



---

(21)申請案號：113124086

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 27 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/02 (2006.01)*

(30)優先權：2023/06/28 日本 2023-106422

(71)申請人：日商三井化學股份有限公司(日本) MITSUI CHEMICALS, INC. (JP)  
日本

(72)發明人：岡太航 OKADA, WATARU (JP)；茅場靖剛 KAYABA, YASUHISA (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：1 共 71 頁

---

(54)名稱

基板積層體

(57)摘要

一種基板積層體，包含：第一基板；接合層，含有樹脂；以及第二基板，且按照所述第一基板、所述接合層、所述第二基板的順序配置，所述基板積層體中，所述第一基板及所述第二基板的厚度均較所述接合層厚，當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述接合層中的 Si 原子的存在比率的最大值除以所述接合層中的 Si 原子的存在比率的最小值而得的值即 Si 比率比為 1.5 以上。

指定代表圖：

符號簡單說明：

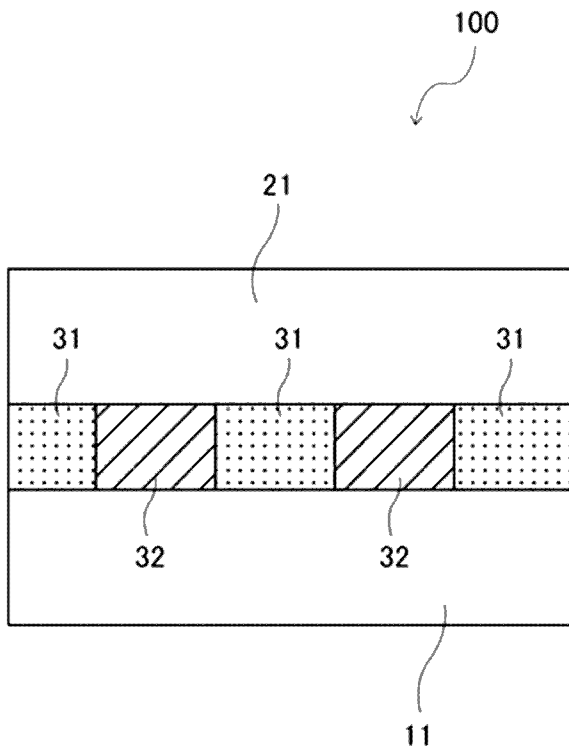
100:基板積層體

11:第一基板

21:第二基板

31:樹脂層

32:電極



【圖1】

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】基板積層體

【英文發明名稱】SUBSTRATE LAYERED BODY

【中文】

一種基板積層體，包含：第一基板；接合層，含有樹脂；以及第二基板，且按照所述第一基板、所述接合層、所述第二基板的順序配置，所述基板積層體中，所述第一基板及所述第二基板的厚度均較所述接合層厚，當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述接合層中的 Si 原子的存在比率的最大值除以所述接合層中的 Si 原子的存在比率的最小值而得的值即 Si 比率比為 1.5 以上。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

100:基板積層體

11:第一基板

21:第二基板

31:樹脂層

32:電極

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 基板積層體

【英文發明名稱】 SUBSTRATE LAYERED BODY

【技術領域】

【0001】 本揭示是有關於一種基板積層體。

【先前技術】

【0002】 近年來，對將基板彼此接合而成的基板積層體進行了研究。

例如，於專利文獻 1 中，揭示了一種作為基板積層體而製造將第一半導體晶圓及第二半導體晶圓積層而成的半導體裝置的方法。

【0003】 專利文獻 1：日本專利特開 2012-174937 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0004】 對於將基板彼此接合而成的基板積層體，有時要求進一步提高基板彼此的接合強度。

此處，「將基板彼此接合」的概念是指將基板彼此直接或經由其他層而接合。

【0005】 本揭示是鑒於所述情況而成。

本揭示的一態樣的課題在於提供一種基板彼此的接合強度優異的基板積層體。

[解決課題之手段]

【0006】 用以解決所述課題的具體方法包含以下的態樣。

<1> 一種基板積層體，包含：第一基板；

樹脂層，含有樹脂；以及

第二基板，

且按照所述第一基板、所述樹脂層、所述第二基板的順序配置，

所述基板積層體中，

所述第一基板及所述第二基板的厚度均較所述樹脂層厚，

所述樹脂包含 Si 原子，

當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 Si 原子的存在比率的最大值除以所述樹脂層中的 Si 原子的存在比率的最小值而得的值即 Si 比率比為 1.5 以上。

<2> 如<1>所述的基板積層體，其中，

所述樹脂更包含 O 原子，

當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最大值除以所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最小值而得的值即 O 比率比為 1.3 以上。

<3> 一種基板積層體，包含：第一基板；

樹脂層，含有樹脂；以及

第二基板，

且按照所述第一基板、所述樹脂層、所述第二基板的順序配置，

所述基板積層體中，

所述第一基板及所述第二基板的厚度均較所述樹脂層厚，

所述樹脂包含 O 原子，

當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最大值除以所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最小值而得的值即 O 比率比為 1.3 以上。

<4> 如<1>至<3>中任一項所述的基板積層體，其中，當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的於所述樹脂層的厚度方向上的變化為連續的。

<5> 如<1>至<4>中任一項所述的基板積層體，其中，當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 Si 原子的存在比率的於所述樹脂層的厚度方向上的變化為連續的。

<6> 如<1>至<5>中任一項所述的基板積層體，其中，所述樹脂層的複合彈性模數為 1 GPa~20 GPa。

<7> 如<1>至<6>中任一項所述的基板積層體，

其於所述第一基板與所述第二基板之間更包含貫通所述樹脂

層的電極。

< 8 > 如 < 1 > 至 < 7 > 中任一項所述的基板積層體，其中，所述第一基板及所述第二基板各自包含無機基板主體及無機層。

[發明的效果]

【0007】 藉由本揭示的一態樣，提供一種基板彼此的接合強度優異的基板積層體。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖 1 是概念性地表示本揭示的基板積層體的一例的概略剖面圖。

【實施方式】

【0009】 於本揭示中，使用「～」所表示的數值範圍是指包含「～」的前後所記載的數值作為下限值及上限值的範圍。

於本揭示中階段性記載的數值範圍中，在一個數值範圍中所記載的上限值或下限值可置換為其他階段性記載的數值範圍的上限值或下限值。另外，於本揭示中所記載的數值範圍中，該數值範圍的上限值或下限值亦可置換為實施例中所示的值。

【0010】 以下，對本揭示的基板積層體（第一實施形態的基板積層體及第二實施形態的基板積層體）進行說明。

【0011】 本揭示的第一實施形態的基板積層體包含：

第一基板；

樹脂層，含有樹脂；以及

第二基板，

且按照所述第一基板、所述樹脂層、所述第二基板的順序配置，

所述基板積層體中，

第一基板及第二基板的厚度均較樹脂層厚，

樹脂包含 Si 原子，

當藉由能量分散型 X 射線分光法對基板積層體的剖面進行組成分析時，樹脂層中的 Si 原子的存在比率（以下，亦稱為「Si 比率」）的最大值除以樹脂層中的 Si 原子的存在比率（即，Si 比率）的最小值而得的值（即，Si 比率的最大值/Si 比率的最小值）即 Si 比率比為 1.5 以上。

**【0012】** 第一實施形態的基板積層體藉由 Si 比率比為 1.5 以上，基板彼此的接合強度（詳細而言，經由樹脂層而接合的第一基板及第二基板的接合強度）優異。

**【0013】** 第一實施形態的基板積層體即便於其製造過程中使基板彼此於低溫（例如 140°C 以下）下接合時，基板彼此的接合強度（以下，亦簡稱為「低溫下的接合強度」）亦優異。

**【0014】** 本揭示的第二實施形態的基板積層體包含：

第一基板；

樹脂層，含有樹脂；以及

第二基板，

且按照所述第一基板、所述樹脂層、所述第二基板的順序配

置，

所述基板積層體中，

第一基板及第二基板的厚度均較樹脂層厚，

樹脂包含 O 原子，

當藉由能量分散型 X 射線分光法對基板積層體的剖面進行組成分析時，樹脂層中的 O 原子的存在比率（以下，亦稱為「O 比率」）的最大值除以所述樹脂層中的 O 原子的存在比率（即，O 比率）的最小值而得的值（即，O 比率的最大值/O 比率的最小值）即 O 比率比為 1.3 以上。

**【0015】** 第二實施形態的基板積層體藉由 O 比率比為 1.3 以上，基板彼此的接合強度（詳細而言，經由樹脂層而接合的第一基板及第二基板的接合強度）優異。

**【0016】** 第二實施形態的基板積層體即便於其製造過程中使基板彼此於低溫（例如 140°C 以下）下接合時，基板彼此的接合強度（以下，亦簡稱為「低溫下的接合強度」）亦優異。

**【0017】** 第一實施形態及第二實施形態亦可具有重複部分。

即，第一實施形態的基板積層體可具備第二實施形態的基板積層體的特徵（即，上述與 O 原子有關的特徵），第二實施形態的基板積層體亦可具備第一實施形態的基板積層體的特徵（即，上述與 Si 原子有關的特徵）。

以下，以第一實施形態的基板積層體為中心進行說明。

**【0018】** [ 基板積層體（第一實施形態） ]

第一實施形態的基板積層體包含第一基板、厚度為 20  $\mu\text{m}$  以下且含有樹脂的樹脂層、以及第二基板，且按照所述第一基板、所述樹脂層、所述第二基板的順序配置。

第一實施形態的基板積層體視需要亦可包含除第一基板、第二基板及樹脂層以外的其他層。

**【0019】** <第一基板>

第一實施形態的基板積層體包含第一基板。

第一基板為厚度較樹脂層的厚度厚的基板。

第一基板的材質並無特別限定，只要是通常使用者即可。

**【0020】** 第一基板較佳為包含選自由 Si、Al、Ti、Zr、Hf、Fe、Ni、Cu、Ag、Au、Ga、Ge、Sn、Pd、As、Pt、Mg、In、Ta 及 Nb 所組成的群組中的至少一種元素，較佳為包含選自由 Si、Ga、Ge 及 As 所組成的群組中的至少一種元素的半導體基板。

**【0021】** 作為第一基板的材質，具體而言，例如可列舉：

Si、InP、InAs、GaN、GaP、GaAs、InGaAs、InGaAlAs、SiGe、SiC 等半導體；

硼矽酸玻璃(派熱司(Pyrex)(註冊商標))、石英玻璃( $\text{SiO}_2$ )、藍寶石( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、AlN、 $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  等氧化物、碳化物或氮化物；

$\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{SrTiO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、釷鎳石榴石( $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ )等壓電體或介電體；

金剛石；

Al、Ti、Fe、Cu、Ag、Au、Pt、Pd、Ta、Nb 等金屬；

碳；

聚二甲基矽氧烷 ( Polydimethyl Siloxane, PDMS )、環氧樹脂、  
酚樹脂、聚醯亞胺、苯並環丁烯樹脂、聚苯並噁唑等樹脂等。

【0022】 作為包含各材質的第一基板的主要用途，可列舉以下者。

Si 可用於半導體記憶體、大型積體電路 ( Large Scale Integrated Circuit, LSI )、互補金屬氧化物半導體 ( Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS ) 影像感測器、微機電系統 ( Microelectro Mechanical System, MEMS )、光學設備、發光二極體 ( Light Emitting Diode, LED ) 等。

SiO<sub>2</sub> 可用於 MEMS 密封、微流路、2.5D 封裝用中介層、顯示器等。

BaTiO<sub>3</sub>、LiNbO<sub>3</sub>、SrTiO<sub>3</sub>、LiTaO<sub>3</sub>、Gd<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>O<sub>12</sub> 可用於聲表面波設備等。

PDMS 可用於微流路等。

InGaAlAs、InGaAs、InP 可用於光學設備等。

InGaAlAs、GaAs、GaN 可用於 LED 等。

【0023】 關於第一基板的材質，例如可參照：

國際公開第 2022/54839 號的段落 0097～段落 0098 的記載等  
公知文獻；

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejisso/22a/0/22a\\_0\\_233/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejisso/22a/0/22a_0_233/_pdf)、<http://www.musashino-eng.co.jp/setsugou/img/sabsample.pdf> 等資

訊。

【0024】 第一基板的厚度只要較樹脂層的厚度厚即可，並無特別限制。

第一基板的厚度例如為  $50\ \mu\text{m}$  以上，較佳為  $50\ \mu\text{m} \sim 10\ \text{mm}$ ，且較佳為  $100\ \mu\text{m} \sim 5\ \text{mm}$ ，更佳為  $200\ \mu\text{m} \sim 1\ \text{mm}$ 。

【0025】 第一基板可包含無機基板主體及無機層。

作為無機基板主體的材質，例如可列舉上述中所例示的第一基板的材質（其中樹脂除外）（即，半導體、「氧化物、碳化物或氮化物」、「壓電體或介電體」、金屬、碳），較佳為半導體，特佳為 Si。

作為無機層，較佳為  $\text{SiO}_2$  層、 $\text{SiCN}$  層或  $\text{SiN}$  層，特佳為  $\text{SiO}_2$  層。

【0026】 無機層可藉由濺鍍、化學氣相沈積（Chemical Vapor Deposition, CVD）、原子層沈積（Atomic Layer Deposition, ALD）等氣相成長法而形成。

另外，無機層亦可形成為自然氧化膜（具體而言為  $\text{SiO}_2$  層）。

【0027】 無機基板主體的厚度例如為  $50\ \mu\text{m}$  以上，較佳為  $50\ \mu\text{m} \sim 10\ \text{mm}$ ，且較佳為  $100\ \mu\text{m} \sim 5\ \text{mm}$ ，更佳為  $150\ \mu\text{m} \sim 2\ \text{mm}$ 。

