



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202300545 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 01 日

(21) 申請案號：111121816

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 13 日

(51) Int. Cl. :

*C08F283/12 (2006.01)**C09D183/06 (2006.01)**C09D4/02 (2006.01)**C09D7/40 (2018.01)**C09J183/06 (2006.01)**C09J4/02 (2006.01)**C09J11/06 (2006.01)*

(30) 優先權：2021/06/22

美國

63/213,281

(71) 申請人：美商陶氏有機矽公司 (美國) DOW SILICONES CORPORATION (US)

美國

(72) 發明人：全珍雅 CHON, JINA (KR)

(74) 代理人：閻啓泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：0 共 29 頁

(54) 名稱

可雙重固化聚矽氧組成物

(57) 摘要

提供一種可雙重固化聚矽氧組成物。該組成物包含：(A)環氧官能性聚矽氧；(B)每分子具有至少一種丙烯酸或甲基丙烯酸基團之至少一種自由基聚合性化合物；(C)光酸產生劑及/或熱酸產生劑；及(D)光自由基聚合起始劑及/或熱自由基聚合起始劑。該組成物通常具有優異可固化性，而不受空氣及胺化合物抑制。

A dual curable silicone composition is provided. The composition comprises: (A) an epoxy-functional silicone; (B) at least one radically polymerizable compound having at least one acrylic or methacrylic group per molecule; (C) a photo acid generator and/or a thermal acid generator; and (D) a photo radical polymerization initiator and/or a thermal radical polymerization initiator. The composition generally has excellent curability without being inhibited by air and amine compounds.



【發明摘要】

【中文發明名稱】 可雙重固化聚矽氧組成物

【英文發明名稱】 DUAL CURABLE SILICONE COMPOSITION

【中文】

提供一種可雙重固化聚矽氧組成物。該組成物包含：(A)環氧官能性聚矽氧；(B)每分子具有至少一種丙烯酸或甲基丙烯酸基團之至少一種自由基聚合性化合物；(C)光酸產生劑及/或熱酸產生劑；及(D)光自由基聚合起始劑及/或熱自由基聚合起始劑。該組成物通常具有優異可固化性，而不受空氣及胺化合物抑制。

【英文】

A dual curable silicone composition is provided. The composition comprises: (A) an epoxy-functional silicone; (B) at least one radically polymerizable compound having at least one acrylic or methacrylic group per molecule; (C) a photo acid generator and/or a thermal acid generator; and (D) a photo radical polymerization initiator and/or a thermal radical polymerization initiator. The composition generally has excellent curability without being inhibited by air and amine compounds.

【指定代表圖】 無

【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】 可雙重固化聚矽氧組成物

【英文發明名稱】 DUAL CURABLE SILICONE COMPOSITION

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種可雙重固化聚矽氧組成物。

【先前技術】

【0002】 環氧官能性聚矽氧係用於可固化聚矽氧組成物，其可藉由用紫外(「UV」)射線輻照來固化。舉例而言，專利文件1揭示一種可固化聚矽氧組成物，其包含：環氧官能性有機聚矽氧烷樹脂、環氧官能性有機矽氧烷寡聚物及陽離子光起始劑，且專利文件2揭示一種可固化聚矽氧組成物，其包含：含有環氧基之陽離子聚合性有機聚矽氧烷、光酸產生劑及丙烯酸-聚矽氧接枝共聚物。

【0003】 然而，此可固化聚矽氧組成物有一個問題在於該組成物不足以藉由胺化合物或其他類型之強鹼固化，該等強鹼通常用於中和各種電氣/電子應用中之常用的光阻材料。亦即，基板上殘餘胺化合物或強鹼引起對可固化聚矽氧組成物之嚴重固化抑制。

【0004】 然而，丙烯酸類UV可固化組成物為眾所周知的。舉例而言，專利文件3揭示一種光可固化樹脂組成物，其包含：多元醇丙烯酸酯化合物、含有丙烯酸或甲基丙烯酸基團及羧基之化合物、含有環氧丙基之矽氧烷化合物，及光自由基產生劑。

【0005】 然而，此光可固化樹脂組成物有一個問題在於該組成物不足以藉由大氣中之氧氣固化。因此，固化產物展現具有較差機械性質之黏性表面。

【0006】 因此，仍然有機會開發一種具有優異可固化性而不受空氣及胺化合物抑制之可固化聚矽氧組成物。

[引用列表]

【0007】 [專利文獻]

專利文件1：美國專利申請案公開號2014/154626 A1

專利文件2：日本專利申請案公開號 2013-095874 A

專利文件3：歐洲專利申請案公開號 2 772 505 A1

【發明內容】

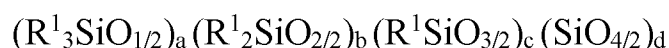
[技術問題]

【0008】 本發明之目標為提供具有優異可固化性而不受空氣及胺化合物抑制之可雙重固化聚矽氧組成物。

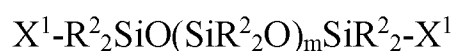
[問題之解決方案]

【0009】 本發明之可雙重固化聚矽氧組成物包含：

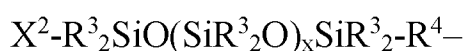
(A) 環氧官能性聚矽氧，其係選自(A1)由以下平均單元式(1)表示之環氧官能性聚矽氧樹脂：



其中各R¹係相同或不同的有機基團，其係選自C₁₋₆單價脂族烴基、C₆₋₁₀單價芳族烴基、及單價經環氧基取代之有機基團，前提是總R¹之至少約15 mol%係C₆₋₁₀單價芳族烴基；且「a」、「b」、「c」、及「d」係滿足下列條件之數：
 $0 \leq a < 0.4$ ， $0 < b < 0.5$ ， $0 < c < 1$ ， $0 \leq d < 0.4$ ， $0.1 \leq b/c \leq 0.6$ ，且 $a+b+c+d=1$ ；且總矽氧烷單元之約2 mol%至約30 mol%具有該單價經環氧基取代之有機基團，
 或以上提及之組分(A1)及(A2)由以下通式(2)表示之環氧官能性聚矽氧之混合物：



其中各R²係相同或不同的有機基團，其係選自C₁₋₆單價脂族烴基及C₆₋₁₀單價芳族烴基；各X¹係相同或不同的基團，其係選自單價經環氧基取代之有機基團及由以下通式(3)表示之環氧官能性矽氧基：



