



(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 202432670 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 16 日

(21) 申請案號：113102056

(22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 18 日

(51) Int. Cl. :

*C08G73/10 (2006.01)**G03F7/004 (2006.01)**G03F7/027 (2006.01)**G03F7/031 (2006.01)**G03F7/037 (2006.01)**G03F7/038 (2006.01)**G03F7/075 (2006.01)**H01L21/027 (2006.01)**H01L23/532 (2006.01)*

(30) 優先權：2023/01/19 日本

2023-006401

(71) 申請人：日商力森諾科股份有限公司 (日本) RESONAC CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：河內史彥 KAWAUCHI, FUMIHIKO (JP)；費爾南德斯 吉列爾莫 FERNANDEZ, GUILLERMO (ES)；牧野龍也 MAKINO, TATSUYA (JP)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：0 共 34 頁

(54) 名稱

感光性樹脂組成物、固化物及半導體元件

(57) 摘要

本揭示之感光性樹脂組成物含有順丁烯二醯亞胺化合物、交聯劑及光聚合起始劑，順丁烯二醯亞胺化合物為四羧酸二酐 (a1)、二胺 (a2)、三胺 (a3) 及順丁烯二酸酐 (a4) 的反應物，二胺 (a2) 包含二聚體二胺。



【發明摘要】

【中文發明名稱】 感光性樹脂組成物、固化物及半導體元件

【中文】

本揭示之感光性樹脂組成物含有順丁烯二醯亞胺化合物、交聯劑及光聚合起始劑，順丁烯二醯亞胺化合物為四羧酸二酐（a1）、二胺（a2）、三胺（a3）及順丁烯二酸酐（a4）的反應物，二胺（a2）包含二聚體二胺。

【指定代表圖】 無。

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 感光性樹脂組成物、固化物及半導體元件

【技術領域】

【0001】 本揭示係關於一種感光性樹脂組成物、固化物及半導體元件。

【先前技術】

【0002】 伴隨半導體元件的高積體化、小型化及微細化，對用於半導體元件的表面保護層、層間絕緣層、再配線層等之絕緣膜要求具有更優異之電特性、耐熱性、機械特性等。作為用於形成兼具該種特性的絕緣膜的材料，開發了含有鹼可溶性樹脂之感光性樹脂組成物（例如，參閱專利文獻 1、2 及 3）。將該等感光性樹脂組成物在基板上進行塗布及乾燥以形成樹脂膜，並藉由對該樹脂膜進行曝光及顯影而獲得圖案樹脂膜（形成有圖案之樹脂膜）。然後，藉由對上述圖案樹脂膜進行加熱固化而能夠形成圖案固化膜（形成有圖案之固化膜），該圖案固化膜能夠用作絕緣膜。

【0003】 [專利文獻 1]日本特開 2008-309885 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2007-057595 號公報

[專利文獻 3]國際公開第 2010/073948 號

【發明內容】

【0004】 對用以形成再配線層等絕緣膜之感光性樹脂組成物，要求微

=8~19 之方式選擇之 1 以上的整數，用虛線所示之鍵係指碳-碳單鍵或碳-碳雙鍵。但是，用虛線所示之鍵為碳-碳雙鍵之情況下，式 (1) 及 (2) 成為如下結構：將與構成碳-碳雙鍵之各碳原子鍵結之氫原子的數量設為從式 (1) 及 (2) 中所示出之數量減去 1 個而得之數量。]

[5]如上述[1]至[4]之任一項所述之感光性樹脂組成物，其中四羧酸二酐 (a1) 含有選自由 1,3,3a,4,5,9b-六氫-5 (四氫-2,5-二氧代-3-呋喃基) 萘[1,2-C]呋喃-1,3-二酮、9,9-雙 (3,4-二羧基苯基) 萘二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐、4,4'-(4,4'-異亞丙基二苯氧基) 二鄰苯二甲酸酐、4,4'-(六氟異亞丙基) 二鄰苯二甲酸酐、5-(2,5-二氧代四氫呋喃基)-3-甲基-3-環己烯-1,2-二羧酸酐、二環己基-3,4,3',4'-四羧酸二酐、雙環[2.2.2]辛烷-2,3,5,6-四羧酸 2,3:5,6-二酐、5,5'-雙-2-降莖烯-5,5',6,6'-四羧酸-5,5',6,6'-二酐及 3,4'-二鄰苯二甲酸酐組成的組中之至少一種。

[6]如上述[1]至[5]之任一項所述之感光性樹脂組成物，其中以二胺 (a2) 及三胺 (a3) 的總量為基準，三胺 (a3) 的含量為 5~35 莫耳%。

[7]如上述[1]至[6]之任一項所述之感光性樹脂組成物，其中順丁烯二醯亞胺化合物的重量平均分子量為 3000~40000。

[8]如上述[1]至[7]之任一項所述之感光性樹脂組成物，其中順丁烯二醯亞胺化合物具有萸骨架。

[9]如上述[1]至[8]之任一項所述之感光性樹脂組成物，其中交聯劑包含具有 (甲基) 丙烯醯基之聚合性交聯劑。

[10]如上述[1]至[9]之任一項所述之感光性樹脂組成物，其中交聯劑包含具有烯丙基或乙烯基之聚合性交聯劑。

[11]如上述[1]至[10]之任一項所述之感光性樹脂組成物，其進一步含有熱聚合起始劑。

[12]一種固化物，其係上述[1]至[11]之任一項所述之感光性樹脂組成物的固化物。

[13]一種半導體元件，其具有包含上述[1]至[11]之任一項所述之感光性樹脂組成物的固化物之再配線層。

[發明效果]

【0006】 依本揭示，能夠提供一種能夠形成微細加工性、機械特性及介電特性的平衡優異之絕緣膜之感光性樹脂組成物、微細加工性、機械特性及介電特性的平衡優異之固化物、以及具有包含該固化物之再配線層之半導體元件。

【實施方式】

【0007】 以下，對本揭示之較佳實施形態進行詳細的說明。但是，本發明並不限定於以下的實施形態，在不脫離其主旨的範圍內能夠進行各種變形來實施。

【0008】 在本說明書中，使用「～」所表示之數值範圍表示將「～」前後記載之數值分別作為最小值和最大值而包含在內之範圍。在本說明書中階段性地記載之數值範圍內，某一階段的數值範圍的上限值或下限值能夠與其他階段的數值範圍的上限值或下限值任意進行組合。在本說明書中所記載之數值範圍內，該數值範圍的上限值或下限值可以替換為實施例中所示出之值。「A 或 B」包括 A 及 B 中的任一者即可，亦可以包括兩者。關

於在本說明書中例示之材料，只要沒有特別指定，則能夠單獨使用 1 種或組合使用 2 種以上。關於組成物中的各成分的含量，在組成物中相當於各成分之物質存在複數個之情況下，只要沒有特別指定，則表示存在於組成物中之該複數個物質的合計量。

【0009】 在本說明書中，關於「層」及「膜」，當以俯視圖觀察時，除了在整個面形成之形狀的結構之外，亦包含在一部分形成之形狀的結構。又，「步驟」一詞不僅包含獨立之步驟，即便在無法與其他步驟明確區分之情況下，只要實現該步驟的所期望的目的，則亦包含於本術語中。

【0010】 在本說明書中，「(甲基)丙烯醯基」係指「丙烯醯基」及與其對應之「甲基丙烯醯基」的至少一者，對於(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸酯等其他類似表述亦相同。在本說明書中，「固體成分」係指感光性樹脂組成物中所包含之除了揮發之物質(水、溶劑等)以外的不揮發成分，亦包含在室溫(25°C左右)下為液狀、糖漿狀、或蠟狀的成分。

【0011】 [感光性樹脂組成物]

本實施形態之感光性樹脂組成物含有具有特定結構之順丁烯二醯亞胺化合物、交聯劑及光聚合起始劑作為必要成分。上述順丁烯二醯亞胺化合物為四羧酸二酐(a1)、二胺(a2)、三胺(a3)及順丁烯二酸酐(a4)的反應物，二胺(a2)包含二聚體二胺。