無機層的厚度例如為  $1\ \text{nm} \sim 10\ \mu\text{m}$ ，較佳為  $3\ \text{nm} \sim 5\ \mu\text{m}$ ，更佳為  $5\ \text{nm} \sim 1\ \mu\text{m}$ 。

【0028】 <第二基板>

第一實施形態的基板積層體包含第二基板。

第二基板為厚度較樹脂層的厚度厚的基板。

第二基板的材質並無特別限定，只要是通常使用者即可。

第二基板的具體例及較佳態樣與第一基板的具體例及較佳態樣相同。

其中，第一基板與第二基板的材質、形狀、尺寸及物性中的至少一個可相同亦可不同。例如，第一基板的熱膨脹係數（Coefficient of Thermal Expansion, CTE）與第二基板的熱膨脹係數（CTE）可相同亦可不同。

**【0029】** 此處，一般而言，於將 CTE 不同的第一基板及第二基板積層的情況下，有因用於積層的加熱時的翹曲或應力而第一基板及/或第二基板產生破損之虞。

關於該方面，由於本揭示的基板積層體於低溫下的接合強度優異，因此藉由低溫下的接合，可抑制第一基板及/或第二基板的破損。

**【0030】** 由於本揭示的基板積層體於低溫下的接合強度優異，因此可使用聚醯亞胺、GaAs、玻璃、LiNbO<sub>3</sub>、InGaAs、InGaAlAs 等熱耐受性弱的基板作為第一基板及/或第二基板。

**【0031】** 另外，由於本揭示的基板積層體於低溫下的接合強度優異，因此亦可應用於光學設備、熱耐受性弱的設備（例如，相變化記憶體（phase-change memory））等。

**【0032】** <樹脂層>

第一實施形態的基板積層體包含含有樹脂的樹脂層。

樹脂層配置於第一基板與第二基板之間。

【0033】 樹脂層的結構可為單層結構，亦可為包含多個層的積層結構。

樹脂層可為使多個層接合而形成的層。於該情況下形成的樹脂層中，可明確地殘存著經接合的多個層彼此的界面（即，可維持積層結構），經接合的多個層彼此的界面亦可融合而變得模糊（例如，亦可形成單層結構）。

【0034】 樹脂層的厚度為 50  $\mu\text{m}$  以下。

樹脂層的厚度較佳為 0.01  $\mu\text{m}$  ~ 50  $\mu\text{m}$ ，更佳為 0.02  $\mu\text{m}$  ~ 35  $\mu\text{m}$ ，進而更佳為 0.03  $\mu\text{m}$  ~ 20  $\mu\text{m}$ 。

【0035】 樹脂層中含有的樹脂為包含 Si 原子的樹脂。

樹脂層中含有的樹脂可僅為一種亦可為兩種以上。

於樹脂層中含有的樹脂為兩種以上的樹脂的情況下，只要至少一種樹脂包含 Si 原子即可。

樹脂層中含有的樹脂例如為選自由聚醯亞胺、聚醯胺、聚醯胺醯亞胺、馬來醯亞胺樹脂、聚對二甲苯（*parylene*）、聚伸芳基醯聚醯亞胺、聚苯並噁唑、苯並環丁烯（*benzocyclobutene*，*BCB*）樹脂、及環氧樹脂所組成的群組中的至少一種。於該例中，至少一種樹脂包含 Si 原子。

另外，作為樹脂層中含有的樹脂，亦可列舉後述的組成物 A 的硬化物或後述的組成物 B 的硬化物。

【0036】 樹脂層可藉由塗佈法（即，對塗佈液進行塗佈，繼而進行加熱的方法）來形成，所述塗佈法中使用了含有樹脂及樹脂前驅物

(例如單體)中的至少一者的塗佈液。

作為塗佈液的例子，可列舉後述的組成物 A 及組成物 B。

**【0037】** 就進一步提高基板彼此的接合強度的觀點而言，樹脂層中含有的樹脂更佳為更包含 O 原子，進而更佳為包含矽烷醇基及矽氧烷鍵中的至少一者。

**【0038】** 樹脂層中含有的樹脂亦較佳為包含選自由矽氧烷鍵、醯胺鍵及醯亞胺鍵所組成的群組中的至少一種。

藉此，基板彼此的接合強度進一步提高。

包含選自由矽氧烷鍵、醯胺鍵及醯亞胺鍵所組成的群組中的至少一種的態樣的樹脂層例如可使用後述的組成物 A 或後述的組成物 B 來形成。

**【0039】** 樹脂層中亦可含有除樹脂以外的成分。

樹脂層較佳為含有樹脂作為主成分。

此處，所謂主成分是指質量基準下的含有比率最大的成分。

相對於樹脂層整體而言的樹脂的含量較佳為 50 質量%以上，更佳為 60 質量%以上，進而更佳為 80 質量%以上，進而更佳為 90 質量%以上。

相對於樹脂層整體而言的樹脂的含量可為 100 質量%，亦可未滿 100 質量%。

**【0040】** (Si 比率比)

當藉由能量分散型 X 射線分光法 (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) (以下，亦稱為「EDX」) 對本揭示的基板積層體的

剖面進行組成分析時，Si 比率比（即，樹脂層中的 Si 原子的存在比率的最大值除以樹脂層中的 Si 原子的存在比率的最小值而得的值；即，Si 比率的最大值/Si 比率的最小值）為 1.5 以上。

藉此，基板彼此的接合強度提高。

Si 比率比（即，Si 比率的最大值/Si 比率的最小值）較佳為 1.5~5.0，更佳為 1.6~3.0，進而更佳為 1.7~2.5。

**【0041】** 於藉由 EDX 的組成分析中，Si 原子的存在比率（即，Si 比率）的最小值並無特別限制，例如為 0.1 原子%~30 原子%，較佳為 0.5 原子%~20 原子%，更佳為 1 原子%~10 原子%。

**【0042】** 於本揭示中，能量分散型 X 射線分光法（EDX）的測定條件可參照後述的實施例。

**【0043】** （表面活化處理）

作為用於使 Si 比率比成為 1.5 以上的具體的手段，可列舉於基板積層體的製造階段中、於經由樹脂層將第一基板與第二基板貼合之前，對樹脂層中的貼合面實施表面活化處理的手段。

於對樹脂層中的貼合面實施了表面活化處理的情況下，可使實施了表面活化處理的面附近（詳細而言，樹脂層的厚度方向上的附近）的 Si 原子的存在比率上升。藉此，可獲得 Si 原子的存在比率示出最大值的部位及示出最小值的部位，其結果，容易達成 Si 比率比為 1.5 以上。

例如，於對樹脂層中的貼合面實施後述的電漿處理作為表面活化處理的情況下，可使實施了表面活化處理的面附近的碳（C）

的存在比率減少，作為其結果，可使所述附近的 Si 的存在比率上升。

**【0044】** 表面活化處理不僅可對樹脂層中的貼合面（即，樹脂層表面）實施，亦可對貼附於樹脂層的面實施。

**【0045】** 作為樹脂層中的貼合面，例如可列舉：

樹脂層中的與第一基板或第二基板（以下，亦簡稱為基板）自身的貼合面；

與設置於基板上的樹脂層或無機層的貼合面等。

例如，將包含第一基板以及樹脂層的積層體與第二基板以樹脂層和第二基板相接的方向加以貼合時的「樹脂層中的貼合面」為樹脂層中的與第二基板的貼合面。

另外，將包含第一基板以及樹脂層 A 的積層體與包含第二基板以及樹脂層 B 的積層體以樹脂層 A 和樹脂層 B 相接的方向加以貼合時的「樹脂層 A 中的貼合面」為樹脂層 A 中的與樹脂層 B 的貼合面。

**【0046】** 作為對樹脂層中的貼合面實施的表面活化處理，可列舉：利用化學藥液的處理、Si 含浸處理、電漿處理、高速原子束照射及臭氧處理。

**【0047】** 作為 Si 含浸處理，可列舉含有矽烷偶合劑的液體的塗佈等。

**【0048】** 電漿處理例如為選自由氧電漿處理及氮電漿處理所組成的群組中的至少一種。

【0049】 於作為選自由氧電漿處理及氮電漿處理所組成的群組中的至少一種的電漿處理中，氧氣或氮氣的氣體流量較佳為 5 sccm ~ 200 sccm，更佳為 10 sccm ~ 100 sccm，進而更佳為 10 sccm ~ 60 sccm。

【0050】 電漿處理中的處理壓力較佳為 10 Pa ~ 100 Pa，更佳為 20 Pa ~ 80 Pa。

【0051】 電漿處理中的射頻（Radio Frequency，RF）電力較佳為 10 W ~ 200 W，更佳為 20 W ~ 150 W。

【0052】 電漿處理中的處理時間較佳為 10 秒 ~ 200 秒，更佳為 20 秒 ~ 100 秒。

【0053】 於基板積層體的製造階段，亦可對表面活化處理後的樹脂層的表面實施水清洗。

【0054】 （Si 原子的存在比率的變化）

於第一實施形態中，較佳為當藉由 X 射線能譜儀檢測器系統（X-Ray Spectrometer Detector System，XDS）進行組成分析時，樹脂層中的 Si 原子的存在比率的於樹脂層的厚度方向上的變化為連續的。藉此，基板彼此的接合強度進一步提高。

【0055】 於本揭示中，所謂「樹脂層中的 Si 原子的存在比率的於樹脂層的厚度方向上的變化為連續的」，是指 Si 原子的存在比率的於樹脂層的每 1 nm 厚度中的變化量為 1 原子%以下。

【0056】 作為達成「樹脂層中的 Si 原子的存在比率的於樹脂層的厚度方向上的變化為連續的」的手段，例如可列舉對樹脂層中的貼

合面實施所述電漿處理。

**【0057】**（O 比率比）

當藉由 EDX 對本揭示的基板積層體的剖面進行組成分析時，O 比率比（即，樹脂層中的 O 原子的存在比率的最大值除以樹脂層中的 O 原子的存在比率的最小值而得的值；即，最大值/最小值）為 1.3 以上。

藉此，基板彼此的接合強度進一步提高。

O 比率比（最大值/最小值）較佳為 1.3~5.0，更佳為 1.4~3.0，進而更佳為 1.5~2.0。

**【0058】** 於所述藉由 EDX 的組成分析中，O 原子的存在比率的最小值並無特別限制，例如為 1 原子%~50 原子%，較佳為 2 原子%~40 原子%，更佳為 3 原子%~30 原子%。

**【0059】**（O 原子的存在比率的變化）

於第一實施形態中，較佳為當藉由 XDS 進行組成分析時，樹脂層中的 O 原子的存在比率的於樹脂層的厚度方向上的變化為連續的。

藉此，基板彼此的接合強度進一步提高。

O 原子的存在比率的變化中的「連續的」的含義與 Si 原子的存在比率的變化中的「連續的」的含義相同。

**【0060】** 作為達成「樹脂層中的 O 原子的存在比率的於樹脂層的厚度方向上的變化為連續的」的手段，例如可列舉對樹脂層中的貼合面實施所述電漿處理。

**【0061】**（C 原子的存在比率）

樹脂層中的樹脂當然包含 C（碳）原子。

於藉由 XDS 的組成分析中，Si 示出最大值的位置處的 C 值較佳為 20 原子%~55 原子%，更佳為 30 原子%~55 原子%。

於藉由 XDS 的組成分析中，Si 示出最小值的位置處的 C 值較佳為 40 原子%~90 原子%，更佳為 50 原子%~80 原子%。

**【0062】** 於藉由 XDS 的組成分析中，O 示出最大值的位置處的 C 值較佳為 20 原子%~55 原子%，更佳為 30 原子%~55 原子%。

於藉由 XDS 的組成分析中，O 示出最小值的位置處的 C 值較佳為 40 原子%~90 原子%，更佳為 50 原子%~80 原子%。

**【0063】**（複合彈性模數）

基板積層體中的樹脂層的複合彈性模數並無特別限制，例如為 1 GPa~20 GPa，較佳為 2 GPa~15 GPa，更佳為 3 GPa~10 GPa。

複合彈性模數的測定方法可參照後述的實施例。

**【0064】**（接合強度）

於第一實施形態的基板積層體中，以表面能量表示的第一基板與第二基板的接合強度較佳為 0.2 J/m<sup>2</sup> 以上，更佳為 1.0 J/m<sup>2</sup> 以上，進而更佳為 2.0 J/m<sup>2</sup> 以上。

表面能量可藉由後述的刀片插入試驗來求出。

**【0065】**（空隙）

第一實施形態的基板積層體較佳為即便加熱至 400°C 而於樹脂層與基板的接合面亦不易產生空隙。加熱至 400°C 時的空隙的合

計面積的比例（空隙面積率）較佳為 30%以下，更佳為 20%以下，進而更佳為 10%以下。

空隙面積率為於紅外光透過觀察中，空隙面積的合計除以可觀測到透過光的面積的合計且乘以 100 而算出的值。

於紅外光透過觀察難以進行的情況下，可使用超音波顯微鏡的反射波、超音波顯微鏡的透過波或紅外光反射光，較佳為使用超音波顯微鏡的反射波並利用相同的方法來求出。

#### 【0066】 <電極>

第一實施形態的基板積層體可於第一基板與第二基板之間更包含貫通樹脂層的電極。

藉由該電極，可使第一基板與第二基板電性連接。

作為電極，可列舉包含選自由 Cu、金及錫所組成的群組中的至少一種金屬的電極。

【0067】 圖 1 是概念性地表示包含電極時的基板積層體的一例的概略剖面圖。

如圖 1 所示，本一例的基板積層體 100 包含第一基板 11、樹脂層 31 以及第二基板 21，且按照第一基板 11、樹脂層 31、第二基板 21 的順序配置，於第一基板 11 與第二基板 21 之間，更包含貫通樹脂層 31 的電極 32。

【0068】 於基板積層體 100 中，第一基板 11 及第二基板 21 分別可包含基板主體（例如 Si 基板主體）以及無機層（例如 SiO<sub>2</sub> 層）。該情況下，可於各自的基板主體與樹脂層 31 之間的至少一者配置

