



(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 202513606 A

(43) 公開日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 01 日

(21) 申請案號：113131176

(22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 20 日

(51) Int. Cl. :

*C08F2/44 (2006.01)**C08F290/00 (2006.01)**C08G77/20 (2006.01)**G03F7/004 (2006.01)**G03F7/027 (2006.01)**G03F7/031 (2006.01)**G03F7/075 (2006.01)**G02B1/04 (2006.01)**G02B6/00 (2006.01)*

(30) 優先權：2023/09/28 日本

2023-167538

(71) 申請人：日商 D I C 股份有限公司 (日本) DIC CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：神成広義 KANNARI, HIROYOSHI (JP)；恩吉爾 米雪爾 ENGEL, MICHAEL (DE)；山口純司 YAMAGUCHI, JUNJI (JP)

(74) 代理人：詹富閔；詹東穎

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：0 共 63 頁

(54) 名稱

硬化性樹脂組成物、硬化物及光波導

(57) 摘要

本發明的目的在於提供一種硬化性樹脂組成物，其可形成於光通訊中所使用的近紅外線區域中吸收小（光吸收損失低）、耐熱性優異、進而折射率低的硬化物。本發明的硬化性樹脂組成物的特徵在於包含：具有選自由(甲基)丙烯醯基及苯乙烯基所組成的群組中的一種以上的反應性基、與包含氟原子的有機基的聚矽氧烷樹脂 (A)；具有說明書中記載的通式 (1) 所表示的結構的不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物、及/或具有通式 (2) 所表示的結構的包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物 (B)；以及自由基聚合起始劑 (C)。

【發明摘要】

【中文發明名稱】 硬化性樹脂組成物、硬化物及光波導

【中文】

本發明的目的在於提供一種硬化性樹脂組成物，其可形成於光通訊中所使用的近紅外線區域中吸收小（光吸收損失低）、耐熱性優異、進而折射率低的硬化物。本發明的硬化性樹脂組成物的特徵在於包含：具有選自由(甲基)丙烯醯基及苯乙烯基所組成的群組中的一種以上的反應性基、與包含氟原子的有機基的聚矽氧烷樹脂(A)；具有說明書中記載的通式(1)所表示的結構的不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物、及/或具有通式(2)所表示的結構的包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B)；以及自由基聚合起始劑(C)。

【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】 硬化性樹脂組成物、硬化物及光波導

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種作為光學用途、例如光通訊用途及光積體電路用途中可使用的光波導、或光學接著劑、或透明密封劑、或該些的相關零件而有用的硬化性樹脂組成物(以下有時簡稱為「樹脂」、及該硬化性樹脂組成物硬化而成的硬化物、以及包括該硬化物的光波導。

【先前技術】

【0002】 近年來，針對通訊或訊號傳遞的高速化、高容量化的要求越來越大。於設備內配線中，利用光來代替電而進行的訊號傳遞的重要性亦在提高。此種短距離的光通訊技術被稱為光互連，作為其構件，將印刷配線基板上的由銅形成的電氣配線的一部分置換成由光纖或光波導形成的光配線而成的光電複合基板的開發正在積極進行。

【0003】 作為光波導中所使用的材料的要求特性，有於光通訊中所使用的近紅外線區域中吸收小、能夠調整折射率、耐熱性優異、生產性優異等。先前，通常使用石英系材料作為光波導用材料，但近年來，正在積極研究使用低成本且可容易地加工的聚合物材料的光波導。

【0004】 例如，報告了能夠作為光波導的光學材料來使用的氟化

聚醯亞胺（專利文獻 1）。但是，於氟化聚醯亞胺系材料中，雖然分子中的 CH 基少並且近紅外線區域的吸收小，但由於需要高溫下的燒印，因此亦有如下問題等：由基板與膜的線膨脹率差引起的應力所導致的裂紋的問題；為了進行圖案化而需要反應性離子蝕刻，步驟數增加，從而生產性變差的問題。

【0005】 作為能夠利用光微影進行圖案化且沒有副生成物的材料，報告了具有有機反應基與矽氧烷骨架的有機/無機混合材料（專利文獻 2）。但是，近紅外線區域的吸收不可以說是充分小，要求進一步的改良。

【0006】 為了提高元件的可靠性，經由光電複合基板的光波導收發光的受光發光元件利用透明的光學接著劑來進行密封。例如，使用光學接著劑將面發光雷射元件（垂直共振腔面射型雷射（Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, VCSEL））等受光發光元件連接於基板上的光波導，繼而利用回流焊進行焊接，藉此進行電氣配線與受光發光元件的連接，並且進行元件的固定。因此，此種光學接著劑亦要求與光波導中所使用的材料相同的性能。

【0007】 另外，於將光纖與矽光波導直接連接的情形下，為了降低由與光纖的折射率差引起的光損失，理想的是光學接著劑與石英系材料為相同程度的低折射率。因此，對此種光學接著劑除了要求於光通訊中所使用的近紅外波長下為透明以外，亦要求可調整為與石英系材料為相同程度的低折射率。

【0008】 為了解決所述問題，例如，開發了以含有液狀脂肪族環氧

化合物與特定的芳香族環氧化合物為特徵的樹脂組成物（專利文獻 3）、或者以含有具有脂環式烴基的(甲基)丙烯酸酯為特徵的硬化性樹脂組成物（專利文獻 4）。但是，近紅外線區域的吸收及折射率不可以說是充分小，要求進一步的改良。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0009】 [專利文獻 1]日本專利特開平 5-1148 號公報

[專利文獻 2]美國專利第 6,984,483 號說明書

[專利文獻 3]日本專利特開 2020-184091 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開平 11-61081 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0010】 本發明的目的在於提供一種硬化性樹脂組成物、該硬化性樹脂組成物的硬化物、及包含該硬化物的光波導，所述硬化性樹脂組成物可形成於光通訊中所使用的近紅外線區域中吸收小（光吸收損失低）、耐熱性優異、進而折射率低的硬化物。

[解決課題之手段]

【0011】 為了解決所述課題，本發明者等人進行了努力研究。結果發現，藉由將特定的聚矽氧烷樹脂、特定的(甲基)丙烯酸衍生物、以及自由基聚合起始劑加以組合，可解決所述課題，從而完成了本發明。

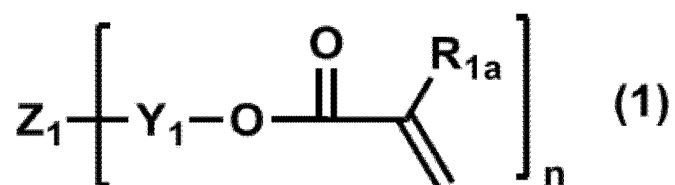
【0012】 即，本發明如以下所述。

[1] 一種硬化性樹脂組成物，含有下述成分(A)～成分(C)；

(A)具有選自由(甲基)丙烯酸基及苯乙烯基所組成的群組中的一種以上的反應性基、與包含氟原子的有機基的聚矽氧烷樹脂

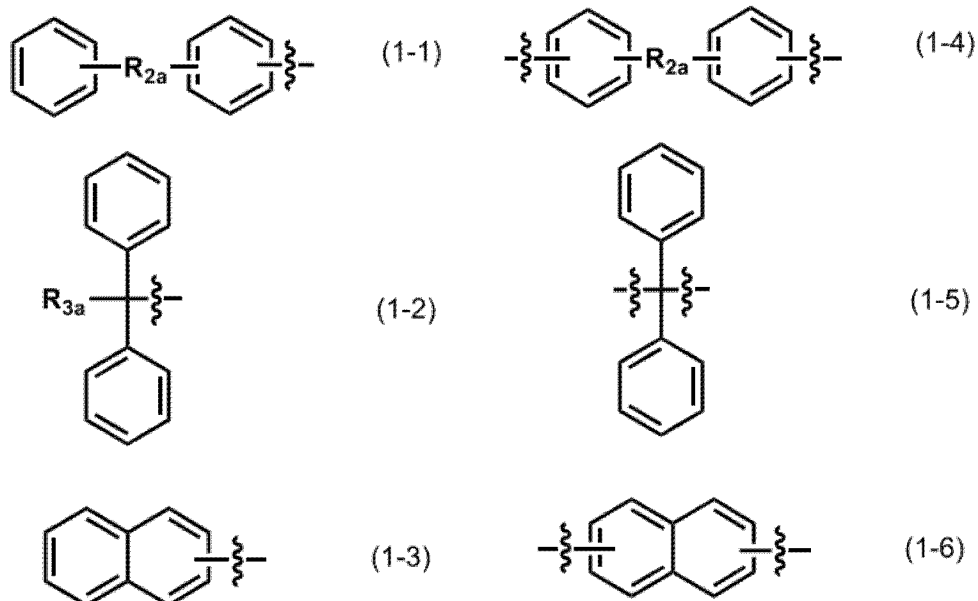
(B)具有下述通式(1)所表示的結構的不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-1)、及/或具有下述通式(2)所表示的結構的包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-2)

[化 1]



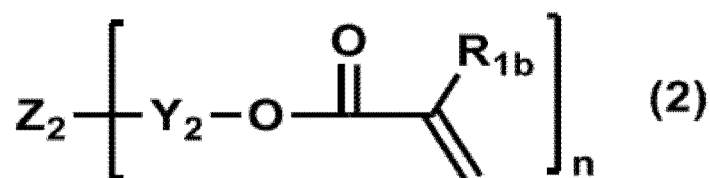
(所述通式(1)中， R_{1a} 為氫原子或甲基， Y_1 為單鍵、亞甲基或氧伸乙基中的任一種， Z_1 為下述通式(1-1)～通式(1-6)中的任一種， n 表示1或2；再者，於 n 為2的情況下，多個 R_{1a} 及 Y_1 可相同亦可不同)

[化 2]



(所述通式 (1-1) 及通式 (1-4) 中， R_{2a} 為單鍵、氧原子或亞甲基，所述通式 (1-2) 中， R_{3a} 表示氫原子或甲基)

[化 3]

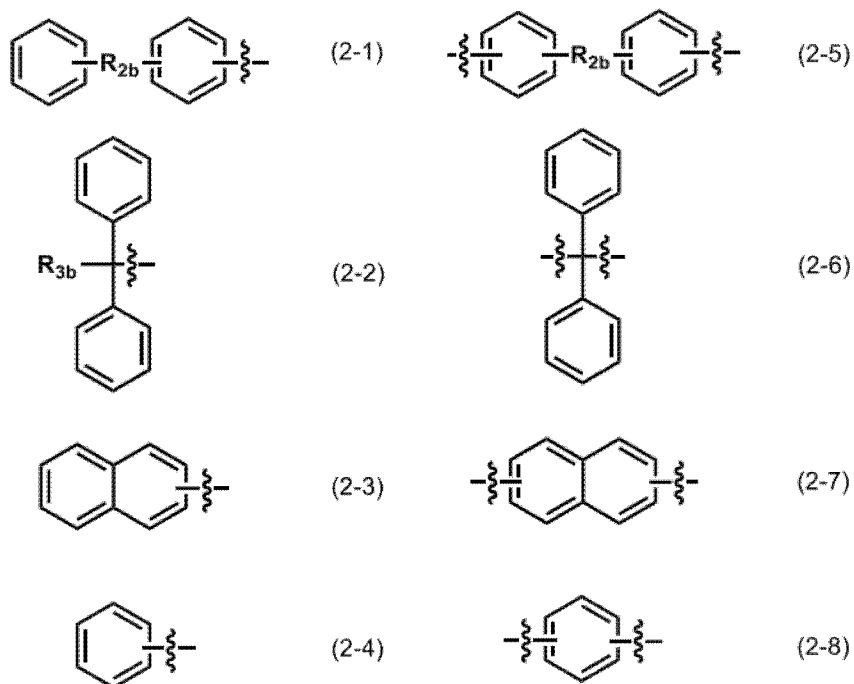


(所述通式 (2) 中， R_{1b} 為氫原子或甲基， Y_2 為單鍵、碳數 1~9 的伸烷基或包含氟原子的碳數 1~9 的伸烷基， Z_2 為單鍵、氫原子、氟原子或下述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種， n 表示 1 或 2；

其中，所述通式 (2) 中，於 Y_2 為單鍵或碳數 1~9 的伸烷基時， Z_2 為氟原子或下述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種，於

Y_2 為包含氟原子的碳數 1~9 的伸烷基時， Z_2 為單鍵、氫原子、氟原子或下述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種；於 n 為 2 的情況下，多個 R_{1b} 及 Y_2 可相同亦可不同)

[化 4]



