



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I728057 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 21 日

(21)申請案號：106106057

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 23 日

(51)Int. Cl.：

C08J5/18 (2006.01)**C08L63/00 (2006.01)****C08G59/24 (2006.01)****C08G59/62 (2006.01)****C08K3/38 (2006.01)****C08K3/22 (2006.01)**

(30)優先權：2016/02/25

日本

2016-034889

2016/08/25

世界智慧財產權組織

PCT/JP2016/074881

(71)申請人：日商昭和電工材料股份有限公司 (日本) SHOWA DENKO MATERIALS CO., LTD.
(JP)

日本

(72)發明人：西山智雄 NISHIYAMA, TOMOO (JP)；竹澤由高 TAKEZAWA, YOSHITAKA

(JP)；片木秀行 KATAGI, HIDEYUKI (JP)；木口一也 KIGUCHI, KAZUYA (JP)

(74)代理人：李世章

(56)參考文獻：

TW 201333089A

審查人員：黃凱煜

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：4 共 51 頁

(54)名稱

樹脂薄片及樹脂薄片硬化物

(57)摘要

本發明是一種樹脂薄片，其包含環氧樹脂、硬化劑及無機填料，該環氧樹脂包含環氧樹脂寡聚物和環氧樹脂單體，其中，該無機填料的含有率是超過 30 體積%且小於 80 體積%。

A resin sheet, comprising an epoxy resin that comprises an epoxy oligomer and an epoxy resin monomer, a curing agent, and an inorganic filler, wherein the content of the inorganic filler is greater than 30% by volume and less than 80% by volume.



公告本

申請日： 106/02/23

I728057

【發明摘要】

IPC分類： ~~G08F5/18~~ (2006.01)
~~G08L63/00~~ (2006.01)
~~G08G59/24~~ (2006.01)
~~G08G59/62~~ (2006.01)
~~G08K3/38~~ (2006.01)
~~G08K3/22~~ (2006.01)

【中文發明名稱】 樹脂薄片及樹脂薄片硬化物

【英文發明名稱】 RESIN SHEET AND CURED RESIN SHEET

【中文】

本發明是一種樹脂薄片，其包含環氧樹脂、硬化劑及無機填料，該環氧樹脂包含環氧樹脂寡聚物和環氧樹脂單體，其中，該無機填料的含有率是超過30體積%且小於80體積%。

【英文】

A resin sheet, comprising an epoxy resin that comprises an epoxy oligomer and an epoxy resin monomer, a curing agent, and an inorganic filler,

wherein the content of the inorganic filler is greater than 30% by volume and less than 80% by volume.

【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】樹脂薄片及樹脂薄片硬化物

【英文發明名稱】RESIN SHEET AND CURED RESIN SHEET

【技術領域】

【0001】 本揭示是關於樹脂薄片及樹脂薄片硬化物。

【先前技術】

【0002】 近年來的半導體封裝元件，因為高密度化及高積體化的進展，晶片的周圍容易變得高溫，所以需要散熱對策。尤其是在使用於電動車、油電混合車、產業機器等的動力元件的領域中，正熱烈地探討著代替矽，並能更高輸出化的碳化矽（SiC）的應用，尋求開發具有高熱傳導特性與絕緣性的週邊材料。

【0003】 配置在動力元件週邊的構件，伴隨著動力元件的小型化及輕量化的進展，正逐漸使用有機材料來代替使用至今的陶瓷等的無機材料。作為有機材料的使用形態，可舉出由有機高分子（樹脂）與無機填料的混合物所構成的複合材料。

【0004】 與無機材料相比，有機材料有材料的加工性高，能夠輕量化等的優點，另一方面，熱傳導率比無機材料低，一般的熱硬化性樹脂是在 $0.1\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})\sim 0.3\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 左右。