無機層。

【0069】 另外，於基板積層體 100 中，樹脂層 31 及電極 32 分別可為將多個層積層而形成者。

該情況下的樹脂層 31 及電極 32 的結構分別可為積層有多個層的積層結構，亦可為將多個層積層繼而融合而形成的單層結構。

樹脂層 31 及電極 32 分別為將多個層積層而形成者的形態的基板積層體可藉由混合接合來製造。

此處，所謂混合接合，是指藉由使電極及絕緣層露出的兩個面彼此接觸而將電極彼此接合，且將絕緣層彼此接合的形態的接合。

混合接合於配線間隔的窄間距化的方面有利。

【0070】 [ 基板積層體 ( 第二實施形態 ) ]

第二實施形態的基板積層體具備第一實施形態中的 O 比率比為 1.3 以上這一特徵，且可具備亦可不具備第一實施形態中的 Si 比率比為 1.5 以上這一特徵，除此以外，與第一實施形態的基板積層體相同，較佳態樣亦相同。

【0071】 [ 用於形成樹脂層的組成物的具體例 ]

以下，對用於形成本揭示中的樹脂層的組成物(例如塗佈液)的具體例即組成物 A 及組成物 B 進行說明。

關於用於形成樹脂層的組成物，例如可參照國際公開 2018/199117 號、國際公開第 2022/054839 號、日本專利特開 2021-182621 號公報等公知文獻。

**【0072】** <組成物 A>

組成物 A 為如下組成物，其包含：

化合物 (A)，具有包含一級氮原子及二級氮原子的至少一個的陽離子性官能基、矽氧烷鍵 (Si-O 鍵) 及胺基且重量平均分子量為 130 以上、10000 以下；以及

化合物 (B)，於分子內具有三個以上的-C(=O)OX 基 (X 為氫原子或碳數 1 以上、6 以下的烷基)，三個以上的-C(=O)OX 基中，一個以上、六個以下為-C(=O)OH 基，且重量平均分子量為 200 以上、600 以下。

**【0073】** 所述組成物 A 藉由含有化合物 (A) 及化合物 (B)，可製成厚度均勻的樹脂層 (即，本揭示中的樹脂層；以下相同)，且基板彼此的接合強度亦優異。進而，由於即便減薄樹脂層的厚度，基板彼此的接合強度亦優異，因此於在實現小型化的同時形成多層的三維結構時有利。另外，由於可減薄樹脂層的厚度，因此於製造基板積層體時，容易使溶媒揮發，可抑制空隙的產生。另外，由於可抑制空隙的產生，因此接著面積難以變小，可抑制基板的意外剝離。

**【0074】** (化合物 (A))

化合物 (A) 為具有包含一級氮原子及二級氮原子的至少一個的陽離子性官能基、矽氧烷鍵 (Si-O 鍵) 及胺基且重量平均分子量為 130 以上、10000 以下的化合物。

作為陽離子性官能基，若為可帶有正電荷，且包含一級氮原

子及二級氮原子的至少一個的官能基，則並無特別限定。

【0075】 進而，化合物（A）除一級氮原子及二級氮原子以外，亦可包含三級氮原子。

【0076】 於本說明書中，所謂「一級氮原子」，是指僅與兩個氫原子及氫原子以外的一個原子鍵結的氮原子（例如，一級胺基（-NH<sub>2</sub>基）中所含的氮原子）或僅與三個氫原子及氫原子以外的一個原子鍵結的氮原子（陽離子）。

另外，所謂「二級氮原子」，是指僅與一個氫原子及氫原子以外的兩個原子鍵結的氮原子（即，下述式（a）所表示的官能基中所含的氮原子）或僅與兩個氫原子及氫原子以外的兩個原子鍵結的氮原子（陽離子）。

另外，所謂「三級氮原子」，是指僅與氫原子以外的三個原子鍵結的氮原子（即，作為下述式（b）所表示的官能基的氮原子）或僅與一個氫原子及氫原子以外的三個原子鍵結的氮原子（陽離子）。

【0077】 [化 1]



【0078】 於式（a）及式（b）中，\*表示與氫原子以外的原子的鍵結位置。

此處，所述式 (a) 所表示的官能基可為構成二級胺基 ( $-\text{NHR}^a$  基；此處， $\text{R}^a$  表示烷基) 的一部分的官能基，亦可為聚合物的骨架中所含的二價的連結基。

另外，所述式 (b) 所表示的官能基 (即，三級氮原子) 可為構成三級胺基 ( $-\text{NR}^b\text{R}^c$  基；此處， $\text{R}^b$  及  $\text{R}^c$  分別獨立地表示烷基) 的一部分的官能基，亦可為聚合物的骨架中所含的三價的連結基。

**【0079】** 化合物 (A) 的重量平均分子量為 130 以上、10000 以下，更佳為 130 以上、5000 以下，進而更佳為 130 以上、2000 以下。

**【0080】** 再者，於本說明書中，重量平均分子量是指藉由凝膠滲透層析 (Gel Permeation Chromatography, GPC) 法而測定的聚乙二醇換算的重量平均分子量。

具體而言，使用硝酸鈉濃度 0.1 mol/L 的水溶液作為展開溶媒，且使用分析裝置 Shodex DET RI-101 及兩種分析管柱 (東曹 (Tosoh) 製造的 TSKgel G6000PWXL-CP 及 TSKgel G3000PWXL-CP)，以流速 1.0 mL/min 來檢測折射率，並將聚乙二醇/聚環氧乙烷作為標準品，利用解析軟體 (沃特世 (Waters) 製造的 Empower3) 來算出重量平均分子量。

**【0081】** 另外，化合物 (A) 視需要亦可更具有陰離子性官能基、非離子性官能基等。

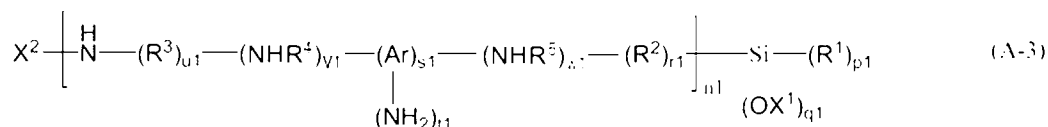
所述非離子性官能基可為氫鍵接受基，亦可為氫鍵供予基。作為所述非離子性官能基，例如可列舉：羥基、羰基、醚基 ( $-\text{O}-$ ) 等。

所述陰離子性官能基若為可帶有負電荷的官能基，則並無特別限制。作為所述陰離子性官能基，例如可列舉：羧酸基、磷酸基、硫酸基等。

【0082】 作為化合物(A)，例如可列舉：矽氧烷二胺、具有胺基的矽烷偶合劑、具有胺基的矽烷偶合劑的矽氧烷聚合體等。

作為具有胺基的矽烷偶合劑，例如可列舉下述式(A-3)所表示的化合物。

【0083】 [化 2]



$p1: 0-2, q1: 1-3, n1: 1-3, r1: 0-1, s1: 0-1, t1: 0-1, u1: 0-1, v1: 0-1, w1: 0-1, p1: q1: 3$

【0084】 式(A-3)中，R<sup>1</sup>表示可經取代的碳數1~4的烷基。R<sup>2</sup>及R<sup>3</sup>分別獨立地表示可經取代(於骨架中可包含羰基、醚基等)的碳數1~12的伸烷基、醚基或羰基。R<sup>4</sup>及R<sup>5</sup>分別獨立地表示可經取代的碳數1~4的伸烷基或單鍵。Ar表示二價或三價的芳香環。X<sup>1</sup>表示氫或可經取代的碳數1~5的烷基。X<sup>2</sup>表示氫、環烷基、雜環基、芳基或可經取代(於骨架中可包含羰基、醚基等)的碳數1~5的烷基。多個R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>、X<sup>1</sup>可相同，亦可不同。

作為R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>、X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>中的烷基及伸烷基的取代

基，可分別獨立地列舉：胺基、羥基、烷氧基、氰基、羧酸基、磺酸基、鹵素等。

作為 Ar 中的二價或三價的芳香環，例如可列舉二價或三價的苯環。作為 X<sup>2</sup> 中的芳基，例如可列舉：苯基、甲基苄基、乙烯基苄基等。

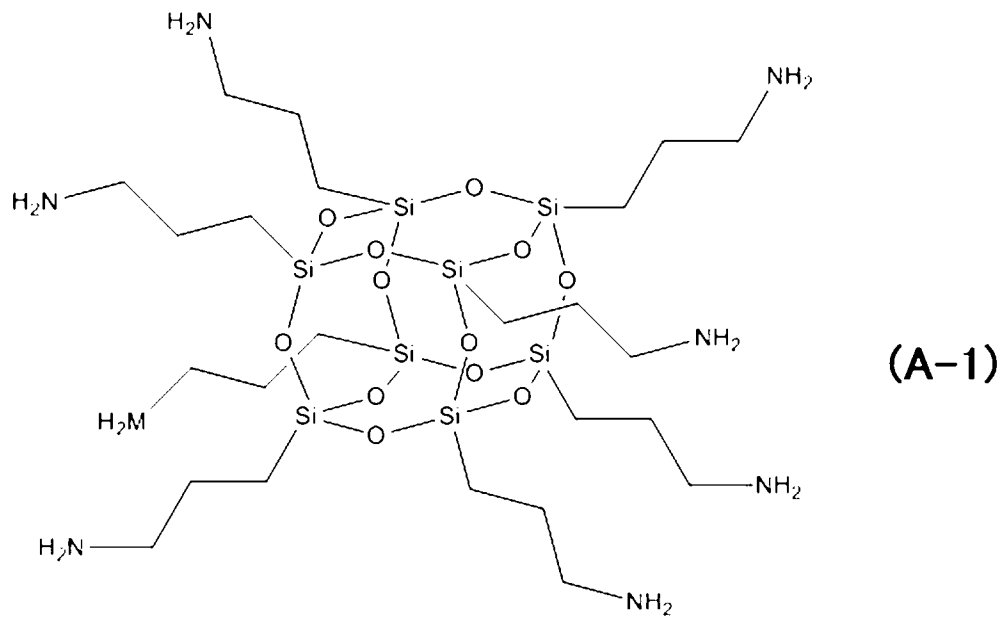
【0085】 作為式 (A-3) 所表示的矽烷偶合劑的具體例，例如可列舉：N-(2-胺基乙基)-3-胺基丙基甲基二乙氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺基丙基三乙氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺基異丁基二甲基甲氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺基異丁基甲基二甲氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-11-胺基十一基三甲氧基矽烷、3-胺基丙基三甲氧基矽烷、3-胺基丙基三乙氧基矽烷、N-苯基-3-胺基丙基三甲氧基矽烷、(胺基乙基胺基乙基)苯基三乙氧基矽烷、甲基苄基胺基乙基胺基丙基三甲氧基矽烷、苄基胺基乙基胺基丙基三乙氧基矽烷、3-脲基丙基三乙氧基矽烷、(胺基乙基胺基乙基)苯乙基三甲氧基矽烷、(胺基乙基胺基甲基)苯乙基三甲氧基矽烷、N-[2-[3-(三甲氧基矽烷基)丙基胺基]乙基]乙二胺、3-胺基丙基二乙氧基甲基矽烷、3-胺基丙基二甲氧基甲基矽烷、3-胺基丙基二甲基乙氧基矽烷、3-胺基丙基二甲基甲氧基矽烷、三甲氧基[2-(2-胺基乙基)-3-胺基丙基]矽烷、二胺基甲基甲基二乙氧基矽烷、甲基胺基甲基甲基二乙氧基矽烷、對胺基苯基三甲氧基矽烷、N-甲基胺基丙基三乙氧基矽烷、N-甲基胺基丙基甲基二乙氧基矽烷、(苯基胺基甲基)甲基二乙氧基矽烷、乙醯胺丙基三甲氧基矽烷及該些的水解物。

【0086】 作為式 (A-3) 以外的包含胺基的矽烷偶合劑，例如可列舉：N,N-雙[3-(三甲氧基矽烷基)丙基]乙二胺、N,N'-雙[3-(三甲氧基矽烷基)丙基]乙二胺、雙[(3-三乙氧基矽烷基)丙基]胺、哌嗪基丙基甲基二甲氧基矽烷、雙[3-(三乙氧基矽烷基)丙基]脲、雙(甲基二甲氧基矽烷基丙基)胺、2,2-二甲氧基-1,6-二氮雜-2-矽雜環辛烷、3,5-二胺基-N-(4-(甲氧基二甲基矽烷基)苯基)苯甲醯胺、3,5-二胺基-N-(4-(三乙氧基矽烷基)苯基)苯甲醯胺、5-(乙氧基二甲基矽烷基)苯-1,3-二胺及該些的水解物。

【0087】 所述具有胺基的矽烷偶合劑可單獨使用一種，亦可組合使用兩種以上。另外，亦可將具有胺基的矽烷偶合劑與不具有胺基的矽烷偶合劑組合使用。例如，為了改善與金屬的密接性，可使用具有巰基的矽烷偶合劑。

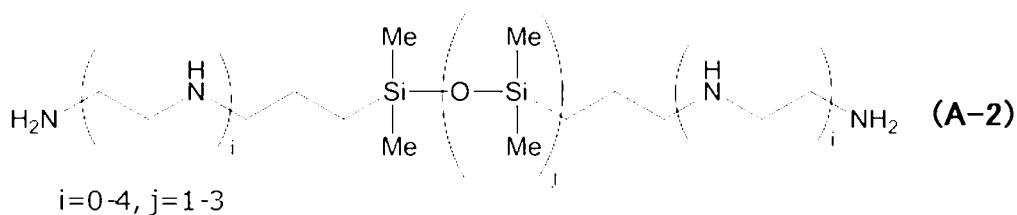
【0088】 另外，亦可使用自該些矽烷偶合劑經由矽氧烷鍵 (Si-O-Si) 而形成的聚合體 (矽氧烷聚合體)。例如，根據 3-胺基丙基三甲氧基矽烷的水解物，可獲得具有線形矽氧烷結構的聚合體、具有分支狀矽氧烷結構的聚合體、具有環狀矽氧烷結構的聚合體、具有籠狀矽氧烷結構的聚合體等。籠狀矽氧烷結構例如由下述式 (A-1) 表示。