【0012】 本實施形態之感光性樹脂組成物根據需要亦可以進一步含有熱聚合起始劑、偶合劑、防銹劑、聚合抑制劑等。本實施形態之感光性樹脂組成物為負型感光性樹脂組成物，感光性樹脂組成物的固化物能夠較佳地用作再配線層用的絕緣膜。以下，對本實施形態的感光性樹脂組成物

中所使用之各成分進行更詳細的說明。

【0013】 (順丁烯二醯亞胺化合物)

本實施形態之順丁烯二醯亞胺化合物(以下,亦稱為「(A)成分」。)能夠藉由使四羧酸二酐(a1)(以下,亦稱為「(a1)成分」。)、二胺(a2)(以下,亦稱為「(a2)成分」。)、三胺(a3)(以下,亦稱為「(a3)成分」。)及順丁烯二酸酐(a4)(以下,亦稱為「(a4)成分」。)反應來獲得。亦即,(A)成分為使(a1)成分、(a2)成分、(a3)成分及(a4)成分反應而成之順丁烯二醯亞胺化合物。在此,上述(a2)成分包含二聚體二胺。(A)成分為具有2個以上順丁烯二醯亞胺基之多官能的順丁烯二醯亞胺化合物。(A)成分能夠單獨使用1種或組合使用2種以上。

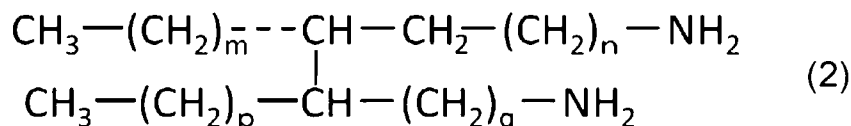
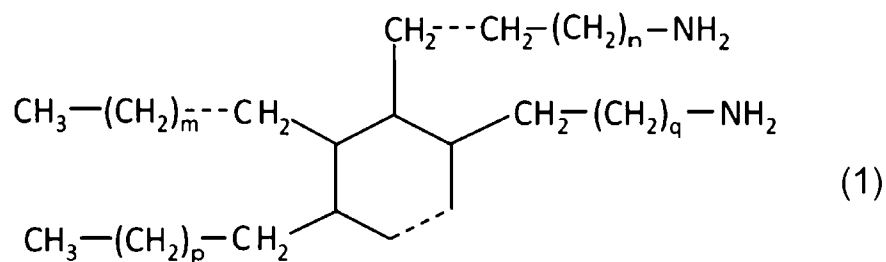
【0014】 作為(a1)成分的四羧酸二酐,能夠使用作為聚醯亞胺的原料而公知的材料。作為(a1)成分,例如,可舉出焦蜜石酸二酐、4,4'-(六氟異亞丙基)二鄰苯二甲酸酐、1,3,3a,4,5,9b-六氫-5(四氫-2,5-二氧代-3-咪喃基)萘[1,2-C]咪喃-1,3-二酮、3,3',4,4'-二苯基磺酸四羧酸二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐、3,3',4,4'-二苯甲酮四羧酸二酐、4,4'-(4,4'-異亞丙基二苯氧基)二鄰苯二甲酸酐、1,2,3,4-丁烷四羧酸二酐、1,2,3,4-環丁烷四羧酸二酐、1,2,3,4-環戊烷四羧酸二酐、1,2,3,4-四甲基-1,2,3,4-環丁烷四羧酸二酐、雙環[2.2.2]辛烷-7-烯-2,3,5,6-四羧酸二酐、雙(1,3-二氧代-1,3-二氫異苯并咪喃-5-羧酸)1,4-亞苯、9,9-雙(3,4-二羧基苯基)萘二酐、4,4'-(乙炔-1,2-二基)二鄰苯二甲酸酐、5-(2,5-二氧代四氫咪喃基)-3-甲基-3-環己烯-1,2-二羧酸酐、二環己基-3,4,3',4'-四羧酸二酐、3,4'-氧二鄰苯二甲酸酐、4,4'-氧二鄰苯二甲酸酐、3,4'-二鄰苯二甲酸酐、降莖烷-2-螺環- α -環戊酮- α' -螺環

-2''-降莖烷-5,5'',6,6''-四羧酸二酐、5,5'-雙-2-降莖烯-5,5',6,6'-四羧酸-5,5',6,6'-二酐及 9,9-雙[4-(3,4-二羧基苯氧基)苯基]萸二酐。

【0015】 從低介電特性或高 Tg 的觀點考慮，(a1) 成分含有選自由 1,3,3a,4,5,9b-六氫-5(四氫-2,5-二氧代-3-呋喃基)萘[1,2-C]呋喃-1,3-二酮、9,9-雙(3,4-二羧基苯基)萸二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐、4,4'-(4,4'-異亞丙基二苯氧基)二鄰苯二甲酸酐、4,4'-(六氟異亞丙基)二鄰苯二甲酸酐、5-(2,5-二氧代四氫呋喃基)-3-甲基-3-環己烯-1,2-二羧酸酐、二環己基-3,4,3',4'-四羧酸二酐、雙環[2.2.2]辛烷-2,3,5,6-四羧酸 2,3:5,6-二酐、5,5'-雙-2-降莖烯-5,5',6,6'-四羧酸-5,5',6,6'-二酐及 3,4'-二鄰苯二甲酸酐組成的組中之至少一種為較佳，含有選自由 1,3,3a,4,5,9b-六氫-5(四氫-2,5-二氧代-3-呋喃基)萘[1,2-C]呋喃-1,3-二酮、9,9-雙(3,4-二羧基苯基)萸二酐、4,4'-(4,4'-異亞丙基二苯氧基)二鄰苯二甲酸酐及 4,4'-(六氟異亞丙基)二鄰苯二甲酸酐組成的組中之至少一種為更佳。

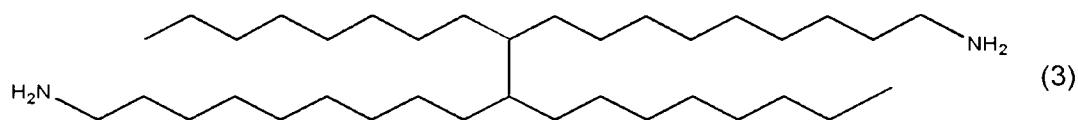
【0016】 (a2) 成分含有二聚體二胺(第 1 二胺)作為必要成分。例如，如日本特開平 9-12712 號公報所記載般，二聚體二胺為從油酸等不飽和脂肪酸的二聚體亦即二聚酸衍生之化合物。藉由使用二聚體二胺作為(a2)成分，能夠獲得介電特性優異之固化物。在本實施形態中，能夠使用公知的二聚體二胺，並無特別限制。(a2) 成分包含例如由下述通式(1)表示之化合物及由下述通式(2)表示之化合物中的至少一種為較佳。

【0017】



【0018】 式(1)及(2)中， m 、 n 、 p 及 q 分別表示以成為 $m+n=6 \sim 17$ 、 $p+q=8 \sim 19$ 之方式選擇之1以上的整數，用虛線所示之鍵係指碳-碳單鍵或碳-碳雙鍵。但是，用虛線所示之鍵為碳-碳雙鍵之情況下，式(1)及(2)成為如下結構：將與構成碳-碳雙鍵之各碳原子鍵結之氫原子的數量設為從式(1)及(2)中所示出之數量減去1個而得之數量。

【0019】 作為二聚體二胺，從對有機溶劑的溶解性、耐熱性、耐熱接著性、低黏度等觀點考慮，可以為由上述通式(2)表示之二胺，尤其可以為由下述式(3)表示之化合物。



【0020】 作為二聚體二胺的市售品，例如，可舉出PRIAMINE 1075、PRIAMINE 1074（均為Croda Japan K.K.製造）等。

【0021】 關於(a2)成分，作為第2二胺，可以進一步包含二聚體二胺以外的二胺。藉由使用脂環式二胺作為第2二胺，能夠使介電常數更低。藉由使用芳香族二胺作為第2二胺，能夠提高固化物的彈性模數及 T_g 。

