹵素取代並且可以是單獨使用或兩種或多種之組合。

【0055】氰酸酯不受限制，並可以使用任何樹脂由氰

酸酯單體組成，其聚合以形成含有多個氰酸酯(-OCN)官能基之聚合物。氰酸酯單體、使用氰酸酯前驅物製造的預聚合物(即部分地聚合之氰酸酯單體或氰酸酯單體的共混物)、均聚物、及共聚物、及這些化合物的組合。例如，可以根據出自Ian Hamerton, Blackie Academic and Professional之“Chemistry and Technology of Cyanate Ester Resins”中所揭示者；美國專利號3,553,244及JP-A-7-53497所揭露的方法製備氰酸酯。示例性氰酸酯樹脂包括2,2-雙(4-氰氧基苯基)-丙烷、雙(4-氰氧基苯基)乙烷、雙(3,5-二甲基-4-氰氧基苯基)甲烷、2,2-雙(4-氰氧基苯基)-1,1,1,3,3,3-六氟丙烷、α,α’-雙(4-氰氧基苯基)-間二異丙基-苯、從二環戊二烯-酚共聚物製備的氰酸酯樹脂、及從這些單體製備的預聚合物。預聚合物的一個例子是PRIMASET BA-230S(Lonza)。氰酸酯預聚合物可以是均聚物或可以是引入其他單體的共聚物。此共聚物的例子包括BT樹脂(可從Mitsubishi Gas Chemical獲得)，例如，BT2160及BT2170，其為以氰酸酯單體及雙馬來亞醯胺單體製造的預聚合物。其他氰酸酯聚合物、單體、預聚合物、以及氰酸酯單體與其他非氰酸酯單體的共混物係揭示於US 7393904、US 7388057、US 7276563、及US 7192651。

【0056】雙馬來亞醯胺樹脂可藉由單體雙馬來亞醯胺及親核劑例如二胺、胺基酚、或胺基苯甲醯肼的反應，或藉由雙馬來亞醯胺與二烯丙基雙酚A的反應而生產。示例性雙馬來亞醯胺樹脂包括1,2-雙馬來醯亞胺基乙烷、1,6-

雙馬來醯亞胺基已烷、1,3-雙馬來醯亞胺基苯、1,4-雙馬來醯亞胺基-苯、2,4-雙馬來醯亞胺基甲苯、4,4'-雙馬來醯亞胺基二苯基甲烷、4,4'-雙馬來醯亞胺基-二苯基醚、3,3'-雙馬來醯亞胺基二苯基碸、4,4'-雙馬來醯亞胺基-二苯基碸、4,4'-雙馬來醯亞胺基二環己基甲烷、3,5-雙(4-馬來醯亞胺基苯基)吡啶、2,6-雙馬來醯亞胺基-吡啶、1,3-雙(馬來醯亞胺基甲基)環己烷、1,3-雙(馬來醯亞胺基甲基)苯、1,1-雙(4-馬來醯亞胺基苯基)環己烷、1,3-雙(二氯馬來醯亞胺基)苯、4,4'-雙(檸康醯基(citracon)-亞胺基)二苯基1甲烷、2,2-雙(4-馬來醯亞胺基苯基)丙烷、1-苯基-1,1-雙(4-馬來醯亞胺基-苯基)乙烷、N,N-雙(4-馬來醯亞胺基苯基)甲苯、3,5-雙馬來醯亞胺基-1,2,4-三唑N,N'-伸乙基雙馬來亞醯胺、N,N'-六亞甲基雙馬來亞醯胺、N,N'-間伸苯基-雙馬來亞醯胺、N,N'-對伸苯基雙馬來亞醯胺、N,N'-4,4'-二苯基甲烷雙馬來亞醯胺、N,N'-4,4'-二苯基-醚雙馬來亞醯胺、N,N'-4,4'-二苯基碸雙馬來亞醯胺、N,N'-4,4'-二環己基甲烷-雙馬來亞醯胺、N,N'-a,a'-4,4'-二亞甲基環己烷雙馬來亞醯胺、N,N'-間甲二甲苯-雙馬來亞醯胺、N,N'-4,4'-二苯基環己烷雙馬來亞醯胺、及N,N'-亞甲基-雙(3-氯-對伸苯基)雙馬來亞醯胺、及US 3,562,223；US 4,211,860；以及US 4,211,861所記載者，或例如US 3,018,290所記載的方法所製備。

【0057】苯并噁呯化合物在分子中具有苯并噁呯環。示例性苯并噁呯單體可以在存在或不存在溶劑下從醛類、

酚類、及一級胺類的反應製備。用於形成苯并噁吩類的酚化合物包括酚類及聚酚類。使用具有兩個或更多於形成苯并噁吩類方面具有反應活性的羥基的聚酚類可產生支鏈的、交聯的、或支鏈與交聯產物的組合。將酚基團連接至酚中的基團可以是分支點(branch point)或聚苯并噁吩中的連接基團。

【0058】用於製備苯并噁吩單體的示例性酚類包括酚、甲酚、間苯二酚、兒茶酚、氫醌、2-烯丙基酚、3-烯丙基酚、4-烯丙基酚、2,6-二羥基萘、2,7-二氫氧基萘、2-(二苯基-磷醯基)氫醌、2,2’-聯酚、4,4-聯酚、4,4’-亞異丙基二酚、4,4’-亞異丙基雙(2-甲基-酚)、4,4’-亞異丙基雙(2-烯丙基酚)、4,4’(1,3-伸苯基二亞異丙基)雙酚(雙酚M)、4,4’-亞異丙基雙(3-苯基酚)4,4’-(1,4-伸苯基二亞異丙基)-雙酚、4,4’-亞乙基二酚、4,4’-氧基二酚、4,4’-硫代二酚、4,4’-碸基二酚、4,4’-亞磺醯基二酚、4,4’-六氟亞異丙基)雙酚、4,4’(1-苯基亞乙基)-雙酚、雙(4-羥苯基)-2,2-二氯伸乙基、雙(4-羥苯基)甲烷、4,4’-(亞環戊基)二酚、4,4’-(亞環己基)二酚、4,4’-(亞環十二基)二酚4,4’-(雙環[2.2.1]亞庚基)二酚、4,4’-(9H-茀-9,9-二基)二酚、亞異丙基-雙(2-烯丙基酚)、3,3-雙(4-羥苯基)異苯并呋喃-1(3H)-酮、1-(4-羥苯基)-3,3-二甲基-2,3-二羥基-1H-茚-5-醇、3,3,3’,3’-四甲基-2,2’,3,3’-四羥基-1,1’-螺二-[茚]5,6’-二醇，二羥基二苯酮、參(4-羥苯基)甲烷、參(4-羥基-苯基)乙烷、參(4-羥苯基)丙烷、參(4-羥苯基)丁烷、參(3-甲基-

4-羥苯基)甲烷、肆(4-羥苯基)乙烷亞環戊二烯基雙(2,6-二甲基酚)、亞環戊二烯基雙(鄰甲酚)、亞環戊二烯基雙酚、或其類似。

【0059】用於形成苯并噁唄的醛類可以是任何醛，例如具有1至10個碳原子的醛。例如，醛可以是甲醛。用於形成苯并噁唄的胺可以是芳香族胺、脂肪族胺、經烷基取代的芳香族、或經芳香族取代的烷基胺。胺可以是聚胺，例如製備用於交聯的多官能基苯并噁唄單體。

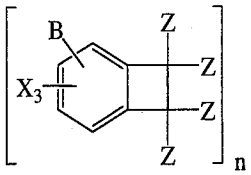
【0060】用於形成苯并噁唄類的胺類具有1至40個碳原子，除非彼等包括芳香族環，若是此情形則彼等可具有6至40個碳原子。二或多官能基的胺可以是將一個聚苯并噁唄連接至另一者的分支點。

【0061】在一些實例中，可以使用於150至300℃的熱聚合以聚合苯并噁唄單體。聚合可於本體、從溶液，或其他方式完成。催化劑如羧酸類可用於降低聚合溫度或於相同溫度加速聚合速率。

【0062】乙烯基苄基醚樹脂可以從酚與乙烯基苄基鹵化物(例如乙烯基苄基氯)的縮合而製備。雙酚-A及三酚類及聚酚類一般上用於製造聚(乙烯基苄基醚類)，其可用於製造交聯的熱固性樹脂。示例性乙烯基苄基醚類可包括乙烯基苄基鹵化物與下列進行反應之產物乙烯基苄基醚類：間苯二酚、兒茶酚、氫醌、2,6-二羥基萘、2,7-二羥基萘、2-(二苯基-磷醯基)氫醌、雙(2,6-二甲基酚)2,2'-聯酚、4,4-聯酚、2,2',6,6'-四甲基聯酚、2,2',3,3',6,6'-六甲

基聯酚、3,3’,5,5’-四溴-2,2’6,6’-四甲基聯酚、3,3’-二溴-2,2’,6,6’-四甲基聯酚、2,2’,6,6’-四甲基-3,3’5-二溴聯酚、4,4’-亞異丙基二酚、4,4’-亞異丙基雙(2,6-二溴酚)、4,4’-亞異丙基雙(2,6-二甲基酚)(四甲基雙酚A)、4,4’-亞異丙基雙(2-甲基酚)、4,4’-亞異丙基雙(2-烯丙基酚)、4,4’(1,3-伸苯基二亞異丙基)雙酚、4,4’-亞異丙基雙(3-苯基酚)4,4’-(1,4-伸苯基二亞異丙基)雙酚、4,4’-亞乙基二酚、4,4’-氧基二酚、4,4’-硫二酚、4,4’-硫雙(2,6-二甲基酚)、4,4’-碸基二酚、4,4’-磺醯基雙(2,6-二甲基酚)4,4’-亞磺醯基-二酚、4,4’-六氟亞異丙基)雙酚、4,4’(1-苯基亞乙基)雙酚、雙(4-羥苯基)-2,2-二氯-伸乙基、雙(4-羥基-苯基)甲烷、雙(2,6-二甲基-4-羥苯基)甲烷、4,4’-(亞環戊基)二酚、4,4’-(亞環己基)二酚、4,4’-(亞環十二基)二酚、4,4’-(雙環[2.2.1]亞庚基)二酚、4,4’-(9H-芴-9,9-二基)二酚、3,3-雙(4-羥苯基)-異苯并呋喃-1(3H)-酮、1-(4-羥苯基)-3,3-二甲基-2,3-二羥基-1H-茚-5-醇、1-(4-羥基-3,5-二甲基苯基)-1,3,3,4,6-五甲基-2,3-二羥基-1H-茚-5-醇、3,3,3’,3’-四甲基-2,2’,3,3’-四羥基-1,1’-螺二[茚]-5,6’-二醇，二羥基二苯酮、參(4-羥苯基)甲烷、參(4-羥苯基)乙烷、參(4-羥苯基)-丙烷、參(4-羥苯基)丁烷、參(3-甲基-4-羥苯基)甲烷、參(3,5-二甲基-4-羥基-苯基)甲烷、肆(4-羥苯基)乙烷、肆(3,5-二甲基-4-羥苯基)-乙烷、雙(4-羥苯基)苯基膦氧化物、亞環戊二烯基-雙(2,6-二甲基酚)、亞環戊二烯基雙酚、或其類似。

【0063】芳基環丁烯類包括衍生自下列結構的化合物者



其中B為價態為n的有機或無機基團(包括羰基、磺醯基、亞磺醯基、硫化物、氧基、烷基膦醯基、芳基膦醯基、亞異烷基、亞環烷基、芳基亞烷基、二芳基亞甲基、亞甲基二烷基矽烷基、芳基烷基矽烷基、二芳基矽烷基及C_{6-20}酚化合物)；X的每次出現係獨立地為羥基或C_{1-24}烴基(包括線型與支鏈烷基及環烷基)；以及Z的每次出現係獨立地為氫、鹵素、或C_{1-12}烴基；以及n為1至1000、或1至8，或n為2、3、或4。其他示例性芳基環丁烯類及芳基環丁烯合成的方法可見於US 4,743,399、US 4,540,763、US 4,642,329、US 4,661,193、US 4,724,260、及5391,650。

【0064】全氟乙烯醚類典型上係從酚類及溴四氟乙烷合成，伴隨鋅催化的還原性減去以產生ZnFBr及所需的全氟乙烯基醚。通過此途徑，雙-、參-、及其他聚酚類可產生雙-、參-、及聚(全氟乙烯基醚)類。於彼等之合成有用的酚類包括間苯二酚、兒茶酚、氫醌、2,6-二羥基萘、2,7-二羥基萘、2-(二苯基-磷醯基)氫醌、雙(2,6-二甲基酚)2,2'-聯酚、4,4-聯酚、2,2',6,6'-四甲基聯酚、2,2',3,3',6,6'-六甲基聯酚、3,3',5,5'-四溴-2,2'6,6'-四-甲基聯酚、3,3'-二溴-2,2',6,6'-四甲基聯酚、2,2',6,6'-四甲