【0089】 [化 3]



**【0090】** 作為矽氧烷二胺，例如可列舉下述式 (A-2) 所表示的化合物。再者，式 (A-2) 中， $i$  為 0~4 的整數， $j$  為 1~3 的整數，Me 為甲基。

**【0091】** [化 4]



**【0092】** 另外，作為矽氧烷二胺，可列舉 1,3-雙(3-胺基丙基)四甲基二矽氧烷 (於式 (A-2) 中， $i=0, j=1$ )、1,3-雙(2-胺基乙基胺基)丙基四甲基二矽氧烷 (於式 (A-2) 中， $i=1, j=1$ )。

**【0093】** 化合物 (A) 具有一級或二級的胺基，因此藉由與可存在

於第一基板及第二基板的表面的羥基、環氧基、羧基、胺基、巰基等官能基的靜電相互作用或藉由緻密地形成與所述官能基的共價鍵，可將基板彼此強力地接著。

另外，化合物(A)具有一級或二級的胺基，因此容易溶解於後述的極性溶媒(D)中。藉由使用容易溶解於極性溶媒(D)中的化合物(A)，與矽基板等基板的親水性表面的親和性變高，因此容易形成平滑的膜且可減薄樹脂層的厚度。

**【0094】** 作為化合物(A)，就形成醯胺、醯胺醯亞胺、醯亞胺等熱交聯結構而進一步提高耐熱性的觀點而言，較佳為具有 Si-O 鍵與一級胺基的化合物。

**【0095】** 就形成平滑的薄膜的方面而言，化合物(A)中的一級氮原子及二級氮原子的合計數量與矽原子的數量的比率(一級氮原子及二級氮原子的合計數量/矽原子的數量)較佳為 0.2 以上、5 以下。

**【0096】** 就基板彼此的接著性的方面而言，化合物(A)較佳為 Si 元素與和 Si 元素鍵結的甲基等非交聯性基的莫耳比滿足(非交聯性基)/Si < 2 的關係。推測：藉由滿足該關係，所形成的膜的交聯(Si-O-Si 鍵與醯胺鍵、醯亞胺鍵等的交聯)密度提高，基板彼此具有充分的接著力，可抑制基板的剝離。

**【0097】** 如上所述，化合物(A)具有包含一級氮原子及二級氮原子的至少一個的陽離子性官能基。此處，於化合物(A)包含一級氮原子的情況下，一級氮原子於化合物(A)中的所有氮原子中所

佔的比例較佳為 20 莫耳%以上，更佳為 25 莫耳%以上，進而更佳為 30 莫耳%以上。另外，化合物 (A) 亦可具有包含一級氮原子且不包含一級氮原子以外的氮原子(例如，二級氮原子、三級氮原子)的陽離子性官能基。

**【0098】** 另外，於化合物 (A) 包含二級氮原子的情況下，二級氮原子於化合物 (A) 中的所有氮原子中所佔的比例較佳為 5 莫耳%以上、50 莫耳%以下，更佳為 10 莫耳%以上、45 莫耳%以下。

**【0099】** 另外，化合物 (A) 除一級氮原子及二級氮原子以外，亦可包含三級氮原子，於化合物 (A) 包含三級氮原子的情況下，三級氮原子於化合物 (A) 中的所有氮原子中所佔的比例較佳為 20 莫耳%以上、50 莫耳%以下，更佳為 25 莫耳%以上、45 莫耳%以下。

**【0100】** 於本實施形態中，樹脂層中的化合物 (A) 來源的成分的含量並無特別限制，例如，相對於樹脂層整體，可設為 1 質量%以上、82 質量%以下，較佳為 5 質量%以上、82 質量%以下，更佳為 13 質量%以上、82 質量%以下。

**【0101】** (化合物 (B))

化合物 (B) 為如下化合物，其於分子內具有三個以上的  $\text{-C(=O)OX}$  基 (X 為氫原子或碳數 1 以上、6 以下的烷基)，三個以上的  $\text{-C(=O)OX}$  基 (以下，亦稱為「 $\text{COOX}$ 」) 中，一個以上、六個以下為  $\text{-C(=O)OH}$  基 (以下，亦稱為「 $\text{COOH}$ 」)，且重量平均分子量為 200 以上、600 以下。

**【0102】** 化合物 (B) 為於分子內具有三個以上的  $-C(=O)OX$  基 (X 為氫原子或碳數 1 以上、6 以下的烷基) 的化合物，較佳為於分子內具有三個以上、六個以下的  $-C(=O)OX$  基的化合物，更佳為於分子內具有三個或四個  $-C(=O)OX$  基的化合物。

**【0103】** 於化合物 (B) 中，作為  $-C(=O)OX$  基中的 X，可列舉氫原子或碳數 1 以上、6 以下的烷基，其中，較佳為氫原子、甲基、乙基、丙基。再者， $-C(=O)OX$  基中的 X 可相互相同，亦可不同。

**【0104】** 化合物 (B) 為於分子內具有一個以上、六個以下的 X 為氫原子的  $-C(=O)OH$  基的化合物，較佳為於分子內具有一個以上、四個以下的  $-C(=O)OH$  基的化合物，更佳為於分子內具有兩個以上、四個以下的  $-C(=O)OH$  基的化合物，進而更佳為於分子內具有兩個或三個  $-C(=O)OH$  基的化合物。

**【0105】** 化合物 (B) 為重量平均分子量為 200 以上、600 以下的化合物。較佳為 200 以上、400 以下的化合物。

**【0106】** 化合物 (B) 較佳為於分子內具有環結構。作為環結構，可列舉脂環結構、芳香環結構等。另外，化合物 (B) 於分子內亦可具有多個環結構，多個環結構可相同，亦可不同。

**【0107】** 作為脂環結構，例如可列舉碳數 3 以上、8 以下的脂環結構，較佳為碳數 4 以上、6 以下的脂環結構，環結構內可為飽和，亦可為不飽和。更具體而言，作為脂環結構，可列舉：環丙烷環、環丁烷環、環戊烷環、環己烷環、環庚烷環、環辛烷環等飽和脂環結構；環丙烯環、環丁烯環、環戊烯環、環己烯環、環庚烯環、環

辛烯環等不飽和脂環結構。

【0108】 作為芳香環結構，若為顯示出芳香族性的環結構，則並無特別限定，例如可列舉：苯環、萘環、蔥環、茈環等苯系芳香環；吡啶環、噻吩環等芳香族雜環；茚環、萹環等非苯系芳香環等。

【0109】 作為化合物 (B) 於分子內所具有的環結構，例如較佳為選自由環丁烷環、環戊烷環、環己烷環、苯環及萘環所組成的群組中的至少一者，就進一步提高樹脂層的耐熱性的方面而言，更佳為苯環及萘環的至少一者。

【0110】 如上所述，化合物 (B) 於分子內可具有多個環結構，於環結構為苯環的情況下，可具有聯苯結構、二苯甲酮結構、二苯基醚結構等。

【0111】 作為化合物 (B) 於分子內所具有的環結構，較佳為具有兩個以上的  $-C(=O)OX$  基的環結構。

【0112】 化合物 (B) 較佳為於分子內具有氟原子，更佳為於分子內具有一個以上、六個以下的氟原子，進而更佳為於分子內具有三個以上、六個以下的氟原子。例如，化合物 (B) 於分子內可具有氟烷基，具體而言，可具有三氟烷基或六氟異丙基。

【0113】 進而，作為化合物 (B)，可列舉：脂環羧酸、苯羧酸、萘羧酸、二鄰苯二甲酸、氟化芳香環羧酸等羧酸化合物；脂環羧酸酯、苯羧酸酯、萘羧酸酯、二鄰苯二甲酸酯、氟化芳香環羧酸酯等羧酸酯化合物。再者，羧酸酯化合物為如下化合物，其於分子內具有羧基 ( $-C(=O)OH$  基)，且於三個以上的  $-C(=O)OX$  基中，至少一個 X

為碳數 1 以上、6 以下的烷基（即，具有酯鍵）。於本實施形態中，藉由化合物（B）為羧酸酯化合物，而可抑制因化合物（A）與化合物（B）的締合所引起的凝聚，從而凝聚體及凹坑變少且容易調整膜厚。

**【0114】** 作為所述羧酸化合物，較佳為包含四個以下的-C(=O)OH基的四價以下的羧酸化合物，更佳為包含三個或四個-C(=O)OH基的三價或四價的羧酸化合物。

**【0115】** 作為所述羧酸酯化合物，較佳為於分子內包含三個以下的羧基（-C(=O)OH基）且包含三個以下的酯鍵的化合物，更佳為於分子內包含兩個以下的羧基且包含兩個以下的酯鍵的化合物。

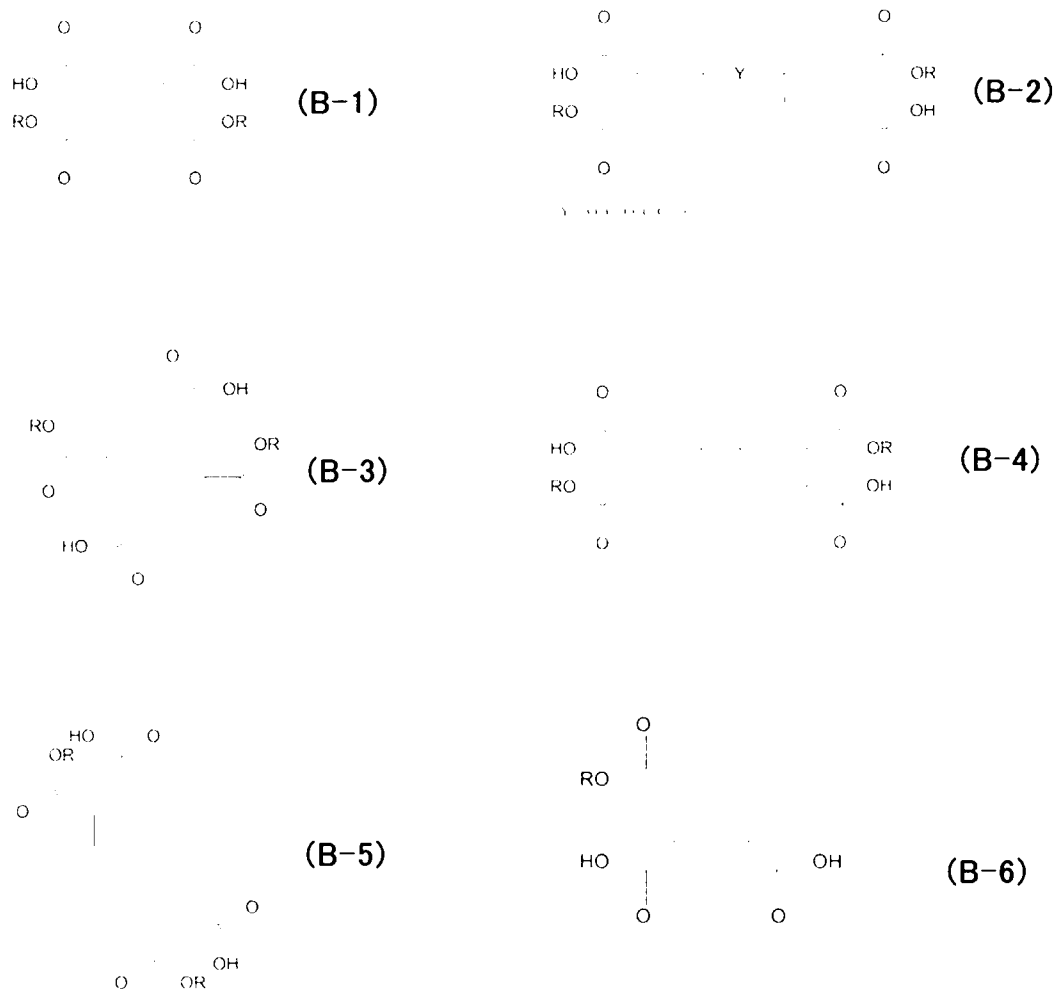
**【0116】** 另外，於所述羧酸酯化合物中，於三個以上的-C(=O)OX基中，於 X 為碳數 1 以上、6 以下的烷基的情況下，X 較佳為甲基、乙基、丙基、丁基等，就進一步抑制因化合物（A）與化合物（B）的締合所引起的凝聚的方面而言，較佳為乙基或丙基。

**【0117】** 作為所述羧酸化合物的具體例，並不限定於該些，可列舉：1,2,3,4-環丁烷四羧酸、1,2,3,4-環戊烷四羧酸、1,3,5-環己烷三羧酸、1,2,4-環己烷三羧酸、1,2,4,5-環己烷四羧酸、1,2,3,4,5,6-環己烷六羧酸等脂環羧酸；1,2,4-苯三羧酸、1,3,5-苯三羧酸、均苯四甲酸、苯五羧酸、苯六甲酸（mellitic acid）等苯羧酸；1,4,5,8-萘四羧酸、2,3,6,7-萘四羧酸等萘羧酸；3,3',5,5'-四羧基二苯基甲烷、聯苯-3,3',5,5'-四羧酸、聯苯-3,4',5-三羧酸、聯苯-3,3',4,4'-四羧酸、二苯甲酮-3,3',4,4'-四羧酸、4,4'-氧基二鄰苯二甲酸、3,4'-氧基二鄰苯二