【0022】 第2二胺為不符合上述之二聚體二胺的二胺。作為第2二胺，例如，可舉出1,3-二胺基丙烷、降莖烷二胺、4,4-亞甲基二苯胺、1,3-雙[2-

(4-胺基苯基)-2-丙基]苯、4,4'-二胺基-2,2'-雙(三氟甲基)聯苯、2,2-雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]六氟丙烷、9,9-雙(4-胺基苯基)蒾、9,9-雙[3-氟-4-胺基苯基]蒾、9,9-雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]蒾、1,3-雙(胺基甲基)環己烷、1,4-雙(胺基甲基)環己烷、雙(胺基甲基)降莖烷、4,4'-(六氟異亞丙基)二苯胺、3(4),8(9)-雙(胺基甲基)三環[5.2.1.0^{2,6}]癸烷、1,3-環己烷二胺、1,4-環己烷二胺、異佛爾酮二胺、4,4'-亞甲基雙(環己基胺基)、4,4'-亞甲基雙(2-甲基環己基胺基)、1,1-雙(4-胺基苯基)環己烷、2,7-二胺基蒾、4,4'-亞乙基二苯胺、4,4'-亞甲基雙(2,6-二乙基苯胺)、4,4'-亞甲基雙(2-乙基-6-甲基苯胺)、2,2-雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]丙烷、雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]甲烷、4,4'-雙(4-胺基苯氧基)聯苯、雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]醚、雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]酮、1,3-雙(4-胺基苯氧基)苯、1,4-雙(4-胺基苯氧基)苯、2,2'-二甲基聯苯-4,4'-二胺、(4,4'-二胺基)二苯醚、(3,3'-二胺基)二苯醚、對苯二胺、鄰苯二胺、間苯二胺、4,4'-二胺基-2,2'-二乙基聯苯、4,4'-二胺基-3,3'-二甲基聯苯、4,4'-二胺基-3,3'-二乙基聯苯、4,4'-二胺基-3,3',5,5'-四甲基聯苯、4,4'-二胺基-3,3',5,5'-四乙基聯苯、4,4'-二胺基-2,2'-二甲氧基聯苯、4,4'-二胺基-3,3'-二甲氧基聯苯、間二甲苯二胺、4,4'-二胺基二苯甲烷、4,4'-二胺基二苯醚、3,3'-二胺基二苯醚、1,4'-雙(4-胺基苯氧基)苯、雙[4-(3-胺基苯氧基)苯基]磺醯胺及雙[4-(4-胺基苯氧基)苯基]磺醯胺。

【0023】 (a2) 成分中，第 2 二胺的莫耳比(第 2 二胺的莫耳數/(二聚體二胺的莫耳數+第 2 二胺的莫耳數)) 可以為 70 莫耳%以下，亦可以為 50 莫耳%以下。若該比為 70 莫耳%以下，則能夠形成具有更低介電特性之

固化物。

【0024】 作為 (a3) 成分之三胺，能夠使用公知者。作為 (a3) 成分，例如，可舉出三 (2-胺基甲基) 胺、三 (2-胺基乙基) 胺、三 (2-胺基丙基) 胺、2- (胺基甲基) -2-甲基-1,3-丙二胺、三聚三胺、3,4,4'-三胺基二苯醚、1,2,4-三胺基苯、1,3,5-三胺基苯、1,2,3-三胺基苯、1,3,5-三嗪-2,4,6-三胺、2,4,6-三胺基嘓啶、1,3,5-三 (4-胺基苯基) 苯、1,3,5-三 (4-胺基苯氧基) 苯及三 (4-胺基苯基) 甲烷。該等之中，從所合成之順丁烯二醯亞胺化合物對有機溶劑的溶解性的觀點考慮，脂肪族的三胺為較佳，進而，從高 T_g 化的觀點考慮，碳數少的三 (2-胺基甲基) 胺、三 (2-胺基乙基) 胺為更佳。

【0025】 以 (a2) 成分及 (a3) 成分的總量為基準，(a3) 成分的含量可以為 5 莫耳%以上、8 莫耳%以上或 10 莫耳%以上，亦可以為 50 莫耳%以下、40 莫耳%以下或 35 莫耳%以下。若該比為 5 莫耳%以上，則能夠進一步提高固化物的彈性模數及 T_g，若為 50 莫耳%以下，則容易溶解於溶劑中，亦容易合成。從上述觀點考慮，以 (a2) 成分及 (a3) 成分的總量為基準，(a3) 成分的含量可以為 5~50 莫耳%，亦可以為 5~35 莫耳%。

【0026】 藉由使用二聚體二胺作為二胺，能夠形成具有更低介電特性之固化物。另一方面，作為二胺在僅使用二聚體二胺之情況下，固化物的彈性模數及 T_g 會降低。相對於此，藉由將三胺與二聚體二胺併用，能夠維持固化物的介電特性的同時提高彈性模數及 T_g。進而，藉由將第 2 二胺與二聚體二胺併用，能夠維持固化物的介電特性的同時進一步提高彈性模數及 T_g。

【0027】 順丁烯二醯亞胺化合物能夠具有第骨架。在該情況下，上述

之 (a1) 成分及 (a2) 成分的至少一者可以包含具有萸骨架之化合物。藉由包含構成順丁烯二醯亞胺化合物之 (a1) 成分及 (a2) 成分的至少一者具有萸骨架之化合物，使用該順丁烯二醯亞胺化合物獲得之固化物成為在充分維持低介電常數及低介電損耗正切的同時高彈性模數化及高 T_g 化者。

【0028】 (A) 成分能夠藉由各種公知的方法來製造。例如，首先，將 (a1) 成分、(a2) 成分及 (a3) 成分在 60~120°C 左右，較佳為 70~90°C 的溫度下，通常進行 0.1~2 小時左右，較佳為 0.1~1.0 小時的複加成反應。接著，將所獲得之加聚物進一步在 80~250°C 左右、較佳為 100~200°C 的溫度下，進行 0.5~30 小時左右、較佳為 0.5~10 小時的醯亞胺化反應、亦即脫水閉環反應。接著，將進行了脫水閉環反應之物及 (a4) 成分在 60~250°C 左右、較佳為 80~200°C 的溫度下，進行 0.5~30 小時左右、較佳為 0.5~10 小時的順丁烯二醯亞胺化反應、亦即脫水閉環反應，藉此獲得了目標 (A) 成分。

【0029】 在醯亞胺化反應或順丁烯二醯亞胺化反應中，能夠使用各種公知的反應觸媒、脫水劑及有機溶劑。

【0030】 作為反應觸媒，例如，可舉出三乙胺等脂肪族三級胺類、二甲基苯胺等芳香族三級胺類、吡啶、甲吡啶、異喹啉等雜環式三級胺類及甲磺酸、對甲苯磺酸一水合物等有機酸。作為脫水劑，例如，可舉出乙酸酐等脂肪族酸酐及苯甲酸酐等芳香族酸酐。

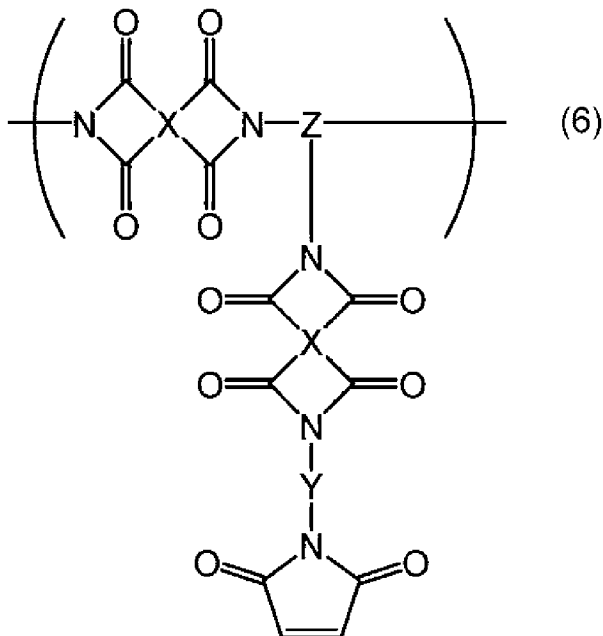
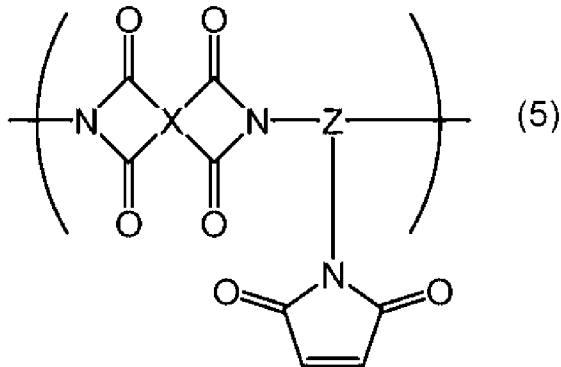
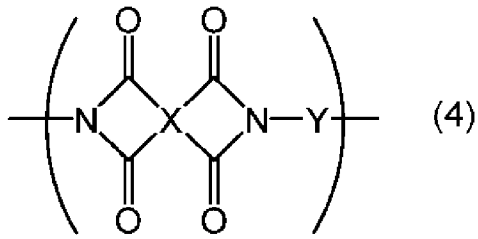
【0031】 作為有機溶劑，例如，可舉出苯、甲苯、二甲苯、偏三甲苯等芳香族烴系溶劑；甲醇、乙醇、異丙醇、丁醇、戊醇、己醇、丙二醇、苯酚等醇系溶劑；茴香醚等醚系溶劑；丙酮、甲基異丁基酮、甲基乙基酮、