其中各R³係相同或不同的C₁₋₆單價脂族烴基；R⁴係C₂₋₆伸烷基；X²係單價經環氧基取代之有機基團；「x」係約0至約5之數；且「m」係約0至約100之數；

(B) 至少一種每分子具有至少一種丙烯酸或甲基丙烯酸基團之自由基聚合性化合物，呈組分(A)至(D)之總質量之約 15 質量%至約 75 質量%之量；

(C) 光酸產生劑及/或熱酸產生劑，呈組分(A)至(D)之總質量之約 0.1 質量%至約 5 質量%之量；及

(D) 光自由基聚合起始劑及/或熱自由基聚合起始劑，呈組分(A)至(D)之總質量之約 0.1 質量%至約 5 質量%之量。

【0010】 在各種實施例中，組分(A2)之含量為組分(A1)及(A2)之混合物的至多80質量%。

【0011】 在各種實施例中，組分(A)中之單價經環氧基取代之有機基團為環氧丙氧基烷基(glycidoxyalkyl group)、3,4-環氧環己基烷基、及環氧烷基。

【0012】 在各種實施例中，組分(B)包含至少一種或為丙烯酸異冰片酯(isobornyl acrylate)、甲基丙烯酸2-羥乙酯、3-羥基-2,2-二甲基丙基3-羥基-2,2-二甲基丙酸二丙烯酸酯、或丙烯酸2-苯氧基乙酯。

【0013】 在各種實施例中，組分(C)包含至少一種或為銻鹽或銨鹽。

【0014】 在各種實施例中，組分(D)之光自由基聚合起始劑包含至少一種或為苯乙酮類起始劑、二苯乙二酮類起始劑、二苯甲酮類起始劑、硫雜蒽酮(thioxanthone)類起始劑、醯基氧化磷類起始劑或脲類起始劑。

【0015】 在各種實施例中，組分(D)之熱自由基聚合起始劑為在80°C或更高溫度下半衰期為10小時之有機過氧化物。

[發明效果]

【0016】 本發明之可雙重固化聚矽氧組成物具有優異可固化性，而不受空氣及胺化合物抑制。

【實施方式】

【0017】 用語「包含(comprising/comprise)」在本文中係以其最廣泛意義來使用，以意指並涵蓋「包括(including/include)」、「基本上由...所組成(consist(ing) essentially of)」、及「由...所組成(consist(ing) of)」之概念。使用「例如(for example)」、「例如(e.g.)」、「諸如(such as)」、及「包括(including)」來列示說明性實例不會只限於所列示之實例。因此，「例如」或「諸如」意指「例如，但不限於(for example, but not limited to)」或「諸如，但不限於(such as, but not limited to)」，且涵蓋類似或等效實例。本文中所使用之用語「約(about)」用來合理涵蓋或描述由儀器分析所測得之數值上的微小變化，或者由於樣本處理所致之數值上的微小變化。此等微小變化可係大約在數值之 ± 0 至25、 ± 0 至10、 ± 0 至5、或 ± 0 至2.5%內。此外，用語「約(about)」當與值之範圍相關聯時，則適用於範圍之兩個數值。此外，即使在沒有明確陳述時，用語「約」亦可適用於數值。一般而言，如本文中所使用，「>」係「高於」或「大於」；「 \geq 」係「至少」或「大於或等於」；「<」係「低於」或「小於」；且「 \leq 」係「至多」或「小於或等於」。

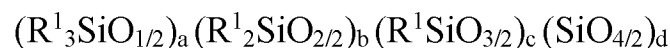
【0018】 如本文中所使用，用語「環氧官能性(epoxy-functional)」或「經環氧基取代(epoxy-substituted)」係指其中氧原子（環氧取代基）直接附接至碳鏈或環系統之兩個相鄰碳原子的官能基。經環氧基取代之官能基之實例包括但不限於環氧丙氧基烷基(glycidoxyalkyl group)，諸如2-環氧丙氧基乙基、3-環氧丙氧基丙基、4-環氧丙氧基丁基、及類似者；(3,4-環氧環烷基)烷基，諸如2-(3,4-環氧環己基)乙基、3-(3,4-環氧環己基)丙基、2-(3,4-環氧基-3-甲基環己

基)-2-甲基乙基、2-(2,3-環氧環戊基)乙基、3-(2,3-環氧環戊基)丙基、及類似者；及環氧烷基，諸如2,3-環氧丙基、3,4-環氧丁基、4,5-環氧戊基、及類似者。

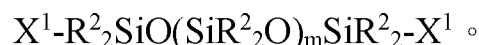
【0019】 如本文所用，用語「(甲基)丙烯酸酯」係指丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯中之任一者或兩者。

<可雙重固化聚矽氧組成物>

【0020】 組分(A)為環氧官能性聚矽氧，其係選自(A1)由以下平均單元式(1)表示之環氧官能性聚矽氧樹脂：



或以上提及之組分(A1)及(A2)由以下通式(2)表示之環氧官能性聚矽氧之混合物：



【0021】 在式(1)中，各 R^1 係相同或不同的有機基團，其係選自 C_{1-6} 單價脂族烴基、 C_{6-10} 單價芳族烴基、及單價經環氧基取代之有機基團。

【0022】 組分(A1)中之 C_{1-6} 單價脂族烴基之實例包括 C_{1-6} 烷基，諸如甲基、乙基、丙基、丁基、及己基； C_{2-6} 烯基，諸如乙烯基、烯丙基、及己烯

基；及C₁₋₆鹵化烷基，諸如3-氯丙基及3,3,3-三氟丙基。其中，甲基通常為較佳的。

【0023】 組分(A1)中之C₆₋₁₀單價芳族烴基之實例包括苯基、甲苯基、二甲苯基、及萘基。其中，苯基通常為較佳的。

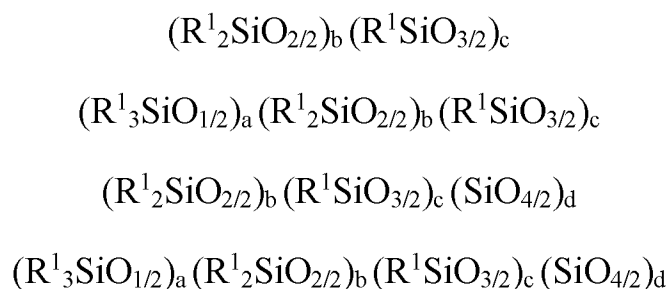
【0024】 組分(A1)中之單價經環氧基取代之有機基團之實例包括環氧丙氧基烷基(glycidoxyalkyl group)，諸如3-環氧丙氧基丙基、4-環氧丙氧基丁基、及5-環氧丙氧基戊基；3,4-環氧環烷基烷基，諸如2-(3,4-環氧環己基)乙基、3-(3,4-環氧環己基)丙基、2-(3,4-環氧基-3-甲基環己基)-2-甲基乙基、2-(2,3-環氧環戊基)乙基、及3-(2,3-環氧環戊基)丙基；及環氧烷基，諸如2,3-環氧丙基、3,4-環氧丁基、及4,5-環氧戊基。其中，3,4-環氧環烷基烷基通常為較佳的。