(所述通式 (2-1) 及通式 (2-5) 中， R_{2b} 為單鍵、氧原子或亞甲基，所述通式 (2-2) 中， R_{3b} 為氫原子或甲基；另外，所述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的構成芳香環的氫原子的至少一個經氟原子或 CF_3 基取代)

(C) 自由基聚合起始劑。

【0013】 [2] 如[1]所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分 (A) 與所述成分 (B) 的質量比為 99 : 1 ~ 10 : 90。

【0014】 [3] 如[1]或[2]所述的硬化性樹脂組成物，其中所述通式(1)中的 R_{1a} 為氫原子， Y_1 為單鍵或亞甲基。

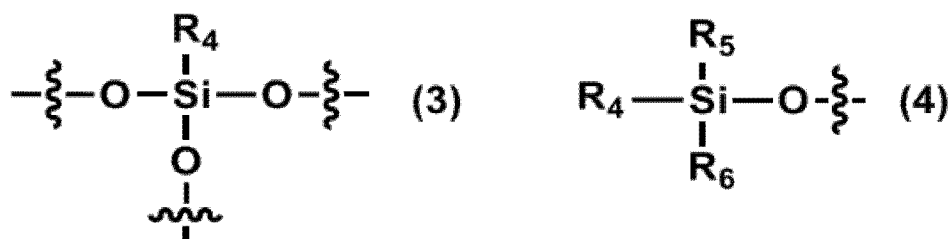
【0015】 [4] 如[1]至[3]中任一項所述的硬化性樹脂組成物，其中所述通式(1-1)及通式(1-4)中的 R_{2a} 、以及所述通式(2-1)及通式(2-5)中的 R_{2b} 為單鍵或氧原子。

【0016】 [5] 如[1]至[4]中任一項所述的硬化性樹脂組成物，其中所述通式(1-2)中的 R_{3a} 、及所述通式(2-2)中的 R_{3b} 為氫原子。

【0017】 [6] 如[1]至[5]中任一項所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分(A)中的氟原子的含量為 1 質量%~24 質量%。

【0018】 [7] 如[1]至[6]中任一項所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分(A)包含下述通式(3)及通式(4)所表示的結構中的至少一者；

[化 5]



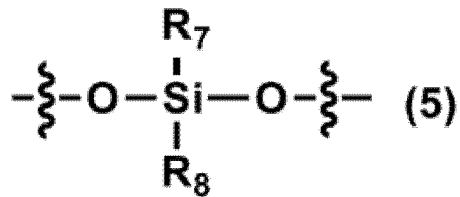
(所述通式(3)及通式(4)中， R_4 為氟原子、或包含一個以上的氟原子的碳數 1~20 的有機基，所述通式(4)中， R_5 及 R_6 分別獨立地表示甲基或苯基)。

【0019】 [8] 如[7]所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分(A)

更包含下述通式（5）所表示的結構，

所述通式（3）及通式（4）所表示的結構與所述通式（5）所表示的結構的莫耳比為 1：1～1：1.4；

[化 6]



（所述通式（5）中，R₇及 R₈分別獨立地表示甲基或苯基）。

【0020】 [9] 一種硬化物，將如[1]至[8]中任一項所述的硬化性樹脂組成物硬化而成。

【0021】 [10] 一種光波導，包括如[9]所述的硬化物。

[發明的效果]

【0022】 藉由本發明，可提供一種硬化性樹脂組成物，其可形成於光通訊中所使用的近紅外線區域中吸收小（光吸收損失低）、耐熱性優異、進而折射率低的硬化物。

【圖式簡單說明】

無

【實施方式】

【0023】 以下，對本發明進行說明，但本發明不受以下說明中的例示的限定。於本說明書中，於表示數值範圍的「～」中，包含上下

限。於本說明書中，「A 及/或 B」與「A 及 B 中的至少一個」為相同含義。即，「A 及/或 B」為如下含義：可僅為 A，亦可僅為 B，亦可為 A 及 B 的組合。

【0024】 [硬化性樹脂組成物]

本實施形態的硬化性樹脂組成物含有(A)聚矽氧烷樹脂、(B)(甲基)丙烯酸衍生物、以及(C)自由基聚合起始劑作為必需成分。

【0025】 < (A) 聚矽氧烷樹脂 >

於本實施形態中，聚矽氧烷樹脂具有選自由(甲基)丙烯醯基及苯乙烯基所組成的群組中的一種以上的反應性基、與包含氟原子的有機基。再者，於本說明書中，所謂(甲基)丙烯醯基，是指丙烯醯基或甲基丙烯醯基。

【0026】 所述聚矽氧烷樹脂只要具有至少一個以上的所述反應性基即可，可為兩個以上，亦可為三個以上。例如，若反應性基為(甲基)丙烯醯基，則紫外線 (Ultraviolet, UV) 硬化性特別優異，若為苯乙烯基，則低光吸收損失特別優異而較佳。關於反應性基，只要根據所要求的物性適宜選擇比率即可，可僅包含任一反應性基，或者包含任一反應性基，並無特別限定。再者，就提高 UV 硬化性的觀點而言，更佳為於聚矽氧烷樹脂一分子鏈中具有兩個以上的所述反應性基。另外，就不殘存未反應的反應性基的觀點而言，於聚矽氧烷樹脂一分子鏈中，所述反應性基的數量較佳為 10 以下。

【0027】 所述聚矽氧烷樹脂中，若反應性基的濃度為 500 mmol/kg ~ 10,000 mmol/kg，則可獲得充分的硬化性，因此較佳。

【0028】 另外，所述聚矽氧烷樹脂具有包含氟原子的有機基。藉由所述聚矽氧烷樹脂具有包含氟原子的有機基，可降低將硬化性樹脂組成物製成硬化物時的折射率。

【0029】 作為包含氟原子的有機基，可列舉構成有機基的氫原子的一部分或全部經氟原子取代而成的基。就相容性的觀點而言，包含氟原子的有機基的碳原子數較佳為 0~8，更佳為 0~6，特佳為 0~3。再者，包含氟原子的有機基的碳原子數為 0 的情況是指為氟基的情況。

作為包含氟原子的有機基，具體而言，例如可列舉：氟基、三氟乙基、三氟丙基、五氟苯基、1H,1H,2H,2H-九氟己基、1H,1H,2H,2H-全氟-正辛基、1H,1H,2H,2H-全氟癸基、5,5,6,6,7,7,7-七氟-4,4-雙(三氟甲基)庚基、五氟苯基氧基烷基。

【0030】 本實施形態的聚矽氧烷樹脂中的氟原子的含量較佳為 1 質量%~24 質量%。藉由氟原子的含量為 1 質量%以上，可降低折射率。氟原子的含量更佳為 3 質量%以上，進而佳為 5 質量%以上，特佳為 7 質量%以上。

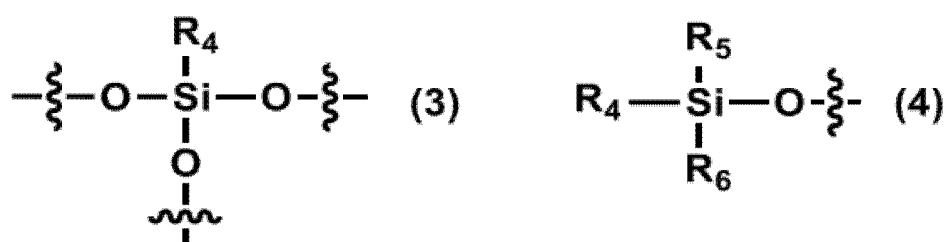
再者，聚矽氧烷樹脂中的氟原子的含量可藉由燃燒離子層析分析來測定。

【0031】 本實施形態的聚矽氧烷樹脂只要具有矽氧烷骨架，則並無特別限制，例如可列舉：甲基三甲氧基矽烷、甲基三乙氧基矽烷、甲基三-正丁氧基矽烷、乙基三甲氧基矽烷、乙基三乙氧基矽烷、正丙基三甲氧基矽烷、正丙基三乙氧基矽烷、異丁基三甲氧基矽

烷、異丁基三乙氧基矽烷、環己基三甲氧基矽烷、環己基三乙氧基矽烷、己基三甲氧基矽烷、己基三乙氧基矽烷、辛基三甲氧基矽烷、辛基三乙氧基矽烷、癸基三甲氧基矽烷、癸基三乙氧基矽烷、苯基三甲氧基矽烷、苯基三乙氧基矽烷、乙烯基三甲氧基矽烷、乙烯基三乙氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基三乙氧基矽烷、對苯乙烯基甲氧基矽烷、對苯乙烯基乙氧基矽烷、對苯乙烯基三甲氧基矽烷、3-(甲基)丙烯醯基氧基丙基三甲氧基矽烷、或 3-(甲基)丙烯醯基氧基丙基三乙氧基矽烷等有機三烷氧基矽烷；二甲基二甲氧基矽烷、二甲基二乙氧基矽烷、二甲基二-正丁氧基矽烷、二乙基二甲氧基矽烷、二乙基二乙氧基矽烷、二苯基二甲氧基矽烷、二苯基二乙氧基矽烷、甲基苯基二甲氧基矽烷、甲基苯基二乙氧基矽烷、甲基環己基二甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基甲基二乙氧基矽烷、3-(甲基)丙烯醯基氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、或 3-(甲基)丙烯醯基氧基丙基甲基二乙氧基矽烷等二有機二烷氧基矽烷類；甲基三氯矽烷、乙基三氯矽烷、苯基三氯矽烷、乙烯基三氯矽烷、3-(甲基)丙烯醯基氧基丙基三氯矽烷、二甲基二氯矽烷、二乙基二氯矽烷或二苯基二氯矽烷等各種氯矽烷類、或四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、二苯基矽烷二醇、二-對甲苯基矽烷二醇、雙(4-乙基苯基)矽烷二醇、雙(4-異丙基苯基)矽烷二醇、二萘基矽烷二醇、雙([1,1'-聯苯]-4-基)矽烷二醇、三甲氧基(4-乙烯基苯基)矽烷、三乙氧基(4-乙烯基苯基)矽烷、(4-異丙烯基苯基)三甲氧基矽烷、三甲

氧基(4-乙烯基-1-萘基)矽烷、三甲氧基(4'-乙烯基-[1,1'-聯苯]-4-基)矽烷、3,3,3-三氟丙基三甲氧基矽烷、3,3,3-三氟丙基三乙氧基矽烷、三甲氧基氟矽烷、三乙氧基氟矽烷、五氟苯基甲氧基二甲基矽烷、五氟苯基乙氧基二甲基矽烷、五氟苯基三甲氧基矽烷、五氟苯基三乙氧基矽烷、11-五氟苯氧基十一烷基三甲氧基矽烷、11-五氟苯氧基十一烷基三乙氧基矽烷、1H,1H,2H,2H-九氟己基三甲氧基矽烷、1H,1H,2H,2H-九氟己基三乙氧基矽烷、1H,1H,2H,2H-全氟-正辛基三甲氧基矽烷、1H,2H,2H-全氟-正辛基三乙氧基矽烷、1H,1H,2H,2H-全氟癸基三甲氧基矽烷、1H,1H,2H,2H-全氟癸基三乙氧基矽烷等、該些完全或部分性地進行縮合而得者，就經時穩定性的觀點而言，較佳為含有下述通式(3)及通式(4)所表示的結構中的至少一者的聚矽氧烷樹脂。

【0032】 [化 7]



【0033】 所述通式(3)及通式(4)中的 R₄ 為氟原子、或包含一個以上的氟原子的碳數 1~20 的有機基，所述通式(4)中，R₅ 及 R₆ 分別獨立地表示甲基或苯基。再者，式中的波浪線部表示鍵結部位。

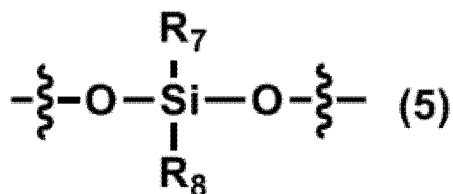
【0034】 所述 R₄ 為氟原子、或包含一個以上的氟原子的碳數 1~20 的有機基，具體而言，可列舉：氟基、三氟乙基、三氟丙基、五氟苯基、1H,1H,2H,2H-九氟己基、1H,1H,2H,2H-全氟-正辛基、1H,1H,2H,2H-全氟癸基等。再者，於有機基的碳原子間亦可具有氧原子或醯胺鍵等，進而，亦可具有羥基、鹵素原子、乙烯基、環氧基、縮水甘油氧基丙基、苯乙烯基、(甲基)丙烯醯基氧基丙基等作為氟原子以外的取代基。