戊酮、己酮、環戊酮、環己酮、異佛爾酮、苯乙酮等酮系溶劑；甲基賽璐蘇、乙基賽璐蘇等賽璐蘇類、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丁酯、丙酸甲酯、甲酸丁酯、 γ -丁內酯等酯系溶劑；乙二醇單正丁醚、乙二醇單異丁醚、乙二醇單三級丁基醚、二乙二醇單正丁醚、二乙二醇單異丁醚、三乙二醇單正丁醚、四乙二醇單正丁醚等二醇醚系溶劑；及 N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N-甲基-2-吡咯啉酮、N-乙基-2-吡咯啉酮、3-甲氧基-N,N-二甲基丙醯胺、3-丁氧基-N,N-二甲基丙醯胺等胺系溶劑。有機溶劑能夠單獨使用 1 種或組合使用 2 種以上。

【0032】 (A) 成分能夠藉由各種公知的方法進行純化，能夠提高純度。例如，首先，將溶解於有機溶劑中之 (A) 成分及純水放入分液漏斗中。接著，搖動分液漏斗，並將其靜置。接著，將水層及有機層進行分離之後，僅回收有機層，藉此能夠純化 (A) 成分。

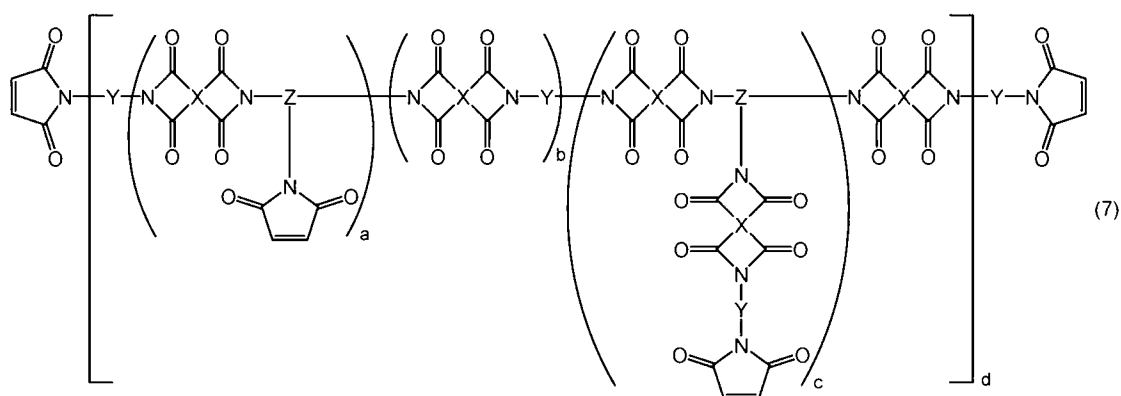
【0033】 藉由上述方法製造之 (A) 成分可以包含由下述通式 (4) ~ (6) 表示之結構單元中的一種以上。作為 (A) 成分的官能基數 (順丁烯二醯亞胺基的數量) 的範圍，取決於三胺的含量，但假設為每 1 分子具有 2~6 個官能基數。(A) 成分可以為具有不同結構或不同官能基數之複數個化合物的混合物。(A) 成分可以含有如下化合物：該化合物包含由下述通式 (5) ~ (6) 表示之結構單元中的一種以上，且每 1 分子具有 3 個以上的官能基。

【0034】



【0035】 式(4)~(6)中，X分別獨立地表示4價的有機基，Y分別獨立地表示2價的有機基，Z分別獨立地表示3價的有機基。X、Y及Z可以為脂肪族基、具有脂環結構或芳香族環之有機基，該些可以包含雜原子。Y可以為源自二聚體二胺之有機基，Z可以為源自三胺(a3)之有機基。

【0036】 將藉由上述方法製造之(A)成分的所假設之結構的一例示於下述通式(7)中。



【0037】 式(7)中的X、Y及Z與通式(4)~(6)中的X、Y及Z的含義相同。又，a表示0~20的整數，b表示0~30，c表示0~20，d表示1~30的整數。通式(7)中，附有符號a之結構單元(由上述通式(5)表示之結構單元)、附有符號b之結構單元(由上述通式(4)表示之結構單元)及附有符號c之結構單元(由上述通式(6)表示之結構單元)的位置可以互換。(A)成分可以包含如下化合物：該化合物的a及c的至少一者為1以上的整數，且每1分子具有3個以上的官能基。

【0038】 (A)成分的分子量能夠藉由(a1)成分、(a2)成分及(a3)成分的莫耳數進行控制，(a1)成分的莫耳數相較於將(a2)成分與(a3)成分相加的莫耳數越少，越能夠減少分子量。為了容易地實現本揭示之效果，通常，[(a1)成分的莫耳數]/[(a2)成分的莫耳數+(a3)成分的莫耳數]為0.30~1.00左右，較佳為0.30~0.95，更佳為0.30~0.90，進一步較佳為0.50~0.80的範圍為較佳。

【0039】 作為(A)成分的分子量，以重量平均分子量(Mw)計，可以為3000以上、5000以上、6000以上或7000以上，亦可以為40000以下、38000以下、35000以下、33000以下、30000以下、25000以下或20000以下。當重量平均分子量為40000以下時，對有機溶劑的溶解性變得良

好，當為 3000 以上時，具有能夠充分獲得提高耐熱性之效果之傾向。從對溶劑的溶解性及耐熱性的觀點考慮， M_w 可以為 3000~40000，3000~30000 為較佳，5000~25000 為更佳，6000~23000 為進一步較佳，7000~20000 為特佳。 M_w 能夠利用凝膠滲透層析法（GPC）進行測定，並且使用標準聚苯乙烯的校準曲線進行換算。

【0040】（交聯劑）

交聯劑（以下，亦稱為「(B)成分」。）可以為聚合性交聯劑。聚合性基可以為光聚合性基，亦可以為熱聚合性基。作為聚合性基，例如，可舉出（甲基）丙烯酸醯基、烯丙基及乙烯基。(B)成分可以為具有 2 個以上聚合性基之多官能化合物。關於交聯劑，例如在對感光層進行曝光時不僅將交聯劑彼此進行交聯，亦能夠與 (A) 成分進行交聯。又，關於交聯劑，例如，能夠在對圖案形成後的樹脂膜進行加熱時將聚合性交聯劑彼此進行交聯。(B)成分能夠單獨使用 1 種或組合使用 2 種以上。

【0041】 從介電特性的觀點考慮，作為交聯劑，本實施形態之樹脂組成物可以含有具有（甲基）丙烯酸醯基之聚合性交聯劑。關於具有（甲基）丙烯酸醯基之聚合性交聯劑，在對感光層進行曝光時不僅將交聯劑彼此進行交聯，亦能夠與 (A) 成分進行交聯。具有（甲基）丙烯酸醯基之聚合性交聯劑可以為丙烯酸酯化合物或甲基丙烯酸酯化合物。從介電特性的觀點考慮，(B)成分可以包含甲基丙烯酸酯化合物。