【0005】 作為將有機材料進行高熱傳導率化的手法，已知有將具有高熱傳導率的以氧化鋁、氮化硼等為代表的無機填料混合到樹脂中的手法（例如，參照日本專利第4889110號公報）。又，亦已知將液晶基骨架等剛性的結構導入樹脂的分子內，藉由利用分子間堆疊性，使其展現液晶性或結晶性，抑制聲子散射，來提高熱傳導率的手法（例如，參照專利文獻1及專利文獻2）。前者的手法，雖然藉由增加無機填料的填充量能夠提高複合材料的熱傳導率，但從兼顧絕緣性的觀點而言，填充量是有極限的。相對於此，後者使用熱傳導率高的樹脂的手法，有可能使複合材料的熱傳導率飛躍性地提升。

【0006】 然而，一般而言，熱傳導率高的樹脂的熔點較高，會有操作性較差的問題。於是，已知有藉由摻合與結晶性高熱傳導樹脂有相溶性的樹脂，使樹脂的結晶性降低，來提高流動性及絕緣性的手法。但是，此種手法，有硬化後的高熱傳導樹脂的堆疊性會受到阻礙而無法發揮複合材料的高熱傳導率化的情況。

【0007】 另一方面，為了提升由有機材料所形成的樹脂薄片的絕緣性，將樹脂薄片的厚度增厚是有效的。但是，當利用藉由刮刀式塗佈機等將有機溶劑中溶解了樹脂而成的液狀原料塗佈於基材上的方法來製作樹脂薄片時，每1片的厚度的極限在 $120\ \mu\text{m}$ 左右。這是因為，若增加塗佈厚度，有機溶劑會難以從塗佈面揮發，殘留下來的有機溶劑會因為硬化時的加溫而膨脹而有形成孔洞之虞。因

此，使用有機溶劑時，是藉由積層 $80\ \mu\text{m}$ 左右的樹脂薄片，並根據壓製來單層化，厚膜化一般是這樣來進行。但是，當重疊了複數片樹脂薄片時，會產生樹脂薄片間的界面而有熱傳導率低落之虞。又，只靠加熱來完全去除殘留的有機溶劑時，若考慮樹脂流動性的確保、硬化度的控制、孔洞的產生等，認為是有困難的。

[先前技術文獻]

(專利文獻)

【0008】

專利文獻1：日本專利第4118691號公報

專利文獻2：日本專利第5397476號公報

【發明內容】

【0009】 [發明所欲解決之問題]

本發明是鑑於上述情況而完成，目的在於提供一種樹脂薄片、以及樹脂薄片硬化物，該樹脂薄片在無溶劑或低溶劑量的條件下的成形性優異，且硬化後的熱傳導性和絕緣性優異。

[解決問題之技術手段]

【0010】 在為了解決上述問題之技術手段中，包含以下的實施態樣。

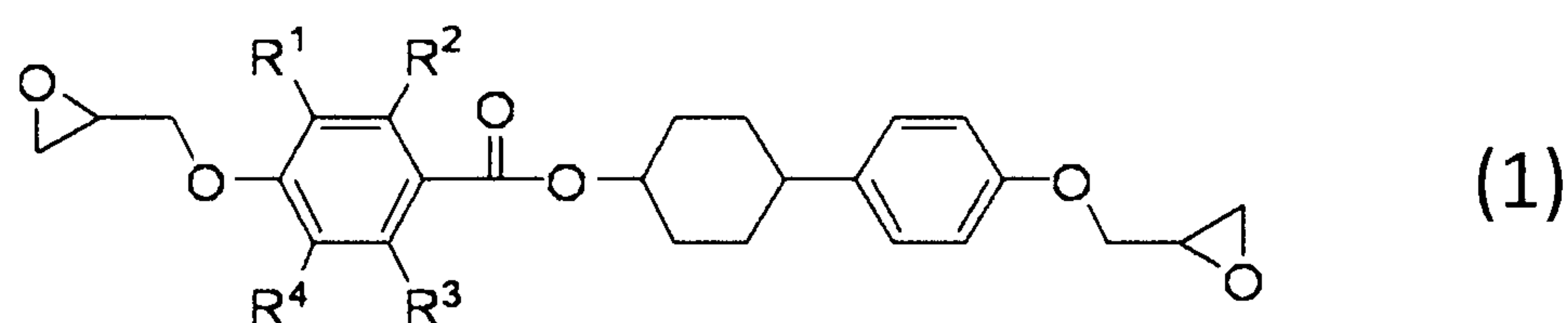
< 1 > 一種樹脂薄片，其包含環氧樹脂、硬化劑及無機填料，該環氧樹脂包含環氧樹脂寡聚物和環氧樹脂單體，