【0035】 就相容性的觀點而言，所述 R₄ 的有機基的碳數為 1~20，較佳為 1~12，更佳為 1~8，進而佳為 1~6，特佳為 1~3。

另外，所述 R₄ 中的氟原子的數量為一個以上，就降低製成硬化物時的折射率的觀點而言，較佳為 1 個~25 個。

【0036】 本實施形態的聚矽氧烷樹脂特佳為除了包含所述通式 (3) 及通式 (4) 所表示的結構以外，亦更包含下述通式 (5) 所表示的結構。藉由本實施形態的聚矽氧烷樹脂包含通式 (3)~通式 (5) 所表示的結構，可獲得所期望的分子量的聚矽氧烷樹脂。

【0037】 [化 8]



【0038】 所述通式 (5) 中，R₇ 及 R₈ 分別獨立地表示甲基或苯基。

【0039】聚矽氧烷樹脂中，較佳為所述通式（3）及通式（4）所表示的結構與所述通式（5）所表示的結構的莫耳比為 1：1～1：1.4 的範圍內。若該莫耳比為所述範圍內，則可抑制聚矽氧烷樹脂中的羥基量與烷氧基量，可降低水的吸濕，減小近紅外線區域的吸收。進而，藉由減少聚矽氧烷樹脂中的未反應的羥基，可改善經時穩定性，提高製備硬化性樹脂組成物時的操作性。

所述通式（3）及通式（4）所表示的結構與所述通式（5）所表示的結構的莫耳比可藉由 ^1H -核磁共振（ ^1H -Nuclear Magnetic Resonance， ^1H -NMR）、 ^{13}C -NMR、 ^{29}Si -NMR 來測定。

【0040】所述聚矽氧烷樹脂的重量平均分子量較佳為 1,000～100,000，若為 1,500～50,000 則更佳，進而佳為 1,500～10,000，特佳為 2,000～5,000。若聚矽氧烷樹脂的重量平均分子量為 1,000 以上，則於將本實施形態的硬化性樹脂組成物製成硬化物時變得強韌，若為 100,000 以下，則與後述的(甲基)丙烯酸衍生物的相容性變得良好，製成硬化性樹脂組成物時的操作性提高。

再者，所述重量平均分子量是利用使用四氫呋喃（tetrahydrofuran，THF）作為溶出溶劑的凝膠滲透層析法（gel permeation chromatography，GPC）而得的聚苯乙烯換算測定值。

【0041】[(A) 聚矽氧烷樹脂的製造方法]

本實施形態中的聚矽氧烷樹脂的製造方法並無特別限制，可使用公知慣用的縮合反應。以下，示出含有所述通式（3）～通式（5）所表示的結構的聚矽氧烷樹脂的製造方法，但並不限定於該

乙胺中的任一種以上。

【0046】 相對於含有所述通式(3)所表示的結構的化合物、與含有所述通式(4)所表示的結構的化合物、以及含有所述通式(5)所表示的結構的化合物的含量的合計，所述觸媒的使用量若為0.001 質量%~10 質量%則較佳，若為0.01 質量%~1 質量%則更佳。若觸媒的使用量處於所述範圍內，則縮合反應充分地進行，因此較佳。

【0047】 再者，於含有所述通式(3)所表示的結構的化合物、與含有所述通式(4)所表示的結構的化合物、以及含有所述通式(5)所表示的結構的化合物的縮合反應時，除了所述化合物以外，亦可添加可具有選自由(甲基)丙烯醯基及苯乙烯基所組成的群組中的一種以上的反應性基的不含氟原子的矽氧烷單體來進行縮合反應。

作為該矽氧烷單體，具體而言，例如可列舉：3-(甲基丙烯醯基氧基)丙基三甲氧基矽烷或 3-(丙烯醯基氧基)丙基三甲氧基矽烷、對苯乙烯基三甲氧基矽烷等。

【0048】 縮合反應可於無溶媒下進行亦可於溶媒存在下進行，但為了使反應體系均勻，較佳為於溶媒存在下進行。作為反應溶媒，只要為不與原料反應的物質即可，例如可列舉：丙酮、甲基乙基酮 (Methyl Ethyl Ketone, MEK) 等酮類；苯、甲苯、二甲苯等芳香族烴類；乙二醇、丙二醇、己二醇等二醇類；乙基溶纖劑、丁基溶纖劑、乙基卡必醇、丁基卡必醇、二乙基溶纖劑、二乙基卡必醇等二醇醚類；N-甲基-2-吡咯啉酮 (N-methyl-2-pyrrolidone, NMP)、

N,N-二甲基甲醯胺(N,N-Dimethyl Formamide, DMF)等醯胺類等。該些溶媒可單獨使用一種，或者亦可將兩種以上混合使用。該些中，較佳為甲苯。

【0049】 縮合反應是脫醇縮合反應，因此較佳為於不存在水的狀態下進行反應，更佳為於氮氣氣體等惰性氣體環境下進行。

【0050】 反應溫度只要以成為所期望的分子量分佈的方式適宜調整即可，通常只要為 30°C ~ 100°C 即可。另外，反應時間亦只要同樣地適宜調整即可，通常為 1 小時 ~ 40 小時。

【0051】 於縮合反應結束後，利用膜濾器對所獲得的聚矽氧烷樹脂進行過濾，減壓去除反應溶媒及作為副生成物的醇。另外，較佳為視需要進行精製處理。

【0052】 < (B) (甲基)丙烯酸衍生物 >

本實施形態的硬化性樹脂組成物包含具有所述通式(1)所表示的結構的不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-1)、及/或具有所述通式(2)所表示的結構的包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-2)作為(甲基)丙烯酸衍生物。再者，於本說明書中，所謂(甲基)丙烯酸，是指丙烯酸及甲基丙烯酸中的至少一者。

【0053】 藉由本實施形態的硬化性樹脂組成物包含所述特定的(甲基)丙烯酸衍生物，而於製備硬化性樹脂組成物時，可發揮稀釋黏度高的聚矽氧烷樹脂的作用，提高作為硬化性樹脂組成物的操作性。此外，藉由包含所述特定的(甲基)丙烯酸衍生物，而耐熱性提高。

【0054】 為了顯現出硬化性樹脂組成物的充分的硬化性及耐熱性，所述聚矽氧烷樹脂與所述(甲基)丙烯酸衍生物的質量比較佳為 99：1～10：90 的範圍，更佳為 90：10～10：90 的範圍，特佳為 80：20～20：80 的範圍。

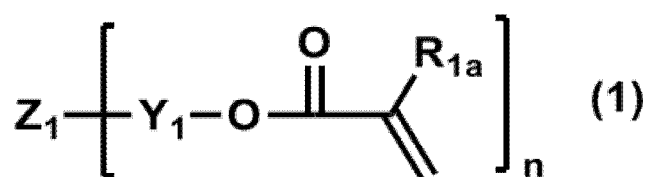
【0055】 於本實施形態中，只要包含所述不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-1)、及所述包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-2)中的至少一者作為(甲基)丙烯酸衍生物即可，就兼顧低折射率與耐熱性的觀點而言，較佳為包含兩者。再者，於僅含有所述不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-1)及所述包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-2)中的任一者的情況下，就降低製成硬化物時的折射率的觀點而言，較佳為含有包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-2)。

【0056】 以下，對不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-1)及包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-2)詳細地進行說明。

【0057】 <(B-1) 不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物>

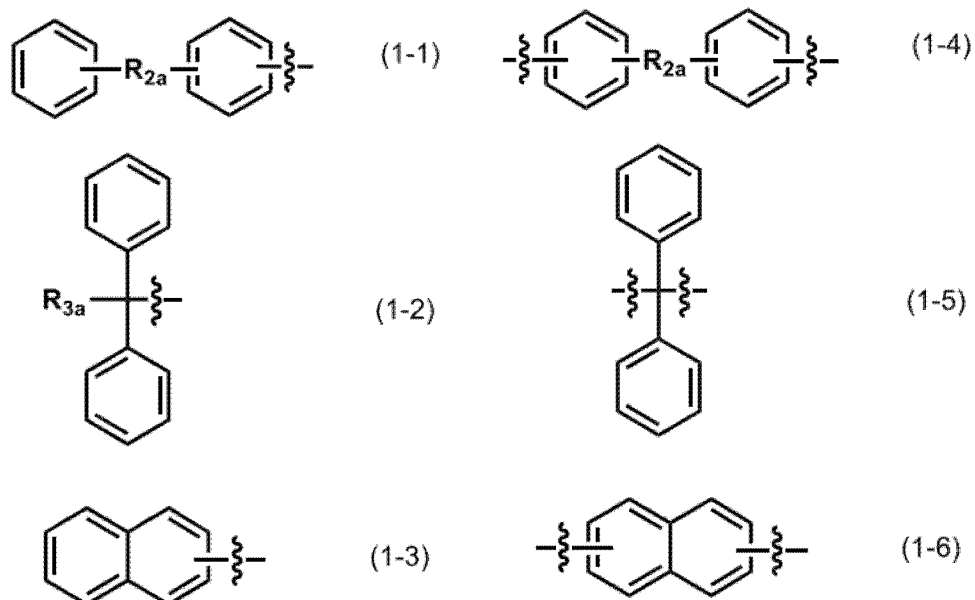
於本實施形態中，不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物(B-1)的特徵在於具有下述通式(1)所表示的結構。

【0058】 [化 9]



【0059】 所述通式（1）中， R_{1a} 為氫原子或甲基， Y_1 為單鍵、亞甲基或氧伸乙基中的任一種， Z_1 為下述通式（1-1）～通式（1-6）中的任一種， n 表示 1 或 2。再者，於 n 為 2 的情況下，多個 R_{1a} 及 Y_1 可相同亦可不同。

【0060】 [化 10]



【0061】 所述通式（1-1）及通式（1-4）中， R_{2a} 為單鍵、氧原子或亞甲基，所述通式（1-2）中， R_{3a} 表示氫原子或甲基。再者，式中的波浪線部是指與所述通式（1）中的 Y_1 的鍵結部位。

【0062】 於本實施形態中，藉由含有具有所述通式（1）所表示的結構的不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物，可降低脂肪族 C-H 鍵濃度，可抑制近紅外線區域的吸收。此外，可使(甲基)丙烯酸衍生物的黏度降低，可於製成硬化性樹脂組成物時抑制所述硬化性樹

脂組成物的固體化。

【0063】 所述 R_{1a} 只要為氫原子或甲基即可，就降低光吸收損失的觀點而言，較佳為氫原子。

【0064】 所述 Y_1 只要為單鍵、亞甲基、或氧伸乙基即可，就降低光吸收損失的觀點而言，較佳為單鍵或亞甲基。

【0065】 所述 R_{1a} 與所述 Y_1 可為任意的組合，並無特別限制，就降低光吸收損失的觀點而言，較佳為 R_{1a} 為氫原子、 Y_1 為單鍵或亞甲基。

【0066】 所述通式 (1) 中， Z_1 只要為所述通式 (1-1) ~ 通式 (1-6) 中的任一種，則並無特別限制。

【0067】 若所述 Z_1 為通式 (1-1) 或通式 (1-4)，則所獲得的硬化性樹脂組成物的 UV 硬化性特別優異而較佳。

【0068】 若所述 Z_1 為通式 (1-2) 或通式 (1-5)，則與聚矽氧烷樹脂的相容性特別優異而較佳。

【0069】 若所述 Z_1 為通式 (1-3) 或通式 (1-6)，則所獲得的硬化性樹脂組成物的耐熱性特別優異而較佳。

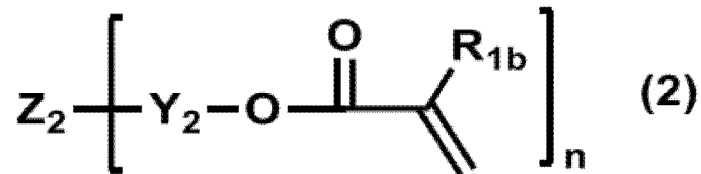
【0070】 所述通式 (1) 中，於 Z_1 為所述通式 (1-1) 或通式 (1-4) 的情況下，式中的 R_{2a} 只要為單鍵、氧原子、或亞甲基即可，就降低光吸收損失的觀點而言，較佳為單鍵或氧原子。

【0071】 所述通式 (1) 中，於 Z_1 為所述通式 (1-2) 的情況下，式中的 R_{3a} 只要為氫原子或甲基即可，就降低光吸收損失的觀點而言，較佳為氫原子。