【0042】 作為具有（甲基）丙烯酸醯基之聚合性交聯劑，例如，可舉出三環癸烷二甲醇二（甲基）丙烯酸酯、三-（2-（甲基）丙烯酸醯氧基乙基）異氰脲酸酯、二噁烷甘醇二（甲基）丙烯酸酯、烷氧基化丙三醇三（甲基）

丙烯酸酯、三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、烷氧基化三羥甲基丙烷三(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、烷氧基化新戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,9-壬二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,10-癸二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、乙氧基化雙酚 A 二(甲基)丙烯酸酯、丙氧基化乙氧基化雙酚 A (甲基)丙烯酸酯、二新戊四醇聚(甲基)丙烯酸酯、烷氧基化二新戊四醇聚(甲基)丙烯酸酯、乙氧基化異三聚氰酸三(甲基)丙烯酸酯、聚乙二醇二(甲基)丙烯酸酯及聚丙二醇二(甲基)丙烯酸酯。

【0043】 從耐熱性、介電特性及微細加工性的觀點考慮，具有(甲基)丙烯酸醯基之聚合性交聯劑可以包含選自由三環癸烷二甲醇二(甲基)丙烯酸酯、三-(2-(甲基)丙烯酸醯氧基乙基)異三聚氰酸酯及二噁烷甘醇二(甲基)丙烯酸酯組成的組中之至少一種，從耐熱性及介電特性的觀點考慮，可以包含三-(2-(甲基)丙烯酸醯氧基乙基)異三聚氰酸酯。

【0044】 從介電特性及耐熱性的觀點考慮，作為交聯劑，本實施形態之樹脂組成物可以含有具有烯丙基或乙烯基之聚合性交聯劑。具有烯丙基或乙烯基之聚合性交聯劑能夠在對圖案形成後的樹脂膜進行加熱時將聚合性交聯劑彼此進行交聯。

【0045】 作為具有烯丙基之聚合性交聯劑，例如，可舉出 1,3,4,6-四烯丙基甘脲、三烯丙基異氰脲酸酯、二烯丙基單縮水甘油基異氰脲酸酯、二烯丙基單甲基異氰脲酸酯、二烯丙基異氰脲酸酯、三烯丙基偏苯三酸酯及原甲酸三烯丙酯。

【0046】 作為具有乙烯基之聚合性交聯劑，例如，可舉出聚乙烯基苄基化合物及聚乙烯基苄基醚化合物。

【0047】 從介電特性及微細加工性的觀點考慮，具有烯丙基或乙烯基之聚合性交聯劑可以包含選自由 1,3,4,6-四烯丙基甘脲、三烯丙基異三聚氰酸酯、二烯丙基異三聚氰酸酯及聚乙烯基苄基醚化合物組成的組中之至少一種，從介電特性的觀點考慮，亦可以包含 1,3,4,6-四烯丙基甘脲或三烯丙基異三聚氰酸酯。

【0048】 從進一步提高低介電特性與微細加工性的平衡之觀點考慮，當將 (A) 成分及 (B) 成分的總量設為 100 質量份時，(B) 成分的含量係未達 50 質量份為較佳，可以為 1~45 質量份、5~40 質量份、8~30 質量份、或 10~20 質量份。

【0049】 (光聚合起始劑)

作為光聚合起始劑 (以下亦稱為「(C) 成分」)，只要是藉由活性光線 (紫外線等) 的照射而開始聚合之化合物則並無特別限制，例如，可舉出烷基苯酮系光聚合起始劑、醯基氧化膦系光聚合起始劑、分子內奪氫型光聚合起始劑及肟酯系光聚合起始劑。

【0050】 關於烷基苯酮系光聚合起始劑，例如，能夠作為 IGM Resins B.V.製造的 Omnirad 651、Omnirad 184、Omnirad 1173、Omnirad 2959、Omnirad 127、Omnirad 907、Omnirad 369、Omnirad 379EG 等購買。關於醯基氧化膦系光聚合起始劑，例如，能夠作為 IGM Resins B.V.製造的 Omnirad 819、Omnirad TPO H 等購買。關於分子內奪氫型光聚合起始劑，例如，能夠作為 IGM Resins B.V.製造的 Omnirad MBF、Omnirad 754 等購買。

關於肟酯系光聚合起始劑，例如，能夠作為 BASF Japan Ltd.製造的 Irgacure OXE01、Irgacure OXE02 等購買。為了促進光反應，可以併用二茂鈦系的光聚合起始劑（例如，BASF Japan Ltd.製造的 Irgacure 784）。

【0051】 從容易獲得優異的微細加工性之方面考慮，相對於（A）成分及（B）成分的總量 100 質量份，（C）成分的含量可以為 0.1~10.0 質量份、0.5~8.0 質量份、0.8~6.0 質量份或 1.0~5.0 質量份。

【0052】 （熱聚合起始劑）

從促進熱聚合性基的聚合反應之觀點考慮，作為（D）成分，本實施形態之感光性樹脂組成物可以進一步含有熱聚合起始劑。作為（D）成分，藉由固化時的加熱而分解以產生自由基並促進（A）成分及（B）成分的聚合反應之化合物為較佳。作為（D）成分，例如，可舉出有機過氧化物。

【0053】 作為有機過氧化物，例如，可舉出甲基乙基酮過氧化物、甲基環己酮過氧化物、乙醯乙酸甲酯過氧化物、乙醯基丙酮過氧化物、1,1-雙（三級丁基過氧）-3,3,5-三甲基環己烷、1,1-雙（三級己基過氧）環己烷、1,1-雙（三級己基過氧）-3,3,5-三甲基環己烷、1,1-雙（三級丁基過氧）環己烷、2,2-雙（4,4-二-三級丁基過氧環己基）丙烷、1,1-雙（三級丁基過氧）環十二烷、正丁基-4,4-雙（三級丁基過氧）戊酸酯、2,2-雙（三級丁基過氧）丁烷、1,1-雙（三級丁基過氧）-2-甲基環己烷、三級丁基氫過氧化物、對薄荷烷氫過氧化物、1,1,3,3-四甲基丁基氫過氧化物、三級己基氫過氧化物、二異丙苯過氧化物、2,5-二甲基-2,5-雙（三級丁基過氧）己烷、 α,α' -雙（三級丁基過氧）二異丙苯、三級丁基異丙苯過氧化物、二-三級丁基過氧化物、2,5-二甲基-2,5-雙（三級丁基過氧）己炔（hexyne）-3、異丁醯基過氧化物、

3,5,5-三甲基己醯基過氧化物、辛醯基過氧化物、月桂醯基過氧化物、桂皮酸過氧化物、間甲苯甲醯基（m-Toluoyl）過氧化物、苯甲醯過氧化物、二異丙過氧二碳酸酯、雙（4-三級丁基環己基）過氧二碳酸酯、二-3-甲氧基丁基過氧二碳酸酯、二-2-乙基己基過氧二碳酸酯、二-二級丁基過氧二碳酸酯、二（3-甲基-3-甲氧基丁基）過氧二碳酸酯、二（4-三級丁基環己基）過氧二碳酸酯、 α,α' -雙（新癸醯基過氧）二異丙苯、異丙苯過氧新癸酸酯、1,1,3,3-四甲基丁基過氧新癸酸酯、1-環己基-1-甲基乙基過氧新癸酸酯、三級己基過氧新癸酸酯、三級丁基過氧新癸酸酯、三級己基過氧新戊酸酯、三級丁基過氧新戊酸酯、2,5-二甲基-2,5-雙（2-乙基己醯基過氧）己烷、1,1,3,3-四甲基丁基過氧-2-乙基己酸酯、1-環己基-1-甲基乙基過氧-2-乙基己酸酯、三級己基過氧-2-乙基己酸酯、三級丁基過氧-2-乙基己酸酯、三級丁基過氧異丁酸酯、三級丁基過氧順丁烯二酸、三級丁基過氧月桂酸酯、三級丁基過氧-3,5,5-三甲基己酸酯、三級丁基過氧異丙單碳酸酯、三級丁基過氧-2-乙基己基單碳酸酯、2,5-二甲基-2,5-雙（苯甲醯過氧）己烷、三級丁基過氧乙酸酯、三級己基過氧苯甲酸酯、三級丁基過氧間甲苯甲醯基苯甲酸酯、三級丁基過氧苯甲酸酯、雙（三級丁基過氧）間苯二甲酸酯、三級丁基過氧烯丙基單碳酸酯及 3,3',4,4'-四（三級丁基過氧羰基）二苯甲酮。