基-3,3’5-二溴聯酚、4,4’-亞異丙基二酚(雙酚A)、4,4’-亞異丙基雙(2,6-二溴酚)、4,4’-亞異丙基雙(2,6-二甲基酚)、4,4’-亞異丙基雙(2-甲基酚)、4,4’-亞異丙基雙(2-烯丙基酚)、4,4’(1,3-伸苯基二亞異丙基)-雙酚、4,4’-亞異丙基雙(3-苯基酚)4,4’-(1,4-伸苯基二亞異丙基)-雙酚、4,4’-亞乙基二酚、4,4’氧基二酚、4,4’硫二酚、4,4’硫雙(2,6-二甲基酚)、4,4’-碸基二酚、4,4’-磺醯基雙(2,6-二甲基酚)4,4’-亞磺醯基二酚、4,4’-六氟亞異丙基)雙酚、4,4’(1-苯基亞乙基)-雙酚、雙(4-羥苯基)-2,2-二氯伸乙基、雙(4-羥苯基)-甲烷、雙(2,6-二甲基-4-羥苯基)甲烷、4,4’-(亞環戊基)二酚、4,4’-(亞環己基)二酚、4,4’-(亞環十二基)二酚4,4’-(雙環[2.2.1]亞庚基)-二酚、4,4’-(9H-茀-9,9-二基)二酚、3,3-雙(4-羥苯基)異苯并呋喃-1(3H)-酮、1-(4-羥苯基)-3,3-二甲基-2,3-二羥基-1H-茚-5-醇、1-(4-羥基-3,5-二甲基苯基)-1,3,3,4,6-五甲基-2,3-二羥基-1H-茚-5-醇、3,3,3’,3’-四甲基-2,2’,3,3’-四羥基-1,1’-螺二[茚]-5,6’-二醇(螺雙茚烷)，二羥基二苯酮、參(4-羥苯基)甲烷、參(4-羥苯基)乙烷、參(4-羥苯基)丙烷、參(4-羥苯基)丁烷、參(3-甲基-4-羥苯基)甲烷、參(3,5-二甲基-4-羥苯基)甲烷、肆(4-羥苯基)乙烷、肆(3,5-二甲基-4-羥苯基)乙烷、雙(4-羥苯基)-苯基膦氧化物、亞環戊二烯基雙(2,6-二甲基酚)、亞環戊二烯基雙(2-甲基酚)、亞環戊二烯基雙酚、或其類似。

【0065】交聯劑，其亦包括輔助性交聯劑，沒有特別限制。交聯劑可以單獨使用或結合兩個或更多的不同交聯

劑。示例性的交聯劑及輔助性交聯劑包括具有可固化乙烯基官能度的寡聚物或聚合物。這些材料包括具有可交聯不飽和部分的寡聚物及聚合物。例子包括苯乙烯丁二烯橡膠(SBR)、丁二烯橡膠(BR)、及丁二烯系具有不飽和鍵結的腈丁二烯橡膠(NBR)；天然橡膠(NR)、異戊二烯橡膠(IR)、氯丁二烯橡膠(CR)、丁基橡膠(IIR)、及具有不飽和鍵結的異戊二烯系鹵化丁基橡膠；具有不飽和鍵結的雙環戊二烯(DCPD)系伸乙基-α-烯烴共聚物彈性體、亞乙基降莰烯(ENB)、或1,4-二己二烯(1,4-HD)(例如，由伸乙基、α-烯烴、及二烯共聚合而獲得的伸乙基-α-烯烴共聚物，例如伸乙基-伸丙基-二烯三元聚合物(EPDM)及伸乙基-丁烯-二烯三元聚合物(EBDM))。例子亦包括氫化腈橡膠、氟碳橡膠例如亞乙烯基氟化物-六氟丙烯共聚物及亞乙烯基氟化物-五氟丙烯共聚物、環氧氯丙烷均聚物(CO)、從環氧氯丙烷及環氧乙烷製備的共聚物橡膠(ECO)、環氧氯丙烷烯丙基環氧丙基共聚物、環氧丙烯烯丙基縮水甘油醚共聚物、環氧丙烯環氧氯丙烷烯丙基縮水甘油醚三元聚合物、丙烯酸橡膠(ACM)、胺甲酸乙酯橡膠(U)、矽氧橡膠(Q)、氯磺酸酯化聚乙烯橡膠(CSM)、多硫橡膠(T)及伸乙基丙烯酸橡膠。更多例子包括多種液態橡膠，例如數種液態丁二烯橡膠、及由具有1,2-乙烯基連接點的丁二烯聚合物之陰離子性活性聚合製備的液態雜排丁二烯橡膠。亦可使用液態苯乙烯丁二烯橡膠、液態腈丁二烯橡膠(Ube Industries, Ltd.的CTBN、VTBN、ATBN等)、液態氯丁二烯橡膠、液

態聚異戊二烯、雙環戊二烯類烴聚合物、及聚降莰烯(例如，如Elf Atochem所販售者)。

【0066】含有更高程度之1,2加成的聚丁二烯樹脂對熱固性基質是理想的。例子包括官能基化聚丁二烯及聚(丁二烯-苯乙烯)隨機共聚物，其由Ricon Resins, Inc.以商品名稱RICON、RICACRYL、及RICOBOND樹脂販售。這些包括含有低含量乙烯基的丁二烯例如RICON 130、131、134、142；含有高含量乙烯基的聚丁二烯例如RICON 150、152、153、154、156、157、及P30D；苯乙烯與丁二烯隨機共聚物，包括RICON 100、181、184、及順丁烯二酐接枝的聚丁二烯及衍生自下列的醇縮聚物：例如RICON 130MA8、RICON MA13、RICON 130MA20、RICON 131MAS、RICON 131MA10、RICON MA17、RICON MA20、RICON 184MA6及RICON 156MA17。還包括的是可用於改善黏性的聚丁二烯，包括RICOBOND 1031、RICOBOND 1731、RICOBOND 2031、RICACRYL 3500、RICOBOND 1756、RICACRYL 3500；聚丁二烯RICON 104(庚烷中的25%聚丁二烯)、RICON 257(苯乙烯中的35%聚丁二烯)、及RICON 257(苯乙烯中的35%聚丁二烯)；(甲基)丙烯酸官能基化聚丁二烯例如聚丁二烯二丙烯酸酯及聚丁二烯二甲基丙烯酸酯。這些材料以商品名稱RICACRYL 3100、RICACRYL 3500、及RICACRYL 3801販售。還包括的是官能基化聚丁二烯衍生物包括例如RICON 150D、152D、153D、154D、P30D、RICOBOND 0 1731

HS、及RICOBOND 1756HS的粉體分散液。其他丁二烯樹脂包括聚(丁二烯-異戊二烯)嵌段及隨機共聚物，例如具有分子量3,000至50,000 g/mol者以及具有分子量3,000至50,000 g/mol的聚丁二烯均聚物。還包括的是經順丁烯二酐官能、2-羥基乙基順丁烯二酸官能、或羥基化官能度官能基化的聚丁二烯、聚異戊二烯、及聚丁二烯-異戊二烯共聚物。

【0067】具有可固化乙烯基官能度的寡聚物及聚合物的其他例子包括順丁烯二酐系、延胡索酸系、伊康酸及檸康酸系的不飽和聚酯樹脂；含有丙烯醯基或甲基丙烯醯基的不飽和環氧(甲基)丙烯酸酯樹脂；含有乙烯基或烯丙基基團之不飽和環氧樹脂、胺甲酸乙酯(甲基)丙烯酸酯樹脂、聚醚(甲基)丙烯酸酯樹脂、聚醇(甲基)丙烯酸酯樹脂、醇酸丙烯酸酯樹脂、聚酯丙烯酸酯樹脂、螺乙醛丙烯酸酯樹脂、二烯丙基酞酸酯樹脂、二烯丙基四溴酞酸酯樹脂、二乙二醇雙烯丙基碳酸酯樹脂、及聚乙烯聚硫醇樹脂。例如交聯劑。其他示例性的交聯劑更包括多官能基交聯單體例如每個單體分子中具有個或更多的(甲基)丙烯酸酯部分的(甲基)丙烯酸酯單體。示例性多官能基單體包括二(甲基)丙烯酸酯例如1,6-已烷二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,4-環已烷二醇二(甲基)丙烯酸酯、三丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇丙氧基化二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇乙氧基化二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇丙氧基化二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇乙氧基化

二(甲基)丙烯酸酯、聚乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、甘油二(甲基)丙烯酸酯、或其類似；三(甲基)丙烯酸酯例如三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、1,2,4-丁烷三元醇三(甲基)丙烯酸酯，三羥甲基丙烷乙氧基化三(甲基)丙烯酸酯、或其類似；三(甲基)烯丙基例如三(甲基)烯丙基氰酸酯、三(甲基)烯丙基異氰酸酯、檸檬酸的三(甲基)烯丙基酯類、磷酸的三(甲基)烯丙基酯類、戊赤藻糖醇三(甲基)丙烯酸酯、參(羥基乙基)異氰酸酯三(甲基)丙烯酸酯、或其類似；四(甲基)丙烯酸酯例如戊赤藻糖醇四(甲基)丙烯酸酯或其類似；五(甲基)丙烯酸酯例如二戊赤藻糖醇五(甲基)丙烯酸酯、或其類似；六(甲基)丙烯酸酯例如二戊赤藻糖醇六(甲基)丙烯酸酯、山梨醇六(甲基)丙烯酸酯、或其類似；環氧丙基化合物例如環氧丙基(甲基)丙烯酸酯、(甲基)烯丙基縮水甘油醚、1-氯-2,3-環氧丙基(甲基)丙烯酸酯、2-溴-3,4-環氧丁基(甲基)丙烯酸酯、2-(環氧乙氧基)-乙基(甲基)丙烯酸酯、2-(3,4-環氧丁氧基)-乙基(甲基)丙烯酸酯、或其類似；聚硫醇化合物例如三羥甲基丙烷參(巰基丙酸酯)、戊赤藻糖醇肆(3-巰基丙酸酯)、或其類似；矽烷例如四甲氧基矽烷、四乙氧基矽烷、四丙氧基矽烷、四-正丁氧基矽烷、乙烯基參(甲基乙基羥亞胺基)矽烷、乙烯基參-(丙酮肟)矽烷、甲基參(甲基乙基羥亞胺基)矽烷、甲基參(丙酮肟)矽烷、乙烯基三甲氧基矽烷、甲基三甲氧基矽烷、乙烯基參(異丙烯氧基)矽烷、四乙醯氧基-矽烷、甲基三乙醯氧基矽烷、乙基三乙醯氧基矽烷、乙烯基三乙醯氧

基矽烷、二-三級丁氧基-二乙醯氧基矽烷、甲基參(乳酸乙酯)矽烷、乙烯基參(乳酸乙酯)矽烷、或其類似；碳二亞胺(carbodiimide)類例如N-(3-二甲基胺基丙基)-N'-乙基碳二亞胺鹽酸鹽、二環己基碳二亞胺、或其類似；或其組合。可固化熱固性組成物可以可選地包括交聯催化劑，例如羧酸鹽。

【0068】當可固化熱固性組成物包括交聯劑時，交聯劑的量可以是1至60 wt%、或5至45 wt%、或10至30 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0069】可固化熱固性組成物可包括一或多個固化劑。在本文中，術語"固化劑"包括廣泛地被稱為固化劑、硬化劑、或其類似、或其兩者之化合物。

【0070】示例性固化劑及硬化劑包括胺類、醇類、酚類、羧酸類、酸酐類、及其類似。例如，酚硬化劑包括酚醛清漆類酚樹脂、可溶酚醛類酚樹脂、甲酚酚醛清漆樹脂、芳烷基類酚樹脂、酚芳烷基樹脂、甲酚芳烷基樹脂、萘酚芳烷基樹脂、雙環戊二烯類酚樹脂、萜修飾之酚樹脂、聯苯類酚樹脂、聯苯修飾之酚芳烷基樹脂、雙酚類、三苯基甲烷型酚樹脂、四酚基乙烷樹脂、萘酚酚醛清漆樹脂、萘酚-酚共縮合酚醛清漆樹脂、萘酚-甲酚共縮合酚醛清漆樹脂、經胺基三哄修飾的酚樹脂，或其組合。酐硬化劑的例子包括甲基六羥基酞酐(MHHPA)、甲基四羥基酞酐、苯乙烯-順丁烯二酐共聚物(SMA)、及烯烴-順丁烯二酐共聚物例如順丁烯二酐接枝的聚乙烯、順丁烯二酐接枝