【0025】 在組分(A1)中，總R¹之至少約15 mol%、可選地至少約20 mol%、或可選地至少約25 mol%為C₆₋₁₀單價芳族烴基。若單價芳族烴基之含量大於或等於上述下限，則固化產物之機械性質可增加。

【0026】 在式(1)中，「a」、「b」、「c」、及「d」為滿足下列條件之莫耳分率及數： $0 \leq a < 0.4$ 、 $0 < b < 0.5$ 、 $0 < c < 1$ 、 $0 \leq d < 0.4$ 、 $0.1 \leq b/c \leq 0.6$ 、及 $a+b+c+d=1$ 、可選地 $a=0$ 、 $0 < b < 0.5$ 、 $0 < c < 1$ 、 $0 \leq d < 0.2$ 、 $0.1 < b/c \leq 0.6$ 、及 $b+c+d=1$ 、或可選地 $a=0$ 、 $0 < b < 0.5$ 、 $0 < c < 1$ 、 $d=0$ 、 $0.1 < b/c \leq 0.6$ 、及 $b+c=1$ 。

「a」為 $0 \leq a < 0.4$ 、可選地 $0 \leq a < 0.2$ 、或可選地 $a=0$ ，此係由於當(R₃SiO_{1/2})矽氧烷單元太多時，含環氧基之有機聚矽氧烷樹脂(A1)之分子量會降低，且當引入(SiO_{4/2})矽氧烷單元時，環氧官能性聚矽氧樹脂(A1)之固化產物的硬度顯著增加，且產物可能容易變脆。為此原因，「d」係 $0 \leq d < 0.4$ 、可選地 $0 \leq d < 0.2$ 、或可選地 $d=0$ 。此外，(R₂SiO_{2/2})單元及(R¹SiO_{3/2})單元之莫耳比「b/c」可不小於約0.1

且不大於約0.6。在一些實例中，在環氧官能性聚矽氧樹脂(A1)之製造中偏離此範圍可導致不可溶副產物產生，使得產物由於韌性降低而更易於破裂，或使得產物之強度及彈性降低且使其更易於刮傷。在一些實例中，範圍莫耳比「b/c」大於約0.1且不大於約0.6。環氧官能性聚矽氧樹脂(A1)含有 $(R^1_2SiO_{2/2})$ 矽氧烷單元及 $(R^1SiO_{3/2})$ 矽氧烷單元，且由於「b/c」之莫耳比大於約0.1且不大於約0.6，因此其分子結構在大多數情況下為網狀結構或三維結構。因此，在環氧官能性聚矽氧樹脂(A1)中，存在 $(R^1_2SiO_{2/2})$ 矽氧烷單元及 $(R^1SiO_{3/2})$ 矽氧烷單元，而 $(R^1_3SiO_{1/2})$ 矽氧烷單元及 $(SiO_{4/2})$ 矽氧烷單元為可選的組成單元。亦即，可能有包括以下平均單元式之環氧官能性聚矽氧樹脂：



【0027】 在組分(A1)中，矽氧烷單元之約2 mol%至約30 mol%、分子中所有矽氧烷單元之可選地約10 mol%至約30 mol%、或可選地約15 mol%至約30 mol%具有經環氧基取代之有機基團。若有大於或等於此類矽氧烷單元之上述範圍的下限，則固化期間的交聯密度可增加。另一方面，量小於或等於上述範圍的上限可係合適的，因為其可使固化產物之耐熱性增加。在環氧官能性單價烴基中，環氧基可透過伸烷基鍵結至矽原子，使得這些環氧基不直接鍵結至矽原子。環氧官能性聚矽氧樹脂(A1)可藉由眾所周知的習知製造方法產生。

【0028】 雖然關於環氧官能性聚矽氧樹脂(A1)之重量平均分子量沒有特別限制，但若將固化產物之韌性及其在有機溶劑中之溶解度納入考量，則在一些實施例中，分子量不小於約 10^3 且不大於約 10^6 。在一個實施例中，環氧官能性聚矽氧樹脂(A1)包括具有不同含量及類型之含環氧基有機基團及單價烴基或具有不同分子量之兩種或更多種此類環氧官能性聚矽氧樹脂的組合。

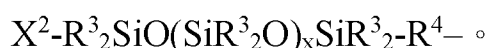
【0029】 組分(A2)為向固化產物提供彈性及衝擊強度之任意組分。

【0030】 在式(2)中，各 R^2 係相同或不同的有機基團，其係選自 C_{1-6} 單價脂族烴基及 C_{6-10} 單價芳族烴基。

【0031】 組分(A2)中之 C_{1-6} 單價脂族烴基之實例包括 C_{1-6} 烷基，諸如甲基、乙基、丙基、丁基、及己基； C_{2-6} 烯基，諸如乙烯基、烯丙基、及己烯基；及 C_{1-6} 鹵化烷基，諸如3-氯丙基及3,3,3-三氟丙基。其中，甲基通常為較佳的。

【0032】 組分(A2)中之 C_{6-10} 單價芳族烴基之實例包括苯基、甲苯基、二甲苯基、及萘基。其中，苯基通常為較佳的。

【0033】 在式(2)中，各 X^1 係相同或不同的基團，其係選自單價經環氧基取代之有機基團及由以下通式(3)表示之環氧官能性矽氧基：



【0034】 X^1 之單價經環氧基取代之有機基團之實例包括環氧丙氧基烷基(glycidoxyalkyl group)，諸如3-環氧丙氧基丙基、4-環氧丙氧基丁基、及5-環氧丙氧基戊基；3,4-環氧環烷基烷基，諸如2-(3,4-環氧環己基)乙基、3-(3,4-環氧環

己基)丙基、2-(3,4-環氧基-3-甲基環己基)-2-甲基乙基、2-(2,3-環氧環戊基)乙基、及3-(2,3-環氧環戊基)丙基；及環氧烷基，諸如2,3-環氧丙基、3,4-環氧丁基、及4,5-環氧戊基。其中，3,4-環氧環烷基烷基通常為較佳的。

【0035】 在式(3)中，各 R^3 係相同或不同的 C_{1-6} 單價脂族烴基。 R^3 之 C_{1-6} 單價脂族烴基之實例包括 C_{1-6} 烷基，諸如甲基、乙基、丙基、丁基、及己基； C_{2-6} 烯基，諸如乙烯基、烯丙基、及己烯基；及 C_{1-6} 鹵化烷基，諸如3-氯丙基及3,3,3-三氟丙基。其中，甲基通常為較佳的。