其中，該無機填料的含有率是超過30體積%且小於80體積%。

< 2 > 如< 1 >所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂寡聚物包含一種環氧樹脂單體與二元酚化合物之反應物，該環氧樹脂單體具有液晶基骨架，該二元酚化合物具有在1個苯環上鍵結了2個羥基之結構。

< 3 > 如< 1 >或< 2 >所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂寡聚物包含一種以下述通式（1）表示的化合物與二元酚化合物之反應物，該二元酚化合物具有在1個苯環上鍵結了2個羥基之結構，

【0011】



【0012】 通式（1）中， $R^1 \sim R^4$ 各自獨立地表示氫原子或碳數1～3的烷基。

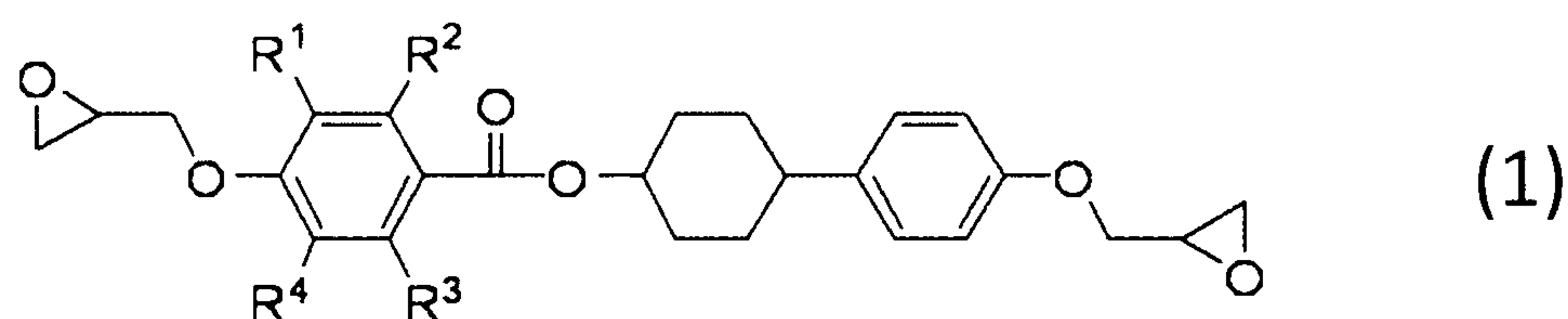
< 4 > 如< 2 >或< 3 >所述之樹脂薄片，其中，前述二元酚化合物包含對苯二酚。

< 5 > 如< 1 >～< 4 >中任一項所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂單體，包含在分子中具有液晶基骨架與2個環氧基之化合物。

< 6 > 如< 1 >～< 5 >中任一項所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂單體，包含選自由以下述通式（1）表

示的化合物及聯苯型環氧樹脂單體所組成之群組中的至少1種。

【0013】



【0014】 通式(1)中， $R^1 \sim R^4$ 各自獨立地表示氫原子或碳數1~3的烷基。

<7> 如<1>~<6>中任一項所述之樹脂薄片，其中，前述硬化劑包含苯二酚酚醛清漆樹脂。

<8> 如<1>~<7>中任一項所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂寡聚物的數目平均分子量在600~2300的範圍內。

<9> 如<1>~<8>中任一項所述之樹脂薄片，其中，平均厚度在0.2mm~3mm的範圍內。

<10> 一種樹脂薄片硬化物，其是<1>~<9>中任一項所述之樹脂薄片的硬化物。

<11> 如<10>所述之樹脂薄片硬化物，其中，在根據使用了CuK α 射線的X射線繞射法而實行的測定中，在繞射角 $2\theta = 3.0^\circ \sim 3.5^\circ$ 的範圍內具有繞射峰。