的聚丙烯、或其組合。其他固化劑及硬化劑包括化合物例如二氰二胺類、聚胺類、醯胺基胺類、酚醛胺類、曼尼希鹼(Mannich bases)、酐類、酚-甲醛樹脂、胺-甲醛樹脂、酚-甲醛樹脂、羧酸官能基化聚酯、多硫、聚硫醇類、異氰酸酯類、氰酸酯化合物、或其任何組合。其他示例性固化劑包括三級胺類、路易斯酸類、及具有不飽和部分的寡聚物或聚合物。

【0071】當可固化熱固性組成物包括固化劑時，固化劑的量可以是0.01至50 wt%、或0.1至30 wt%、或0.1至20 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0072】可固化熱固性組成物可包括固化催化劑。在本文中，術語“固化催化劑”包括廣泛地被稱為固化促進劑、固化加速劑、固化催化劑、及固化共催化劑之化合物。

【0073】示例性固化促進劑包括雜環促進劑例如是包含1至4個雜環原子之經取代或未經取代的C_{3-6}雜環，其中各個雜原子係獨立地為相同或不同，並且為氮、氧、磷、矽、或硫。雜環促進劑包括苯并三唑類；三吡類；哌吡類例如胺基乙基哌吡、N-(3-胺基丙基)哌吡、或其類似；咪唑類例如1-甲基咪唑、2-甲基咪唑、3-甲基咪唑、4-甲基咪唑、5-甲基咪唑、1-乙基咪唑、2-乙基咪唑、3-乙基咪唑、4-乙基咪唑、5-乙基咪唑、1-正丙基咪唑、2-正丙基咪唑、1-異丙基咪唑、2-異丙基咪唑、1-正丁基咪唑、2-正丁基咪唑、1-異丁基咪唑、2-異丁基咪唑、2-十一基-

1H-咪唑、2-十七基-1H-咪唑、1,2-二甲基咪唑、1,3-二甲基咪唑、2,4-二甲基咪唑、2-乙基-4-甲基咪唑、1-苯基咪唑、2-苯基-1H-咪唑、4-甲基-2-苯基-1H-咪唑、2-苯基-4-甲基咪唑、1-苄基-2-甲基咪唑、1-苄基-2-苯基咪唑、1-氰乙基-2-甲基咪唑、1-氰乙基-2-乙基-4-甲基咪唑、1-氰乙基-2-十一基咪唑、1-氰乙基-2-苯基咪唑、2-苯基-4,5-二羥基甲基咪唑、2-苯基-4-甲基-5-羥基甲基咪唑、1-氰乙基-2-苯基-4,5-二(2-氰基乙氧基)甲基咪唑；環狀脒例如4-二氮雙環(2,2,2)辛烷、二氮雙環十一烯、2-苯基咪唑啉、或其類似；N,N-二甲基胺基吡啶；磺胺內酯；或其組合。

【0074】胺固化促進劑包括異佛耳酮二胺、三伸乙基四胺、二伸乙基三胺、1,2-及1,3-二胺基丙烷、2,2-二甲基伸丙基二胺、1,4-二胺基丁烷、1,6-二胺基已烷、1,7-二胺基庚烷、1,8-二胺基辛烷、1,9-二胺基壬烷、1,12-二胺基十二烷、4-氮七亞甲基二胺、N,N'-雙(3-胺基丙基)丁烷-1,4-二胺、二氰胺、二胺二苯基甲烷、二胺二苯基磺酸(胺加成物)、4,4'-亞甲基二苯胺、二乙基甲苯二胺、間伸苯基二胺、對伸苯基二胺、三聚氰胺甲醛樹脂、脲甲醛樹脂、四伸乙基五胺、3-二乙基胺基丙基胺、3,3'-亞胺基雙丙基胺、2,4-雙(對胺基苄基)苯胺、四伸乙基五胺、3-二乙基胺基丙基胺、2,2,4-及2,4,4-三甲基六亞甲基二胺、1,2-及1,3-二胺基環己烷、1,4-二胺基-3,6-二乙基環己烷、1,2-二胺基-4-乙基環己烷、1,4-二胺基-3,6-二乙基環己烷、1-環己基-3,4-二胺基環己烷、4,4'-二胺基n二環己基

甲烷、4,4'-二胺基二環己基丙烷、2,2-雙(4-胺基環己基)丙烷、3,3'-二甲基-4,4'-二胺基二環己基甲烷、3-胺基-1-環己烷胺基丙烷、1,3-及1,4-雙(胺基甲基)環己烷、間及對二甲苯二胺，或二乙基甲苯二胺類；或三級胺硬化促進劑例如三乙基胺、三丁基胺，二甲基苯胺、二乙基苯胺、苄基二甲基胺(BDMA)、α-甲基苄基二甲基胺、N,N-二甲基胺基吡啶、*N,N*-二甲基胺基乙醇、*N,N*-二甲基胺基甲酚，或三(*N,N*-二甲基胺基甲基)酚；或其組合。

【0075】固化促進劑可以是潛伏的陽離子固化催化劑，包括例如二芳基鎓鹽類、膦酸酯類、磺酸酯類、羧酸酯類、膦酸偶極體、三芳基銃鹽類、苄基銃鹽類、芳基重氮鹽類、苄基正吡啶鹽類、苄基銨鹽類、異噁唑離子(isoxazolium)鹽類、或其類似、或其組合。二芳基鎓鹽可具有結構$[(R^{10})(R^{11})I]^+X^-$，其中R^{10}及R^{11}各自獨立地為C_{6-14}單價芳香族烴基團，其可選地經1至4個選自C_{1-20}烷基、C_{1-20}烷氧基、硝基、及氯的單價基團所取代；以及其中X-為陰離子。另外的固化促進劑可具有結構$[(R^{10})(R^{11})I]^+SbF_6^-$，其中$R^{10}$及$R^{11}$各自獨立地為$C_{6-14}$單價芳香族烴，可選地經1至4個$C_{1-20}$烷基、$C_{1-20}$烷氧基、硝基、或氯所取代；例如，4-辛基氧基苯基苯基鎓六氟銻酸鹽。

【0076】固化促進劑可以是金屬鹽錯合物，例如選自乙酸酯、硬脂酸酯、葡萄酸酯、檸檬酸酯、苯甲酸酯、及其混合物的銅(II)、錫(II)、及鋁(III)鹽類之脂肪族或芳香

族羧酸的銅(II)、鋁(III)、鋅、鈷、錫鹽。例如，固化促進劑可以是β-二酮酸鹽的銅(II)或鋁(III)鹽類；乙醯丙酮鹽的銅(II)、鐵(II)、鐵(III)、鈷(II)、鈷(III)，或鋁(III)鹽類；辛酸鹽的鋅(II)、鉻(II)、或錳(II)鹽類；或其組合。

【0077】當可固化熱固性組成物包括固化催化劑時，固化催化劑的量可以是0.01至5 wt%，或0.05至5 wt%，或0.1至5 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0078】可固化熱固性組成物可以可選地包括固化引發劑，例如過氧化物化合物。示例性過氧化物固化引發劑可包括苄醯基過氧化物、二異丙苯基過氧化物、甲基乙基酮過氧化物、月桂基過氧化物、環乙酮過氧化物、三級丁基過氧化氫、三級丁基苯過氧化氫、三級丁基過氧辛酸鹽、三級丁基過氧基苯甲酸酯、三級丁基過氧基2-乙基己基碳酸酯、2,4-二氯苄醯基過氧化物、2,5-二甲基已烷-2,5-二氫過氧化物、丁基-4,4-雙(三級丁基二氧)戊酸酯、2,5-二甲基-2,5-二(三級丁基過氧基)-已-3-炔、二-三級丁基過氧化物、三級丁基異丙苯基過氧化物、α,α'-雙(三級丁基過氧基-間異丙基)苯、2,5-二甲基-2,5-二(三級丁基過氧基)已烷、二異丙苯基過氧化物、二(三級丁基過氧基異酞酸酯、三級丁基過氧基苯甲酸酯、2,2-雙(三級丁基過氧基)丁烷、2,2-雙(三級丁基過氧基)辛烷、2,5-二甲基-2,5-二(苄醯基過氧基)已烷、1,1-二-(三級丁基過氧基)-3,3,5-三甲基環己烷、二(三甲基矽基)過氧化物，三甲基矽基苯基三苯基矽基過氧化物、或其類似、或其組合。

【0079】當可固化熱固性組成物包括固化引發劑時，固化引發劑的量可以是0.1至5 wt%、或0.5至5 wt%、或1至5 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0080】阻燃劑包括例如包含磷、溴、或氯的有機化合物。由於管制因素，非溴化且非氯化、含有磷的阻燃劑於特定應用中是較佳的，例如有機磷酸酯類及含有磷-氮鍵的有機化合物。

【0081】磷阻燃劑的例子包括磷酸酯類、磷腈類、亞磷酸酯酯類、膦類、次膦酸鹽類、聚磷酸酯類、及鏻鹽類。磷酸酯類包括三苯基磷酸酯、三甲苯酚基磷酸酯、異丙基化三苯基磷酸酯、苯基雙(十二基)磷酸酯、苯基雙(新戊基)磷酸酯、苯基雙(3,5,5'-三甲基己基)磷酸酯、二苯基磷酸乙酯、2-乙基己基二(對甲苯基)磷酸酯、雙(2-乙基己基)對甲苯基磷酸酯、三甲苯基磷酸酯、雙(2-乙基己基)苯基磷酸酯、三(壬基苯基)磷酸酯、雙(十二基)對甲苯基磷酸酯，二丁基苯基磷酸酯、2-氯乙基二苯基磷酸酯、對甲苯基雙(2,5,5'-三甲基己基)磷酸酯、2-乙基己基二苯基磷酸酯、二甲苯基-二苯基磷酸酯；甲苯酚基-二苯基磷酸酯；1,3-伸苯基雙(二-2,6-二甲苯基磷酸酯)；9,10-二羥基-9-氧雜-10-磷雜菲-10-氧化物(DOPO)、四苯基二磷酸酯(RDP)、縮合磷酸酯化合物例如芳香族縮合磷酸酯化合物；及環狀磷酸酯化合物、氫醌的雙(二苯基)磷酸酯、雙酚A的雙(二苯基)磷酸酯、或其類似、或彼等的寡聚性或聚合性對應物、或其組合。

【0082】磷腈化合物的例子包括環狀及鏈狀磷腈化合物。環狀磷腈化合物(環磷腈類)具有於其分子中含有磷-氮雙鍵的環狀結構。次膦酸鹽化合物的例子包括二烷基次膦酸鋁、參-(二乙基次膦酸)鋁、參-(甲基乙基次膦酸)鋁、參-(二苯基次膦酸)鋁、雙-(二乙基次膦酸)鋅、雙-(甲基次膦酸)鋅、雙-(二苯基次膦酸)鋅、氧鈦基雙-(二乙基次膦酸鹽)、氧鈦基雙-(甲基乙基次膦酸鹽)、及氧鈦基雙-(二苯基次膦酸鹽)。聚磷酸酯化合物的例子包括三聚氰胺聚磷酸酯、蜜白胺(melam)聚磷酸酯、及蜜勒胺(melem)聚磷酸酯。鏻鹽化合物的例子包括四苯基鏻四苯基硼酸酯。亞磷酸酯化合物的例子包括三甲基亞磷酸酯及三乙基亞磷酸酯。含有磷-氮鍵的阻燃劑化合物包括磷酸腈系氯、磷酯胺類、磷酸胺類、膦酸胺類、膦酸胺類、及參(吖丙啶基)膦氧化物。

【0083】鹵化材料亦可用作為阻燃劑，例如雙酚類例如2,2-雙-(3,5-二氯苯基)-丙烷；雙-(2-氯苯基)-甲烷；雙(2,6-二溴苯基)-甲烷；1,1-雙-(4-碘苯基)-乙烷；1,2-雙-(2,6-二氯苯基)-乙烷；1,1-雙-(2-氯-4-碘苯基)乙烷；1,1-雙-(2-氯-4-甲基苯基)-乙烷；1,1-雙-(3,5-二氯苯基)-乙烷；2,2-雙-(3-苯基-4-溴苯基)-乙烷；2,6-雙-(4,6-二氯萘基)-丙烷；以及2,2-雙-(3,5-二氯-4-羥苯基)-丙烷2,2雙-(3-溴-4-羥苯基)-丙烷。其他鹵化材料包括1,3-二氯苯、1,4-二溴苯、1,3-二氯-4-羥基苯、及聯苯類例如2,2'-二氯聯苯、聚溴化1,4-二苯氧基苯、2,4'-二溴聯苯、及2,4'-二氯