【0036】 在式(3)中， R^4 係 C_{2-6} 伸烷基。 R^4 之 C_{2-6} 伸烷基之實例包括伸乙基、甲基伸乙基、伸丙基、伸丁基、及伸己基。其中，伸乙基通常為較佳的。

【0037】 在式(3)中， X^2 為單價經環氧基取代之有機基團。 X^2 之單價經環氧基取代之有機基團之實例包括環氧丙氧基烷基(glycidoxyalkyl group)，諸如3-環氧丙氧基丙基、4-環氧丙氧基丁基、及5-環氧丙氧基戊基；3,4-環氧環烷基烷基，諸如2-(3,4-環氧環己基)乙基、3-(3,4-環氧環己基)丙基、2-(3,4-環氧基-3-甲基環己基)-2-甲基乙基、2-(2,3-環氧環戊基)乙基、及3-(2,3-環氧環戊基)丙基；及環氧烷基，諸如2,3-環氧丙基、3,4-環氧丁基、及4,5-環氧戊基。其中，3,4-環氧環烷基烷基通常為較佳的。

【0038】 在式(3)中，「x」為約0至約5、可選地約0至約2、或可選地約0之數。

【0039】 在式(2)中，「m」為約0至約100、可選地約0至約20、或可選地約0至約10之數。若「m」小於或等於上述範圍的上限，則固化產物之機械強度可增加。

【0040】 組分(A2)在25°C下之狀態沒有限制，但其通常為液體。組分(A2)在25°C下之黏度沒有限制；然而，黏度通常在約5至約100 mPa·s之範圍內。應注意的是，在本說明書中，黏度為使用B型黏度計根據ASTM D 1084在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 下量測之值。

【0041】 組分(A1)及(A2)之混合物中之組分(A2)之含量沒有限制，但其通常至多組分(A1)及(A2)之混合物的80質量%、可選地至多70質量%，或可選地呈約10質量%至約70質量%之量或可選地呈約15質量%至約65質量%之量。若組分(A2)之含量大於或等於上述範圍之下限，則固化產物對胺之固化敏感性可增加。另一方面，含量小於或等於上述範圍之上限，可發生固化產物之氧氣抑制或延遲，從而誘導較差模數及拉伸強度。

【0042】 組分(B)為每分子具有至少一種丙烯酸或甲基丙烯酸基團之自由基聚合性化合物。組分(B)之實例包括(甲基)丙烯酸單酯，諸如丙烯酸異冰片酯(isobornyl acrylate)、甲基丙烯酸2-羥乙酯、及丙烯酸2-苯氧基乙酯；二元醇之(甲基)丙烯酸酯化合物，諸如乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、二乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、三乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、二丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、三丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,3-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,4-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,5-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、異戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、辛二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,2-環己二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,4-環己二醇二(甲基)丙烯酸酯、氫化雙酚A二(甲基)丙烯酸酯、乙氧基化雙酚A二(甲基)丙烯酸酯、丙氧基化雙酚A二(甲基)丙烯酸酯、及3-羥基-2,2-二甲基丙基-3-羥基-2,2-二甲基丙酸酯二丙烯酸酯；三元醇之(甲基)丙烯酸酯化合物，諸如甘油二(甲基)丙烯酸酯、甘

油三(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基乙烷二(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基乙烷三(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基丙烷二(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯)、及三[(甲基)丙烯醯氧基乙基]異氰尿酸酯；及四元醇之(甲基)丙烯酸酯化合物，諸如赤蘚糖醇三(甲基)丙烯酸酯、赤蘚糖醇四(甲基)丙烯酸酯、新戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、新戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、二甘油三(甲基)丙烯酸酯、二甘油四(甲基)丙烯酸酯、雙三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、及雙三羥甲基丙烷四(甲基)丙烯酸酯；五元醇之(甲基)丙烯酸酯化合物，諸如三甘油四(甲基)丙烯酸酯及三甘油五(甲基)丙烯酸酯；六元醇之(甲基)丙烯酸酯化合物，諸如二新戊四醇五(甲基)丙烯酸酯及二新戊四醇六(甲基)丙烯酸酯；及(甲基)丙烯酸酯矽烷或矽氧烷，諸如3-丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、及在一個分子末端具有(甲基)丙烯酸酯基團之矽氧烷。

【0043】 組分(B)為市售可得的，例如二新戊四醇三丙烯酸酯（由Nippon Kayaku Co., Ltd.製造之KAYARAD D-330）；二新戊四醇四丙烯酸酯（由Nippon Kayaku Co., Ltd.製造之KAYARAD D-320）；二新戊四醇五(甲基)丙烯酸酯（由Nippon Kayaku Co., Ltd.製造之KAYARAD D-310）；二新戊四醇六(甲基)丙烯酸酯（由Nippon Kayaku Co., Ltd.製造之KAYARAD DPHA、由Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.製造之NK ESTER A-DPH-12E）；及具有(甲基)丙烯醯基經由乙二醇及/或丙二醇殘基鍵結之結構的化合物（例如，作為來自Sartomer之市售產物的SR454及SR499）。

【0044】 組分(B)之含量呈組分(A)至(D)之總質量的約15質量%至約75質量%之量、可選地呈約15質量%至約65質量%之量、或可選地呈約15質量%至約60質量%之量。若含量大於或等於上述範圍之下限，則本發明組成物之氧氣抑

制可增加且機械強度可減少。另一方面，其小於或等於上述範圍之上限，從而固化產物之胺化合物之固化抑制可增加。

【0045】 組分(C)為增強固化組分(A)之光酸產生劑及/或熱酸產生劑。可使用所屬技術領域中具有通常知識者已知的任何酸產生劑，諸如銻鹽、銨鹽、銻鹽(selenonium salt)、磷鹽、重氮鹽、對甲苯磺酸鹽、經三氯甲基取代之三吡啶、及經三氯甲基取代之苯。其中，該銻鹽及銨鹽為較佳的，此係由於本發明組成物藉由UV輻射或熱/UV輻射展現優異可固性。舉例而言，銻鹽為具有吸收相對長波長光（至多365 nm）之UV活化酸產生劑，且銨鹽為具有吸收短波長光（< 350 nm）之熱/UV活化酸產生劑。