甲酸、1,3-雙(鄰苯二甲酸)四甲基二矽氧烷、4,4'-(乙炔-1,2-二基)二鄰苯二甲酸 (4,4'-(Ethyne-1,2-diyl)diphthalic acid)、4,4'-(1,4-伸苯基雙(氧基))二鄰苯二甲酸 (4,4'-(1,4-phenylenebis(oxy))diphthalic acid)、4,4'-([1,1'-聯苯]-4,4'-二基雙(氧基))二鄰苯二甲酸 (4,4'-([1,1'-biphenyl]-4,4'-diylbis(oxy))diphthalic acid)、4,4'-((氧基雙(4,1-伸苯基))雙(氧基))二鄰苯二甲酸 (4,4'-((oxybis(4,1-phenylene))bis(oxy))diphthalic acid) 等二鄰苯二甲酸；茈-3,4,9,10-四羧酸等茈羧酸；蔥-2,3,6,7-四羧酸等蔥羧酸；4,4'-(六氟亞異丙基)二鄰苯二甲酸、9,9-雙(三氟甲基)-9H-咕嚕-2,3,6,7-四羧酸、1,4-二-三氟甲基均苯四甲酸等氟化芳香環羧酸。

**【0118】** 作為所述羧酸酯化化合物的具體例，可列舉所述羧酸化合物的具體例中的至少一個羧基被取代為酯基的化合物。作為羧酸酯化合物，例如可列舉下述通式 (B-1) ~ 通式 (B-6) 所表示的經半酯化的化合物。

**【0119】** [化 5]



**【0120】** 通式 (B-1) ~ 通式 (B-6) 中的 R 分別獨立地為碳數 1 以上、6 以下的烷基，其中，較佳為甲基、乙基、丙基、丁基，更佳為乙基、丙基。

**【0121】** 例如，能夠將作為所述羧酸化合物的酸酐的羧酸酐混合於醇溶媒中，並使羧酸酐開環來生成經半酯化的化合物。

**【0122】** 於本實施形態中，樹脂層中的化合物 (B) 來源的化合物的含量並無特別限制，例如，化合物 (B) 來源的物質中的羰基 (-C=O)-Y 的數量相對於化合物 (A) 來源的物質中的所有氮原子的數量的比率 ((-C=O)-Y)/N 較佳為 0.1 以上、3.0 以下，更佳

為 0.3 以上、2.5 以下，進而更佳為 0.4 以上、2.2 以下。此處，於  $-(\text{C}=\text{O})-\text{Y}$  中，Y 表示經醯亞胺交聯或醯胺交聯的氮原子、OH 或酯基。藉由  $(-(\text{C}=\text{O})-\text{Y})/\text{N}$  為 0.1 以上、3.0 以下，樹脂層適宜地具有醯胺、醯胺醯亞胺、醯亞胺等熱交聯結構，且耐熱性更優異。

**【0123】** 化合物 (A) 具有未交聯陽離子性官能基，因此認為於包含化合物 (A) 作為樹脂層的成分且不包含化合物 (B) 的情況下，交聯密度低且耐熱性不充分。另一方面，於樹脂層中，化合物 (A) 的陽離子性官能基與化合物 (B) 的羧基反應而形成共價鍵，藉此交聯密度變大且具有高耐熱性。

**【0124】** (化合物 (C))

組成物 A 亦可更含有下述化合物 (C)。

化合物 (C) 為具有環結構及與所述環結構直接鍵結的一個以上的一級氮原子的化合物。

化合物 (C) 與化合物 (A) 一起和化合物 (B) 反應而形成硬化物。

化合物 (C) 具有環結構及與所述環結構直接鍵結的一個以上的一級氮原子。認為藉由將該結構導入至硬化物中，硬化物的剛直性增加而熱膨脹係數降低。

化合物 (C) 可單獨使用一種，亦可組合使用兩種以上。

**【0125】** 於本揭示中，所謂「與環結構直接鍵結的一級氮原子」，是指與環結構以單鍵（即，不經由碳原子等）鍵結的一級氮原子（ $-\text{NH}_2$ ）。

**【0126】** 化合物（C）於分子內所具有的與環結構直接鍵結的一級氮原子的數量若為一個以上，則並無特別限制。就提高交聯密度的觀點而言，較佳為兩個以上，更佳為具有兩個一級胺基的二胺化合物或具有三個一級胺基的三胺化合物。

**【0127】** 化合物（C）可於分子內具有一個環結構，亦可具有多個環結構。於化合物（C）於分子內具有多個環結構的情況下，可具有包含分別與環結構直接鍵結的一級氮原子的陽離子性官能基，亦可具有包含僅與任一環結構直接鍵結的一級氮原子的陽離子性官能基。

**【0128】** 於化合物（C）於分子內具有多個環結構的情況下，多個環結構可相同，亦可不同，亦可形成縮合環。或者，多個環結構亦可以單鍵鍵結，亦可經由醚基、羰基、磺醯基、亞甲基等連結基而鍵結。

**【0129】** 作為化合物（C）中所含的環結構，可列舉：脂環結構、芳香環（包含雜環）結構、該些的縮合環結構等。

作為脂環結構，可列舉碳數 3 以上、8 以下、較佳為碳數 4 以上、6 以下的脂環結構。環結構內可為飽和，亦可為不飽和。更具體而言，可列舉：環丙烷環、環丁烷環、環戊烷環、環己烷環、環庚烷環、環辛烷環等飽和脂環結構；環丙烯環、環丁烯環、環戊烯環、環己烯環、環庚烯環、環辛烯環等不飽和脂環結構。

**【0130】** 作為芳香環結構，可列舉碳數 6 以上、20 以下、較佳為碳數 6 以上、10 以下的芳香環結構。具體而言，可列舉：苯環、



作為芳香環胺，具體而言，可列舉：二胺基二苯基醚、二甲苯二胺（較佳為對二甲苯二胺）、二胺基苯、二胺基甲苯、亞甲基二苯胺、二甲基二胺基聯苯、雙(三氟甲基)二胺基聯苯、二胺基二苯甲酮、二胺基苯甲醯苯胺、雙(胺基苯基)芴、雙(胺基苯氧基)苯、雙(胺基苯氧基)聯苯、二羧基二胺基二苯基甲烷、二胺基間苯二酚、二羥基聯苯胺、二胺基聯苯胺、1,3,5-三胺基苯氧基苯、2,2'-二甲基聯苯胺、三(4-胺基苯基)胺等。

作為具有含有氮原子的雜環的雜環胺，具體而言，可列舉：三聚氰胺、三聚氰酸二醯胺（ammeline）、蜜白胺、蜜勒胺、三(4-胺基苯基)胺等。

作為具有雜環與芳香環此兩者的胺化合物，具體而言，可列舉 N<sub>2</sub>,N<sub>4</sub>,N<sub>6</sub>-三(4-胺基苯基)-1,3,5-三嗪-2,4,6-三胺、2-(4-胺基苯基)苯並噁唑-5-胺等。

**【0136】** 組成物 A 中的化合物 (C) 的含量若為化合物 (A) 中所含的一級氮原子於化合物 (A) 中所含的一級氮原子及二級氮原子與化合物 (C) 中所含的一級氮原子的合計中所佔的比例成為 3 莫耳%~95 莫耳%的量，則並無特別限制。

就熱膨脹係數與接合強度的平衡的觀點而言，所述比例較佳為 5 莫耳%~75 莫耳%，更佳為 10 莫耳%~50 莫耳%，進而更佳為 10 莫耳%~30 莫耳%。

**【0137】** （極性溶媒）

組成物 A 亦可包含極性溶媒。於本揭示中，所謂「極性溶媒」，

是指室溫（25°C）下的相對介電常數為 5 以上的溶媒。

若組成物 A 包含極性溶媒，則組成物 A 中的各成分的溶解性提高。

極性溶媒可僅單獨使用一種，亦可組合兩種以上。

**【0138】** 作為極性溶媒，具體而言，可列舉：水、重水等質子性溶媒；甲醇、乙醇、1-丙醇、2-丙醇、1-丁醇、2-丁醇、異丁醇、異戊醇、環己醇、乙二醇、丙二醇、2-甲氧基乙醇、2-乙氧基乙醇、苜醇、二乙二醇、三乙二醇、甘油等醇類；四氫呋喃、二甲氧基乙烷等醚類；糠醛（furfural）、丙酮、乙基甲基酮、環己酮等醛酮類；乙酸酐、乙酸乙酯、乙酸丁酯、碳酸仲乙酯、碳酸仲丙酯、甲醛、N-甲基甲醯胺、N,N-二甲基甲醯胺、N-甲基乙醯胺、N,N-二甲基乙醯胺、N-甲基-2-吡咯啉酮、六甲基磷酸醯胺等酸衍生物；乙腈、丙腈等腈類；及硝基甲烷、硝基苯等硝基化合物；二甲基亞砷等硫化物。

作為極性溶媒，較佳為包含質子性溶媒，更佳為包含水，進而更佳為包含超純水。

**【0139】** 於組成物 A 包含極性溶媒的情況下，其含量並無特別限定，例如，相對於組成物 A 整體而可為 1.0 質量%以上、99.99896 質量%以下，亦可為 40 質量%以上、99.99896 質量%以下。

**【0140】** （添加劑）

組成物 A 視需要亦可包含添加劑。作為添加劑，可列舉具有羧基的重量平均分子量 46 以上、195 以下的酸及具有氮原子的重

量平均分子量 17 以上、120 以下的不具有環結構的鹼。

【0141】 藉由組成物 A 包含具有羧基的重量平均分子量 46 以上、195 以下的酸，化合物 (A) 及化合物 (C) 的一級氮原子或二級氮原子與酸中的羧基形成離子鍵，因此推測可抑制因化合物 (A) 及化合物 (C) 與化合物 (B) 的締合所引起的凝聚。更詳細而言，由於源自化合物 (A) 及化合物 (C) 的銨離子與源自酸中的羧基的羧酸鹽離子的相互作用 (例如，靜電相互作用) 強於源自化合物 (A) 及化合物 (C) 的銨離子與源自化合物 (B) 中的羧基的羧酸鹽離子的相互作用，因此推測可抑制凝聚。再者，本發明並不受所述推測任何限定。

【0142】 具有羧基的重量平均分子量 46 以上、195 以下的酸的種類並無特別限定，可列舉：單羧酸化合物、二羧酸化合物、氧基二羧酸化合物等。更具體而言，可列舉：甲酸、乙酸、丙二酸、草酸、苯甲酸、乳酸、甘醇酸、甘油酸、丁酸、甲氧基乙酸、乙氧基乙酸、鄰苯二甲酸、對苯二甲酸、吡啶甲酸、水楊酸、3,4,5-三羥基苯甲酸等 (其中，相當於化合物 (B) 的化合物除外)。

【0143】 於組成物 A 包含重量平均分子量 46 以上、195 以下的酸的情況下，其含量並無特別限制，例如，較佳為酸的羧基的數量相對於化合物 (A) 及化合物 (C) 的一級氮原子及二級氮原子的合計數量的比率 (COOH/N) 成為 0.01 以上、10 以下的量，更佳為成為 0.02 以上、6 以下的量，進而更佳為成為 0.5 以上、3 以下的量。

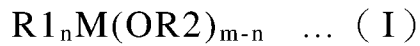
【0144】 藉由組成物 A 包含具有氮原子的重量平均分子量 17 以上、120 以下的鹼，化合物 (B) 的羧基與鹼的胺基形成離子鍵，因此推測可抑制因化合物 (A) 及化合物 (C) 與化合物 (B) 的締合所引起的凝聚。更詳細而言，由於源自化合物 (B) 中的羧基的羧酸鹽離子與源自鹼中的胺基的銨離子的相互作用強於源自化合物 (A) 及化合物 (C) 的銨離子與源自化合物 (B) 中的羧基的羧酸鹽離子的相互作用，因此推測可抑制凝聚。再者，本發明並不受所述推測任何限定。

【0145】 具有氮原子的重量平均分子量 17 以上、120 以下的化合物的種類並無特別限定，可列舉單胺化合物、二胺化合物等(其中，相當於化合物 (A) 及化合物 (C) 的化合物除外)。更具體而言，可列舉：氨、乙胺、乙醇胺、二乙胺、三乙胺、乙二胺、N-乙醯基乙二胺、N-(2-胺基乙基)乙醇胺、N-(2-胺基乙基)甘胺酸等。

【0146】 於組成物 A 包含重量平均分子量 17 以上、120 以下的鹼的情況下，其含量並無特別限制，例如，鹼的氮原子的數量相對於化合物 (B) 中的羧基的數量的比率 (N/COOH) 較佳為 0.5 以上、5 以下，更佳為 0.9 以上、3 以下。

【0147】 (其他成分)

於對組成物 A 要求耐電漿蝕刻性的選擇性的情況下(例如，於用作間隙填充材料或嵌入絕緣膜的情況下)，亦可包含下述通式 (I) 所表示的金屬醇鹽。



(式中，R1 為非水解性基，R2 為碳數 1~6 的烷基，M 表示選自 Ti、Al、Zr、Sr、Ba、Zn、B、Ga、Y、Ge、Pb、P、Sb、V、Ta、W、La、Nd 及 In 的金屬原子群組中的至少一種金屬原子，m 為金屬原子 M 的價數，且為 3 或 4，於 m 為 4 的情況下，n 為 0~2 的整數，於 m 為 3 的情況下，n 為 0 或 1，於 R1 存在多個的情況下，各 R1 可相互相同，亦可不同，於 OR2 存在多個的情況下，各 OR2 可相互相同，亦可不同)

**【0148】** 於對由組成物 A 製造的膜要求絕緣性的情況下（例如，矽貫通孔用絕緣膜用途、嵌入絕緣膜用途），為了改善絕緣性或機械強度，亦可包含矽烷化合物（其中，相當於化合物（A）的化合物除外）。

作為矽烷化合物，具體而言，可列舉：四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、雙三乙氧基矽烷基乙烷、雙三乙氧基矽烷基甲烷、雙(甲基二乙氧基矽烷基)乙烷、1,1,3,3,5,5-六乙氧基-1,3,5-三矽雜環己烷、1,3,5,7-四甲基-1,3,5,7-四羥基環矽氧烷、1,1,4,4-四甲基-1,4-二乙氧基二矽乙烯、1,3,5-三甲基-1,3,5-三甲基-1,3,5-三乙氧基-1,3,5-三矽雜環己烷、具有胺基以外的官能基（環氧基、巰基等）的矽烷偶合劑等。