聯苯及癸溴聯苯醚、癸溴二苯基乙烷，及寡聚性及聚合性寡聚物鹵化芳香族化合物，例如溴化苯乙烯、4,4-二溴聯苯，伸乙基-雙(四溴酞醯亞胺)，或雙酚A與四溴雙酚A及碳酸酯前驅物的共聚碳酸酯，例如碳醯氯。金屬增效劑，例如氧化銻，亦可與阻燃劑一起使用。

【0084】亦可使用無機阻燃劑，例如C_{1-16}烷基磺酸鹽的鹽類例如全氟丁烷磺酸鉀(Rimar鹽)、全氟辛烷磺酸鉀、四乙基銨全氟已烷磺酸鹽、及二苯基碸磺酸鉀；鹽類例如Na_2CO_3、K_2CO_3、$MgCO_3$、$CaCO_3$、及$BaCO_3$，或氟-陰離子錯合物例如Li_3AlF_6、$BaSiF_6$、KBF_4、K_3AlF_6、$KAlF_4$、K_2SiF_6、或Na_3AlF_6。

【0085】當可固化熱固性組成物包括阻燃劑時，阻燃劑的量可以是大於1 wt%，或1至20 wt%，或5至20 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0086】可固化熱固性組成物可更包括無機或有機填料，例如顆粒狀填料、纖維狀填料、或其類似、或其組合。可以在無限制下使用任何無機及有機填料，包括那些本領域中已知的。

【0087】示例性填料包括例如黏土、滑石、高嶺土、矽灰石、雲母、碳酸鈣、碳酸鎂；礬土、硫脲、玻璃粉體、B-或Sn系填料例如硼酸鋅、錫酸鋅及羥基錫酸鋅；金屬氧化物例如氧化鋅及氧化錫。礬土、二氧化矽(包括熔融二氧化矽、氣相二氧化矽、球形二氧化矽、及結晶二氧化矽)、氮化硼(包括球狀氮化硼)、氮化鋁、氮化矽、氧化

鎂、矽酸鎂、三氧化二銻、玻璃纖維(切碎、磨碎、或布)、玻璃毯、玻璃泡、中空玻璃微球、芳醯胺纖維、石英、或其類似、或其組合。其他示例性無機填料包括粉體化的鈦陶瓷例如鋇、鉛、鍶、鈣、鉍、鎂、或其類似之任一者的鈦酸鹽。無機填料亦包括氫氧化物例如氫氧化鋁、氫氧化鎂、沸石、及水滑石。在一個態樣中，可使用在此揭露的偶合劑處理填料。

【0088】玻璃纖維包括基於E、A、C、ECR、R、S、D、及NE玻璃及石英者。玻璃纖維可具有任何合適的直徑，例如2至30微米(μm)、或5至25 μm、或5至15 μm。玻璃纖維的長度在複合(compounding)前不受限制，並且可以是2至7毫米(mm)、或1.5至5 mm。替代地，可以使用較長的玻璃纖維或連續的玻璃纖維。合適的玻璃纖維可購自供應商例如Owens Corning、Nippon Electric Glass、PPG、及Johns Manville。

【0089】有機填料可以是例如，聚四氟乙烯粉體，聚伸苯基硫化物粉體、及聚(醚碸)粉體、聚(伸苯醚)粉體、聚苯乙烯、二乙烯苯樹脂，或其類似，或其組合。

【0090】可根據熱膨脹係數(CTE)及導熱性需求選擇填料。例如，Al_2O_3、BN、AlN、或其組合可用於具有高導熱性的電子模組。例如，MgO可用於增加導熱性及增加熱膨脹係數。例如，SiO_2(例如，非晶形SiO_2)可用於具有低CTE及小介電常數的輕量模組。

【0091】當可固化熱固性組成物包括填料時，填料的

量可以是大於1 wt%，或1至50 wt%，或1至30 wt%，或10至30 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0092】偶合劑，亦稱為黏性促進劑，包括鉻錯合物、矽烷類、鈦酸鹽、錯石-鋁酸鹽、烯烴-順丁烯二酐共聚物、反應性纖維素酯類、及其類似。示例性烯烴-順丁烯二酐共聚物可包括順丁烯二酐接枝的聚乙烯、順丁烯二酐接枝的聚丙烯、或其組合。示例性矽烷類可包括環氧矽烷化合物、胺基矽烷化合物甲基丙烯醯氧基矽烷化合物、乙烯基矽烷化合物、或其組合。

【0093】胺基矽烷偶合劑的例子為γ-胺基丙基三甲氧基-矽烷、γ-胺基丙基三乙氧基矽烷、N-貝他(beta)(胺基乙基)γ-胺基丙基甲基-二甲氧基矽烷、N-貝他(胺基乙基)γ-胺基丙基三甲氧基矽烷、及N-貝他(胺基乙基)γ-胺基丙基三乙氧基矽烷。示例性環氧矽烷偶合劑包括γ-環氧丙基氧基丙基甲基二乙氧基矽烷、伽馬(gamma)-環氧丙基氧基丙基三甲氧基矽烷、及γ-環氧丙基氧基丙基三乙氧基矽烷。甲基丙烯醯氧基矽烷偶合劑的例子包括γ-甲基丙烯醯氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、γ-甲基丙烯醯氧基丙基-三甲氧基矽烷、γ-甲基丙烯醯氧基丙基二乙氧基矽烷、及γ-甲基丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷。

【0094】其他示例性矽烷偶合劑包括雙(3-三乙氧基矽基丙基)四硫化物、雙(3-三乙氧基矽基丙基)三硫化物、雙(3-三乙氧基矽基丙基)二硫化物、雙(2-三乙氧基矽基乙基)四硫化物、雙(3-三甲氧基矽基丙基)四硫化物、雙(2-

三甲氧基矽基乙基)四硫化物、3-巰基丙基三甲氧基矽烷、3-巰基丙基三乙氧基矽烷、2-巰基乙基三甲氧基矽烷、2-巰基乙基三-乙氧基矽烷、3-三甲氧基矽基丙基-N,N-二甲基胺硫甲醯基四硫化物、3-三乙氧基矽基丙基-N,N-二甲基胺硫甲醯基四硫化物、2-三乙氧基矽基乙基-N,N-二甲基胺硫甲醯基四硫化物、3-三甲氧基矽基丙基苯并噻唑基四硫化物、3-三乙氧基矽基丙基苄醯基四硫化物、3-三乙氧基矽基丙基甲基丙烯酸酯單硫化物、3-三甲氧基矽基丙基甲基丙烯酸酯單硫化物、雙(3-二乙氧基甲基矽基丙基)四硫化物、3-巰基丙基二甲氧基甲基矽烷、二甲氧基甲基矽基丙基-N,N-二甲基硫基-甲醯基四硫化物、二甲氧基甲基矽基丙基苯并噻唑基四硫化物、或其類似、或其組合。矽烷偶合劑可以是具有2至4個硫原子並形成多硫橋之的多硫矽烷偶合劑。例如，偶合劑可以是雙(3-三乙氧基矽基丙基)二-、三-、或四硫化物。

【0095】當可固化熱固性組成物包括偶合劑時，偶合劑的量可以是0.01至5 wt%，或0.05至5 wt%，或0.1至5 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0096】可固化熱固性組成物可以可選地包括溶劑。溶劑可以是例如C_{3-8}酮、C_{3-8} *N,N*-二烷基胺、C_{4-16}二烷基醚、C_{6-12}芳香族烴、C_{1-3}氯化烴、C_{3-6}烷基鏈烷酸酯(alkanoate)、C_{2-6}烷基氰化物、或其組合。具體的酮溶劑包括例如丙酮、甲基乙基酮、甲基異丁基酮，或其組合。具體的C_{4-8} *N,N*-二烷基胺溶劑包括例如二甲基甲醯胺、二

甲基乙醯胺、*N*-甲基-2-吡咯啶酮、或其組合。具體的二烷基醚溶劑包括例如四氫呋喃、乙二醇單甲基醚、二噁烷、或其組合。具體的芳香族烴溶劑包括例如苯、甲苯、二甲苯類、苯乙烯、二乙烯苯類、或其組合。芳香族烴溶劑可以是非鹵化。具體的C_{3-6}烷基鏈烷酸酯類包括例如乙酸甲酯、乙酸乙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、或其組合。具體的C_{2-6}烷基氰化物包括例如乙腈、丙腈、丁腈、或其組合。具體的C_{2-6}烷基氰化物包括例如乙腈、丙腈、丁腈、或其組合。例如，溶劑可以是N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N,N-二乙基乙醯胺、N,N-二甲基甲氧基乙醯胺、N-甲基-2-吡咯啶酮、N-環己基吡咯啶酮、N-甲基己內醯胺、1,3-二甲基-2-四氫咪唑酮、1,2-二甲氧基乙烷、1,3-二噁烷、1,4-二噁烷、四氫呋喃、γ-丁內酯、γ-己內酯、二甲基亞碸、二苯酮、甲基乙基酮、甲基異丁基酮、環乙酮、二甘醇二甲醚、三甘醇二甲醚、四甘醇二甲醚、N,N-二甲基伸乙基脲、N,N-二甲基伸丙基脲、四甲基脲、丙二醇苯基醚、苯甲醚、鄰苯二甲醚(veratrole)、鄰二氯苯、氯苯、三氯乙烷、亞甲基氯、氯仿、吡啶、甲基吡啶、乳酸乙酯、正丁基乙酸酯、賽珞蘇乙酸丁酯、卡必醇乙酸丁酯、賽珞蘇乙酸乙酯、卡必醇乙酸乙酯、伸丙基碳酸酯、環丁碸、離子性液體，或其組合。

【0097】當使用溶劑時，可固化熱固性組成物可包括2至99 wt%的溶劑，基於可固化熱固性組成物的總重量。例如，溶劑的量可以是5至80 wt%、或10至60 wt%、或20

至50 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。可選擇溶劑以部分地調整可固化熱固性組成物的黏度。因此，溶劑的量可以取決於變量包括接枝嵌段共聚物的種類及含量、其他成分如固化添加劑的種類及含量、任何輔助性熱固性樹脂的種類及含量、及用於可固化熱固性組成物的任何後續加工之加工溫度，例如，以可固化熱固性組成物浸漬強化結構以用於製備複合物。溶劑可以是含水的。例如，溶劑可包括少於每百萬分之100(parts per million, ppm)、或少於50 ppm、或少於10 ppm的水，基於溶劑的總重量。

【0098】可固化熱固性組成物可更包括可固化不飽和單體組成物，其可包括例如單官能基苯乙烯系化合物(例如、苯乙烯)、單官能基(甲基)丙烯醯化合物、或其類似、或其組合。例如，可固化不飽和單體組成物可以是含有烯烴的單體或含有炔烴的單體。示例性含有烯烴及含有炔烴的單體包括記載於Yeager等人的美國專利號6,627,704者，並包括(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯醯胺類、N-乙烯基吡咯啶酮、及乙烯基氮雜內酯類如揭示於Heilman等人的美國專利號4,304,705。示例性單官能基單體包括單(甲基)丙烯酸酯，例如(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸乙酯、異丙基(甲基)丙烯酸酯、異辛基(甲基)丙烯酸酯、異莰基(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸、正己基(甲基)丙烯酸酯、四氫呋喃甲基(甲基)丙烯酸酯、N-乙烯基己內醯胺、N-乙烯基吡咯啶酮、(甲基)丙烯腈，或其類似，或其組合。

【0099】可固化熱固性組成物可以可選地更包括一或

多個另外的添加劑。另外的添加劑包括例如染料、顏料、著色劑、抗氧化劑、熱穩定劑、光穩定劑、增塑劑、消泡劑、潤滑劑、分散劑、流動調節劑、阻滴劑、抗結塊劑、抗靜電劑、流動促進劑、加工助劑、基板黏著劑、脫模劑、增韌劑、低收縮劑、應力消除劑、或其類似、或其組合。當存在時，另外的添加劑可以是任何有效量，例如0.01至20 wt%、或0.01至10 wt%、或0.01至5 wt%、或0.01至1 wt%，基於可固化熱固性組成物的總重量。

【0100】可藉由結合接枝共聚物及在此揭露的其他可選成分使用任何合適的方法製造可固化熱固性組成物。

【0101】亦提供的是一種固化熱固性組成物，其包含可固化熱固性組成物的固化產物。對可固化熱固性組成物進行固化的方法沒有特別限制。可固化組成物可例如以熱固化或藉由使用輻射技術，包括UV輻射或電子束輻射而固化。例如，可藉由於足以揮發溶劑並造成固化之時間及溫度加熱在此定義的可固化熱固性組成物而獲得固化產物。當使用熱固化時，溫度可以是30至400℃、或50至250℃、或100至250℃。加熱可以是1分鐘至24小時、或1分鐘至6小時、或3小時至5小時。固化可分階段進行以產生部分地固化且經常不含黏性(tack)的樹脂，其接著藉由於前述範圍內加熱更長時間或溫度而完全地固化。在本文中，術語“固化”涵蓋部分地固化或完全地固化之產物。