【0046】 銻鹽之實例可包括由下式表示之鹽： $R^c_3S^+X^-$ 。在式中， R^c 可代表甲基、乙基、丙基、丁基、及其他 C_{1-6} 烷基；式中之苯基、萘基、聯苯基、甲苯基、丙基苯基、癸基苯基、十二基苯基、及其他 C_{1-24} 芳基或經取代芳基、及 X^- 可表示 SbF_6^- 、 AsF_6^- 、 PF_6^- 、 BF_4^- 、 $B(C_6F_5)_4^-$ 、 HSO_4^- 、 ClO_4^- 、 $CF_3SO_3^-$ 、及其他非親核非鹼性陰離子。

【0047】 銨鹽之實例可包括由下式表示之鹽： $R^c_2I^+X^-$ ；銻鹽之實例可包括由下式表示之鹽： $R^c_3Se^+X^-$ ；磷鹽之實例可包括由下式表示之鹽： $R^c_4P^+X^-$ ；重氮鹽之實例可包括由下式表示之鹽： $R^cN_2^+X^-$ ；其中該等式中之 R^c 及 X^- 係與本文針對 $R^c_3S^+X^-$ 所述者相同。

【0048】 對甲苯磺酸鹽之實例可包括由下式表示之化合物： $CH_3C_6H_4SO_3R^{c1}$ ，其中式中的 R^{c1} 代表包括吸電子基團之有機基團，諸如苯甲醯基、鄰苯二甲醯亞胺基團、及類似者。

【0049】 經三氯甲基取代之三吡之實例可包括由 $[\text{CCl}_3]_2\text{C}_3\text{N}_3\text{R}^{\text{c}2}$ 表示之化合物，其中式中的 $\text{R}^{\text{c}2}$ 代表苯基、經取代或未經取代之苯基乙基、經取代或未經取代之呋喃基乙炔基、及其他吸電子基團。

【0050】 經三氯甲基取代之苯之實例可包括由 $\text{CCl}_3\text{C}_6\text{H}_3\text{R}^{\text{c}}\text{R}^{\text{c}3}$ 表示之化合物，其中式中的 R^{c} 與本文針對 $\text{R}^{\text{c}3}\text{S}^+\text{X}$ 所描述相同，且 $\text{R}^{\text{c}3}$ 代表鹵素基團、經鹵素取代之烷基、及其他含鹵素基團。

【0051】 酸產生劑之實例可包括三苯基銻四氟硼酸鹽、二(對三級丁基苯基)碘鎊六氟銻酸鹽、雙(十二烷基苯基)碘鎊六氟銻酸鹽、4-異丙基-4'-甲基二苯基碘鎊四(五氟苯基)硼酸鹽、及對氯苯基重氮四氟硼酸鹽。

【0052】 組分(C)之含量呈組分(A)至(D)之總質量的約0.1質量%至約5質量%之量、可選地呈約0.5質量%至約5質量%之量、或可選地呈約0.1質量%至約3質量%之量、或可選地呈0.1質量%至約2質量%之量。若組分(C)之含量大於或等於上述範圍之下限，則可固化聚矽氧組成物由於過快固化速度而變得發黃且具有較差適用期。另一方面，含量小於或等於上述範圍之上限，固化產物之固化速度可降低且最終不能完全固化。

【0053】 組分(D)為增強聚合組分(B)之光自由基聚合起始劑及/或熱自由基聚合起始劑。可使用所屬領域中具有通常技術者已知的任何自由基聚合起始劑。

【0054】 組分(D)之光自由基聚合起始劑之實例包括苯乙酮類起始劑，諸如二乙氧基乙酮、2-羥基-2-甲基-1-苯基丙-1-酮、4'-異丙基-2-羥基-2-甲基苯丙酮、2-羥甲基-2-甲基苯丙酮、2,2-二甲氧基-1,2-二苯基乙烷-1-酮、對二甲胺基苯乙酮、對三級丁基二氯苯乙酮、對三級丁基三氯苯乙酮、對疊氮基苯紮苯

乙酮、1-羥基環己基苯基酮、2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-嗎啉代丙酮-1、2-苄基-2-二甲基胺基-1-(4-嗎啉代苯基)-丁酮-1、安息香、安息香甲醚、安息香乙醚、安息香異丙醚、安息香正丁醚、安息香異丁醚、及2-羥基-2-甲基-1-[4-乙烯基-(1-甲基乙烯基)苯基]丙酮之寡聚物；二苯乙二酮類起始劑，諸如二苯二酮及雙(4-甲氧苯基)二酮；二苯甲酮類起始劑，諸如二苯甲酮、鄰苯甲醯苯甲酸甲酯、Michler之酮、4,4'-雙二乙基胺基苯甲酮、2-羥基-2-甲基苯丙酮、4,4'-二氯苯甲酮、及4-苯甲醯基-4'-甲基二苯基硫醚；硫雜蒽酮(thioxanthone)類起始劑，諸如硫雜蒽酮、2-甲基硫雜蒽酮、2-乙基硫雜蒽酮、2-氯硫雜蒽酮、2-異丙基硫雜蒽酮、及2,4-二乙基硫雜蒽酮；醯基氧化磷類起始劑，諸如2-甲基苯甲醯基二苯基氧化磷、2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基氧化磷、2,4,6-三甲基苯甲醯基苯基次膦酸甲酯、雙(2,6-二甲氧基苯甲醯基)苯基氧化磷、雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)苯基氧化磷、及雙(2,6-二甲氧基苯甲醯基)-2,4,4-三甲基戊基氧化磷；及脞類起始劑，諸如1-{(4-苯硫基)苯基}-1,2-丁二酮-2-(O-苯甲醯脞)、1-{(4-苯硫基)苯基}-1,2-辛二酮-2-(O-苯甲醯脞)、1-{(4-苯硫基)苯基}-1-辛酮-1-(O-乙醯脞)、1-{4-(2-羥基乙氧基苯硫基)苯基}-1,2-丙二酮-2-(O-乙醯脞)、1-[9-乙基-6-(2-甲基苯甲醯基)-9H-吡啶-3-基]乙酮-1-(O-乙醯脞)、及(9-乙基-6-硝基-9H-吡啶-3-基){4-(2-甲氧基)-1-甲基乙氧基}-2-甲基苯基}甲酮(O-乙醯脞)。較佳地，前述之光自由基聚合起始劑為二苯甲酮類起始劑，此係由於組分(B)之良好反應性；2-羥基-2-甲基苯丙酮甚至為更佳的。可使用一種類型之光自由基聚合起始劑，或其兩種或更多種類型可以組合使用。