[發明之功效]

【0015】 若根據本發明，可提供一種樹脂薄片，以及樹脂薄片硬化物，該樹脂薄片在無溶劑或低溶劑量的條件下的成形性優異，且硬化後的熱傳導性和絕緣性優異。

【圖式簡單說明】**【 0 0 1 6 】**

第 1 圖是表示本實施形態之樹脂薄片硬化物的剖面圖的一例之概略圖。

第 2 圖是表示積層複數個層而成的樹脂薄片硬化物的剖面的一例之概略圖。

第 3 圖是本實施形態之樹脂薄片硬化物的剖面的掃描式電子顯微鏡（SEM）相片之一例。

第 4 圖是積層複數個層而成的樹脂薄片硬化物的剖面的掃描式電子顯微鏡相片之一例。

【實施方式】

【 0 0 1 7 】 以下，針對本實施發明之形態詳細地說明。但是，本發明並不限定於以下的實施形態。在以下的實施形態中，其構成要素（亦包含要素步驟等），除了有特別明示的情況，否則並非必須。關於數值及其範圍亦相同，並非限制本發明的條件。

在本說明書中，「步驟」這個詞語，不只是獨立於其他步驟的步驟，連即使是無法與其他步驟明確地區別的情況下，只要達成該步驟的目的，則亦包含該步驟。

在本說明書中，使用「～」來表示的數值範圍中，「～」的前後所記載的數值是分別作為最小值及最大值且包含在內。

在本說明書中，以階段性記載的數值範圍中，以一個數值範圍記載的上限值或下限值，亦可置換成其他階段性記載的數值範圍的上限值或下限值。又，在本說明書中所記載的數值範圍中，其數值範圍的上限值或下限值，亦可置換成實施例所示之值。

在本說明書中，組成物中的各成分的含有率，當組成物中符合各成分的物質有複數種存在時，除非另有說明，否則是意味著在組成物中存在的該複數種物質的合計含有率。

在本說明書中，「層」這個詞語，當觀察該層所存在的區域時，不只是形成於該區域整體的情況，連僅形成於該區域的一部份的情況亦包含在內。

【0018】 < 樹脂薄片 >

本實施形態之樹脂薄片，其包含環氧樹脂、硬化劑及無機填料，該環氧樹脂包含環氧樹脂寡聚物和環氧樹脂單體，其中，前述無機填料的含有率是超過30體積%且小於80體積%。

【0019】 本案發明人探討的結果，可知具有上述構成之樹脂薄片，在無溶劑或低溶劑量的條件下的成形性優異，藉此能夠獲得厚的樹脂薄片。樹脂薄片的厚度沒有特別限制，但例如能將樹脂薄片的平均厚度增加到3mm。更進一步，樹脂薄片的平均厚度較佳是在0.2mm～3mm的範圍內。又，可知硬化此樹脂薄片所獲得的樹脂薄片硬化物，熱傳導性和絕緣性優異。本說明書中的「樹脂薄片的

平均厚度」是意味著單層（並非複數個樹脂層的積層體）的厚度。平均厚度，是意味著進行了9點測定時的數平均值。

【0020】本實施形態之樹脂薄片在無溶劑或低溶劑量的條件下的成形性優異的理由雖然還不明朗，但認為利用包含環氧樹脂的寡聚物作為樹脂成分，與環氧樹脂不含寡聚物的情況相比，在半硬化狀態下的樹脂的伸展量會變大而提升成形性、及藉由寡聚物化而使官能基的反應進展因而能夠抑制硬化放熱等。又認為，利用增加樹脂薄片的厚度，即便大量填充無機填料但由於能夠展現緩衝性而使成形性優異。