【0102】固化熱固性組成物可具有一或多個理想性質。例如，熱固性組成物可具有大於或等於165℃，較佳

地大於或等於170℃，更佳地為165至180℃的玻璃轉移溫度。熱固性組成物亦可有利地展現出低介電常數(Dk)、低損耗因數(Df)、及降低的吸濕性。例如，熱固性組成物於10 GHz頻率可具有介電常數少於3.0，較佳地為少於2.75，更佳地為少於2.6。熱固性組成物於10 GHz頻率可具有損耗因數少於0.01、或少於0.005。因此，包含本揭示的線型嵌段共聚物之熱固性組成物可特別地適合用於電子應用。

【0103】可固化熱固性組成物及固化熱固性組成物可用於多種應用及用途，包括使用傳統熱固性組成物的任何應用。例如，包括可固化熱固性組成物或固化熱固性組成物之有用物品可以是複合物、發泡體、纖維，層、塗料、封裝膠、黏合劑、密封劑、模塑部件、預浸體、殼、積層板、金屬包層積層板、電子複合物、結構複合物，或其組合的形態。示例性用途及應用包括塗料例如保護性塗料、密封劑、耐候性塗料、耐刮性塗料、及電絕緣塗料；黏合劑；接合劑；膠；複合物材料例如使用碳纖維及纖維玻璃強化物者。當用作為塗料時，所揭示的化合物及組成物可沉積在多種其下方基板的表面上。例如，組成物可沉積在金屬、塑膠、玻璃、纖維漿紗(sizings)、陶瓷、石頭、木、或其任何組合的表面上。所揭示的組成物可以用作為金屬容器(例如，鋁或鋼)表面上的塗料，例如經常用於漆料及表面封裝產業的包裝及容器者。從此獲得的可固化熱固性組成物及固化熱固性組成物亦可特別地適合用於形成電氣部件及電腦部件。

【0104】形成複合物的方法可包括以可固化熱固性組成物浸漬強化結構；部分地固化可固化熱固性組成物以形成預浸體；以及層合多個預浸體。強化結構可以是多孔基底材料例如纖維狀預製件或基板，或包含陶瓷、聚合物、玻璃、碳、或其組合的其他多孔材料。例如，多孔基底材料可以是編織或非編織玻璃織物、纖維玻璃織物、或碳纖維。當物品包括纖維狀預製件時，製造物品的方法可包括以可固化組成物塗佈或浸漬預製件而從可固化熱固性組成物形成物品。經浸漬的纖維狀預製件可以在移除溶劑之前或之後可選地成形。在一個態樣中，可固化熱固性組成物層可更包含編織或非織玻璃織物。例如，可以藉由玻璃織物浸漬於可固化組成物並從經浸漬的玻璃織物移除溶劑來製備可固化層。示例性強化結構記載於例如Anonymous (Hexcel Corporation), “Prepreg Technology”, March 2005, Publication No. FGU 017b; Anonymous (Hexcel Corporation), “Advanced Fibre Reinforced Matrix Products for Direct Processes”, June 2005, Publication No. ITA 272；以及Bob Griffiths, “Farnborough Airshow Report 2006”, CompositesWorld.com, September 2006。強化結構的重量及厚度係根據複合物的用途而使用纖維強化樹脂複合物製造領域中具有通常知識者的習知方式進行選擇。強化結構可含有多種適於可固化熱固性組成物之熱固性部件的表面覆層(finishes)。

【0105】從可固化熱固性組成物製造物品的方法可包

括部分地固化可固化熱固性組成物以形成預浸體，或完全地固化可固化熱固性組成物以形成複合物物品。在此“固化組成物”的性質指基本上完全地固化的組成物。例如，從預浸體形成的積層板中的樹脂一般上是基本上完全地固化。具有通常知識者熱固物領域中可以在不過度實驗下判斷樣品是部分地固化或基本上完全地固化。固化可以是在從可固化組成物移除溶劑前或移除溶劑後。此外，在移除溶劑前或在移除溶劑後、在固化前、在部分固化後、或在完全固化後，物品可進一步成形，例如藉由熱成形。在一個態樣中，形成物品，移除溶劑；物品係部分地固化(B-staged)；可選地成形；以及接著進一步固化。

【0106】形成複合物的商業規模方法是本領域中已知的，並且本文記載的可固化熱固性組成物易於適用現有製程及設備。例如，預浸體通常是在處理裝置(treater)上生產的。處理裝置的主要部件包括進料輥、樹脂浸漬槽、處理裝置烘箱和接收輥。強化結構(例如E-玻璃)通常捲成一個大線軸。接著將線軸放在進料輥上，其轉動並緩慢地捲出強化結構。強化結構接著移動通過樹脂浸漬槽，其含有可固化熱固性組成物。以可固化組成物浸漬強化結構。從槽中出來後，塗覆的強化結構向上移動通過垂直處理裝置烤箱，其溫度通常為175至200℃，並蒸發溶劑。此時樹脂開始聚合。當複合物從塔中出來時，其已充分固化，因此網不會弄濕或沾黏。固化製程，然而，固化過程未完成就停止，以便在製作積層板時可以進行額外的固化。網接著

將預浸體捲到接收輥上。

【0107】亦提供包括或從可固化熱固性組成物獲得的電氣及電子物品。物品包括如用於醫療或航空產業並包含印刷電路者。其他物品包括天線及類似物品。物品如印刷電路板用於例如照明、太陽能、顯示器、相機、聲音及影像設備、個人電腦、行動電話、電子記事本及類似設備，或辦公自動化設備。例如，電氣零件可以安裝於包含積層板的印刷電路板上。用於多種應用之從可固化組成物製備的其他示例性物品可包括銅包層積層板(CCL)，例如金屬核心銅包層積層板(MCCCL)、複合物品、以及塗覆的物品如多層物品。

【0108】可從可固化熱固性組成物製備的介電層可有用於電路組件，例如金屬包層積層板如銅包層積層板。例如，積層板可包含介電層、設置於介電層上的導電性金屬電路層，以及可選地設置於介電層上並相對於導電金屬層一側的散熱金屬基質層。介電層可以可選地包括纖維狀預製件(例如，織物層)。例如，介電層可更包括玻璃織物層。

【0109】導電金屬層可以是電路形態，並且可以是銅、鋅、錫、黃銅、鉻、鉬、鎳、鈷、鋁、不銹鋼、鐵、金、銀、鉑、鈦、或其類似、或其組合。其他金屬包括銅鉬合金，鎳-鈷鐵合金例如KOVAR(可從Carpenter Technology Corporation獲得)、鎳-鐵合金例如INVAR(可從National Electronic Alloys, Inc.獲得)、雙層金屬、三層金

屬、從兩層的銅及一層的INVAR獲得的三層金屬、以及從兩層的銅及一層的鉬獲得的三層金屬。示例性金屬層包含銅或銅合金。替代地，可以使用熱銅箔。導電金屬層可具有厚度為2至200微米(μm)、或5至50 μm、或5至40 μm。

【0110】散熱金屬基質層可以是熱傳導金屬例如鋁、氮化硼、氮化鋁、銅、鐵、鋼、或其類似、或其組合。可使用熱傳導、電性傳導金屬，先決條件是金屬係與金屬電路層電性絕緣。較佳的支撐金屬基質層可具有厚度為0.1至20毫米(mm)、或0.5至10 mm、或0.8至2 mm。

【0111】導電金屬層及支撐金屬基質層可進行預處理以具有高表面粗糙度以增強對介電層的黏性。處理方法包括清洗、火焰處理、電漿放電、電暈放電、或其類似，例如以增強金屬層的黏性。可不使用黏合劑而使介電層牢固地貼合至導電金屬層或散熱層，或可以使用黏合劑以改善介電層對導電金屬層或散熱層的黏性。用於將複合物片接合至金屬的示例性黏合劑包括聚醯亞胺黏合劑、丙烯酸黏合劑、環氧樹脂、或其類似、或其組合。

【0112】銅包層積層板可以藉由一或多個介電層、一或多個導電金屬層、及支撐金屬基質層的熱層合於壓力下不使用熱固性黏合劑而製造。介電層可從可固化熱固性組成物製造，並且可以是在熱層合步驟之前藉由溶劑鑄型製程製造以形成層。例如，介電層、導電金屬層、及散熱層可以於壓力下一起藉由不含黏合劑的製程熱積層化以形成積層板。電性導電金屬層可以在層合之前可選地是電路形

態，或導電金屬層可以在層合後可選地蝕刻以形成電子電路。層合可以是通過熱壓或輥壓延方法，例如，捲對捲方法。可以對銅包層積層板中的導電金屬層進一步圖案化以提供印刷電路板。此外，銅包層積層板可成形為片狀、管狀、或桿狀的電路板。

【0113】替代地，可以藉由溶液鑄型方法製造用於電路組件的積層板，其中可固化熱固性組成物係直接地鑄型於電性導電金屬層上，接著層合至散熱金屬基質層。例如，可固化熱固性組成物可直接地鑄型於散熱金屬基質層上，接著層合至電性導電金屬層。

【0114】包括其他層的多層積層板亦可藉由於一個步驟或兩個或更多的連續步驟的熱層合透過製程如熱壓或輥壓延方法而製造。例如，積層板中可有七個層或更少層，或十六個層或更少層。在一個態樣中，積層板可形成於一個步驟或兩個或更多的連續步驟並具有後續織物-熱固物-金屬-熱固物-織物-熱固物-金屬箔或具有更少層的其子組合的層，使得積層板包含位於金屬箔的任何層及織物的任何層之間的熱固物層。在另一個態樣中，第一積層板可形成於一個步驟或兩個或更多的連續步驟並具有位於兩層熱固物之間的織物層，例如位於兩層熱固物之間的編織玻璃織物層。可接著藉由將金屬箔層合至第一積層板的熱固物側而製備第二積層板。

【0115】從可固化熱固性組成物製造的印刷電路板可具有總厚度為0.1至20 mm，且具體地為0.5至10 mm，其中

總厚度指包含介電層、電性導電金屬層、及支撐金屬基質層之各者的層的組件。電路組件可具有總厚度為0.5至2 mm，且具體地為0.5至1.5。介電層的厚度沒有特殊限制，並且可以是5至1500 μm、或5至750 μm、或10至150 μm、或10至100 μm。例如，印刷電路板可以是用於發光二極體(LED)應用的金屬核心印刷電路板(MCPCB)。

【0116】可固化熱固性組成物可以用作為塗料，例如於多層物品的製造。製造塗料的方法可包括結合可固化熱固性組成物與可選的氟聚合物並形成塗料於基板上。例如，可以藉由以下形成多層物品：形成包括可固化熱固性組成物的層，從層移除溶劑並可選地固化以提供初始層，形成包含陶瓷的第二層(例如，Al_2O_3、TiO_2、ZrO_2、Cr_2O_3、SiO_2、MgO、BeO、Y_2O_3、Al_2O_3-SiO_2、MgO-ZrO_2、SiC、WC、B_4C、TiC、Si_3N_4、TiN、BN、AlN、TiB、ZrB_2、或其類似)、熱塑性聚合物、氟聚合物(例如，聚四氟乙烯、四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚物、四氟乙烯-六氟伸丙基共聚物、聚氯三氟伸乙基、四氟乙烯-伸乙基共聚物、聚亞乙烯基氟化物、或其類似)、或其組合於初始層上以提供多層物品，並可選地熱處理多層物品以固化可固化熱固性組成物。在一個態樣中，第二層可更包括可固化熱固性組成物。