**【0149】** 組成物 A 亦可包含極性溶媒以外的溶媒。作為極性溶媒以外的溶媒，可列舉正己烷等。

【0150】 例如，為了抑制銅的腐蝕，組成物 A 亦可含有苯並三唑或其衍生物。

【0151】 組成物 A 的 pH 並無特別限定，較佳為 2.0 以上、12.0 以下。

若組成物 A 的 pH 為 2.0 以上、12.0 以下，則可抑制因組成物 A 所引起的對於基板的損傷。

組成物 A 中，鈉及鉀的含量較佳為分別以元素基準計而為 10 質量 ppb 以下。若鈉或鉀的含量分別以元素基準計而為 10 質量 ppb 以下，則可抑制電晶體的運作不良等半導體裝置的電特性產生不良情況。

【0152】 於組成物 A 包含化合物(A)、化合物(B)及化合物(C)以外的成分的情況下，化合物(A)、化合物(B)及化合物(C)的合計質量較佳為組成物 A 中的不揮發成分的合計質量的 50 質量%以上，更佳為 70 質量%以上，更佳為 80 質量%以上。於本揭示中，所謂「不揮發成分」，是指組成物 A 成為硬化物時被去除的成分（溶媒等）以外的成分。

【0153】 <組成物 B>

組成物 B 包含化合物(X1)及化合物(X2)的至少任一者，所述化合物(X1)具有下述通式(1)所表示的結構且分子量為 400~5000，所述化合物(X2)具有通式(2)所表示的結構且分子量為 400~5000。

【0154】 [化 6]



或化合物 (X2) 的前驅物進行了反應的狀態，與使該些前驅物於基板上反應而形成樹脂層的情況相比，可抑制伴隨反應的樹脂層的硬化收縮，樹脂層的殘留應力減低。

**【0159】** 於通式 (1) 中， $X_1$  為源自羧酸二酐的結構，較佳為包含環結構。另外，鍵結於  $X_1$  的醯胺基與羧基於基板上反應而形成醯亞胺鍵。因此，所獲得的樹脂層顯示出優異的耐熱性。

**【0160】** 於通式 (1) 中， $a$  較佳為 2。

於通式 (1) 中，作為  $R_1$  及  $R_3$  所表示的碳數 6 以下的有機基，可列舉碳數 6 以下、較佳為碳數 3 以下、更佳為碳數 2 以下的烷基。

**【0161】** 於通式 (2) 中， $X_1$  及  $X_2$  分別為源自羧酸二酐及胺化合物的結構，較佳為包含環結構。另外，鍵結於  $X_1$  的醯胺基與羧基於基板上反應而形成醯亞胺鍵。因此，所獲得的樹脂層顯示出優異的耐熱性。

**【0162】** 於通式 (2) 中， $a$  較佳為 2。

於通式 (2) 中，作為  $R_1$  及  $R_3$  所表示的碳數 6 以下的有機基，可列舉碳數 6 以下、較佳為碳數 3 以下、更佳為碳數 2 以下的烷基。

通式 (2) 中的  $n$  若為正數，則並無特別限制，例如，可為 1 以上、6 以下的範圍內。

通式 (2) 所表示的化合物 (X2) 可為源自羧酸二酐的結構與源自胺化合物的結構交替排列的狀態 (聚醯胺酸)。

【0163】 所述組成物 B 中所含的化合物(X1)可為具有如下結構，即矽烷偶合劑(A)與分子量為 200~600 且具有環結構的羧酸二酐(B)反應而獲得的結構的化合物。

所述組成物 B 中所含的化合物(X2)可為具有如下結構，即矽烷偶合劑(A)與分子量為 200~600 且具有環結構的羧酸二酐(B)反應而獲得的結構、及分子量為 90~600、不具有 Si-O 鍵而具有環結構的胺化合物(C)與分子量為 200~600 的具有環結構的羧酸二酐(B)反應而獲得的結構的化合物。

【0164】 於本揭示中，分子量 200~600 且具有環結構的羧酸二酐(B)及分子量 90~600 且不具有 Si-O 鍵而具有環結構的胺化合物(C)有時分別簡稱為羧酸二酐(B)及胺化合物(C)。

【0165】 (矽烷偶合劑(A))

矽烷偶合劑(A)為於分子中具有一個以上的 Si-O 鍵，與羧酸二酐反應而生成化合物(X1)或化合物(X2)的化合物。矽烷偶合劑(A)所具有的 Si-O 鍵有助於提高使用組成物 B 所形成的樹脂層與基板的接合強度。

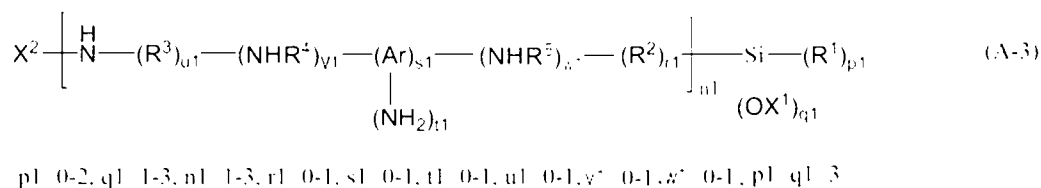
【0166】 矽烷偶合劑(A)只要具有可與羧酸二酐(B)的酸酐基反應的官能基，則並無特別限制。作為官能基，具體而言，可列舉：胺基、環氧基、異氰酸酯基等。就樹脂層的熱膨脹係數及接合強度的觀點而言，矽烷偶合劑(A)較佳為具有胺基，就於樹脂層中形成醯亞胺結構而提高耐熱性的觀點而言，更佳為具有一級氨基(-NH<sub>2</sub>)的化合物。

【0167】 矽烷偶合劑 (A) 可單獨使用一種，亦可組合使用兩種以上。

【0168】 矽烷偶合劑 (A) 的分子量並無特別限制。例如，可為 130 以上、10000 以下，亦可為 130 以上、5000 以下，亦可為 130 以上、2000 以下。

【0169】 作為具有胺基的矽烷偶合劑 (A)，例如可列舉下述式 (A-3) 所表示的化合物。

【0170】 [化 8]



【0171】 式 (A-3) 中，R<sup>1</sup> 表示可經取代的碳數 1~4 的烷基。R<sup>2</sup> 及 R<sup>3</sup> 分別獨立地表示可經取代(於骨架中亦可包含羰基、醚基等)的碳數 1~12 的伸烷基、醚基或羰基。R<sup>4</sup> 及 R<sup>5</sup> 分別獨立地表示可經取代的碳數 1~4 的伸烷基或單鍵。Ar 表示二價或三價的芳香環。X<sup>1</sup> 表示氫或可經取代的碳數 1~5 的烷基。X<sup>2</sup> 表示氫、環烷基、雜環基、芳基或可經取代(於骨架中亦可包含羰基、醚基等)的碳數 1~5 的烷基。多個 R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>、X<sup>1</sup> 可相同，亦可不同。

作為 R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>、X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup> 中的烷基及伸烷基的取代

基，可分別獨立地列舉：胺基、羥基、烷氧基、氰基、羧酸基、磺酸基、鹵素等。

作為 Ar 中的二價或三價的芳香環，例如可列舉二價或三價的苯環。作為 X<sup>2</sup> 中的芳基，例如可列舉：苯基、甲基苄基、乙烯基苄基等。

**【0172】** 作為式 (A-3) 所表示的矽烷偶合劑的具體例，例如可列舉：N-(2-胺基乙基)-3-胺基丙基甲基二乙氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺基丙基三乙氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺基異丁基二甲基甲氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-3-胺基異丁基甲基二甲氧基矽烷、N-(2-胺基乙基)-11-胺基十一基三甲氧基矽烷、3-胺基丙基三甲氧基矽烷、3-胺基丙基三乙氧基矽烷、N-苯基-3-胺基丙基三甲氧基矽烷、(胺基乙基胺基乙基)苯基三乙氧基矽烷、甲基苄基胺基乙基胺基丙基三甲氧基矽烷、苄基胺基乙基胺基丙基三乙氧基矽烷、3-脲基丙基三乙氧基矽烷、(胺基乙基胺基乙基)苯乙基三甲氧基矽烷、(胺基乙基胺基甲基)苯乙基三甲氧基矽烷、N-[2-[3-(三甲氧基矽烷基)丙基胺基]乙基]乙二胺、3-胺基丙基二乙氧基甲基矽烷、3-胺基丙基二甲氧基甲基矽烷、3-胺基丙基二甲基乙氧基矽烷、3-胺基丙基二甲基甲氧基矽烷、三甲氧基[2-(2-胺基乙基)-3-胺基丙基]矽烷、二胺基甲基甲基二乙氧基矽烷、甲基胺基甲基甲基二乙氧基矽烷、對胺基苯基三甲氧基矽烷、N-甲基胺基丙基三乙氧基矽烷、N-甲基胺基丙基甲基二乙氧基矽烷、(苯基胺基甲基)甲基二乙氧基矽烷、乙醯胺丙基三甲氧基矽烷等。

【0173】 作為式 (A-3) 以外的包含胺基的矽烷偶合劑，例如可列舉：N,N-雙[3-(三甲氧基矽烷基)丙基]乙二胺、N,N'-雙[3-(三甲氧基矽烷基)丙基]乙二胺、雙[(3-三乙氧基矽烷基)丙基]胺、哌嗪基丙基甲基二甲氧基矽烷、雙[3-(三乙氧基矽烷基)丙基]脲、雙(甲基二乙氧基矽烷基丙基)胺、2,2-二甲氧基-1,6-二氮雜-2-矽雜環辛烷、3,5-二胺基-N-(4-(甲氧基二甲基矽烷基)苯基)苯甲醯胺、3,5-二胺基-N-(4-(三乙氧基矽烷基)苯基)苯甲醯胺、5-(乙氧基二甲基矽烷基)苯-1,3-二胺等。

【0174】 具有胺基的矽烷偶合劑 (A) 可單獨使用一種，亦可組合使用兩種以上。

【0175】 (羧酸二酐 (B))

羧酸二酐 (B) 為於分子中具有一個以上的環結構與兩個酸酐基且分子量為 200 以上、600 以下的化合物。

羧酸二酐 (B) 的分子量可為 200 以上、400 以下。

羧酸二酐 (B) 可單獨使用一種，亦可組合使用兩種以上。

【0176】 作為羧酸二酐 (B) 於分子內所具有的環結構，可列舉脂環結構、芳香環 (包含雜環) 結構等。羧酸二酐 (B) 可於分子內具有一個環結構，亦可具有多個環結構。

【0177】 作為脂環結構，例如可列舉碳數 3 以上、8 以下的脂環結構，較佳為碳數 4 以上、6 以下的脂環結構，環結構內可為飽和，亦可為不飽和。更具體而言，作為脂環結構，可列舉：環丙烷環、環丁烷環、環戊烷環、環己烷環、環庚烷環、環辛烷環等飽和脂環

結構；環丙烯環、環丁烯環、環戊烯環、環己烯環、環庚烯環、環辛烯環等不飽和脂環結構。

【0178】 作為芳香環結構，若為顯示出芳香族性的環結構，則並無特別限定，例如可列舉：苯環、萘環、蔥環、茈環等苯系芳香環；吡啶環、噻吩環等芳香族雜環；茛環、萹環等非苯系芳香環等。

【0179】 作為羧酸二酐（B）於分子內所具有的環結構，較佳為選自由環丁烷環、環戊烷環、環己烷環、苯環及萘環所組成的群組中的至少一個，就進一步提高樹脂層的耐熱性的方面而言，更佳為苯環及萘環的至少一者。進而，就於在多個基板間使用組成物 B 來形成樹脂層時抑制樹脂層中的空隙的產生的觀點而言，較佳為包含兩個以上的苯環。

【0180】 於羧酸二酐（B）於分子內具有多個環結構的情況下，多個環結構可相同，亦可不同，亦可形成縮合環。或者，多個環結構亦可以單鍵鍵結，亦可經由醚基、羰基、磺醯基、亞甲基等連結基而鍵結。

【0181】 羧酸二酐（B）亦可於分子內具有氟原子。例如，可於分子內具有一個以上、六個以下的氟原子，亦可於分子內具有三個以上、六個以下的氟原子。例如，羧酸二酐（B）亦可於分子內具有氟烷基，具體而言，可具有三氟烷基或六氟異丙基。

【0182】 作為羧酸二酐（B）的例子，可列舉於分子內具有環結構與能夠形成酸酐基的四個羧基的化合物的酸二酐。

例如可列舉：1,2,3,4-環丁烷四羧酸、1,2,3,4-環戊烷四羧酸、

1,2,4,5-環己烷四羧酸、1,2,3,4,5,6-環己烷六羧酸等脂環四羧酸的酸酐；

均苯四甲酸等苯四羧酸的酸二酐；

1,4,5,8-萘四羧酸、2,3,6,7-萘四羧酸等萘四羧酸的酸二酐；

3,3',4,4'-聯苯四羧酸等聯苯四羧酸的酸二酐；

二苯甲酮-3,3',4,4'-四羧酸等二苯甲酮四羧酸的酸二酐；

4,4'-氧基二鄰苯二甲酸(4,4'-oxydiphthalic acid, ODPA)、3,4'-氧基二鄰苯二甲酸、1,3-雙(鄰苯二甲酸)四甲基二矽氧烷、4,4'-(乙炔-1,2-二基)二鄰苯二甲酸、4,4'-(1,4-伸苯基雙(氧基))二鄰苯二甲酸、4,4'-([1,1'-聯苯]-4,4'-二基雙(氧基))二鄰苯二甲酸、4,4'-((氧基雙(4,1-伸苯基))雙(氧基))二鄰苯二甲酸等二鄰苯二甲酸的酸二酐；