【0055】 組分(D)之熱自由基聚合起始劑之實例包括偶氮化合物，諸如偶氮苯、偶氮苯-對磺酸、偶氮二甲基戊腈、偶氮二異丁腈、及其組合；及有機

過氧化合物，諸如過氧化苯甲醯、過氧化二苯甲醯、過氧化4-單氯苯甲醯、過氧化二異丙苯、過氧化三級丁基枯基、過氧苯甲酸三級丁酯、2,4-二氯過氧化苯甲醯、過氧化二三級丁基、過氧化二三級己基、過氧化三級丁基枯基、1,1-雙(過氧化三級丁基)-3,3,5-三甲基環己烷、2,5-二甲基-2,5-雙(三級丁基過氧)己炔-3、二(三級丁基過氧異丙基)苯、1,6-雙(三級丁基過氧羧基)己烷、二-(4-甲基苯甲醯)過氧化物、二-(2-甲基苯甲醯)過氧化物、三級丁基過氧異丙基一碳酸酯、二-(2-三級丁基過氧異丙基)苯、或其兩種或更多種之組合。用作本發明之組分(D)之熱自由基聚合起始劑較佳地為在80°C或更高、可選地為90°C或更高或可選地為100°C或更高溫度下半衰期為10小時之有機過氧化物。此係由於當溫度大於或等於上述下限時，本發明組成物在室溫下展現出良好穩定性。應注意的是，溫度之上限並未特別限制，然而，當溫度太高時，本發明組成物傾向於不完全固化，使得溫度較佳為130°C或更低。此有機過氧化物之實例包括過氧化二異丙苯、過氧化三級丁基枯基、過氧化二三級丁基、2,5-二甲基-2,5-雙(三級丁基過氧)己炔-3、及二-(2-三級丁基過氧異丙基)苯。一般而言，最佳地為過氧化二異丙苯，此係由於本發明組成物中之其他組分具有良好互溶性。

【0056】 組分(D)之含量呈組分(A)至(D)之總質量的約0.1質量%至約5質量%之量、可選地呈約0.1質量%至約3質量%之量、可選地呈約0.1質量%至約2質量%之量、或可選地呈約0.5質量%至約2質量%之量。若組分(D)之含量大於或等於上述範圍之下限，則可固化聚矽氧組成物在室溫下不穩定且具有較差適用期。另一方面，含量小於或等於上述範圍之上限，固化產物中之自由基組分無法完全固化且可觀察到更多氧氣抑制。

【0057】 本發明組成物包含上述組分(A)至(D)；然而，為了賦予本發明組成物之固化產物較佳黏著性質及機械強度，可利用助黏劑、及/或光敏劑、及/或醇、及/或無機填料。

【0058】 助黏劑之實例包括環氧官能性烷氧基矽烷，諸如3-環氧丙氧基丙基三甲氧基矽烷、3-環氧丙氧基丙基三乙氧基矽烷、2-(3,4-環氧環己基)乙基二甲氧基矽烷、2-(3,4-環氧環己基)乙基二乙氧基矽烷、及其組合；不飽和烷氧基矽烷，諸如乙烯基三甲氧基矽烷、烯丙基三甲氧基矽烷、烯丙基三乙氧基矽烷、己烯基三甲氧基矽烷、十一烯基三甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷、3-丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷、及其組合；具有矽原子鍵結烷氧基的環氧官能性矽氧烷，諸如羥基封端之聚有機矽氧烷與環氧官能性烷氧基矽烷（例如，諸如上述者中之一者）的反應產物、或羥基封端之聚有機矽氧烷與環氧官能性烷氧基矽烷的物理摻合物。助黏劑可包含環氧官能性烷氧基矽烷及環氧官能性矽氧烷之組合。例如，助黏劑之實例係3-環氧丙氧基丙基三甲氧基矽烷及羥基封端之甲基乙炔基矽氧烷與3-環氧丙氧基丙基三甲氧基矽烷的反應產物之混合物、或3-環氧丙氧基丙基三甲氧基矽烷及羥基封端之甲基乙炔基矽氧烷之混合物、或3-環氧丙氧基丙基三甲氧基矽烷及羥基封端之甲基乙炔基/二甲基矽氧烷共聚物之混合物。

【0059】 助黏劑之含量沒有限制，但若利用，則其通常為組分(A)至(D)之總質量的約0.01至約5質量%之量、或可選地約0.1至約2質量%之量。若含量大於或等於上述範圍之下限，則固化產物之黏著性質可增加。另一方面，其小於或等於上述範圍的上限，固化產物之機械性質可增加。

【0060】 光敏劑之實例包括異丙基-9H-硫吡啶-9-酮、蔥酮、1-羥基環己基-苯基酮、2,4-二乙基-9H-硫吡啶-9-酮、2-異丙基硫吡啶、2-羥基-2-甲基-苯基丙-1-酮、2,6-雙(1,1-二甲基乙基)-4-甲基酚(BHT)、新戊四醇肆[3-(3,5-二-三級丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]、硫代二仲乙基雙[3-(3,5-二-三級丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]、十八基-3-(3,5-二-三級丁基-4-羥基苯基)丙酸酯、2,4-二甲基-6-(1-甲基十五基)酚、[3,5-雙(1,1-二-三級丁基-4-羥基苯基)甲基]膦酸二乙酯、3,3',3'',5,5',5''-己烷-三級丁基-4-a,a',a''-(萊-2,4,6-甲苯基)三-對甲酚、4,6-雙(辛基硫代甲基)-鄰甲酚、仲乙基雙(氧仲乙基)雙[3-(5-三級丁基-4-羥基-間甲苯基)丙酸酯]、及六亞甲基雙[3-(3,5-二-三級丁基-4-羥基苯基)丙酸酯]。

【0061】 光敏劑之含量沒有限制，但若利用，則其通常在組分(A)至(D)及光敏劑之總質量的約0.001至約1質量%之範圍內、可選地在約0.005至約0.5質量%之範圍內、或可選地在約0.005至約0.1質量%之範圍內。若光敏劑的含量大於或等於上述範圍的下限，則固化產物之可固化性可增加。另一方面，其小於或等於上述範圍的上限，固化產物之光學清透性可增加。

【0062】 醇之實例包括單價醇類，諸如乙醇、異丙醇、異丁醇、1-癸醇、1-十二醇、1-辛醇、油醇、1-十六醇、及硬脂醇；及多價醇類，諸如乙二醇、二乙二醇、丙二醇、1,10-癸二醇、甘油、及新戊四醇。

【0063】 醇之含量沒有限制，但若利用，則其通常為組分(A)至(D)及醇之總質量的約0.01至約10質量%之量、或可選地約0.1至約10質量%之量。

【0064】 無機填料增強固化產物之機械強度。填料的實例包括一或多種細粒的經處理或未經處理之沉澱或發煙二氧化矽；沉澱或研磨碳酸鈣、碳酸鋅；黏土，諸如細粒的高嶺土；石英粉；氫氧化鋁；矽酸鋯；矽藻土；矽灰