【0117】可固化熱固性組成物的另外應用包括，例如，酸浴容器；中和槽；飛機部件；橋樑橫柱；橋樑板；電解槽；排氣管；洗滌器；運動器材；梯箱；走道；車輛

外裝板例如引擎蓋及後車廂蓋；車廂地板；進氣口；管線及管道，包括加熱器管道；工業風扇、風扇外殼和鼓風機；工業攪拌機；船體及甲板；碼頭護舷；瓷磚及塗料；建築板材；商業機器外殼；盤身，包括電纜盤；混凝土改性劑；洗碗機及冰箱零件；電氣封裝膠；電氣板；槽，包括電解精煉槽、水質軟化槽、燃料槽、及多種纖維纏繞槽及槽內襯；家具；車庫門；柵門；防護裝備；行李；戶外機動車輛；壓力槽；光波導；天線罩；欄杆；鐵路零件例如油罐車；漏斗車罩；車門；卡車底襯；衛星天線；標誌；太陽能電池板；電話開關設備外殼；拖拉機零件；變壓器蓋；卡車零件例如擋泥板、引擎蓋、車身、駕駛室及底板；用於旋轉電機的絕緣件包括接地絕緣件、匝間絕緣件及相分離絕緣件；換向器；芯線絕緣及軟線及繫帶；傳動軸聯軸器；螺旋槳葉片；導彈部件；火箭發動機箱；機翼部分；抽油桿；機身部分；機翼蒙皮及喇叭口；發動機艙；貨艙門；網球拍；高爾夫球桿桿身；釣魚竿；滑雪板及滑雪杖；自行車零件；橫向板片彈簧；泵、例如車用煙霧泵；電氣部件、嵌入件、及工具例如電氣電纜接頭；電線繞組及密集的多元件組件；機電設備的密封件；電池盒；電阻；保險絲及熱切斷裝置；印刷線路板塗料；鑄型件例如電容器、變壓器、曲軸箱加熱器；小型模製電子零件包括線圈、電容器、電阻器及半導體；在化學加工、紙漿及造紙、發電及廢水處理中替代鋼鐵者；洗滌塔；用於結構應用的拉擠零件、包括結構構件、格柵及安全欄杆；

游泳池、游泳池滑梯、熱水浴缸及三溫暖室；引擎蓋下的驅動軸；複印機用乾墨粉樹脂；海洋工具及複合物；隔熱罩；潛艇殼；原型製造；開發實驗模型；積層板裝飾；鑽孔夾具；焊接夾具；檢查治具；工業金屬成型模具；飛機彈力塊及錘子形式；真空模製工具；地板、包括製造及裝配區、潔淨室、機械車間、控制室、實驗室、停車場、冰櫃、冷卻器及室外裝卸碼頭的地板；用於抗靜電應用的導電組成物；用於裝飾性地板；橋樑伸縮縫；用於修補及修復結構混凝土裂縫的可注射砂漿；瓷磚灌漿；機械導軌；金屬銷釘；螺栓及螺柱；油及燃料槽之維修、及多種其他應用。

【0118】可用於製備物品及材料的製程包括熱固性樹脂加工領域一般上已知者。這些製程已記載於文獻例如Engineered Materials Handbook, Volume 1, Composites, ASM International Metals Park, Ohio, copyright 1987 Cyril A. Dostal Senior Ed, pp. 105-168及497-533，以及“Polyesters and Their Applications”by Bjorksten Research Laboratories, Johan Bjorksten (pres.) Henry Tovey (Ch. Lit. Ass.), Betty Harker (Ad. Ass.), James Henning (Ad. Ass.), Reinhold Publishing Corporation, New York, 1956。加工技術包括樹脂轉移模製；片狀模製；塊狀模製；拉擠成形；射出模製，包括反應射出模製(RIM)；大氣壓模製(APM)；鑄型，包括離心及靜態鑄型開模鑄型；層合，包括濕式或乾式鋪層及噴灑鋪層；還包括的是接觸模製，包

括圓柱狀接觸模製；壓縮模製；包括真空輔助樹脂轉移模製及化學性輔助樹脂轉移模製；配套工具模製；高壓釜固化；空氣中熱固化；真空裝袋；拉擠成形；Seeman的複合物樹脂注入製造加工(SCRIMP)；開放式模製，樹脂與玻璃的連續結合；以及纏繞成型，包括圓柱狀纏繞成型。例如，可以藉由樹脂轉移模製製程製造物品。

【0119】亦提供的是從可固化熱固性組成物獲得的物品，其中物品為複合物、發泡體、纖維、層、塗料、封裝膠、黏合劑、密封劑、模塑部件、預浸體、殼、鑄型物、積層板、或其組合；或其中物品為金屬包層積層板、電子複合物、結構複合物，或其組合。在此揭露的物品可例如藉由鑄型、模製、擠壓，或其類似而製造，並從所形成的物品移除溶劑。在一個態樣中，物品可以是層，並且可以是藉由將可固化組成物鑄型於基板上形成鑄型層而形成。可以藉由任何數量的方式移除溶劑，包括藉由加熱鑄型層，於熱及壓力下加熱鑄型層，例如層合鑄型層至另一個基板。在一些態樣中，以上述方法製造的物品可包括黏合劑、包裝材料、電容器膜、或電路板層。在一些態樣中，從可固化組成物製造的物品可以是介電層，或是設置於基板上的塗料，例如電線或電纜塗料。例如，物品可以是電路材料中的介電層，例如用於照明或通訊應用之印刷電路板中。從可固化組成物製備的其他示例性物品可以是一或多個漆層。可固化組成物可用於製備用於其他可固化熱固性組成物之在此揭露的物品。

【0120】以下列實施例進一步說明本揭示，實施例為非限制性。

實施例

【0121】預測性實施例1：聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(PPE-g-PBD)之製備：採用從其接枝方式(grafting from approach)之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯之製備示於圖1。

【0122】*2,6-二甲基酚接枝的聚丁二烯(I)之合成*：使用路易斯酸催化劑例如$AlCl_3$將完成2,6-二甲基酚及聚丁二烯的烷基化反應。可使用的其他催化劑可包括三氟化硼酚錯合物、對甲苯磺酸、甲烷磺酸、陽離子交換催化劑、硫酸、磷酸，及其類似。聚丁二烯將溶解於過量2,6-二甲基酚中，並將加入催化劑。反應溫度將增加至140-150℃並保持4-6小時。將藉由沈澱於甲醇中而單離材料。

【0123】*聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(II)之合成*：將藉由氧化性偶合聚合使2,6-二甲基酚接枝的聚丁二烯(I)及2,6-二甲基酚聚合。2,6-二甲基酚接枝的聚丁二烯及2,6-二甲基酚將溶解於500 ml玻璃反應器內的甲苯中。二甲基丁基胺、二丁基胺、二-三級-丁基乙基胺、Maquat™及Cu_2O與HBr(aq)的混合物將加入至此溶液。在整個反應中，將於溫度25-40℃通入鼓泡氧氣2小時。在停止氧氣流後，將加入三氮基醋酸之三鈉鹽的水溶液。溫度將增加至60℃並保持2小時。甲苯相將被分離並且將藉由沈澱於甲醇中而單離PPE-g-PBD共聚物。將於真空及氮氣下乾燥產物。

【0124】*甲基丙烯酸酯封端之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(III)之合成*：PPE-g-PBD共聚物將溶解於甲苯中。溫度將增加至120℃以進行同沸蒸餾。溫度將降低至75℃，並將二甲基胺基吡啶加入至反應溶液。一旦溶解DMAP，將甲基丙烯酸酐緩慢地(20分鐘)加入至反應混合物。在添加後，溫度將升至110℃以溫和回流。將藉由沈澱於甲醇中而單離材料。

【0125】替代地，在強鹼催化劑的存在下，可以使用乙烯基苄基氯或烯丙基溴化物封端PPE-g-PBD共聚物。

預測性實施例2：聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(PPE-g-PBD)之製備

【0126】採用接枝至其方式(grafting to approach)之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯之製備示於圖2。

【0127】*苯乙烯封端之聚伸苯醚(Ia)之合成*：單官能基低分子量聚伸苯醚共聚物將溶解於甲苯中。將添加50% NaOH(aq)溶液及相轉移劑至此溶液。將於室溫逐滴添加乙烯基苄基氯。溫度將升至75℃並保持4小時。在冷卻至室溫後，溶液將被轉移至萃取漏斗中並以0.1N HCl水溶液中和，接著以去離子水清洗。有機相將被分離，並且藉由沈澱於甲醇中而單離產物。將在真空及氮氣下於室溫乾燥產物。

【0128】*藉由自由基偶合之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(IIa)之合成*：苯乙烯封端之聚伸苯醚及聚丁二烯將溶解於

甲苯中。反應溫度將升至140℃於壓力下並保持5小時。產物將沈澱於甲醇中，過濾並乾燥。

【0129】替代地，丙烯酸酯-、甲基丙烯酸酯-或烯丙基封端之聚伸苯醚可以如(I)合成及使用。例如，用於接枝至聚丁二烯的甲基丙烯酸酯封端之伸苯醚寡聚物示於圖2b。

預測性實施例3：聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(PPE-g-PBD)之製備

【0130】採用共聚合之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯之製備示於圖3a。

【0131】*苯乙烯封端之聚伸苯醚(Ia)之合成*：單官能基低分子量聚伸苯醚共聚物將溶解於甲苯中。將添加50% NaOH(aq)溶液及相轉移劑至此溶液。將於室溫逐滴添加乙烯基苄基氯。溫度將升至75℃並保持4小時。在冷卻至室溫後，溶液將被轉移至萃取漏斗中並以0.1N HCl水溶液中和，接著以去離子水清洗。有機相將被分離，並且藉由沈澱於甲醇中而單離產物。將在真空及氮氣下於室溫乾燥產物。

【0132】*聚伸苯醚接枝的共聚物(IIa)之合成*：苯乙烯封端之聚伸苯醚(Ia)及丁二烯之陰離子性共聚合將在乾燥氮氣下於50℃在具有三通閥的玻璃管對不同組成進行。純化後的丁二烯將加入至具有所需量之THF的乾燥甲苯中的5-10 wt%苯乙烯封端之聚伸苯醚(I)溶液。接著藉由加入所

需量的二級BuLi溶液至所產生混合物中而將引發共聚合，伴隨根據目標轉換率而於不同反應時間攪拌聚合混合物。共聚合將藉由加入少量甲醇而終止，並且聚合混合物將藉由於過量甲醇中沉澱而單離最終產物，並於真空烘箱中乾燥。

【0133】替代地，丙烯酸酯-、甲基丙烯酸酯-或烯丙基封端之聚伸苯醚可以如(I)合成及使用。異戊二烯可以用作為共聚單體，並且可以使用自由基或氮氧化物媒介之聚合進行共聚反應。用於與丁二烯共聚合的甲基丙烯酸酯封端之伸苯醚寡聚物的一個例子示於圖3b。

預測性實施例4：採用接枝至其方式之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯之製備

【0134】從環氧化聚丁二烯製備聚伸苯醚接枝的聚丁二烯示於圖4。

【0135】*聚伸苯醚接枝的聚丁二烯之合成：*環氧化聚丁二烯及聚伸苯醚寡聚物(單官能基或雙官能基化)將溶解於溶劑(甲苯、氯仿)中。將於室溫將催化劑加至此溶液。將於回流下進行反應4小時。藉由於非溶劑(例如，甲醇)中沈澱而單離聚伸苯醚接枝的聚丁二烯。

預測性實施例5：採用接枝至其方式之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯之製備

【0136】從順丁烯二酐官能基化聚丁二烯製備聚伸苯

醚接枝的聚丁二烯示於圖5。

【0137】*聚伸苯醚接枝的聚丁二烯之合成*：順丁烯二酐接枝的聚丁二烯及聚伸苯醚寡聚物(單官能基或雙官能基化)將溶解於溶劑(甲苯、氯仿)中。將於室溫將催化劑加至此溶液。將於回流下進行反應4小時。藉由於非溶劑(甲醇)中沈澱而單離聚伸苯醚接枝的聚丁二烯。

【0138】本揭示更涵蓋下列態樣。

【0139】態樣1：一種接枝共聚物，其包含：烴骨架，烴骨架具有從其接枝的伸苯醚寡聚物，伸苯醚寡聚物包含衍生自經取代或未經取代的一元酚之重複單元，其中接枝共聚物包含位於烴骨架與伸苯醚寡聚物之間的連接基團 $-L^1-(R)_n-L^2-$，其中 L^1 為經取代或未經取代的 C_{1-6} 伸烷基，經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-，R為經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-，n為0或1，以及 L^2 為單鍵或 C_{1-6} 伸烷基，較佳地為單鍵或亞甲基；先決條件是當 L^1 為經取代或未經取代的伸苯基時，n為0。

【0140】態樣2：態樣1的接枝共聚物，其中接枝共聚物具有結構 $A(-L^1-(R)_n-L^2-B)_m$，其中A為烴骨架，L^1 為 C_{1-6} 伸烷基或-C(O)-，較佳地為 C_{1-2} 伸烷基，n為0或1，R為經取代或未經取代的伸苯基，L^2 為單鍵或 C_{1-6} 伸烷基，較佳地為單鍵或亞甲基，B為伸苯醚寡聚物；以及m為1至50，較佳地為1至25，最佳地為1至10。