【0072】 < (B-2) 包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物 >

於本實施形態中，包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物 (B-2) 的特徵在於具有下述通式 (2) 所表示的結構。

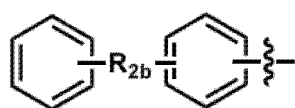
【0073】 [化 11]



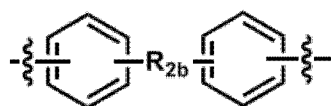
【0074】 所述通式 (2) 中， R_{1b} 為氫原子或甲基， Y_2 為單鍵、碳數 1~9 的伸烷基或包含氟原子的碳數 1~9 的伸烷基， Z_2 為單鍵、氫原子、氟原子或下述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種， n 表示 1 或 2。

其中，所述通式 (2) 中，於 Y_2 為單鍵或碳數 1~9 的伸烷基時， Z_2 為氟原子或下述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種，於 Y_2 為包含氟原子的碳數 1~9 的伸烷基時， Z_2 為單鍵、氫原子、氟原子或下述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種。於 n 為 2 的情況下，多個 R_{1b} 及 Y_2 可相同亦可不同。

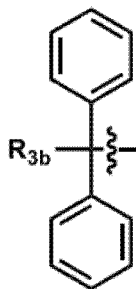
【0075】 [化 12]



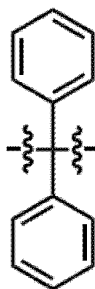
(2-1)



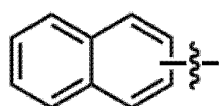
(2-5)



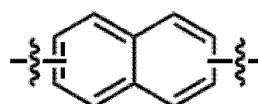
(2-2)



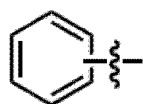
(2-6)



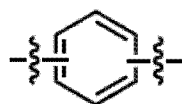
(2-3)



(2-7)



(2-4)



(2-8)

【0076】 所述通式(2-1)及通式(2-5)中， R_{2b} 為單鍵、氧原子或亞甲基，所述通式(2-2)中， R_{3b} 為氫原子或甲基。另外，所述通式(2-1)～通式(2-8)中的構成芳香環的氫原子的至少一個經氟原子或 CF_3 基取代。即，所述通式(2-1)～通式(2-8)中的構成芳香環的氫原子的一部分或全部經氟原子或 CF_3 基取代。再者，式中的波浪線部是指與所述通式(2)中的 Y_2 的鍵結部位。

【0077】 於本實施形態中，藉由(甲基)丙烯酸衍生物含有所述通式(2)所表示的結構，可降低脂肪族 C-H 鍵濃度，可抑制近紅外線區域的吸收，另外可使(甲基)丙烯酸衍生物的黏度降低，可於製成硬化性樹脂組成物時抑制該硬化性樹脂組成物的固體化。此外，可於製成硬化物時降低折射率。

【0078】 所述 R_{1b} 只要為氫原子或甲基即可，就降低光吸收損失的

觀點而言，較佳為氫原子。

【0079】 所述 Y_2 只要為單鍵、碳數 1~9 的伸烷基或包含氟原子的碳數 1~9 的伸烷基即可，就光吸收損失的觀點而言，較佳為單鍵或亞甲基。

再者，於所述 Y_2 為碳數 1~9 的伸烷基或包含氟原子的碳數 1~9 的伸烷基的情況下，該伸烷基的碳原子數較佳為 1~6，更佳為 1~4，特佳為 1~2。

【0080】 所述 R_{1b} 與所述 Y_2 可為任意的組合，並無特別限制，就降低光吸收損失的觀點而言，較佳為 R_{1b} 為氫原子、 Y_2 為單鍵或亞甲基。

【0081】 所述通式 (2) 中， Z_2 只要為單鍵、氫原子、氟原子或所述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種，則並無特別限制。再者，所述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的構成芳香環的氫原子的一部分或全部經氟原子或 CF_3 基取代。

【0082】 若所述 Z_2 為通式 (2-1) 或通式 (2-5)，則所獲得的硬化性樹脂組成物的 UV 硬化性特別優異而較佳。

【0083】 若所述 Z_2 為通式 (2-2) 或通式 (2-6)，則與聚矽氧烷樹脂的相容性特別優異而較佳。

【0084】 若所述 Z_2 為通式 (2-3) 或通式 (2-7)，則所獲得的硬化性樹脂組成物的耐熱性特別優異而較佳。

【0085】 若所述 Z_2 為通式 (2-4) 或通式 (2-8)，則所獲得的硬化性樹脂組成物的光吸收損失特別優異而較佳。

【0086】 所述通式(2)中，於 Z_2 為所述通式(2-1)或通式(2-5)的情況下，式中的 R_{2b} 只要為單鍵、氧原子、或亞甲基即可，就降低光吸收損失的觀點而言，若為單鍵或氧原子則特佳。

【0087】 所述通式(2)中，於 Z_2 為所述通式(2-2)的情況下，所述通式(2-2)中的 R_{3b} 只要為氫原子或甲基即可，就降低光吸收損失的觀點而言，若為氫原子則特佳。

【0088】 [(B) (甲基)丙烯酸衍生物的製造方法]

本實施形態的(甲基)丙烯酸衍生物的製造方法並無特別限制，可利用公知慣用的方法來製造。

【0089】 例如，只要進行(甲基)丙烯酸與所對應的含羥基的化合物的脫水縮合反應、或者於鹼性物質的存在下進行(甲基)丙烯酸鹵與所對應的含羥基的化合物的脫鹵化氫反應即可。再者，於製造包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物的情況下，作為所述所對應的含羥基的化合物，只要使用包含氟原子的含羥基的化合物即可。

【0090】 於脫水縮合反應的情況下，可藉由如下方式來獲得：利用公知的方法，於對甲苯磺酸或硫酸等酯化觸媒及對苯二酚、噻吩等聚合抑制劑的存在下，較佳為於溶劑類（例如，甲苯、苯、環己烷、正己烷、正庚烷等）的存在下，以較佳為 $70^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 的溫度進行反應。相對於該含羥基的化合物 1 mol，(甲基)丙烯酸的使用比例為較佳為 1 mol \sim 5 mol、更佳為 1.05 mol \sim 2 mol。相對於使用的(甲基)丙烯酸，酯化觸媒是以較佳為 0.1 mol% \sim 15 mol%、更佳為 1 mol% \sim 6 mol%的濃度存在。

【0091】 另外，於鹼性物質的存在下的脫鹵化氫反應中，例如可藉由使(甲基)丙烯酸醯氯與所對應的含羥基的化合物進行反應來獲得。此時，較佳為預先加入三乙胺、吡啶、氫氧化鉀、氫氧化鈉等鹼性物質。另外，亦較佳為預先加入苄基三丁基氯化銨、四丁基溴化銨、苄基三乙基氯化銨等層間轉移觸媒。可藉由如下方式來獲得(甲基)丙烯酸衍生物：於溶劑類（例如，甲苯、苯、環己烷、正己烷、正庚烷、丙酮、四氫呋喃、二氯苯、環戊基甲基醚等）、或水的存在下，以較佳為 $-10^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 的溫度使(甲基)丙烯酸醯氯與所對應的含羥基的化合物進行反應。

【0092】 < (C) 自由基聚合起始劑 >

於本實施形態中，自由基聚合起始劑只要為藉由加熱或紫外線、可見光線等活性光線的照射而使自由基聚合開始的物質，則並無特別限制，例如可列舉：熱自由基聚合起始劑、光自由基聚合起始劑等。

【0093】 作為光自由基聚合起始劑，例如可列舉：1-羥基環己基苯基酮、2-羥基-2-甲基-1-苯基丙烷-1-酮、1-[4-(2-羥基乙氧基)苯基]-2-羥基-2-甲基-1-丙烷-1-酮、硫雜蒽酮及硫雜蒽酮衍生物、2,2'-二甲氧基-1,2-二苯基乙烷-1-酮、2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基磷氧化物、雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)苯基磷氧化物、2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-嗎啉基-1-丙酮、2-苄基-2-二甲基胺基-1-(4-嗎啉基苯基)-丁烷-1-酮等。

【0094】 該些自由基聚合起始劑的市售品例如可列舉：「豔佳固

(Irgacure)-184」、「豔佳固(Irgacure)-149」、「豔佳固(Irgacure)-261」、「豔佳固(Irgacure)-369」、「豔佳固(Irgacure)-500」、「豔佳固(Irgacure)-651」、「豔佳固(Irgacure)-754」、「豔佳固(Irgacure)-784」、「豔佳固(Irgacure)-819」、「豔佳固(Irgacure)-907」、「豔佳固(Irgacure)-1116」、「豔佳固(Irgacure)-1664」、「豔佳固(Irgacure)-1700」、「豔佳固(Irgacure)-1800」、「豔佳固(Irgacure)-1850」、「豔佳固(Irgacure)-2959」、「豔佳固(Irgacure)-4043」、「豔佳固(Irgacure)-1173」(汽巴精化(Ciba specialty chemicals)公司製造)、「路西林(Lucirin) TPO」(巴斯夫(BASF)公司製造)、「卡亞庫(Kayacure)-DETX」、「卡亞庫(Kayacure)-MBP」、「卡亞庫(Kayacure)-DMBI」、「卡亞庫(Kayacure)-EPA」、「卡亞庫(Kayacure)-OA」(日本化藥股份有限公司製造)、「巴伊庫(Vicure)-10」、「巴伊庫(Vicure)-55」(史托福化學(Stoufa Chemical)公司製造)、「特力高納魯(Trigonal) P1」(阿克蘇(AKZO)公司製造)、「山德萊(Sandoray) 1000」(山德士(Sandoz)公司製造)、「迪普(DEAP)」(厄普約翰(APJOHN)公司製造)、「匡塔庫(Quantacure)-PDO」、「匡塔庫(Quantacure)-ITX」、「匡塔庫(Quantacure)-EPD」(沃德-布蘭金索普(Ward Blenkinsop)公司製造)等。

【0095】 為了顯現出硬化性樹脂組成物的充分的硬化性，相對於硬化性樹脂組成物 100 質量份，所述自由基聚合起始劑較佳為 0.05 質量份～20 質量份的範圍，更佳為 0.1 質量份～10 質量份的範圍。

【0096】 本實施形態的硬化性樹脂組成物中的氟原子的含量較佳為 1 質量%~30 質量%。若硬化性樹脂組成物中的氟原子的含量為 1 質量%以上，則可降低製成硬化物時的折射率。另外，若硬化性樹脂組成物中的氟原子的含量為 30 質量%以下，則可於製成硬化物時密接於基材。本實施形態的硬化性樹脂組成物中的氟原子的含量更佳為 3 質量%~25 質量%，進而佳為 5 質量%~25 質量%，特佳為 7 質量%~25 質量%。

再者，硬化性樹脂組成物中的氟原子的含量可藉由燃燒離子層析分析來測定。

【0097】 <其他成分>

進而，於本實施形態的硬化性樹脂組成物中，視需要亦可以不對本發明的效果造成不良影響的比例進而添加光增感劑、抗氧化劑、界面活性劑、調平劑、光穩定劑、填充劑等所謂的添加劑。就使本發明的效果優異的觀點而言，相對於硬化性樹脂組成物 100 質量份，所述添加劑的合計的含量較佳為 10 質量份以下，更佳為 5 質量份以下，進而佳為 1 質量份以下。

【0098】 (光增感劑)

於藉由光聚合使本實施形態的硬化性樹脂組成物硬化的情況下，可與所述自由基聚合起始劑一併添加各種光增感劑。所述光增感劑例如可列舉：胺類、脲類、含硫化合物、含磷化合物、含氮化合物或者腈類或者其他含氮化合物等，該些可單獨使用亦可併用兩種以上。相對於硬化性樹脂組成物 100 質量份，添加該些光增

感劑時的添加量較佳為 0.01 質量份～10 質量份的範圍。

【0099】（抗氧化劑）

本實施形態的硬化性樹脂組成物亦可出於提高耐熱性的目的而添加抗氧化劑。作為所述抗氧化劑，可列舉受阻酚系化合物、受阻胺系化合物等。相對於硬化性樹脂組成物 100 質量份，添加該些抗氧化劑時的添加量較佳為 0.01 質量份～1 質量份的範圍。

【0100】（界面活性劑）

本實施形態的硬化性樹脂組成物亦可出於提高塗佈性的目的而添加界面活性劑。作為所述界面活性劑，例如可列舉氟系界面活性劑，具體而言可列舉：全氟烷基聚氧乙烯乙醇、氟化烷基酯、全氟烷基胺氧化物、含氟有機矽氧烷系化合物等。相對於硬化性樹脂組成物 100 質量份，添加該些界面活性劑時的添加量較佳為 0.01 質量份～1 質量份的範圍。