石；葉蠟石；及金屬氧化物，諸如發煙或沉澱二氧化鈦、氧化鈾、氧化鎂粉末、氧化鋅、及氧化鐵。

【0065】 填料之含量沒有限制，但若利用，則其通常在組分(A)至(D)及填料之總質量的約1至約95質量%之範圍內、可選地在約5至約95質量%之範圍內、或可選地在約5至約90質量%之範圍內。

【0066】 本發明組成物可藉由UV射線（或紫外(「UV」)光)輻照及/或加熱來固化。例如，低壓、高壓、或超高壓汞燈、金屬鹵化物燈、（脈衝）氙燈、或無電極燈可用作UV燈。

【0067】 當藉由用UV射線輻照來固化時，本發明組成物形成固化產物。根據本發明之此固化產物具有如使用ASTM D2240中所指定之蕭氏硬度A（Shore A hardness）量測在至少20至不大於95之範圍內、一般在至少30至不大於80之範圍內、且更一般在至少30至不大於70之範圍內的硬度。否則，根據本發明之此固化產物具有如使用ASTM D2240中所指定之蕭氏硬度D量測至多60，且一般至多50的硬度。其原因如下：當固化產物的硬度小於所述範圍的下限時，其可能具有不足夠的強度；另一方面，當超出所述範圍的上限時，所考慮固化產物的可撓性傾向於不充足。

【0068】 由於固化產物為可撓且高度透明的，因此其可用作可透光（例如，可見光、紅外線、紫外線、遠紫外線、X射線、雷射等等）之光學構件或組件。固化產物亦可用作必須為可撓性（例如，歸因於在撓曲或彎曲條件下使用）的光學構件或組件，且亦可用作涉及高能量、高輸出光之裝置的光學構件或組件。此外，可藉由製造組成物來製造具有可撓性固化產物層之物品或組

件，其中固化產物形成為具有任何各種基材之單一物品或主體，且亦可自固化產物層預期衝擊及應力鬆弛功能。

[實例]

【0069】 現在將使用實踐例及比較例詳細描述本發明之可雙重固化聚矽氧組成物。應注意的是，在式中，「Me」、「Pr」、「Ph」、及「Ep」分別指示甲基、丙基、苯基、及2-(3,4-環氧環己基)乙基。實例中所用之環氧官能性聚矽氧樹脂之結構係藉由進行¹³C NMR及²⁹Si NMR測量來判定。使用GPC基於與聚苯乙烯標準品比較來計算環氧官能性聚矽氧樹脂之重量平均分子量。環氧官能性聚矽氧及聚矽氧樹脂之黏度係測量如下。

<黏度>

【0070】 在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 下之黏度係使用B型黏度計（Brookfield HA或HB型旋轉黏度計，使用#52轉軸，5 rpm）根據ASTM D 1084「黏著劑黏度之標準測試方法(Standard Test Methods for Viscosity of Adhesive)」來測量。

<實踐例 1 至 10 及比較例 1 至 7>

【0071】 使用以下組分來製備表1中所示之可雙重固化聚矽氧組成物（質量%）。

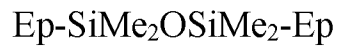
【0072】 使用以下環氧官能性聚矽氧樹脂作為組分(A1)。

(a1)：具有 2,000 至 6,000 之重量平均分子量且係由以下平均單元式表示之環氧官能性聚矽氧樹脂：



【0073】 使用以下環氧官能性聚矽氧作為組分(A2)。

(a2)：具有 40 mPa·s 之黏度、382 之重量平均分子量且係由下式表示之環氧官能性聚矽氧：



【0074】 使用以下丙烯基單體作為組分(B)。

(b1)：丙烯酸異冰片酯(isobornyl acrylate)

(b2)：甲基丙烯酸 2-羥乙酯

(b3)：3-羥基-2,2-二甲基丙基 3-羥基-2,2-二甲基丙酸酯二丙烯酸酯

(b4)：丙烯酸 2-苯氧基乙酯

【0075】 以下光/熱酸產生劑用作組分(C)。

(c1)：4-異丙基-4'-甲基二苯基碘鎗四(五氟苯基)硼酸鹽（來自 TRONYL 之 TR-PAG-30408）

(c2)：三芳基鎗硼酸鹽（來自 TRONYL 之 CPI-310B）

【0076】 使用以下光/熱自由基起始劑作為組分(D)。

(d1)：2-羥基-2-甲基丙酮

(d2)：過氧化二異丙苯

<可雙重固化聚矽氧組成物之可固化性>

【0077】 將約0.1至3 g之每種可雙重固化聚矽氧組成物裝載至預先塗覆有三乙胺或三異丙醇之載玻片中。在藉由棒式塗佈機將表面水平調平之後，使其在空氣下通過具有D燈泡之金屬鹵化物UV燈（光強度為5000 mW/cm²）或加熱（150°C1小時），以固化可雙重固化聚矽氧組成物。評估可雙重固化聚矽氧組成物之可固化性。結果展示於表1中。

<固化產物之硬度>

【0078】 固化產物之硬度藉由使用ASTM D2240中所指定之蕭氏硬度D或蕭氏硬度A量測。

<固化產物的表面黏性>

【0079】 藉由用手指觸摸來評估固化產物之表面黏性。

【0080】

[表1]

			實踐例						
			1	2	3	4	5	6	
可雙重固化聚矽氧組成物 (質量%)	(A)	(a1)	40.00	40.00	40.00	40.00	20.00	20.00	
		(a2)	10.00	0	37.80	37.80	36.84	36.84	
	(B)	(b1)	47.80	57.80	20.00	20.00	40.96	0	
		(b2)	0	0	0	0	0	40.96	
		(b3)	0	0	0	0	0	0	
		(b4)	0	0	0	0	0	0	
	(C)	(c1)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	
		(c2)	0	0	0	0	0	0	
	(D)	(d1)	0	0	0	0	0	0	
		(d2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	在空氣下	可固化性		固化	固化	固化	固化	固化	固化
		硬度							
蕭氏硬度 A		50	40	-	-	60	50		
蕭氏硬度 D		-	-	45	45	-	-		
表面黏性		無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	無黏性		
在胺化合物下	可固化性		固化	固化	固化	固化	固化	固化	
	硬度								
	蕭氏硬度 A		45	40	-	-	45	50	
	蕭氏硬度 D		-	-	40	40	-	-	
表面黏性		無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	無黏性		

【0081】

[表1] (續)