【0141】態樣3：態樣1或2的接枝共聚物，其中伸苯醚寡聚物具有的重量平均分子量為少於20,000克莫耳，較

佳地為少於10,000，更佳地為600至4,500克莫耳，如核磁共振光譜法所鑑定。

【0142】態樣4：態樣1至3中任一個的接枝共聚物，其中伸苯醚寡聚物包含衍生自下列的重複單元：2,6-(二-C_{1-18}烷基)酚、或2,6-二苯基酚、2-苯基-6-(C_{1-18}烷基)酚、2-苯基-6-(環烷基)酚、2,6-(二環烷基)酚、2-(C_{1-18}烷基)-6-(環烷基)酚、或其組合。

【0143】態樣5：態樣1至4中任一個的接枝共聚物，其中烴樹脂包含不飽和部分，較佳地其中烴樹脂包含聚丁二烯、聚異戊二烯、烯基芳香族與不飽和C_{4-12}烴的共聚物或其組合，更較佳地為聚(1,2-丁二烯)、聚(1,4-丁二烯)、聚異戊二烯、聚(苯乙烯-共聚-丁二烯)、聚(苯乙烯-共聚-異戊二烯)、或其組合，甚至更佳地為聚(1,2-丁二烯)、聚(1,4-丁二烯)、聚異戊二烯、或其組合。

【0144】態樣6：態樣1至5中任一個的接枝共聚物，其中接枝共聚物包含至少一個端基，該端基包含乙烯基苯醚端基、甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、環氧端基、羥基端基、氰酸酯端基、胺端基、順丁烯二醯亞胺端基、烯丙基端基、苯乙烯系端基、活化酯端基、或酐端基。

【0145】態樣7：態樣1的接枝共聚物，其包含線型烴骨架；以及接枝至烴骨架的鏈端之伸苯醚寡聚物。

【0146】態樣8：態樣7的接枝共聚物，烴骨架包含聚(1,2-丁二烯)、聚(1,4-丁二烯)、聚異戊二烯、烯基芳香族與不飽和C_{4-12}烴的共聚物、丁基橡膠或其組合；以及伸苯

醚寡聚物包含衍生自2,6-二甲基酚的重複單元並具有的重量平均分子量為少於6,000克莫耳。

【0147】態樣9：一種製備態樣1至8中任一個的接枝共聚物之方法，該方法包含從酚官能化的烴樹脂氧化性地聚合經取代或未經取代的一元酚以提供接枝共聚物；或共價地偶合烴樹脂及伸苯醚寡聚物，其中烴樹脂及伸苯醚寡聚物包含互補的反應性基團；或共聚合乙烯性(ethylenically)不飽和單體及可聚合伸苯醚寡聚物，其中可聚合伸苯醚寡聚物包含甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、烯丙基端基、苯乙烯系端基、或乙烯基苯醚端基。

【0148】態樣10：一種可固化熱固性組成物，其包含態樣1至8中任一個的接枝共聚物。

【0149】態樣11：態樣10的可固化熱固性組成物，其更包含交聯劑、固化劑、固化催化劑、固化引發劑、或其組合。

【0150】態樣12：態樣10或11的可固化熱固性組成物，其更包含阻燃劑、填料、偶合劑、或其組合中的一或多者。

【0151】態樣13：一種固化熱固性組成物，其包含態樣10至12中任一個的可固化熱固性組成物之固化產物。

【0152】態樣14：一種物品，其包含態樣13的固化熱固性組成物，其中該物品為複合物、發泡體、纖維、層、塗料、封裝膠、黏合劑、密封劑、模塑部件、預浸體、殼、鑄型物、積層板，或其組合；或其中物品為金屬包層

積層板、電子複合物、結構複合物、或其組合。

【0153】態樣15：一種物品，其係從包含態樣10至12中任一個的可固化熱固性組成物及溶劑之清漆組成物製造，較佳地其中物品為纖維、層、塗料、鑄型物、預浸體、複合物、或積層板；或其中物品為金屬包層積層板。

【0154】組成物、方法、及物品可替代地包含在此揭示的任何合適的材料、步驟、或成分，由其組成，或基本上由其組成。組成物、方法、及物品可額外地或替代地配製成不含有或基本上不含有對達成組成物、方法、及物品的功能或目的而言不必要的任何材料(或種類)、步驟、或成分。

【0155】在此揭示的所有範圍均包括端點，並且端點可獨立地相互組合。“組成物”包括共混物、混合物、合金、反應產物等。術語“第一”、“第二”等不表示任何順序、數量或重要性，而是用於對一個元素與另一個元素進行區分。術語“一(a)”及“一(an)”及“該(the)”不表示數量限制，並且應解讀為涵蓋單數及複數，除非在此另有說明或與上下文明顯矛盾。“或”表示“及/或”，除非另有明確說明。通篇說明書中對“一個態樣”的引用表示有關於該態樣記載的特定元素被包括於本文的至少一個態樣中，並且可以存在或不存在於其他態樣中。本文中所用的術語“其組合”包括的一或多個所列出的元素，並且是開放式的，允許存在一或多個未提及的類似元素。此外，應當理解，所記載的元素可以在各個態樣以任何合適的方式組合。

【0156】除非本文另有說明，否則所有測試標準均為截至本申請案之申請日時有效的最新標準，或者，若本案主張優先權，則為最早優先權申請案之申請日時的測試標準。

【0157】除非另有定義，本文中使用的技術及科學術語具有與本申請案所屬技術領域中具有通常知識者一般上所理解的相同意涵。所有引用的專利案、專利申請案、及其他參考文獻在此以引用方式引入其整體。然而，若本申請案的術語與所引入的參考文獻之術語衝突或抵觸，以本申請案的術語優先於所引入的參考文獻之抵觸的術語。

【0158】使用標準命名法記載化合物。例如，未被任何指定基團取代的任何位置被理解為其化合價被所指定的鍵結或氫原子填上。不位於兩個字母或符號之間的破折號(“-”)係用於指明取代基的連接位點。例如，-CHO係藉由羰基基團的碳進行連接。

【0159】在本文中，術語“烴基”，無論係本身使用或作為另一個術語的前綴詞、後綴詞、或片段，指僅含有碳及氫的殘基。殘基可為脂肪族或芳香族、直鏈、環狀、雙環、支鏈、飽和、或不飽和。其亦可含有脂肪族、芳香族、直鏈、環狀、雙環、支鏈、飽和、及不飽和烴部分之組合。然而，當烴基殘基被記載為經取代時，其可以可選地含有超出及多於取代基殘基的碳及氫成員之雜原子。因此，當具體地記載為經取代時，烴基殘基亦可含有一或多個羰基、胺基、羥基、或其類似、或其可含有位於烴基殘

基骨架內的雜原子。術語“烷基"表示支鏈或直鏈之飽和脂肪族烴基團，例如甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、二級丁基、三級丁基、正戊基、二級戊基、及正與二級己基。“烯基”表示直鏈或支鏈之具有至少一個碳-碳雙鍵(例如，乙烯基(ethenyl)(-HC=CH_2))的單價烴基團。“烷氧基”表示透過氧連接的烷基(即烷基-O-)，例如甲氧基、乙氧基、及二級丁氧基。"伸烷基"表示直鏈或支鏈之飽和的二價脂肪族烴基團(例如，亞甲基(-CH_2-)或伸丙基(-$(CH_2)_3$-))。“環伸烷基”表示二價環狀伸烷基，-C_nH_{2n-x}，其中x為通過環化反應取代的氫數目。“環烯基”表示具有一或多個環以及環中的一或多個碳-碳雙鍵的單價基團，其中全部環成員為碳(例如，環戊基及環己基)。"芳基"表示含有特定數量之碳原子的芳香族烴基團，例如苯基、環庚三烯酮(tropone)、二氫茚基、或萘基。“伸芳基”表示二價芳基。“烷基伸芳基”表示經烷基取代的伸芳基基團。“芳基伸烷基”表示經芳基(例如，苄基)取代的伸烷基。前綴詞"鹵"表示基團或化合物包括一或多個氟、氯、溴、或碘取代基。可以存在不同鹵素原子(例如，溴及氟)的組合，或僅氯原子。前綴詞“雜”表示化合物或基團包括至少一個環成員為雜原子(例如，1、2、或3個雜原子)，其中雜原子各自獨立地為N、O、S、Si、或P。“取代”表示經至少一個(例如，1、2、3、或4個)除了氫之外可各自獨立地為C_{1-9}烷氧基、C_{1-9}鹵烷氧基、硝基(-NO_2)、氰基(-CN)、C_{1-6}烷基磺醯基(-$S(=O)_2$-烷基)、C_{6-12}芳基磺醯基

(-S(=O)$_2$-芳基)、硫醇(-SH)、硫氰基(-SCN)、對甲苯磺醯基($CH_3C_6H_4SO_2$-)、C_{3-12}環烷基、C_{2-12}烯基、C_{5-12}環烯基、C_{6-12}芳基、C_{7-13}芳基伸烷基、C_{4-12}雜環烷基、及C_{3-12}雜芳基之取代基所取代的化合物或基團，先決條件是不超出經取代之原子的正常價態。所示基團內碳原子的數目是排除任何取代基。例如-CH_2CH_2CN為經腈取代的C_2烷基。

【0160】雖已記載特定的實施方式，但申請人或其他本領域通常知識者可能會想到目前未預見或可能未預見的替代、修飾、變化、改進及實質均等物。據此，所提交的申請專利範圍及其可能的修改內容旨在涵蓋所有這些替代、修飾、變化、改進及實質均等物。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種接枝共聚物，其包含：

烴骨架，其具有從其接枝的伸苯醚寡聚物，該伸苯醚寡聚物包含衍生自經取代或未經取代的一元酚之重複單元，

其中該接枝共聚物包含位於該烴骨架與該伸苯醚寡聚物之間的連接基團$-L^1-(R)_n-L^2-$，

其中

L^1為經取代或未經取代的C_{1-6}伸烷基，經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-，

R為經取代或未經取代的伸苯基或-(C=O)-，

n為0或1，以及

L^2為單鍵或C_{1-6}伸烷基；

先決條件是當L^1為經取代或未經取代的伸苯基時，n為0。

【請求項2】如請求項1的接枝共聚物，其中該接枝共聚物具有結構

$A(-L^1-(R)_n-L^2-B)_m$

其中

A為該烴骨架，

L^1為C_{1-6}伸烷基或-C(O)-，

n為0或1，

R為經取代或未經取代的伸苯基，

L^2為單鍵或C_{1-6}伸烷基，

B為該伸苯醚寡聚物；以及

m為1至50。

【請求項3】如請求項1或2的接枝共聚物，其中該伸苯醚寡聚物具有的數目平均分子量為少於20,000克莫耳，如核磁共振光譜法所鑑定。

【請求項4】如請求項1或2的接枝共聚物，其中該伸苯醚寡聚物包含衍生自下列的重複單元：2,6-(二-C_{1-18}烷基)酚、或2,6-二苯基酚、2-苯基-6-(C_{1-18}烷基)酚、2-苯基-6-(環烷基)酚、2,6-(二環烷基)酚、2-(C_{1-18}烷基)-6-(環烷基)酚、或其組合。

【請求項5】如請求項1或2的接枝共聚物，其中該烴骨架包含不飽和部分。

【請求項6】如請求項1或2的接枝共聚物，其中該接枝共聚物包含至少一個端基，該端基包含乙烯基苯醚端基、甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、環氧端基、羥基端基、氰酸酯端基、胺端基、順丁烯二醯亞胺端基、烯丙基端基、苯乙烯系端基、活化酯端基、或酐端基。

【請求項7】如請求項1的接枝共聚物，其包含

線型烴骨架；以及

伸苯醚寡聚物，其接枝至該烴骨架的鏈端。

【請求項8】如請求項7的接枝共聚物，其中

該烴骨架包含聚(1,2-丁二烯)、聚(1,4-丁二烯)、聚異戊二烯、烯基芳香族及不飽和C_{4-12}烴的共聚物、丁基橡膠或其組合；以及

該伸苯醚寡聚物包含衍生自2,6-二甲基酚的重複單元並具有的重量平均分子量為少於6,000克莫耳。

【請求項9】一種製造如請求項1至8中任一項的接枝共聚物的方法，該方法包含：

從酚官能化的烴樹脂氧化性地聚合經取代或未經取代的一元酚以提供該接枝共聚物；或

共價地偶合烴樹脂及伸苯醚寡聚物，其中該烴樹脂及該伸苯醚寡聚物包含互補的反應性基團；或

共聚合乙烯性(ethylenically)不飽和單體及可聚合伸苯醚寡聚物，其中該可聚合伸苯醚寡聚物包含甲基丙烯酸酯端基、丙烯酸酯端基、烯丙基端基、苯乙烯系端基，或乙烯基苯醚端基。