【0054】 （D）成分的含量並無特別限定，相對於（A）成分及（B）成分的總量 100 質量份，可以為 0.1~10.0 質量份、0.3~8.0 質量份、0.5~5.0 質量份、0.7~3.0 質量份或 0.7~2.0 質量份。

【0055】 （偶合劑）

從提高感光性樹脂組成物的固化物的密接性之觀點考慮，本實施形態

之感光性樹脂組成物可以進一步含有偶合劑。偶合劑可以為矽烷偶合劑。矽烷偶合劑例如可以具有乙烯基、環氧基、苯乙烯基、丙烯醯基、甲基丙烯醯基、胺基、醯脲基、異氰酸酯基、異氰脲酸酯基、巰基等基。

【0056】 作為具有乙烯基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-1003、KBE-1003 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.製造的產品名稱。以下相同。)等。作為具有環氧基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-303、402、403、KBE-402、403、X-12-981S、X-12-984S 等。作為具有苯乙烯基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-1403 等。作為具有甲基丙烯醯基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-502、503、KBE-502、503 等。作為具有丙烯醯基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-5103、X-12-1048、X-12-1050 等。作為具有胺基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-602、603、903、573、575、KBE-903、9103P、X-12-972F 等。作為具有醯脲基之矽烷偶合劑，可舉出 KBE-585 等。作為具有異氰酸酯基之矽烷偶合劑，可舉出 KBE-9007、X-12-1159L 等。作為具有異氰脲酸酯基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-9659 等。作為具有巰基之矽烷偶合劑，可舉出 KBM-802、803、X-12-1154、X-12-1156 等。矽烷偶合劑可以為具有甲基丙烯醯基之矽烷偶合劑。矽烷偶合劑能夠單獨使用 1 種或組合使用 2 種以上。

【0057】 相對於 (A) 成分及 (B) 成分的總量 100 質量份，矽烷偶合劑的含量可以為 0.01~10.0 質量份、0.1~8.0 質量份、0.3~6.0 質量份、0.5~5.0 質量份或 1.0~3.0 質量份。

【0058】 (防銹劑)

從抑制銅配線的腐蝕或防止銅配線的變色之觀點考慮，本實施形態之感光性樹脂組成物可以進一步含有防銹劑。作為防銹劑，例如，可舉出苯

并三唑等三唑衍生物、四唑衍生物等。防銹劑可以單獨使用 1 種，亦可以組合 2 種以上。

【0059】 相對於 (A) 成分及 (B) 成分的總量 100 質量份，防銹劑的含量可以為 0.01~10.0 質量份、0.1~5.0 質量份、0.3~4.0 質量份、0.5~3.0 質量份或 1.0~3.0 質量份。

【0060】 (聚合抑制劑)

從保存穩定性的觀點考慮，本實施形態之感光性樹脂組成物可以進一步含有聚合抑制劑。

【0061】 作為聚合抑制劑，例如，可舉出 4-三級丁基鄰苯二酚、4-羥基-2,2,6,6-四甲基哌啶-1-氧自由基、對甲氧基苯酚、二苯基-對苯醌、苯醌、氫醌、五倍子酚、吩噻嗪、間苯二酚、鄰二硝基苯、對二硝基苯、間二硝基苯、菲醌 (phenanthraquinone)、N-苯基-2-萘胺、銅鐵靈、2,5-甲醌、單寧酸、對苄基胺基苯酚、三(4-三級丁基-3-羥基-2,6-二甲基苄基)異三聚氰酸及亞硝胺類。聚合抑制劑可以單獨使用 1 種，亦可以組合 2 種以上。

【0062】 相對於 (A) 成分及 (B) 成分的總量 100 質量份，聚合抑制劑的含量可以為 0.01~10.0 質量份、0.05~5.0 質量份、0.10~2.0 質量份或 0.10~1.0 質量份。

【0063】 (增感劑)

從兼顧在大範圍的曝光量下的殘膜率的維持和良好的解析性的觀點考慮，感光性樹脂組成物可以進一步含有增感劑。

【0064】 作為增感劑，例如，可舉出米氏酮、苯偶姻、2-甲基苯偶姻、苯偶姻甲醚、苯偶姻乙醚、苯偶姻異丙醚、苯偶姻丁醚、2-三級丁基蒽醌、

1,2-苯并-9,10-蒽醌、蒽醌、甲基蒽醌、4,4'-雙(二乙胺基)二苯甲酮、苯乙酮、二苯甲酮、硫雜蒽酮、1,5-萘(acenaphthene)、2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮、1-羥基環己基苯基酮、2-甲基-[4-(甲硫基)苯基]-2-嗎啉-1-丙酮、二乙醯基苄基、苄基二甲基縮酮、苄基二乙基縮酮、二苯基二硫化物、蒽、菲醌(Phenanthrenequinone)、核黃素四丁酸酯、吡啶橙、赤蘚紅、菲醌、2-異丙硫雜蒽酮、2,6-雙(對二乙胺基亞苄基)-4-甲基-4-氮雜環己酮、6-雙(對二甲胺基亞苄基)-環戊酮、2,6-雙(對二乙胺基亞苄基)-4-苯基環己酮、胺基苯乙烯酮、3-酮香豆素化合物、雙香豆素化合物、N-苯基甘胺酸、N-苯基二乙醇胺及 3,3',4,4'-四(三級丁基過氧羰基)二苯甲酮。增感劑可以單獨使用 1 種，亦可以組合 2 種以上。

【0065】 感光性樹脂組成物含有增感劑之情況下，其含量相對於(A)成分及(B)成分的總量 100 質量份係 0.1~2.0 質量份為較佳，0.2~1.5 質量份為更佳。

【0066】 (溶劑)

本實施形態之感光性樹脂組成物藉由含有用於使各成分溶解/分散之溶劑，能夠容易地在基板上塗布，形成厚度均勻的塗膜。溶劑可以單獨使用 1 種，亦可以組合 2 種以上。

【0067】 作為溶劑，例如，可舉出甲基乙基酮、環己酮、環戊酮等酮系溶劑；甲苯、二甲苯、四甲苯、均三甲苯、偏三甲苯等芳香族烴系溶劑；甲基賽璐蘇、丁基賽璐蘇、甲基卡必醇、丁基卡必醇、丙二單甲醚、二丙二醇單乙醚、二丙二醇二甲醚、二丙二醇二乙醚、三乙二醇單乙醚等二醇醚系溶劑；乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙基賽璐蘇乙酸酯、卡必醇乙酸酯、 γ -

丁內酯等酯系溶劑；及 N,N-二甲基甲醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N-甲基-2-吡咯啉酮、N-乙基-2-吡咯啉酮、3-甲氧基-N,N-二甲基丙醯胺、3-丁氧基-N,N-二甲基丙醯胺等胺系溶劑。

【0068】 溶劑的調配量並無特別限定，可以為感光性樹脂組成物中的固體分量成為 5~60 質量%、10~50 質量%、或 15~40 質量%的量。

【0069】 感光性樹脂組成物的製備手段、條件等並無特別限定。例如，可舉出將規定調配量的各主成分用攪拌機等充分均勻地進行攪拌及混合之後，使用混合輥、擠出機、捏合機、輥、擠壓機等進行混煉之方法。混煉方法並無特別限定。

【0070】 本實施形態之感光性樹脂組成物的固化物在 10GHz 下的相對介電常數可以為 2.80 以下、2.75 以下或 2.70 以下。感光性樹脂組成物的固化物在 10GHz 下的介電損耗正切可以為 0.0060 以下、0.0050 以下、0.0045 以下、或 0.0040 以下。關於相對介電常數及介電損耗正切，能夠使用感光性樹脂組成物的固化膜並藉由實施例中所記載之方法進行測定。