【0101】（光穩定劑）

作為所述光穩定劑，只要使用市售的物質即可，例如可列舉：帝奴彬（TINUVIN）（註冊商標）123、帝奴彬（TINUVIN）144、帝奴彬（TINUVIN）152、帝奴彬（TINUVIN）292、帝奴彬（TINUVIN）770[以上，日本巴斯夫（BASF Japan）（股）製造]，艾迪科斯塔波（Adekastab）（註冊商標）LA-52、艾迪科斯塔波（Adekastab）LA-57、艾迪科斯塔波（Adekastab）LA-63P、艾迪科斯塔波（Adekastab）LA-68、艾迪科斯塔波（Adekastab）LA-72、艾迪科斯塔波（Adekastab）LA-77Y、艾迪科斯塔波（Adekastab）LA-77G、艾迪科斯塔波

(Adekastab) LA-81、艾迪科斯塔波 (Adekastab) LA-82、艾迪科斯塔波 (Adekastab) LA-87[以上，艾迪科 (ADEKA) (股) 製造] 等。

【0102】 [硬化性樹脂組成物的製備]

本實施形態的硬化性樹脂組成物的製備方法只要是使各成分充分進行混合的方法，則並無特別限制，一般而言，較佳為利用攪拌葉片進行的攪拌混合。攪拌時間及攪拌速度只要根據所述各成分的調配量適宜決定即可，就可確保充分的混合性的觀點而言，只要攪拌時間為 1 小時～24 小時、攪拌速度為 10 rpm～1,000 rpm 即可。

【0103】 就提高塗佈性、提高透明性的觀點而言，所述硬化性樹脂組成物較佳為使用過濾器來去除異物。另外，較佳為利用真空泵之類的脫泡裝置來去除硬化性樹脂組成物中的氣泡。

【0104】 所述硬化性樹脂組成物較佳為具有操作性優異的黏度，例如較佳為於 25°C 下處於 500 mPa·s～100,000 mPa·s 的範圍內。另外，亦可如後述般進而使用有機溶劑進行稀釋，製備成所期望的黏度。

【0105】 [硬化性樹脂清漆]

出於提高塗佈性的目的，本實施形態的硬化性樹脂組成物亦可使用有機溶劑進行稀釋，製成硬化性樹脂清漆。作為所述有機溶劑，只要是可溶解所述硬化性樹脂組成物的物質，則並無特別限制，可列舉：芳香族烴類、醚類、醇類、酮類、酯類、醯胺類。具

體而言，可列舉：甲苯、二甲苯、二乙基醚、二丁基醚、四氫呋喃、1,4-二噁烷、甲醇、乙醇、乙二醇、丙二醇、丙酮、甲基乙基酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、 γ -丁內酯、碳酸仲乙酯、碳酸仲丙酯、乙二醇單甲醚、乙二醇單乙醚、乙二醇單丁醚、乙二醇二甲醚、N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N-甲基吡咯啉酮等。該些可使用一種，亦可併用兩種以上來使用。

【0106】〔硬化物〕

本實施形態的硬化物是將所述本實施形態的硬化性樹脂組成物硬化而成。本實施形態的硬化物根據目的可藉由將所述自由基聚合起始劑等各成分均勻地混合而獲得，可利用與先前已知的方法相同的方法來形成硬化物。

【0107】 本實施形態的硬化物的折射率較佳為 1.56 以下，更佳為 1.52 以下，進而佳為 1.48 以下。若本實施形態的硬化物的折射率為 1.56 以下，則可減小與二氧化矽的折射率差，因此可將本實施形態的硬化物適宜地用於光通訊用途等光學用途。折射率的下限並無特別限定，例如為 1.36，亦可為 1.46。

再者，於本說明書中，所謂「折射率」，是指 25°C、鈉 D 射線（589 nm）下的折射率，可使用折射率計（例如，愛拓（ATAGO）股份有限公司製造；阿貝（Abbe）折射率計）來測定。

【0108】 本實施形態的硬化物的 850 nm 下的光吸收損失若為 0.2 dB/cm 以下則較佳，更佳為 0.1 dB/cm 以下。另外，1310 nm 下的光吸收損失若為 0.4 dB/cm 以下則較佳，若為 0.2 dB/cm 以下則更

佳。1550 nm 下的光吸收損失若為 0.6 dB/cm 以下則較佳，若為 0.4 dB/cm 以下則更佳。若本實施形態的硬化物的各波長下的光吸收損失為所述範圍內，則於光通訊中所使用的近紅外線區域中吸收小。

再者，光吸收損失可藉由下述程序來測定。

使用紫外可見近紅外分光光度計（例如，日本分光股份有限公司製造，V-670），對試驗片的 400 nm～2000 nm 的波長區域中的吸光度進行測定。再者，試驗片是利用後述的實施例中記載的方法來製成。由於 800 nm 下的光透過率的減少量與反射光強度一致，因此以 800 nm 下的吸光度成為零的方式對基線進行修正，算出沒有反射影響的吸光度。根據下述式子來算出 850 nm、1310 nm、1550 nm 下的光吸收損失，藉此測定各波長下的光吸收損失。

$$\text{光吸收損失 (dB/cm)} = \text{吸光度} \times 2 \times 10$$

【0109】 本實施形態的硬化物的 5%重量減少溫度（Td5）較佳為 300°C 以上，更佳為 350°C 以上。若本實施形態的硬化物的 Td5 為 300°C 以上，則耐熱性優異，因此可耐受回流焊接步驟。Td5 的上限並無特別限定。

5%重量減少溫度（Td5）是藉由如下方式來求出：使用熱重-示差熱分析（Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis，TG-DTA）裝置（例如，理學（Rigaku）股份有限公司製造；TG-8120），

於 20 mL/min 的氮氣流下以 20°C/min 的升溫速度進行測定。

【0110】〔用途〕

將本實施形態的硬化性樹脂組成物硬化而成的硬化物由於耐熱性優異、光吸收損失低、進而折射率亦低，因此可適宜地用於光電混載基板中所使用的構件、光波導、直角光路轉換器、光插頭、微透鏡、光斑尺寸轉換器、光混排片、光轉換器、光接著劑、透明密封劑等中。該些中，可特別適宜地用於光波導。

【0111】（光波導）

本實施形態的光波導包括所述本實施形態的硬化物。本實施形態的光波導除了包括本實施形態的硬化物以外，亦可包括基材、罩、遮罩等。

【0112】 本實施形態的光波導可使用本實施形態的硬化性樹脂組成物來形成。於使用本實施形態的硬化性樹脂組成物形成光波導的情況下，該方法可使用公知慣用的方法。通常，可於基材上形成硬化性樹脂層，其後實施曝光及顯影處理，藉此形成光波導。

【0113】 作為所述基材，並無特別限制，可列舉：矽晶圓、玻璃晶圓、石英晶圓、塑膠製電路基板、陶瓷製電路基板等。

【0114】 作為硬化性樹脂層的形成方法，可藉由利用旋塗法、浸漬塗佈法、噴霧法、棒塗法、輥塗法、簾幕塗佈法、凹版塗佈法、網版塗佈法、噴墨塗佈法等方法於基材上進行塗佈來形成。塗佈量只要根據目的來適宜選擇即可。再者，於使用所述硬化性樹脂清漆的情況下，亦可視需要於形成硬化性樹脂層後進行乾燥處理。

【0115】 於藉由曝光使所述硬化性樹脂層硬化時，曝光量較佳為 $0.01 \text{ J/cm}^2 \sim 10 \text{ J/cm}^2$ 。若曝光量為所述範圍內，則硬化可充分地進行，可形成纖細的圖案。此時，較佳為利用波長 $240 \text{ nm} \sim 500 \text{ nm}$ 的光進行曝光。作為所述波長 $240 \text{ nm} \sim 500 \text{ nm}$ 的光，可列舉由放射線產生裝置產生的各種波長的光、例如 g 射線、i 射線等紫外線、遠紫外線（ 248 nm ）等。

【0116】 於曝光處理後，使用顯影液進行顯影。所述顯影液為有機溶劑系顯影液或鹼性顯影液，亦可併用該些。

【0117】 作為所述有機溶劑系顯影液，例如可列舉：異丙醇、丙二醇單甲醚、丙二醇單甲醚乙酸酯等。

【0118】 作為所述鹼性顯影液，例如可使用鹼金屬氫氧化物、鹼金屬碳酸鹽、鹼金屬焦磷酸鹽、鈉鹽、銨鹽、有機鹽等作為鹼。

[實施例]

【0119】 進而具體說明以下的本發明的實施例，但本發明並不限定於該些實施例。

【0120】 [評價方法]

<光吸收損失的評價>

向設置於玻璃板上的氟橡膠製 O 形環中流入硬化性樹脂組成物，以不夾入氣泡的方式自上用玻璃板夾住。於氮氣環境下利用高壓水銀燈照射累計光 3000 mJ/cm^2 ，製成硬化物。將所述硬化物自玻璃板與 O 形環剝離，獲得直徑 20 mm 、厚度 5 mm 的試驗片。

使用紫外可見近紅外分光光度計（日本分光股份有限公司製

造，V-670)，對所述試驗片的 400 nm～2000 nm 的波長區域中的吸光度進行測定。由於 800 nm 下的光透過率的減少量與反射光強度一致，因此以 800 nm 下的吸光度成為零的方式對基線進行修正，算出沒有反射影響的吸光度。根據下述式子來算出 850 nm、1310 nm 及 1550 nm 下的光吸收損失。

$$\text{光吸收損失 (dB/cm)} = \text{吸光度} \times 2 \times 10$$

【0121】 < 折射率的評價 >

對於利用與所述 < 光吸收損失的評價 > 相同的方法製成的試驗片，使用愛拓 (ATAGO) 股份有限公司製造的阿貝折射率計，測定鈉 D 射線 (589 nm) 下的折射率。

< 耐熱性的評價 >

使用 TG-DTA 裝置 (理學 (Rigaku) 股份有限公司製造，TG-8120)，於 20 mL/min 的氮氣流下以 20°C/min 的升溫速度進行測定，測定 5% 重量減少溫度 (Td5)。

【0122】 < 重量平均分子量的評價 >

使用以下測定裝置、測定條件進行測定，並測定重量平均分子量。

測定裝置：東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「HLC-8320 GPC」

管柱：東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的保護管柱「HXL-L」

+ 東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「TSK-GEL G2000HXL」+ 東

曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「TSK-GEL G2000HXL」+東曹
(Tosoh) 股份有限公司製造的「TSK-GEL G3000HXL」+東曹
(Tosoh) 股份有限公司製造的「TSK-GEL G4000HXL」

檢測器：RI (示差折射計)

資料處理：東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「GPC 工作站
(GPC WorkStation) EcoSEC-工作站 (WorkStation)」

測定條件：管柱溫度 40°C

展開溶媒 四氫呋喃

流速 1.0 mL/分鐘

標準：依據所述「GPC 工作站 (GPC WorkStation) EcoSEC-
工作站 (WorkStation)」的測定手冊，使用分子量已知的下述單分
散聚苯乙烯。

(使用的聚苯乙烯)

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「A-500」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「A-1000」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「A-2500」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「A-5000」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-1」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-2」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-4」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-10」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-20」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-40」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-80」

東曹 (Tosoh) 股份有限公司製造的「F-128」

【0123】 (製造例 1)

於安裝有溫度計、冷卻管、攪拌機的 2 L 燒瓶中，裝入二苯基矽烷二醇 216.3 g (1 mol)、3-(甲基丙烯醯基氧基)丙基三甲氧基矽烷 124.2 g (0.5 mol)、3,3,3-三氟丙基三甲氧基矽烷 109.1 g (0.5 mol)、甲苯 283.0 g，一邊進行攪拌一邊加熱至 50°C。其後，添加 0.38 g 的氫氧化鋇一水合物，於 50°C 下反應 20 小時。反應結束後，將所獲得的反應混合物冷卻至室溫，使用孔徑 0.2 μm 的膜濾器進行過濾。使用旋轉蒸發器，於減壓下去除甲苯與作為副生成物的甲醇。獲得具有甲基丙烯醯基的重量平均分子量為 2900 的聚矽氧烷 (A1)。

【0124】 (製造例 2)