【請求項10】一種可固化熱固性組成物，其包含如請求項1至8中任一項的接枝共聚物。

【請求項11】如請求項10的可固化熱固性組成物，其更包含交聯劑、固化劑、固化催化劑、固化引發劑、或其組合。

【請求項12】如請求項10或11的可固化熱固性組成物，其更包含阻燃劑、填料、偶合劑、或其組合中的一或多者。

【請求項13】一種固化熱固性組成物，其包含如請求項10至12中任一項的可固化熱固性組成物之固化產物。

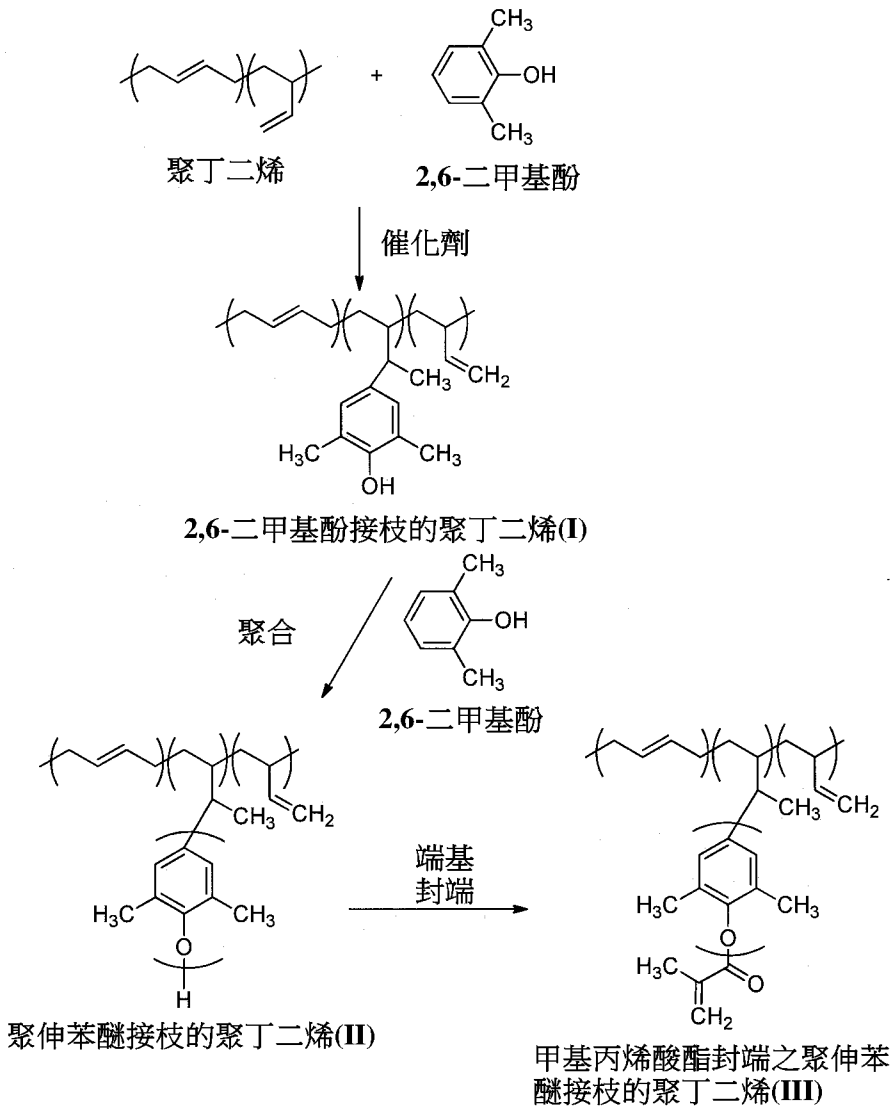
【請求項14】一種包含如請求項13的固化熱固性組成物之物品，其中該物品為複合物、發泡體、纖維、層、塗

料、封裝膠、黏合劑、密封劑、模塑部件、預浸體、殼、鑄型物、積層板、或其組合；

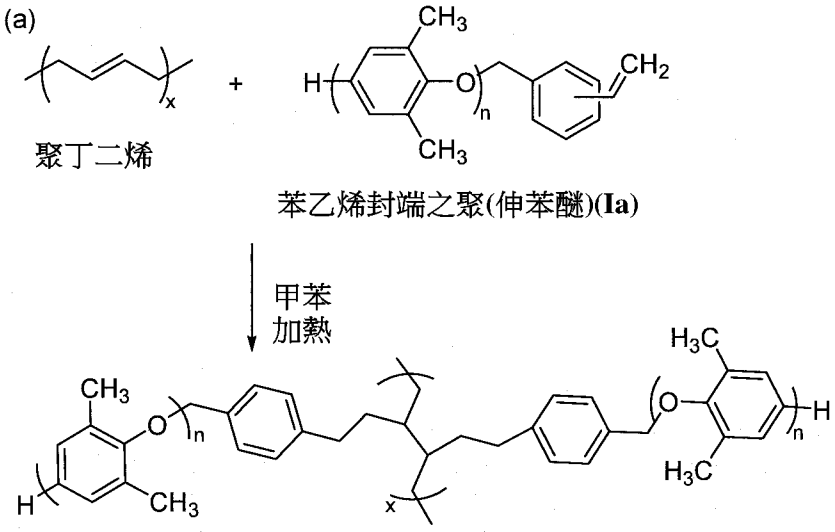
或其中該物品為金屬包層積層板、電子複合物、結構複合物、或其組合。

【請求項15】一種從包含請求項10至12中任一項的可固化熱固性組成物及溶劑之清漆組成物製造之物品，其中該物品為纖維、層、塗料、鑄型物、預浸體、複合物、或積層板；或其中該物品為金屬包層積層板。

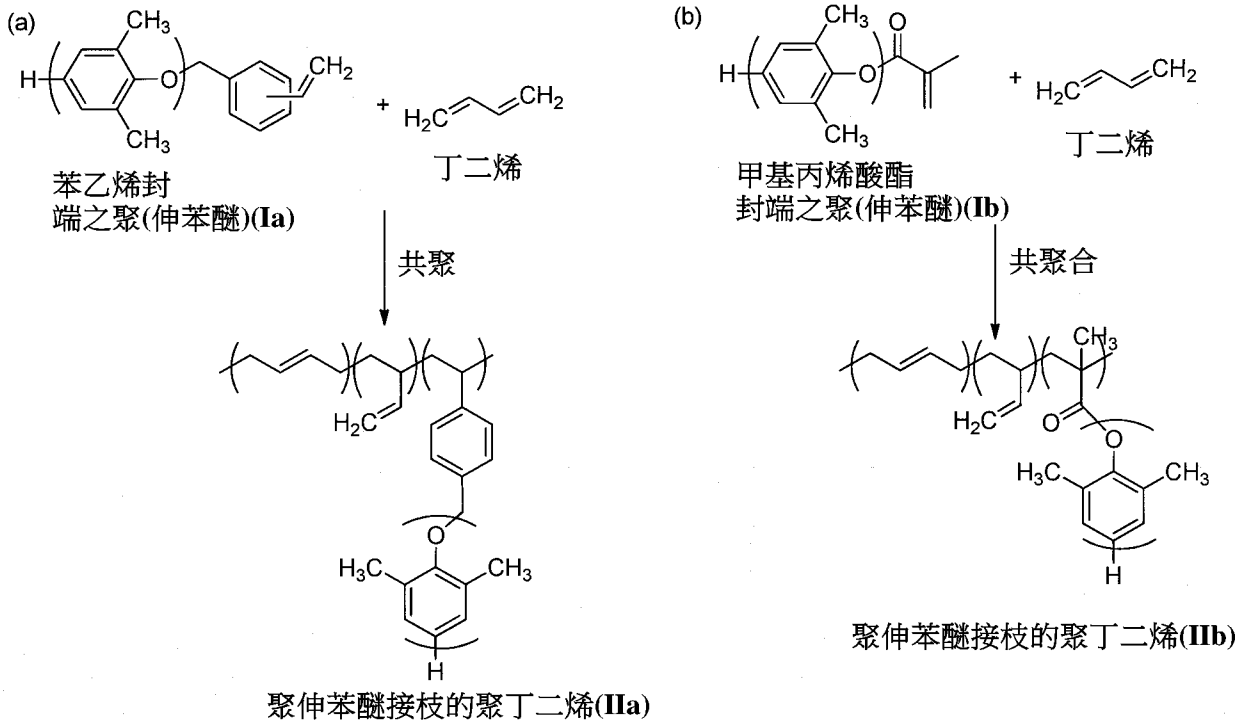
【發明圖式】


聚丁二烯
2,6-二甲基酚
催化劑
2,6-二甲基酚接枝的聚丁二烯(I)
聚合
2,6-二甲基酚
聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(II)
端基
封端
甲基丙烯酸酯封端之聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(III)

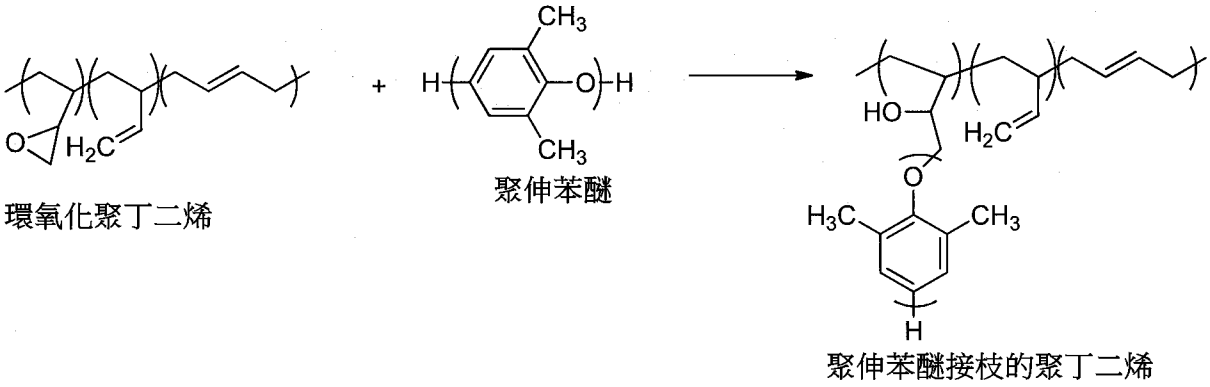
【圖 1】


(a)
聚丁二烯
苯乙烯封端之聚(伸苯醚)(Ia)
甲苯
加熱
聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(IIb)
(b)
聚丁二烯
甲基丙烯酸酯封端之聚(伸苯醚)(Ib)
甲苯
加熱
聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(IIb)

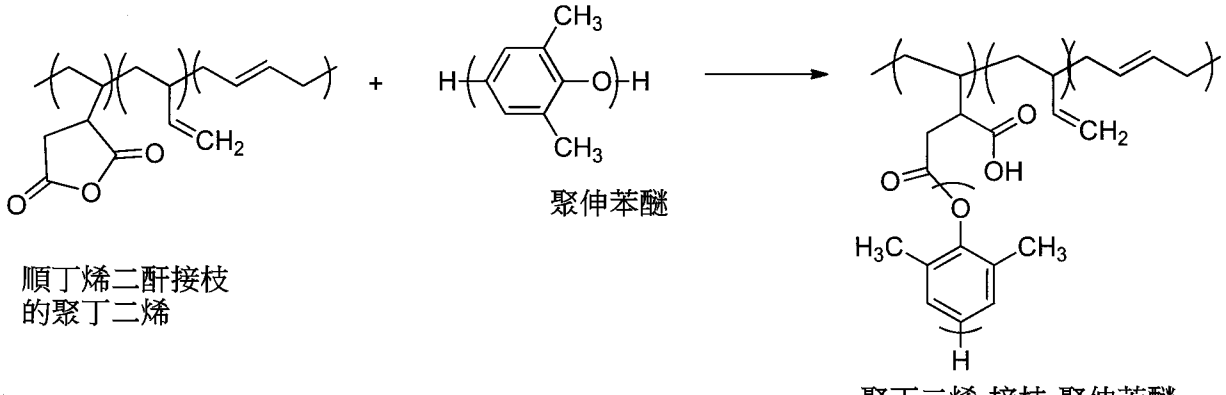
【圖 2】


(a)
苯乙烯封
端之聚(伸苯醚)(Ia)
丁二烯
共聚
聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(IIa)
(b)
甲基丙烯酸酯
封端之聚(伸苯醚)(Ib)
丁二烯
共聚合
聚伸苯醚接枝的聚丁二烯(IIb)

【圖 3】


環氧化聚丁二烯
聚伸苯醚
聚伸苯醚接枝的聚丁二烯

【圖 4】


順丁烯二酐接枝
的聚丁二烯
聚伸苯醚
聚丁二烯-接枝-聚伸苯醚

【圖 5】