【0071】 本實施形態之感光性樹脂組成物能夠形成微細的圖案。本實施形態之感光性樹脂組成物能夠形成表示低介電特性並且絕緣可靠性優異之絕緣膜。能夠製作具備由上述的感光性樹脂組成物的固化物形成之層間絕緣層之半導體元件、包含該半導體元件之電子裝置。半導體元件藉由具有包含本實施形態之感光性樹脂組成物的固化物之再配線層，能夠提高高頻特性。半導體元件例如可以為具有多層配線結構、再配線結構等之記憶體、封裝件等。作為電子裝置，例如，可舉出行動電話、智慧型手機、平板型終端、個人電腦及硬碟懸掛。藉由具備由本實施形態的感光性樹脂組

成物形成之圖案固化膜，能夠提供可靠性優異之半導體元件及電子裝置。

[實施例]

【0072】 以下，藉由實施例對本揭示進一步進行詳細的說明，但本揭示並不限定於該等實施例。

【0073】 (合成例 1)

在具備冷卻器、氮氣導入管、熱電偶、攪拌機之 0.3L 的燒瓶容器中，投入了 4,4'- (4,4'-異亞丙基二苯氧基) 二鄰苯二甲酸酐 (SABIC 製造、產品名稱「BISDA-1000」) 30.79 質量份、T-SOL100 (產品名稱、ENEOS Corporation 製造、芳香族系高沸點溶劑) 131.28 質量份及 SOLMIX A-11 (產品名稱、Japan Alcohol Trading Co., Ltd.製造、醇系溶劑) 36.33 質量份。投入後，升溫至 80°C，保溫 0.5 小時，滴加了二聚體二胺 (產品名稱「PRIAMINE1075」、Croda Japan K.K.製造) 29.15 質量份。滴加後，依次滴加三(2-胺基乙基)胺(Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.製造)1.44 質量份、降莖烷二胺(MITSUI FINE CHEMICALS,INC Co., Ltd.製造)4.57 質量份，滴加後在 80°C下保溫 0.5 小時。保溫後，添加了甲磺酸水溶液 (BASF Japan Ltd.製造，產品名稱「Lutropur MSA」) 3.52 質量份。之後，去除反應液中的醇並且升溫至 160°C。升溫後，添加甲苯 (Yamaichi Chemical Industries Co., Ltd.製造) 40.00 質量份，在 160°C下進行 2 小時的脫水閉環反應，去除反應液中的水和醇，獲得了為中間體的聚醯亞胺樹脂。接著，將所獲得之聚醯亞胺樹脂冷卻至 130°C，添加順丁烯二酸酐 (FUSO CHEMICAL CO., LTD.製造) 11.61 質量份，升溫至 160°C，在 160°C下進行 4 小時的脫水閉環反應，去除反應液中的水，獲得了順丁烯二醯亞胺化合物。

【0074】 將所獲得之順丁烯二醯亞胺化合物放入分液漏斗中，投入純水 500 質量份，搖晃分液漏斗之後靜置。靜置後，將水層及有機層進行分離之後，僅回收了有機層。將所回收之有機層投入到具備冷卻器、氮氣導入管、熱電偶、攪拌機、真空泵之 0.3L 的玻璃製容器中，升溫至 88~93°C，去除水之後，升溫至 100°C，在從大氣壓減壓 0.1MPa 之狀態下經 0.5 小時去除一部分溶劑，獲得了為 (A) 成分的順丁烯二醯亞胺化合物 (A-1) 的溶液。

【0075】 (合成例 2)

除了將 4,4'- (4,4'-異亞丙基二苯氧基) 二鄰苯二甲酸酐變更為 9,9-雙 (3,4-二羧基苯基) 萘二酐 (JFE Chemical Corporation 製造、產品名稱「BPAF」)、並將各成分的調配量變更為如表 1 所示，除此以外，以與合成例 1 相同的方式，獲得了順丁烯二醯亞胺化合物 (A-2) 的溶液。

【0076】 (合成例 3)

將三 (2-胺基乙基) 胺變更為 1,3,5-三 (4-胺基苯氧基) 苯 (SEIKA GROUP 製造、產品名稱「TAPOB」)，並將各成分的調配量變更為如表 1 所示，除此以外，以與合成例 1 相同的方式，獲得了順丁烯二醯亞胺化合物 (A-3) 的溶液。

【0077】 (不揮發成分)

將用精密天平稱量 $0.75\text{g}\pm 0.25\text{g}$ 的順丁烯二醯亞胺化合物的溶液放入金屬培養皿之後，利用熱風乾燥機在 150°C 下乾燥 0.5 小時，並藉由下述式算出了不揮發成分 (NV)。

$$\text{NV (質量\%)} = \{(W3-W1) / W2\} \times 100$$

W1：空的金屬培養皿的質量（g）

W2：乾燥前的順丁烯二醯亞胺化合物的溶液的質量（g）

W3：乾燥後的金屬培養皿+順丁烯二醯亞胺化合物的質量（g）

【0078】（重量平均分子量）

順丁烯二醯亞胺化合物的重量平均分子量（ M_w ）藉由 GPC（凝膠滲透層析法）來測定。將順丁烯二醯亞胺化合物溶解於四氫呋喃（THF）而使濃度成為 3 質量%之樣品，注入 50 μ L 到加溫至 30°C 之管柱（GL-R420 \times 1 根、GL-R430 \times 1 根、GL-R440 \times 1 根（均由 Hitachi High-Tech Corporation 製造），作為展開溶劑使用 THF，以流速為 1.6mL/分鐘的條件進行了測定。再者，檢測器使用 L-3350RI 檢測器（Hitachi, Ltd.製造），從溶出時間基於使用標準聚苯乙烯（TOSOH CORPORATION 製造）製作之分子量/溶出時間曲線而換算了 M_w 。

【0079】 [表 1]

		A-1	A-2	A-3
(a1) 成分	BISDA-1000	30.79	-	29.8
	BPAF	-	26.27	-
(a2) 成分	二聚體二胺	29.15	28.20	28.21
	降苾烷二胺	4.57	4.42	4.42
(a3) 成分	三(2-胺基乙基)胺	1.44	1.40	-
	TAPOB	-	-	3.82
(a4) 成分	順丁烯二酸酐	11.61	11.24	11.24
酸觸媒	甲磺酸溶液	3.52	3.41	2.39
溶劑	T-SOL	131.28	120.56	125.89
	偏三甲苯	36.33	32.15	32.08
	SOLMIX A-11	40.00	40.00	40.00
NV (質量%)		52.0	47.6	52.5
M_w		16600	13600	8300

【0080】 作為 (B) 成分，準備了以下化合物。

A-9300：三-(2-丙烯醯氧基乙基)異氰脲酸酯 (Shin-Nakamura Chem

ical Co., Ltd.製造、產品名稱)

TA-G：1,3,4,6-四烯丙基甘脛 (SHIKOKU KASEI HOLDINGS CORPORATION 製造、產品名稱)

TAIC：三烯丙基異三聚氰酸酯 (Shinryo Corporation 製造、產品名稱)

【0081】 作為 (C) 成分、(D) 成分、偶合劑、聚合抑制劑、防銹劑及溶劑，準備了以下化合物。

(C) 成分：脞酯系光聚合起始劑 (BASF Japan Ltd.製造、產品名稱「Irgacure OXE01」及「Irgacure OXE02」)

(D) 成分： α,α' -雙(三級丁基過氧)二異丙苯 (NOF CORPORATION 製造、產品名稱「PERBUTYL P」)

偶合劑：3-甲基丙烯醯氧丙基三甲氧基矽烷 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.公司製造、產品名稱「KBM-503」)

聚合抑制劑：4-羥基-2,2,6,6-四甲基哌啶-1-氧自由基 (TEMPOL) (Tokyo Chemical Industry Co., Ltd 製造)

防銹劑：1,2,3-苯并三唑 (JOHOKU CHEMICAL CO., LTD 製造、產品名稱「BT-120」)