將製造例 1 的 3-(甲基丙烯醯基氧基)丙基三甲氧基矽烷 124.2 g (0.5 mol) 變更為 235.9 g (0.95 mol)，將 3,3,3-三氟丙基三甲氧基矽烷 109.1 g (0.5 mol) 變更為 10.9 g (0.05 mol)，除此以外，利用與製造例 1 相同的方法實施合成，獲得具有甲基丙烯醯基的重量平均分子量為 2700 的聚矽氧烷 (A2)。

【0125】 (製造例 3)

將製造例 1 的二苯基矽烷二醇 216.3 g (1 mol) 變更為二甲基羥基矽烷 92.2 g (0.5 mol)，將 3-(甲基丙烯醯基氧基)丙基三甲

氧基矽烷 124.2 g (0.5 mol) 變更為 12.4 g (0.05 mol)，將 3,3,3-三氟丙基三甲氧基矽烷 109.1 g (0.5 mol) 變更為 207.3 g (0.95 mol)，除此以外，利用與製造例 1 相同的方法實施合成，獲得具有甲基丙烯醯基的重量平均分子量為 3000 的聚矽氧烷 (A3)。

【0126】 (製造例 4)

將製造例 1 的 3-(甲基丙烯醯基氧基)丙基三甲氧基矽烷 124.2 g (0.5 mol) 變更為 3-(丙烯醯基氧基)丙基三甲氧基矽烷 117.2 g (0.5 mol)，除此以外，利用與製造例 1 相同的方法實施合成，獲得具有丙烯醯基的重量平均分子量為 2800 的聚矽氧烷 (A4)。

【0127】 (製造例 5)

將製造例 1 的 3-(甲基丙烯醯基氧基)丙基三甲氧基矽烷 124.2 g (0.5 mol) 變更為對苯乙烯基三甲氧基矽烷 112.2 g (0.5 mol)，除此以外，利用與製造例 1 相同的方法實施合成，獲得具有苯乙烯基的重量平均分子量為 2800 的聚矽氧烷 (A5)。

【0128】 (製造例 6)

將製造例 1 的二苯基矽烷二醇 216.3 g (1 mol) 變更為 194.7 g (0.9 mol)，除此以外，利用與製造例 1 相同的方法實施合成，獲得具有甲基丙烯醯基的重量平均分子量為 2600 的聚矽氧烷 (A6)。

【0129】 (製造例 7)

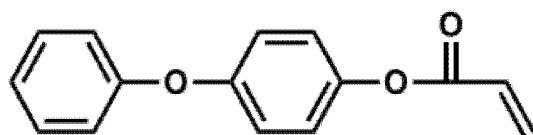
將製造例 1 的二苯基矽烷二醇 216.3 g (1 mol) 變更為 324.5 g (1.5 mol)，除此以外，利用與製造例 1 相同的方法實施合成，

獲得具有甲基丙烯醯基的重量平均分子量為 3600 的聚矽氧烷 (A7)。

【0130】 (製造例 8)

於安裝有溫度計、冷卻管、攪拌機的 200 mL 燒瓶中，裝入 4-苯氧基苯酚 24.06 g、二氯甲烷 96.23 g、三乙胺 15.69 g，一邊進行攪拌一邊利用冰浴冷卻至 0°C。其後，歷時 5 小時滴加丙烯醯氯 14.03 g。其後，恢復至室溫 25°C，進而反應 5 小時。其後，停止攪拌，利用純水對反應液進行 10 次清洗。其後，利用蒸發器自反應液減壓蒸餾二氯甲烷，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-1)。

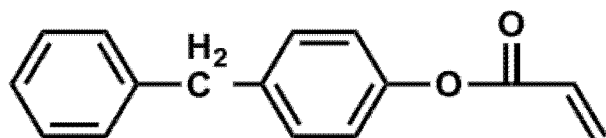
【0131】 [化 13]



【0132】 (製造例 9)

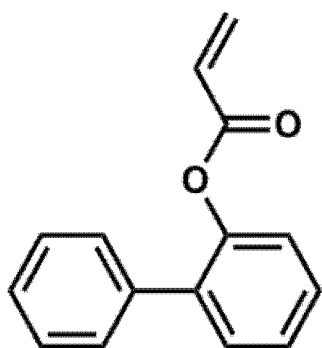
將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 4-苄基苯酚 23.80 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-2)。

【0133】 [化 14]

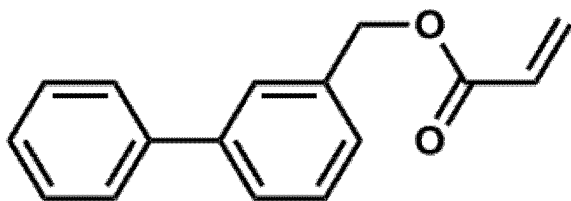


【0134】（製造例 10）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為鄰苯基苯酚 21.99 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-1-3）。

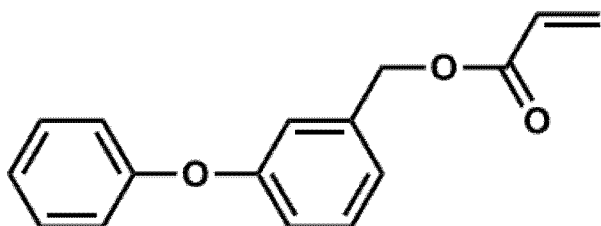
【0135】 [化 15]**【0136】**（製造例 11）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為[1,1'-聯苯基]-3-甲醇 23.80 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-1-4）。

【0137】 [化 16]**【0138】**（製造例 12）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 3-苯氧基苄基醇 25.87 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-5)。

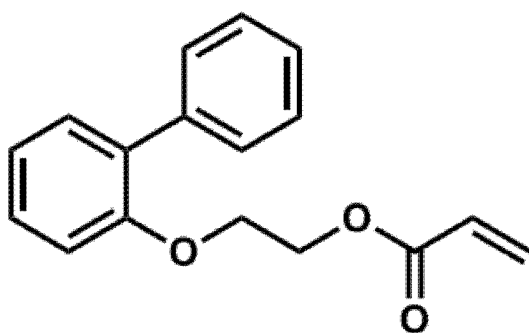
【0139】 [化 17]



【0140】 (製造例 13)

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為鄰苯基苯氧基乙醇 27.68 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-6)。

【0141】 [化 18]

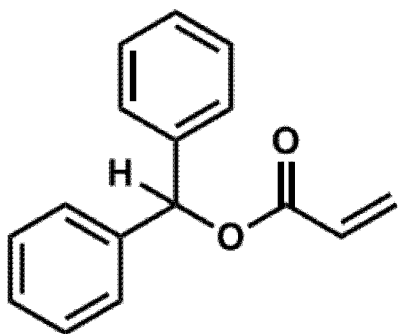


【0142】 (製造例 14)

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為二苯基甲醇

23.81 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-7)。

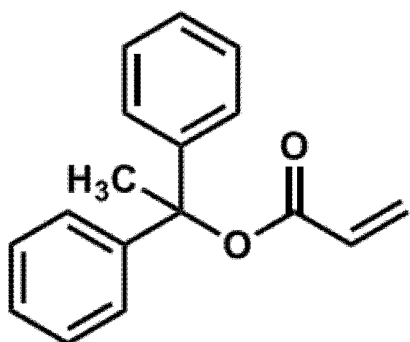
【0143】 [化 19]



【0144】 (製造例 15)

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 1,1-二苯基乙醇 25.62 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-8)。

【0145】 [化 20]

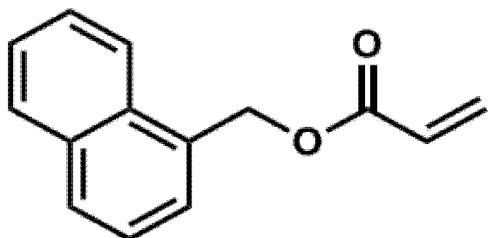


【0146】 (製造例 16)

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 1-萘甲醇 20.44

g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-1-9）。

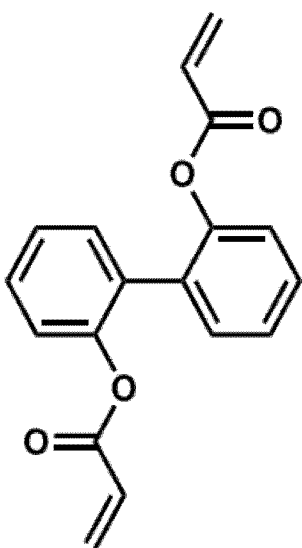
【0147】 [化 21]



【0148】（製造例 17）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 2,2'-聯苯酚 12.03 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-1-10）。

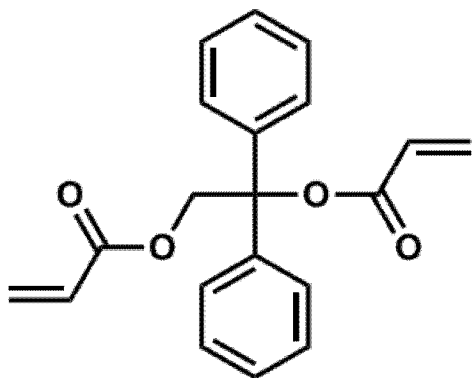
【0149】 [化 22]



【0150】（製造例 18）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 1,1-二苯基-1,2-乙二醇 13.84 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-11)。

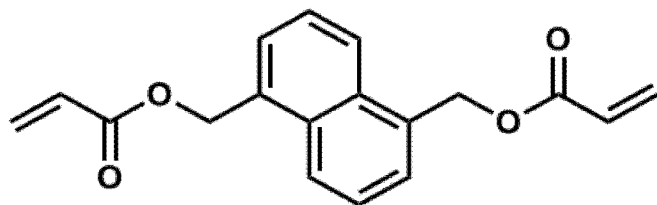
【0151】 [化 23]



【0152】 (製造例 19)

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 1,5-萘二甲醇 12.16 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-1-12)。

【0153】 [化 24]

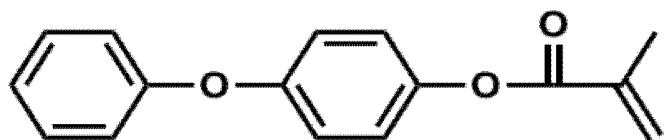


【0154】 (製造例 20)

將製造例 8 中的丙烯醯氯 14.03 g 變更為甲基丙烯醯氯 16.20

g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-1-13）。

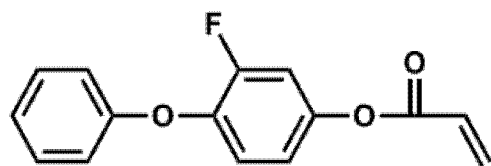
【0155】 [化 25]



【0156】（製造例 21）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 3-氟-4-苯氧基苯酚 26.38 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-1）。

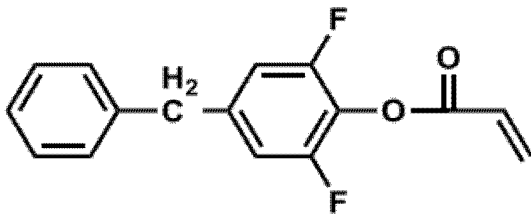
【0157】 [化 26]



【0158】（製造例 22）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 2,6-二氟-4-(苯基甲基)苯酚 28.45 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-2）。

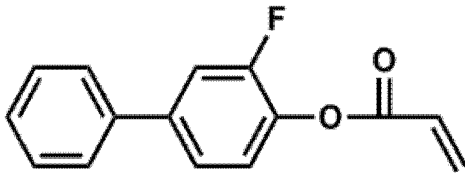
【0159】 [化 27]



【0160】（製造例 23）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 3-氟[1,1'-聯苯基]-4-醇 24.32 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-3）。

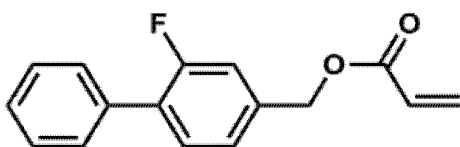
【0161】 [化 28]



【0162】（製造例 24）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 2-氟[1,1'-聯苯基]-4-甲醇 26.13 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-4）。

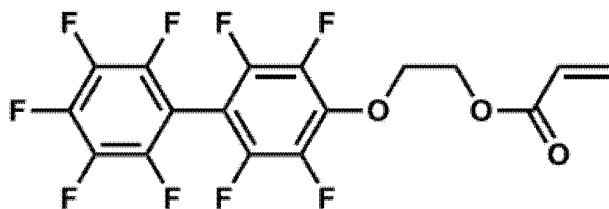
【0163】 [化 29]



【0164】 (製造例 25)