			實踐例				比較例	
			7	8	9	10	1	2
可雙重固化聚矽氧組成物 (質量%)	(A)	(a1)	20.00	20.00	40.00	40.00	20.00	20.00
		(a2)	36.84	36.84	10.00	10.00	78.80	67.80
	(B)	(b1)	0	0	47.80	47.80	0	10.00
		(b2)	0	0	0	0	0	0
		(b3)	40.96	0	0	0	0	0
		(b4)	0	46.96	0	0	0	0
	(C)	(c1)	1.20	1.20	1.20	0	1.20	1.20
		(c2)	0	0	0	1.20	0	0
	(D)	(d1)	0	0	1.00	1.00	0	0
		(d2)	1.00	1.00	0	0	0	1.00
在空氣下	可固化性		固化	固化	固化	固化	固化	固化
	硬度							
	蕭氏硬度 A		60	60	50	60	-	-
	蕭氏硬度 D		-	-	-	-	75	60
表面黏性		無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	
在胺化合物下	可固化性		固化	固化	固化	固化	未固化	未固化
	硬度							
	蕭氏硬度 A		60	60	50	60	-	-
	蕭氏硬度 D		-	-	-	-	-	-
	表面黏性		無黏性	無黏性	無黏性	無黏性	黏性	黏性

【0082】

[表 1] (續)

			比較例					
			3	4	5	6	7	
可雙重固化聚矽氧組成物 (質量%)	(A)	(a1)	10.00	40.00	40.00	20.00	10.00	
		(a2)	7.80	11.00	11.20	67.80	7.80	
	(B)	(b1)	80.00	47.80	47.80	10.00	80.00	
		(b2)	0	0	0	0	0	
		(b3)	0	0	0	0	0	
		(b4)	0	0	0	0	0	
	(C)	(c1)	1.20	1.20	0	1.20	1.20	
		(c2)	0	0	0	0	0	
	(D)	(d1)	0	0	0	1.00	1.00	
		(d2)	1.00	0	1.00	0	0	
	在空氣下	可固化性		未固化	固化	未固化	固化	未固化
		硬度						
蕭氏硬度 A		-	40	-	-	-		
蕭氏硬度 D		-	-	-	60	-		
表面黏性		黏性	無黏性	黏性	無黏性	黏性		
在胺化合物下	可固化性		固化	未固化	固化	未固化	固化	
	硬度							
	蕭氏硬度 A		30	-	-	-	30	
	蕭氏硬度 D		-	-	-	-	-	
表面黏性		無黏性	黏性	黏性	黏性	無黏性		

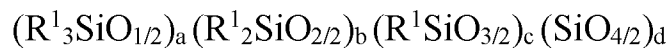
[產業利用性]

【0083】 本發明之可雙重固化聚矽氧組成物可在不受空氣及胺化合物抑制之情況下固化。因此，本發明組成物可用作電氣/電子應用之各種黏著劑、封裝劑、塗佈劑、及類似者。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種可雙重固化聚矽氧組成物，其包含：

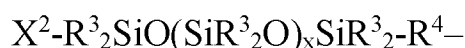
(A)環氧官能性聚矽氧，其係選自(A1)由以下平均單元式(1)表示之環氧官能性聚矽氧樹脂：



其中各 R^1 係相同或不同的有機基團，其係選自 C_{1-6} 單價脂族烴基、 C_{6-10} 單價芳族烴基、及單價經環氧基取代之有機基團，前提是總 R^1 之至少約 15 mol% 係 C_{6-10} 單價芳族烴基；且「a」、「b」、「c」、及「d」係滿足下列條件之數： $0 \leq a < 0.4$ ， $0 < b < 0.5$ ， $0 < c < 1$ ， $0 \leq d < 0.4$ ， $0.1 \leq b/c \leq 0.6$ ，且 $a+b+c+d=1$ ；且總矽氧烷單元之約 2 mol% 至約 30 mol% 具有該單價經環氧基取代之有機基團，或以上提及之組分(A1)及(A2)由以下通式(2)表示之環氧官能性聚矽氧之混合物：



其中各 R^2 係相同或不同的有機基團，其係選自 C_{1-6} 單價脂族烴基及 C_{6-10} 單價芳族烴基；各 X^1 係相同或不同的基團，其係選自單價經環氧基取代之有機基團及由以下通式(3)表示之環氧官能性矽氧基：



其中各 R^3 係相同或不同的 C_{1-6} 單價脂族烴基； R^4 係 C_{2-6} 伸烷基； X^2 係單價經環氧基取代之有機基團；「 x 」係約 0 至約 5 之數；且「 m 」係約 0 至約 100 之數；

(B) 至少一種每分子具有至少一種丙烯酸或甲基丙烯酸基團之自由基聚合性化合物，呈組分(A)至(D)之總質量之約 15 質量%至約 75 質量%之量；

(C) 光酸產生劑及/或熱酸產生劑，呈組分(A)至(D)之總質量之約 0.1 質量%至約 5 質量%之量；及

(D) 光自由基聚合起始劑及/或熱自由基聚合起始劑，呈組分(A)至(D)之總質量之約 0.1 質量%至約 5 質量%之量。

【請求項2】 如請求項1之可雙重固化聚矽氧組成物，其中組分(A2)之含量為組分(A1)及(A2)之混合物的至多80質量%。

【請求項3】 如請求項1或請求項2之可雙重固化聚矽氧組成物，其中組分(A)中之該單價經環氧基取代之有機基團為環氧丙氧基烷基(glycidoxyalkyl group)、3,4-環氧環己基烷基或環氧烷基。

【請求項4】 如請求項1、請求項2、或請求項3之可雙重固化聚矽氧組成物，其中組分(B)為丙烯酸異冰片酯(isobornyl acrylate)、甲基丙烯酸2-羥乙酯、3-羥基-2,2-二甲基丙基3-羥基-2,2-二甲基丙酸二丙烯酸酯、或丙烯酸2-苯氧基乙酯。

【請求項5】 如請求項1或請求項2至4中任一項之可雙重固化聚矽氧組成物，其中組分(C)為銻鹽或銻鹽。

【請求項6】 如請求項1或請求項2至5中任一項之可雙重固化聚矽氧組成物，其中組分(D)之該光自由基聚合起始劑為苯乙酮類起始劑、二苯乙二酮類起始劑、二苯甲酮類起始劑、硫雜蒽酮(thioxanthone)類起始劑、醯基氧化磷類起始劑、或肟類起始劑。

【請求項7】 如請求項1或請求項2至6中任一項之可雙重固化聚矽氧組成物，其中組分(D)之該熱自由基聚合起始劑為在80°C或更高溫度下半衰期為10小時之有機過氧化物。