芘-3,4,9,10-四羧酸等芘四羧酸的酸二酐；

蒽-2,3,6,7-四羧酸等蒽四羧酸的酸二酐；

4,4'-(六氟亞異丙基)二鄰苯二甲酸、9,9-雙(三氟甲基)-9H-咕噸-2,3,6,7-四羧酸、1,4-二-三氟甲基均苯四甲酸等氟化芳香環羧酸的酸二酐；

4,4'-(4,4'-亞異丙基二苯氧基)二鄰苯二甲酸(IPBDA)的酸二酐；

雙(1,3-二側氧基-1,3-二氫異苯並呋喃-5-羧酸)1,4-伸苯基(TAHQ)的酸二酐等。

**【0183】** 組成物 B 中的羧酸二酐(B)的含量例如較佳為可和羧酸二酐(B)的酸酐基反應的矽烷偶合劑(A)的官能基當量數 A 與

羧酸二酐 (B) 的酸酐基當量數 B 的比 (A/B) 成為 0.9 以上、1.1 以下的量，更佳為成為 0.95 以上、1.05 以下的量，進而更佳為成為 0.98 以上、1.02 以下的量。

【0184】 於組成物 (B) 更包含後述的化合物 (C) 等可和羧酸二酐 (B) 的酸酐基反應的化合物的情況下，較佳為可和羧酸二酐 (B) 的酸酐基反應的化合物整體的官能基當量數 A' 與羧酸二酐 (B) 的酸酐基當量數 B' 的比 (A'/B') 成為 0.9 以上、1.1 以下的量，更佳為成為 0.95 以上、1.05 以下的量，進而更佳為成為 0.98 以上、1.02 以下的量。

【0185】 (胺化合物 (C))

胺化合物 (C) 為於分子中具有一個以上的環結構與一個以上的胺基、分子量為 90~600 且不具有 Si-O 鍵的化合物。

胺化合物 (C) 可單獨使用一種，亦可組合使用兩種以上。

【0186】 胺化合物 (C) 於分子中所具有的胺基的數量可為一個，亦可為多個，就減低樹脂層的熱膨脹係數的觀點而言，較佳為多個，更佳為兩個 (二胺) 或三個 (三胺)。就於樹脂層中形成醯亞胺結構而提高耐熱性的觀點而言，更佳為具有一級胺基 (-NH<sub>2</sub>)。

【0187】 就減低樹脂層的熱膨脹係數的觀點而言，胺化合物 (C) 較佳為具有與環結構直接鍵結的一個以上的胺基。認為若源自與環結構直接鍵結的胺基的結構包含於化合物 (X2) 的分子結構中，則分子結構的剛直性增加而熱膨脹係數進一步降低。

【0188】 於本揭示中，所謂「與環結構直接鍵結的胺基」，是指以

單鍵（即，不經由碳原子等）鍵結於環結構的胺基。

【0189】 胺化合物（C）可於分子內具有一個環結構，亦可具有多個環結構。於胺化合物（C）於分子內具有多個環結構的情況下，多個環結構可相同，亦可不同，亦可形成縮合環。或者，多個環結構亦可以單鍵鍵結，亦可經由醚基、羰基、磺醯基、亞甲基等連結基而鍵結。

【0190】 作為胺化合物（C）中所含的環結構，可列舉：脂環結構、芳香環（包含雜環）結構、該些的縮合環結構等。

作為脂環結構，可列舉碳數 3 以上、8 以下、較佳為碳數 4 以上、6 以下的脂環結構。環結構內可為飽和，亦可為不飽和。更具體而言，可列舉：環丙烷環、環丁烷環、環戊烷環、環己烷環、環庚烷環、環辛烷環等飽和脂環結構；環丙烯環、環丁烯環、環戊烯環、環己烯環、環庚烯環、環辛烯環等不飽和脂環結構。

【0191】 作為芳香環結構，可列舉碳數 6 以上、20 以下、較佳為碳數 6 以上、10 以下的芳香環結構。具體而言，可列舉：苯環、萘環、蔥環、茈環等苯系芳香環結構；吡啶環、噻吩環、茚環、萹環等非苯系芳香環結構等。

【0192】 作為雜環結構，可列舉 3 員環至 10 員環、較佳為 5 員環或 6 員環的雜環結構。作為雜環中所含的雜原子，可列舉硫原子、氮原子及氧原子，可僅為該些中的一種，亦可為兩種以上。

作為雜環結構，具體而言，可列舉：噁唑環、噻吩環、吡咯環、吡咯啉環、吡唑環、咪唑環、三唑環、異三聚氰環、吡啶環、



**【0196】**（獲得化合物（X1）的方法）

作為使矽烷偶合劑（A）與羧酸二酐（B）反應而獲得化合物（X1）的方法，例如可列舉藉由在羧酸二酐（B）中加入溶媒並攪拌，同時緩緩滴加矽烷偶合劑（A）而獲得化合物（X1）的方法。

**【0197】**（獲得化合物（X2）的方法）

作為使矽烷偶合劑（A）、羧酸二酐（B）及胺化合物（C）反應而獲得化合物（X2）的方法，例如可列舉藉由在胺化合物（C）中加入溶媒並攪拌，同時加入羧酸二酐（B），進行攪拌，直至所獲得的反應產物（聚合物）的黏度成為一定為止，繼而，緩緩滴加矽烷偶合劑（A）而獲得化合物（X2）的方法。

**【0198】**（樹脂（D）的前驅物）

組成物 B 亦可更包含化合物（X1）及化合物（X2）以外的化合物。例如，亦可更包含 50°C~150°C 之間的 CTE 為 90 ppm/K 以下的樹脂（D）的前驅物。藉由組成物 B 包含樹脂（D）的前驅物，有所獲得的樹脂層的熱膨脹係數進一步減低的傾向。

**【0199】** 作為 50°C~150°C 之間的 CTE 為 90 ppm/K 以下的樹脂（D），具體而言，可列舉選自由聚醯亞胺及聚苯並噁唑所組成的群組中的至少一個。

樹脂（D）的 CTE 可與樹脂層的 CTE 同樣地測定。

**【0200】** 於組成物 B 包含樹脂（D）的情況下，就所獲得的樹脂層的熱膨脹係數與接合強度的平衡的觀點而言，組成物 B 中所含的樹脂（D）的比例較佳為組成物 B 的不揮發成分整體的 99 質量%

～30 質量%。於本揭示中，所謂「不揮發成分」，是指組成物 B 成為硬化物時被去除的成分（溶媒等）以外的成分。

**【0201】**（有機溶媒）

組成物 B 亦可包含有機溶媒。有機溶媒只要可溶解化合物(X)，則並無特別限制。例如可列舉：非質子性溶媒、酚系溶媒、醚系溶媒及甘醇系溶媒。

有機溶媒可僅單獨使用一種，亦可組合兩種以上。

**【0202】** 作為非質子性溶媒，具體而言，可列舉：N,N-二甲基甲醯胺（N,N-dimethylformamide，DMF）、N,N-二甲基乙醯胺（N,N-dimethylacetamide，DMAc）、N-甲基-2-吡咯啉酮（N-methyl-2-pyrrolidone，NMP）、N-甲基己內醯胺、1,3-二甲基咪唑啉酮、四甲基脲等醯胺系溶媒； $\gamma$ -丁內酯、 $\gamma$ -戊內酯等內酯系溶媒；六甲基磷醯胺、六甲基磷三醯胺等含磷系醯胺系溶媒；二甲基砜、二甲基亞砜、環丁砜等含硫系溶媒；環己酮、甲基環己酮等酮系溶媒；甲基吡啶、吡啶等三級胺系溶媒；乙酸(2-甲氧基-1-甲基乙基)酯等酯系溶媒等。

作為酚系溶媒，具體而言，可列舉：苯酚、鄰甲酚、間甲酚、對甲酚、2,3-二甲酚、2,4-二甲酚、2,5-二甲酚、2,6-二甲酚、3,4-二甲酚、3,5-二甲酚等。

作為醚系溶媒及甘醇系溶媒，具體而言，可列舉：1,2-二甲氧基乙烷、雙(2-甲氧基乙基)醚、1,2-雙(2-甲氧基乙氧基)乙烷、雙[2-(2-甲氧基乙氧基)乙基]醚、四氫呋喃、1,4-二噁烷等。

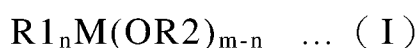
【0203】 有機溶媒於常壓下的沸點較佳為 60°C~300°C，更佳為 140°C~280°C，進而更佳為 170°C~270°C。若溶媒的沸點為 300°C 以下，則於樹脂層的形成步驟中，容易使有機溶媒揮發並去除。若溶媒的沸點為 60°C 以上，則可獲得表面狀態均勻的樹脂層。

【0204】 於組成物 B 包含有機溶媒的情況下，所述有機溶媒的含量並無特別限定，例如，相對於組成物 B 整體，可為 1.0 質量%以上、99.99896 質量%以下，亦可為 40 質量%以上、99.99896 質量%以下。

【0205】 (其他成分)

組成物 B 視需要亦可包含如上所述的成分以外的成分。

例如，於對組成物 B 要求耐電漿蝕刻性的選擇性的情況下(例如，於用作間隙填充材料或嵌入絕緣膜的情況下)，亦可包含下述通式 (I) 所表示的金屬醇鹽。



(式中，R1 為非水解性基，R2 為碳數 1~6 的烷基，M 表示選自 Ti、Al、Zr、Sr、Ba、Zn、B、Ga、Y、Ge、Pb、P、Sb、V、Ta、W、La、Nd 及 In 的金屬原子群組中的至少一種金屬原子，m 為金屬原子 M 的價數，且為 3 或 4，於 m 為 4 的情況下，n 為 0~2 的整數，於 m 為 3 的情況下，n 為 0 或 1，於 R1 存在多個的情況下，各 R1 可相互相同，亦可不同，於 OR2 存在多個的情況下，

各 OR2 可相互相同，亦可不同)

【0206】 於對由組成物 B 製造的膜要求絕緣性的情況下（例如，矽貫通孔用絕緣膜用途、嵌入絕緣膜用途），為了改善絕緣性或機械強度，亦可包含矽烷化合物（其中，相當於矽烷偶合劑（A）的化合物除外）。

作為矽烷化合物，具體而言，可列舉：四乙氧基矽烷、四甲氧基矽烷、雙三乙氧基矽烷基乙烷、雙三乙氧基矽烷基甲烷、雙(甲基二乙氧基矽烷基)乙烷、1,1,3,3,5,5-六乙氧基-1,3,5-三矽雜環己烷、1,3,5,7-四甲基-1,3,5,7-四羥基環矽氧烷、1,1,4,4-四甲基-1,4-二乙氧基二矽乙烯、1,3,5-三甲基-1,3,5-三甲基-1,3,5-三乙氧基-1,3,5-三矽雜環己烷等。

【0207】 例如，為了抑制銅的腐蝕，組成物 B 亦可含有苯並三唑或其衍生物。

【0208】 組成物 B 的 pH 並無特別限定，較佳為 2.0 以上、12.0 以下。

組成物 B 中，鈉及鉀的含量較佳為分別以元素基準計而為 10 質量 ppb 以下。若鈉或鉀的含量分別以元素基準計而為 10 質量 ppb 以下，則可抑制電晶體的運作不良等半導體裝置的電特性產生不良情況。

【0209】 組成物 B 中，最大直徑為 0.3  $\mu\text{m}$  以上的無機或樹脂填料的含量較佳為不揮發成分整體的 30 質量%以下，更佳為 10 質量%以下，進而更佳為 0 質量%。

若組成物 B 中所含的填料的含量為所述範圍，則即便於減薄使用組成物 B 所形成的樹脂層的厚度的情況下，亦可抑制積層體的接合不良。另外，於將形成有樹脂層的第一基板積層於第二基板時，存在利用機械來識別形成於各基板的對位標記並進行對位的情況，若填料的含量為所述範圍，則樹脂膜的透明性提高，能夠進行更正確的對位。

#### [實施例]

**【0210】** 以下，藉由實施例來對本揭示進行具體說明，但本揭示並不限定於以下的實施例。

以下，作為「水」，使用超純水（密理博（Millipore）公司製造的 Milli-Q 水、電阻  $18\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ （ $25^\circ\text{C}$ ）以下）。

#### **【0211】** [ 實施例 1 ]

< 包含樹脂層形成用材料的溶液的製備 >

製備包含樹脂層形成用材料的溶液。

詳細情況如以下所示。

調配作為樹脂層形成用材料的 3-胺基丙基二乙氧基甲基矽烷（3-Aminopropyl diethoxymethylsilane, 3APDES）50 質量%與水 50 質量%而獲得包含 3APDES 的水解物的溶液 A。

獲得包含氧基二鄰苯二甲酸半酯（式（B-2）中的 Y 為 O 且 R 為乙基）70 質量%與乙醇 30 質量%的溶液 B。

調配溶液 A 24 g、溶液 B 18 g、1-丙醇 20 g 及水 38 g 而製備包含樹脂層形成用材料的溶液。

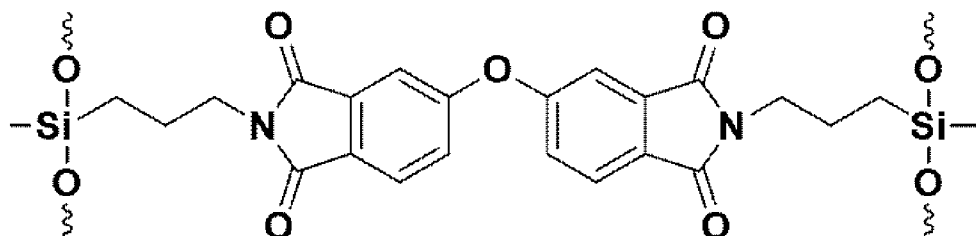
**【0212】** <第一積層體的準備>

將作為第一基板的矽晶圓載置於旋轉塗佈機上，於該矽晶圓上歷時 10 秒鐘以一定速度滴加所述包含樹脂層形成用材料的溶液 2.0 mL，保持 23 秒鐘後，以 2000 rpm（rpm 為每一分鐘的轉速）旋轉 1 秒鐘、以 600 rpm 旋轉 30 秒鐘後，以 2000 rpm 旋轉 10 秒鐘而進行乾燥。藉此，將樹脂層形成用材料賦予至第一基板上。