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 2-[(2,2',3,3',4',5,5',6,6'-九氟[1,1'-聯苯]-4-基)氧基]乙醇 48.60 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-2-5)。

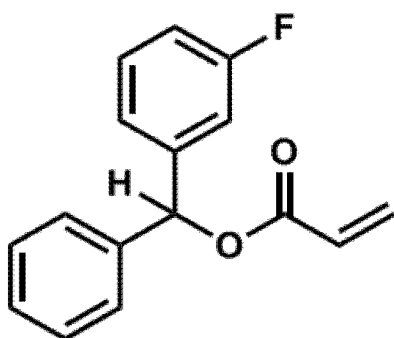
【0165】 [化 30]



【0166】 (製造例 26)

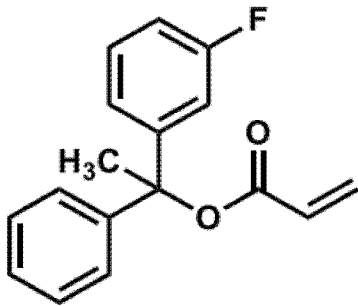
將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 3-氟- α -苯基苯甲醇 26.13 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物 (B-2-6)。

【0167】 [化 31]

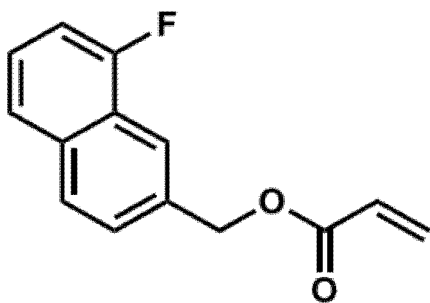


【0168】（製造例 27）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 3-氟- α -甲基- α -苯基苯甲醇 27.94 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-7）。

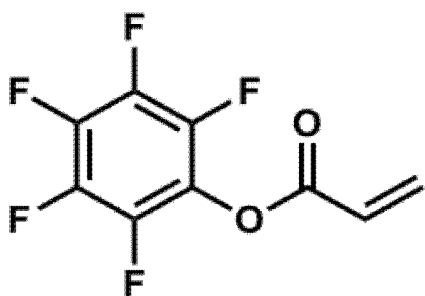
【0169】 [化 32]**【0170】**（製造例 28）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 8-氟-2-萘甲醇 22.77 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-8）。

【0171】 [化 33]

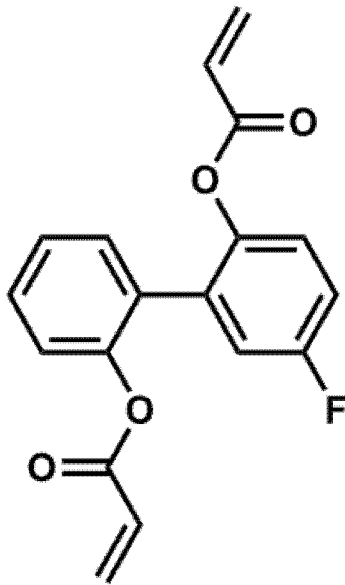
【0172】（製造例 29）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為五氟苯酚 23.78 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-9）。

【0173】 [化 34]**【0174】**（製造例 30）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 5-氟[1,1'-聯苯基]-2,2'-二醇 13.19 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-10）。

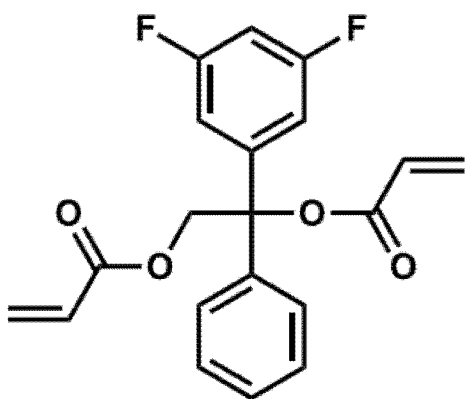
【0175】 [化 35]



【0176】（製造例 31）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 1,2-乙二醇,1-(3,5-二氟苯基)-1-苯基 16.17 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-11）。

【0177】 [化 36]

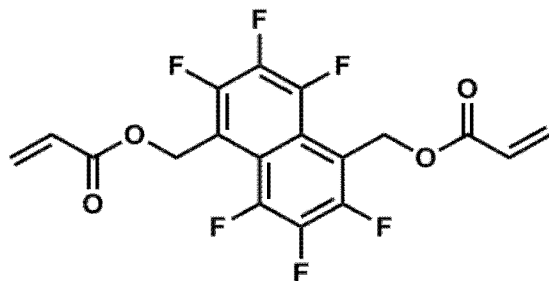


【0178】（製造例 32）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 1,3,4,5,7,8-六氟-2,6-萘二甲醇 19.13 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法

實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-12）。

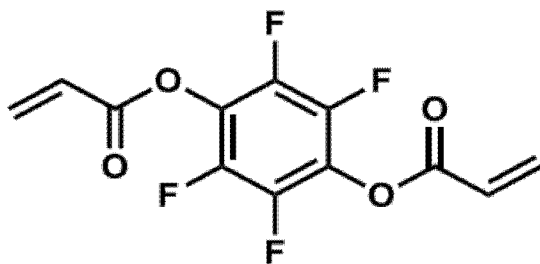
【0179】 [化 37]



【0180】（製造例 33）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為四氟對苯二酚 23.53 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-13）。

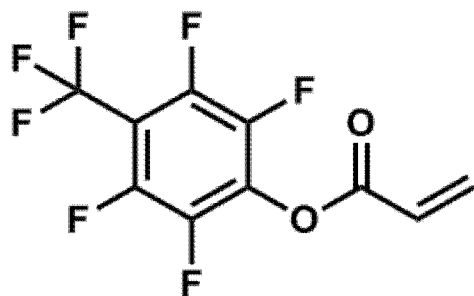
【0181】 [化 38]



【0182】（製造例 34）

將製造例 8 中的 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 2,3,5,6-四氟-4-(三氟甲基)苯酚 30.24 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的丙烯酸衍生物（B-2-14）。

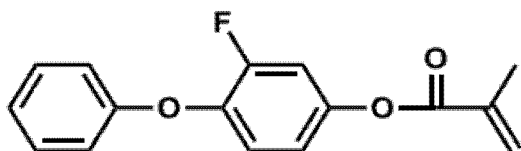
【0183】 [化 39]



【0184】 (製造例 35)

將製造例 8 中的丙烯醯氯 14.03 g 變更為甲基丙烯醯氯 16.20 g，進而將 4-苯氧基苯酚 24.06 g 變更為 3-氟-4-苯氧基苯酚 26.38 g，除此以外，利用與製造例 8 相同的方法實施合成，獲得下述結構式的甲基丙烯酸衍生物 (B-2-15)。

【0185】 [化 40]



【0186】 (比較製造例 1)

將製造例 1 的 3,3,3-三氟丙基三甲氧基矽烷 109.1 g (0.5 mol) 變更為苯基三甲氧基矽烷 99.1 g (0.5 mol)，除此以外，利用與製造例 1 相同的方法實施合成，獲得具有甲基丙烯醯基的重量平均分子量為 2800 的不含氟原子的聚矽氧烷 (比較 (A) 成分, A8)。

【0187】 使用作為聚矽氧烷樹脂的所述聚矽氧烷 (A1) ~ 聚矽氧

烷 (A8)、作為不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物的所述丙烯酸衍生物 (B-1-1) ~ 丙烯酸衍生物 (B-1-13)、作為包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物的所述丙烯酸衍生物 (B-2-1) ~ 丙烯酸衍生物 (B-2-15) 及丙烯酸 2,2,2-三氟乙酯、作為自由基聚合起始劑的 2-羥基-2-甲基-1-苯基丙烷-1-酮 (2-hydroxy-2-methyl-1-phenylpropane-1-one, HMPP), 依照下述表 1 ~ 表 4 的配方, 製備硬化性樹脂組成物並進行評價。

再者, 於比較例 4 中, 使用丙烯酸苄基酯 (比較 (B) 成分) 代替所述製造例中所獲得的 (B) 成分 ((甲基)丙烯酸衍生物)。

【0188】 [表 1]

		比較例				實施例							
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	
樹脂組成物 (質量份)	(A) 成分	(A1)	100			50	80	50	50				
		(A2)							50				
		(A3)									70		
		(A4)										50	
		(A5)											50
		(A6)											
		(A7)											
	比較(A)成分	(A8)		50	80								
	(B) 成分	丙烯酸 2,2,2-三氟乙酯			20		20		20	20	10	20	20
		(B-1-1)		50				50					
		(B-1-2)											
		(B-1-3)											
		(B-1-4)											
		(B-1-5)											
		(B-1-6)											
(B-1-7)													
(B-1-8)													
(B-1-9)													
比較(B)成分	(B-1-10)							30	30	20	30	30	
(C) 成分	丙烯酸苄基酯				50								
	HMPP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
(A) 成分中的氟原子含量 (質量%)		7.9	0	0	7.9	7.9	7.9	7.9	0.8	24.1	8.0	8.1	
硬化物特性	光吸收損失 (dB/cm)	850 nm	0.10	0.10	0.09	0.21	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.10
		1310 nm	0.22	0.20	0.19	0.72	0.19	0.15	0.17	0.19	0.16	0.15	0.15
		1550 nm	0.48	0.38	0.38	0.94	0.35	0.38	0.39	0.40	0.37	0.37	0.35
	折射率		1.538	1.578	1.541	1.563	1.507	1.559	1.507	1.537	1.439	1.507	1.534
	5%重量減少溫度 (°C)		280	350	250	325	355	360	360	360	350	360	430

【0189】 [表 2]

		實施例											
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
樹脂組成物 (質量份)	(A) 成分	(A1)			50	50	50	50	50	50	50	50	50
		(A2)											
		(A3)											
		(A4)											
		(A5)											
		(A6)	50										
		(A7)		50									
	比較(A) 成分	(A8)											
	(B) 成分	丙烯酸 2,2,2-三氟乙酯	20	20									
		(B-1-1)											
		(B-1-2)			50								
		(B-1-3)				50							
		(B-1-4)					50						
		(B-1-5)						50					
		(B-1-6)							50				
		(B-1-7)								50			
		(B-1-8)									50		
		(B-1-9)										50	
	(B-1-10)	30	30									50	
	比較(B) 成分	丙烯酸苄基酯											
(C) 成分	HMPP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
(A) 成分中的氟原子含量 (質量%)		8.3	6.2	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	
硬化物特性	光吸收損失 (dB/cm)	850 nm	0.10	0.09	0.10	0.09	0.08	0.07	0.10	0.09	0.10	0.05	0.10
		1310 nm	0.18	0.16	0.22	0.20	0.19	0.20	0.31	0.19	0.22	0.20	0.20
		1550 nm	0.40	0.37	0.47	0.37	0.38	0.36	0.58	0.38	0.52	0.37	0.38
	折射率		1.519	1.524	1.553	1.557	1.555	1.552	1.550	1.557	1.556	1.559	1.559
	5%重量減少溫度 (°C)		350	380	360	355	350	365	350	350	355	370	380

【0190】 [表 3]

		實施例												
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
樹脂組成物 (質量份)	(A) 成分	(A1)	50	50	50	50	50	50	50	50	70	50	50	50
		(A2)												
		(A3)												
		(A4)												
		(A5)												
		(A6)												
		(A7)												
	比較(A)成分	(A8)												
	(B) 成分	(B-1-10)					25							
		(B-1-11)	50											
		(B-1-12)		50										
		(B-1-13)			50									
		(B-2-1)				50	25							
		(B-2-2)						50						
		(B-2-3)							50					
		(B-2-4)								50				
		(B-2-5)									30			
		(B-2-6)										50		
		(B-2-7)											50	
		(B-2-8)												50
(B-2-9)														
(B-2-10)														
(B-2-11)														
(B-2-12)														
(B-2-13)														
(B-2-14)														
(B-2-15)														
(C) 成分	HMPP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
(A) 成分中的氟原子含量 (質量%)		7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	
硬化物特 性	光吸收損失 (dB/cm)	850 nm	0.10	0.09	0.08	0.08	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07	0.09	0.10	0.10
		1310 nm	0.20	0.20	0.19	0.14	0.18	0.20	0.21	0.23	0.19	0.19	0.29	0.21
		1550 nm	0.36	0.37	0.38	0.37	0.38	0.42	0.36	0.38	0.31	0.36	0.48	0.48
	折射率		1.554	1.558	1.553	1.534	1.547	1.513	1.532	1.534	1.478	1.534	1.536	1.530
	5%重量減少溫度 (°C)		357	385	340	360	375	355	355	350	350	350	350	355