溶劑：均三甲苯 (Toyo Gosei Co., Ltd 製造)

【0082】 [感光性樹脂組成物]

混合表 2 或表 3 所示之調配量 (質量份、固體成分) 的各成分和 210 質量份的溶劑，並在 25°C 下攪拌 30 分鐘以上之後，用網孔 0.5 μm 的過濾器進行過濾，從而製備了實施例的感光性樹脂組成物。

【0083】 (介電特性)

使用刮刀塗布機將感光性樹脂組成物塗布於銅箔上之後，風乾 15 分鐘，用乾燥機在 90°C 下、乾燥 15 分鐘以形成了塗膜。用高壓水銀燈對塗膜進行曝光（曝光量：1000mJ/cm²）及用熱板進行曝光後烘烤（100°C、1 分鐘），形成了具有 100μm 厚度之樹脂膜。之後，在氮氛圍氣下，使用潔淨烘箱使樹脂膜在 200°C 下固化 2 小時。接著，用過硫酸銨溶解去除銅箔以獲得了固化膜。

【0084】 將固化膜切成長度 80mm、寬度 80mm，並製作了評價樣品。對於評價樣品，使用 SPDR 介電共振器（QWED 公司製造）及分析儀（Agilent Technologies 製造、產品名稱「PNA Network Analyzer N5227A」），在室溫下測定了 10GHz 的相對介電常數（Dk）及介電損耗正切（Df）。

【0085】 （機械特性）

將固化膜切成長度 40mm、寬度 2mm，製作了評價樣品。關於評價樣品，使用熱機械分析裝置（TA Instruments Japan Inc. 製造，產品名稱「Q-400」），於在氮氛圍氣下、拉伸模式、荷重 5mN、測定溫度範圍 -50~220°C、升溫速度 10°C/分鐘、夾頭間距離 10mm 的條件下進行測定，從 0~40°C 的位移量算出了線膨脹係數（CTE）。

【0086】 （5%重量減少溫度）

稱取 6.0~10.0mg 的固化膜並放入開放型試樣容器（Hitachi High-Tech Corporation. 製造、產品名稱「GCA-0055」）中，在氮氣流量 300mL/分鐘、起始溫度 40°C、升溫速度 10°C/分鐘的條件下，測定了 5%重量減少溫度（T_{d5}）。測定裝置使用了 NEXTA STA200RV（Hitachi High-Tech Corporation. 製造）。

【0087】（微細加工性）

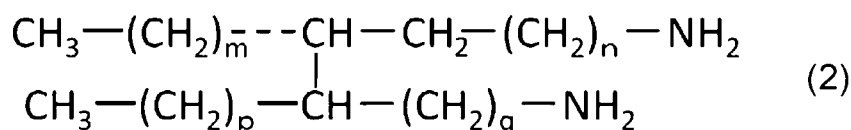
在矽晶圓上旋塗感光性樹脂組成物，並使用熱板在 90°C 下加熱乾燥 5 分鐘，以形成了厚度 7 μm 的樹脂膜。接著，使用 i 射線步進曝光機（CERMA PRECISION, INC. 製造、產品名稱「Sc6k」）並在曝光量 300mJ/cm² 的條件下對樹脂膜進行圖案曝光之後，使用熱板在 100°C、1 分鐘的條件下進行了加熱。之後，使用顯影液（環戊酮及丙二醇單甲醚乙酸酯的混合液）在 25°C、30 秒鐘（15 秒鐘 2 次）的條件下進行顯影，並用丙二醇單甲醚乙酸酯進行了清洗。用金屬顯微鏡確認了顯影後的樹脂膜從矽晶圓的剝離、樹脂膜的裂紋、圖案端部有無粗糙、及對樹脂膜顯影後之圖案底部有無殘渣。將無法確認到該等不良狀況且最小通孔直徑為 20 μm 以下的情況評價為「A」，將最小通孔直徑超過 20 μm 的情況評價為「B」。

【0088】 [表 2]

實施例		1	2	3	4	5
(A) 成分	A-1	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
(B) 成分	A-9300	15.0	10.0	7.5	5.0	-
	TA-G	-	5.0	7.5	10.0	15.0
(C) 成分	OXE01	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
(D) 成分		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
偶合劑		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
聚合抑制劑		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
防銹劑		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Dk		2.65	2.66	2.67	2.65	2.69
Df		0.0037	0.0034	0.0033	0.0031	0.0028
Td5 (°C)		409	410	410	415	420
CTE (ppm/°C)		88	95	96	101	100
通孔直徑評價		A	A	A	A	A

【0089】 [表 3]

實施例		6	7	8	9	10	11
(A) 成分	A-2	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	-
	A-3	-	-	-	-	-	85.0
(B) 成分	A-9300	15.0	10.0	7.5	5.0	-	5.0
	TA-G	-	5.0	7.5	10.0	15.0	-
	TAIC	-	-	-	-	-	10.0
(C) 成分	OXE01	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	OXE02	-	-	-	-	-	2.0
(D) 成分		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-
偶合劑		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
聚合抑制劑		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
防銹劑		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Dk		2.67	2.70	2.69	2.71	2.69	2.65
Df		0.0041	0.0038	0.0037	0.0034	0.0031	0.0022
Td5 (°C)		412	412	415	415	421	422
CTE (ppm/°C)		97	99	101	99	99	96
通孔直徑評價		A	A	A	A	A	A



式(1)及(2)中，m、n、p及q分別表示以成為 $m+n=6\sim 17$ 、 $p+q=8\sim 19$ 之方式選擇之 1 以上的整數，用虛線所示之鍵係指碳-碳單鍵或碳-碳雙鍵，但是，用虛線所示之鍵為碳-碳雙鍵之情況下，式(1)及(2)成為如下結構：將與構成碳-碳雙鍵之各碳原子鍵結之氫原子的數量設為從式(1)及(2)中所示出之數量減去 1 個而得之數量。

【請求項 5】

如請求項 1 所述之感光性樹脂組成物，其中

前述四羧酸二酐(a1)含有選自由 1,3,3a,4,5,9b-六氫-5-(四氫-2,5-二氧代-3-咪喃基)萘[1,2-C]咪喃-1,3-二酮、9,9-雙(3,4-二羧基苯基)萘二酐、3,3',4,4'-聯苯四羧酸二酐、4,4'-(4,4'-異亞丙基二苯氧基)二鄰苯二甲酸酐、4,4'-(六氟異亞丙基)二鄰苯二甲酸酐、5-(2,5-二氧代四氫咪喃基)-3-甲基-3-環己烯-1,2-二羧酸酐、二環己基-3,4,3',4'-四羧酸二酐、雙環[2.2.2]辛烷-2,3,5,6-四羧酸 2,3:5,6-二酐、5,5'-雙-2-降莖烯-5,5',6,6'-四羧酸-5,5',6,6'-二酐及 3,4'-二鄰苯二甲酸酐組成的組中之至少一種。

【請求項 6】

如請求項 1 所述之感光性樹脂組成物，其中

以前述二胺(a2)及前述三胺(a3)的總量為基準，前述三胺(a3)的含量為 5~35 莫耳%。

【請求項 7】

如請求項 1 所述之感光性樹脂組成物，其中

前述順丁烯二醯亞胺化合物的重量平均分子量為 3000~40000。

【請求項 8】

如請求項 1 所述之感光性樹脂組成物，其中
前述順丁烯二醯亞胺化合物具有萸骨架。

【請求項 9】

如請求項 1 所述之感光性樹脂組成物，其中
前述交聯劑包含具有（甲基）丙烯酸基之聚合性交聯劑。

【請求項 10】

如請求項 1 所述之感光性樹脂組成物，其中
前述交聯劑包含具有烯丙基或乙烯基之聚合性交聯劑。

【請求項 11】

如請求項 1 所述之感光性樹脂組成物，其進一步含有熱聚合起始劑。

【請求項 12】

一種固化物，其係請求項 1 至請求項 11 之任一項所述之感光性樹脂組成物的固化物。

【請求項 13】

一種半導體元件，其具有包含請求項 1 至請求項 11 之任一項所述之感光性樹脂組成物的固化物之再配線層。