將賦予有樹脂層形成用材料的第一基板於氮氣環境下以 200°C 加熱 1 小時。藉此，於第一基板上形成包含矽氧烷鍵及醯亞胺鍵的樹脂層（厚度 1 μm）作為樹脂層，從而獲得第一積層體。

此處，樹脂層包含含有矽氧烷鍵及醯亞胺鍵的下述結構。

**【0213】** [化 9]



**【0214】** <第二基板的製作>

作為第二基板，準備包含作為矽晶圓的基板主體、以及作為形成於基板主體上的無機層的厚度 0.1 nm~10 nm 的 SiO<sub>2</sub> 層的第二基板。

**【0215】** <對於第一積層體中的樹脂層的表面活化處理>

對於上述中所獲得的第一積層體中的樹脂層，使用電漿處理

裝置（SUSS 公司的 PL12）來實施作為表面活化處理的 O<sub>2</sub> 電漿處理。

詳細而言，將第一積層體固定於金屬製固持器上，設置於電漿處理裝置的加載互鎖真空室中。對加載互鎖真空室進行抽真空，將加載互鎖真空室內的真空度設為  $1.0 \times 10^{-3}$  Pa 以下。將第一積層體自加載互鎖真空室內搬送至電漿處理室內。對電漿處理室內進行抽真空，將電漿處理室內的真空度設為  $2.0 \times 10^{-4}$  Pa 以下。向電漿處理室內導入氧氣來調整電漿處理室內的壓力。

接下來，施加 RF 電力，於下述處理條件下，將第一積層體中的樹脂層的表面暴露於氧氣的電漿（即，O<sub>2</sub> 電漿）中來實施作為表面活化處理的 O<sub>2</sub> 電漿處理。

接下來，對電漿處理室內進行真空排氣，將電漿處理後的第一積層體搬出至加載互鎖真空室內。利用加載互鎖真空室內的氧氣進行通氣操作，向大氣開放，自加載互鎖真空室內取出電漿處理後的第一積層體。

**【0216】** -表面活化處理的處理條件-

材料氣體：O<sub>2</sub>

氣體流量：35 sccm

處理壓力：46.7 Pa

RF 電力：100 W（逆濺鍍模式：施加至樣品固持器）

處理時間：60 秒

**【0217】** <對於第二基板中的 SiO<sub>2</sub> 層的表面活化處理>

對於第二基板中的  $\text{SiO}_2$  層，實施與對於第一積層體中的樹脂層實施的表面活化處理相同條件的表面活化處理。

**【0218】** <基板積層體的製造(第一積層體與第二基板的貼合)>

對表面活化處理後的第一積層體中的樹脂層於  $25^\circ\text{C}$  下實施 30 秒的水清洗。

接下來，將第一積層體與第二基板(即，所述帶  $\text{SiO}_2$  層的矽晶圓)以第一積層體中的樹脂層和第二基板中的  $\text{SiO}_2$  層相接的方向於室溫( $25^\circ\text{C}$ )下加以貼合而獲得基板積層體。關於貼合的條件，設為於大氣中、室溫下以  $0.2\text{ MPa}$  加壓 1 秒鐘。

**【0219】** <測定及評價>

對於所述基板積層體，實施以下的測定及評價。

**【0220】** (EDX 組成分析)

使用聚焦離子束(Focused Ion Beam, FIB)，自基板積層體中切出樹脂層的剖面觀察用的薄片樣品。

對於切出的薄片樣品中的樹脂層的剖面，使用 FIB/透射式電子顯微鏡(Transmission Electron Microscope, TEM)(飛昱科技(FEI)製造的塔羅斯(Talos)F200X)，於倍率 8600 倍、加速電壓 200 kV 的條件下實施 EDX 組成分析。

**【0221】** 藉由 EDX 組成分析，求出表 1 所示的各比率(原子%)。

Si 比率示出最大值的位置與 O 比率示出最大值的位置為相同的位置。

Si 比率示出最小值的位置與 O 比率示出最小值的位置為相同

的位置。

【0222】 於實施例 1 中，Si 原子的存在比率於所述樹脂層的厚度方向上的變化、及 O 原子的存在比率於所述樹脂層的厚度方向上的變化均為連續的變化。

【0223】 （樹脂層的複合彈性模數）

對於基板積層體中的樹脂層，使用奈米壓痕器(商品名 TI-950 特里博壓頭 (Tribo Indenter)、海思創 (Hysitron) 公司製造、別爾科維奇 (Berkovich) 型壓頭)，於試驗深度 20 nm 的條件下測定 23°C 下的除荷-位移曲線，依據參考文獻(微/奈米摩擦學小冊子(第二版) (Handbook of Micro/nano Tribology(second Edition))、巴拉特布尚 (Bharat Bhushan) 編輯、CRC 壓製公司)的計算方法，並根據最大負荷及最大位移，藉由計算來求出 23°C 下的複合彈性模數。

此處，複合彈性模數由下述式 (1) 定義。式 (1) 中， $E_r$  表示複合彈性模數， $E_i$  表示壓頭的楊氏模數，且為 1140 GPa， $\nu_i$  表示壓頭的泊松比，且為 0.07， $E_s$  及  $\nu_s$  分別表示樹脂層的楊氏模數及泊松比。

【0224】 [數式 1]

$$\frac{1}{E_r} = \frac{1-\nu_i^2}{E_i} + \frac{1-\nu_s^2}{E_s} \quad (1)$$

**【0225】**（室溫下的接合強度）

對於上述中所獲得的基板積層體，求出第一積層體與第二基板於室溫（25°C）下的接合強度。

室溫（25°C）下的接合強度為本揭示中的低溫下的接合強度的一例。

將結果示於表 1 中。

此處，室溫下的接合強度是依據 M.P.馬薩拉、G.戈茨、A.卡比戈拉及 J.B.邁克特利科（M.P.Maszara, G.Goetz, A.Cavigila, and J.B.Mckitterick），應用物理雜誌（Journal of Applied Physics），64（1988）4943-4950.的方法並利用刀片插入試驗來求出。

具體而言，於室溫（25°C）下將厚度 0.1 mm~0.3 mm 的刀片插入至基板積層體中的第一積層體與第二基板的接合界面（即，第一積層體中的樹脂層與第二基板中的 SiO<sub>2</sub> 層的接合界面），利用紅外線光源及紅外線照相機對自刀片刀尖至第一積層體與第二基板剝離的位置為止的距離進行測定，基於所獲得的距離，並依據以下式來求出表面能量。

將所獲得的表面能量作為接合強度。

$$\gamma = 3 \times 10^9 \times t_b^2 \times E^2 \times t^6 / (32 \times L^4 \times E \times t^3)$$

此處， $\gamma$  表示表面能量（J/m<sup>2</sup>）， $t_b$  表示刀片厚度（m），E 表示第一積層體及第二基板中所含的矽基板的楊氏模數（GPa），t 表

示第一積層體及第二基板的厚度 (m)，L 表示自刀片刀尖至第一積層體與第二基板剝離的位置為止的距離。

【0226】〔比較例 1〕

除不進行表面活化處理以外，進行與實施例 1 相同的操作。

將結果示於表 1 中。

【0227】[表 1]

		實施例 1	比較例 1
第一積層體 (第一基板+樹脂層)	與第二基板的接合面側的最表層	樹脂層	樹脂層
	所述最表層的厚度	1 μm	1 μm
	表面活化處理	O <sub>2</sub> 電漿	無
	時間 (S)	60	0
第二基板	與第一積層體的接合面側的最表層	SiO <sub>2</sub> 層	SiO <sub>2</sub> 層
	所述最表層的厚度	0.1 nm~10 nm	0.1 nm~10 nm
	表面活化處理	O <sub>2</sub> 電漿	無
	時間 (S)	60	0
基板積層體中的 樹脂層的 EDX 組成分析 結果	Si 比率的最大值 (原子%)	14.1	8.0
	O 比率的最大值 (原子%)	39.0	26.0
	Si 比率示出最大值的位置處的 C 比率 (原子%)	39.0	59.1
	O 比率示出最大值的位置處的 C 比率 (原子%)	39.0	59.1
	Si 比率的最小值 (原子%)	6.8	6.5
	O 比率的最小值 (原子%)	23.8	24.1
	S 比率示出最小值的位置處的 C 比率 (原子%)	63.8	62.7
	O 比率示出最小值的位置處的 C 比率 (原子%)	63.8	62.7
	Si 比率比 (=Si 比率的最大值/Si 比率的最小值)	2.1	1.2
	O 比率比 (=O 比率的最大值/O 比率的最小值)	1.6	1.1
基板積層體 的評價	樹脂層的彈性模數 GPa	6.0	6.0
	接合強度 (J/m <sup>2</sup> )	3.8	0.1

【0228】如表 1 所示，Si 比率比為 1.5 以上的實施例 1 與 Si 比率比未滿 1.5 的比較例 1 相比較，基板彼此的接合強度優異。

【符號說明】

【0229】

100:基板積層體

11:第一基板

21:第二基板

31:樹脂層

32:電極

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種基板積層體，包含：第一基板；  
樹脂層，含有樹脂；以及  
第二基板，  
且按照所述第一基板、所述樹脂層、所述第二基板的順序配置，  
所述基板積層體中，  
所述第一基板及所述第二基板的厚度均較所述樹脂層厚，  
所述樹脂包含 Si 原子，  
當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 Si 原子的存在比率的最大值除以所述樹脂層中的 Si 原子的存在比率的最小值而得的值即 Si 比率比為 1.5 以上。

【請求項2】 如請求項 1 所述的基板積層體，其中，  
所述樹脂更包含 O 原子，  
當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最大值除以所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最小值而得的值即 O 比率比為 1.3 以上。

【請求項3】 一種基板積層體，包含：第一基板；  
樹脂層，含有樹脂；以及  
第二基板，

且按照所述第一基板、所述樹脂層、所述第二基板的順序配置，

所述基板積層體中，

所述第一基板及所述第二基板的厚度均較所述樹脂層厚，

所述樹脂包含 O 原子，

當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最大值除以所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的最小值而得的值即 O 比率比為 1.3 以上。

**【請求項4】** 如請求項 2 或 3 所述的基板積層體，其中，當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 O 原子的存在比率的於所述樹脂層的厚度方向上的變化為連續的。

**【請求項5】** 如請求項 1 或 2 所述的基板積層體，其中，當藉由能量分散型 X 射線分光法對所述基板積層體的剖面進行組成分析時，所述樹脂層中的 Si 原子的存在比率的於所述樹脂層的厚度方向上的變化為連續的。

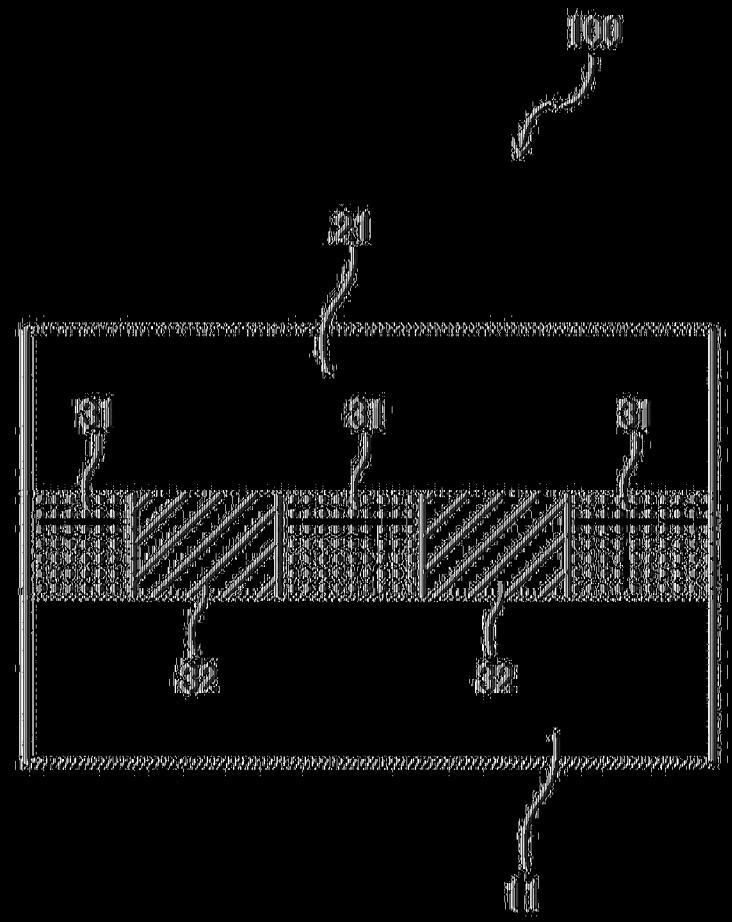
**【請求項6】** 如請求項 1 或 3 所述的基板積層體，其中，所述樹脂層的複合彈性模數為 1 GPa~20 GPa。

**【請求項7】** 如請求項 1 或 3 所述的基板積層體，其於所述第一基板與所述第二基板之間更包含貫通所述樹脂層的電極。

**【請求項8】** 如請求項 1 或 3 所述的基板積層體，其中，

所述第一基板及所述第二基板各自包含無機基板主體及無機層。

〔發明圖式〕



〔圖1〕