【0191】 [表 4]

		實施例												
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
樹脂組成物 (質量份)	(A) 成分	(A1)	70	50	50	70	70	70	50	99.5	99	70	10	5
		(A2)												
		(A3)												
		(A4)												
		(A5)												
		(A6)												
		(A7)												
	比較(A)成分	(A8)												
	(B) 成分	(B-1-10)												
		(B-1-11)												
		(B-1-12)												
		(B-1-13)												
		(B-2-1)												
		(B-2-2)												
		(B-2-3)												
		(B-2-4)												
		(B-2-5)												
		(B-2-6)												
		(B-2-7)												
		(B-2-8)												
(B-2-9)		30												
(B-2-10)			50											
(B-2-11)				50										
(B-2-12)				30										
(B-2-13)					30									
(B-2-14)						30								
(B-2-15)							30							
(C) 成分	HMPP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
(A) 成分中的氟原子含量 (質量%)		7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	
硬化物特 性	光吸收損失 (dB/cm)	850 nm	0.05	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.08	0.10	0.09	0.08	0.09	0.10
		1310 nm	0.18	0.20	0.20	0.19	0.18	0.19	0.22	0.22	0.22	0.20	0.22	0.23
		1550 nm	0.34	0.37	0.35	0.33	0.34	0.31	0.42	0.47	0.47	0.40	0.41	0.41
	折射率		1.469	1.534	1.519	1.489	1.484	1.460	1.534	1.538	1.538	1.536	1.531	1.531
	5%重量減少溫度 (°C)		370	380	357	385	380	380	340	300	310	345	325	320

【0192】 根據所述表 1～表 4，關於實施例 1～實施例 42 的硬化性樹脂組成物，於製成硬化物時，5%重量減少溫度高，因此耐熱性優異，且光吸收損失小，進而折射率低。

另一方面，比較例 1 由於不含(甲基)丙烯酸衍生物，因此 5%重量減少溫度低。另外，比較例 2 由於聚矽氧烷樹脂不含氟原子，因此折射率高。另外，比較例 3 為聚矽氧烷樹脂不含氟原子的例子，5%重量減少溫度低。另外，比較例 4 由於使用丙烯酸苄基酯代替 (B) 成分 ((甲基)丙烯酸衍生物)，因此光吸收損失大。

【符號說明】

【0193】

無

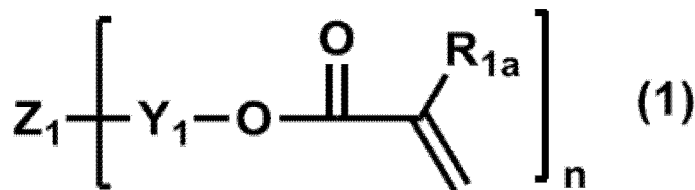
【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種硬化性樹脂組成物，含有下述成分（A）～成分（C）；

（A）具有選自由(甲基)丙烯酸基及苯乙烯基所組成的群組中的一種以上的反應性基、與包含氟原子的有機基的聚矽氧烷樹脂

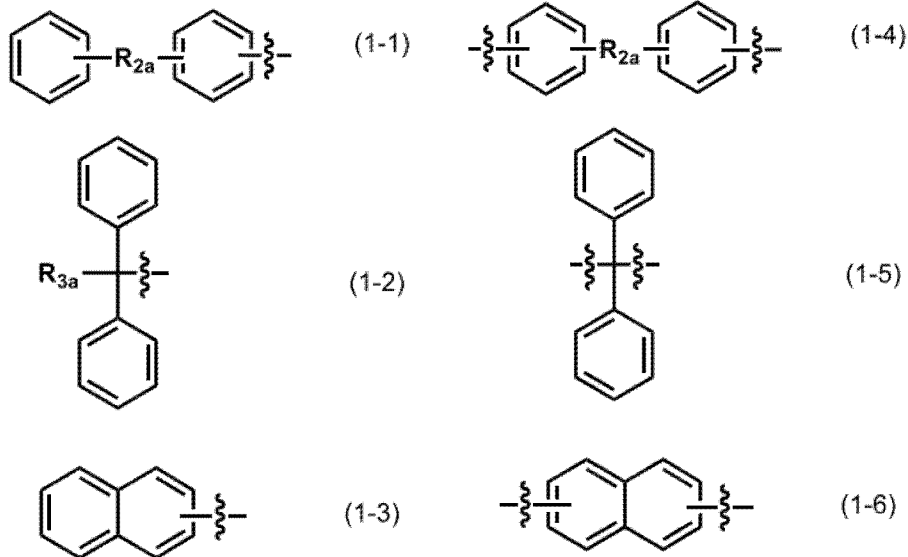
（B）具有下述通式（1）所表示的結構的不含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物（B-1）、及/或具有下述通式（2）所表示的結構的包含氟原子的(甲基)丙烯酸衍生物（B-2）

[化 1]



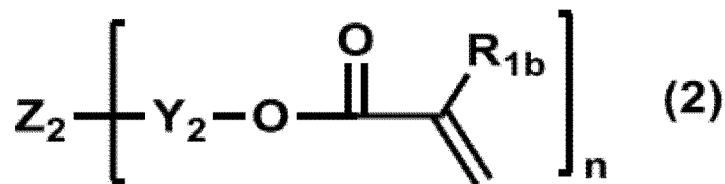
（所述通式（1）中， R_{1a} 為氫原子或甲基， Y_1 為單鍵、亞甲基或氧伸乙基中的任一種， Z_1 為下述通式（1-1）～通式（1-6）中的任一種， n 表示 1 或 2；再者，於 n 為 2 的情況下，多個 R_{1a} 及 Y_1 可相同亦可不同）

[化 2]



(所述通式(1-1)及通式(1-4)中， R_{2a} 為單鍵、氧原子或亞甲基，所述通式(1-2)中， R_{3a} 表示氫原子或甲基)

[化 3]

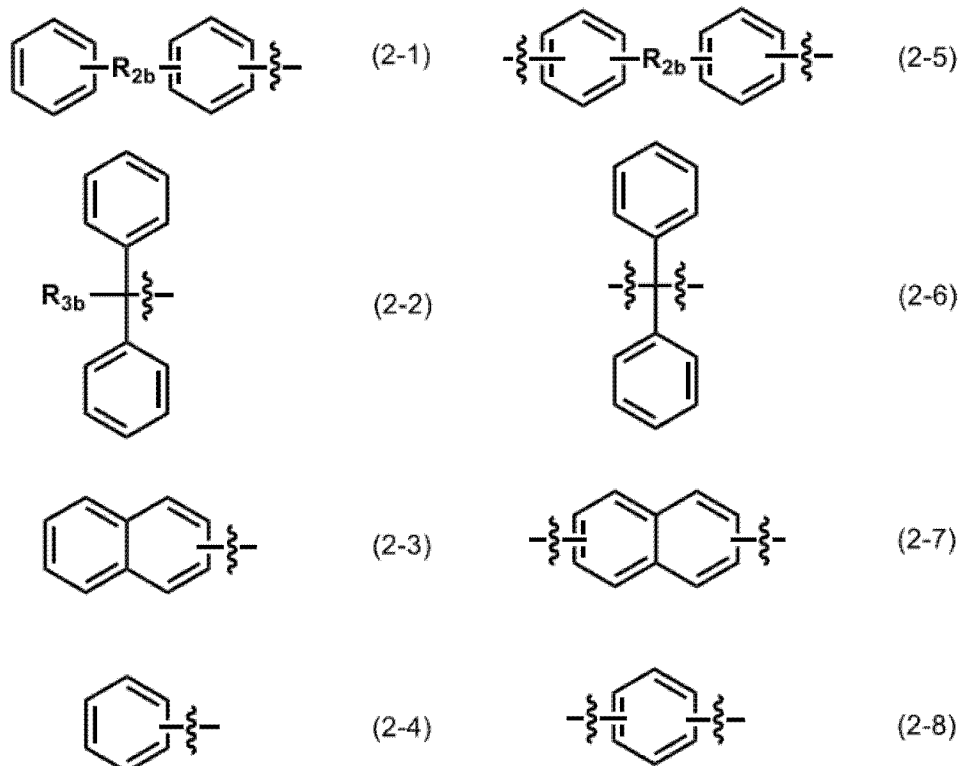


(所述通式(2)中， R_{1b} 為氫原子或甲基， Y_2 為單鍵、碳數1~9的伸烷基或包含氟原子的碳數1~9的伸烷基， Z_2 為單鍵、氫原子、氟原子或下述通式(2-1)~通式(2-8)中的任一種， n 表示1或2；

其中，所述通式(2)中，於 Y_2 為單鍵或碳數1~9的伸烷基時， Z_2 為氟原子或下述通式(2-1)~通式(2-8)中的任一種，於 Y_2 為包含氟原子的碳數1~9的伸烷基時， Z_2 為單鍵、氫原子、氟

原子或下述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的任一種；於 n 為 2 的情況下，多個 R_{1b} 及 Y₂ 可相同亦可不同)

[化 4]



(所述通式 (2-1) 及通式 (2-5) 中，R_{2b} 為單鍵、氧原子或亞甲基，所述通式 (2-2) 中，R_{3b} 為氫原子或甲基；另外，所述通式 (2-1) ~ 通式 (2-8) 中的構成芳香環的氫原子的至少一個經氟原子或 CF₃ 基取代)

(C) 自由基聚合起始劑。

【請求項2】 如請求項 1 所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分 (A) 與所述成分 (B) 的質量比為 99 : 1 ~ 10 : 90。

【請求項3】 如請求項 1 或 2 所述的硬化性樹脂組成物，其中所

述通式 (1) 中的 R_{1a} 為氫原子， Y_1 為單鍵或亞甲基。

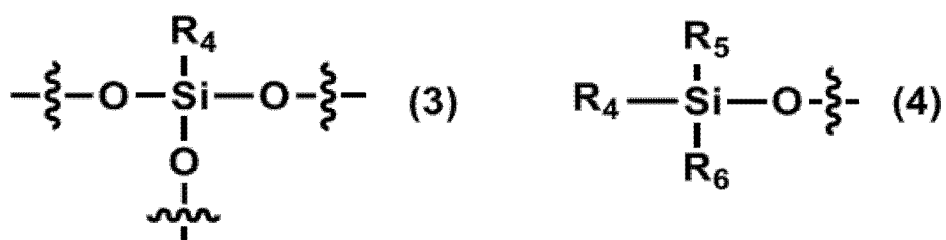
【請求項4】 如請求項 1 或 2 所述的硬化性樹脂組成物，其中所述通式 (1-1) 及通式 (1-4) 中的 R_{2a} 、以及所述通式 (2-1) 及通式 (2-5) 中的 R_{2b} 為單鍵或氧原子。

【請求項5】 如請求項 1 或 2 所述的硬化性樹脂組成物，其中所述通式 (1-2) 中的 R_{3a} 、及所述通式 (2-2) 中的 R_{3b} 為氫原子。

【請求項6】 如請求項 1 或 2 所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分 (A) 中的氟原子的含量為 1 質量%~24 質量%。

【請求項7】 如請求項 1 或 2 所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分 (A) 包含下述通式 (3) 及通式 (4) 所表示的結構中的至少一者；

[化 5]

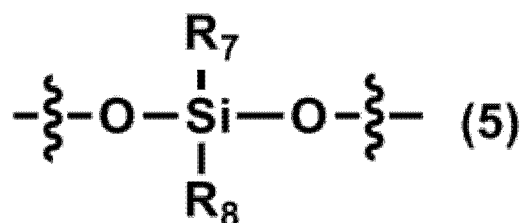


(所述通式 (3) 及通式 (4) 中， R_4 為氟原子、或包含一個以上的氟原子的碳數 1~20 的有機基，所述通式 (4) 中， R_5 及 R_6 分別獨立地表示甲基或苯基)。

【請求項8】 如請求項 7 所述的硬化性樹脂組成物，其中所述成分 (A) 更包含下述通式 (5) 所表示的結構，

所述通式(3)及通式(4)所表示的結構與所述通式(5)所表示的結構的莫耳比為 1:1~1:1.4;

[化 6]



(所述通式(5)中，R₇及 R₈分別獨立地表示甲基或苯基)。

【請求項9】 一種硬化物，將如請求項 1 或 2 所述的硬化性樹脂組成物硬化而成。

【請求項10】 一種光波導，包括如請求項 9 所述的硬化物。