【0021】本實施形態之樹脂薄片，可在無溶劑或低溶劑量的條件下進行製作。因此，例如能夠將樹脂薄片的殘留揮發成分抑制在0.1質量%以下。藉此，有效地抑制因殘留的有機溶劑而導致發生孔洞的情況，而有更加提升絕緣性的傾向。

【0022】第1圖是表示本實施形態之樹脂薄片硬化物的剖面圖的一例之概略圖。如第1圖所示，樹脂薄片3具有氮化硼填料1分散在樹脂基體2（環氧樹脂硬化物和氧化鋁填料的混合相）中的結構。符号4表示樹脂薄片的表面。

第2圖是表示積層複數個層而成的樹脂薄片硬化物的剖面的一例之概略圖。與第1圖同樣地，樹脂薄片3具有氮化硼填料1分散在樹脂基體2（環氧樹脂硬化物和氧

化鋁填料的混合相)中的結構。進一步，在樹脂薄片3之間形成界面5。在樹脂薄片的界面5附近，氮化硼1定向而成為朝向垂直於樹脂薄片3的厚度方向的狀態，這被認為是成為妨礙熱的傳導的主要原因。

第3圖是本實施形態之樹脂薄片硬化物的剖面的掃描式電子顯微鏡(SEM)相片之一例。與第1圖同樣地，樹脂薄片3具有氮化硼填料10分散在樹脂基體11中的結構。

第4圖是積層複數個層而成的樹脂薄片硬化物的剖面的掃描式電子顯微鏡相片之一例。樹脂薄片3具有氧化鋁填料10和氮化硼填料13分散在樹脂基體12中的結構。進一步，在樹脂薄片3之間形成界面12。沿著此界面，氮化硼填料的粒子像是被壓擠般地變形。

【0023】 (環氧樹脂)

本實施形態之樹脂薄片，包含一種環氧樹脂，該環氧樹脂包含環氧樹脂寡聚物和環氧樹脂單體。本說明書中所謂的「環氧樹脂寡聚物」，是意味著一種環氧樹脂單體的多聚物(包含二聚物)，其具有未反應的環氧基，且根據凝膠滲透層析法(GPC)測定而得的分子量在600以上且6000以下的化合物。

【0024】 樹脂薄片所包含的環氧樹脂，除了環氧樹脂寡聚物和環氧樹脂單體之外，亦可包含環氧樹脂單體的聚合物，該聚合物是具有未反應的環氧基，且根據凝膠滲透層析法測定而得的分子量超過6000的化合物。

【0025】 樹脂薄片中的環氧樹脂（環氧樹脂寡聚物、環氧樹脂單體及其他的環氧樹脂的合計）的含有率，並沒有特別限制。例如，較佳是在樹脂薄片整體的2質量%～38質量%的範圍內，更佳是在4質量%～28質量%的範圍內。

【0026】 環氧樹脂中的環氧樹脂寡聚物的含有率，並沒有特別限制。例如，較佳是在環氧樹脂整體的3質量%～50質量%的範圍內，更佳是在5質量%～45質量%的範圍內。環氧樹脂中的環氧樹脂寡聚物的含有率，例如能夠藉由使用了GPC的面積換算來求取。

【0027】 環氧樹脂中的環氧樹脂單體的含有率，並沒有特別限制。例如，較佳是在環氧樹脂整體的30質量%～97質量%的範圍內，更佳是在35質量%～95質量%的範圍內。環氧樹脂中的環氧樹脂單體的含有率，例如能夠藉由使用了GPC的面積換算來求取。

【0028】 從熱傳導性的觀點而言，本實施形態之樹脂薄片，較佳是包含具有液晶基骨架之環氧樹脂來作為環氧樹脂。本說明書中所謂的「液晶基骨架」，指的是易於展現結晶性或液晶性般的分子結構。具體而言，可舉出：聯苯骨架、苯甲酸苯酯骨架、苯甲酸環己酯骨架、偶氮苯骨架、二苯乙烯骨架、環己苯骨架、該等的衍生物等。

在分子結構中具有液晶基骨架之環氧樹脂，在硬化而形成樹脂基體時易於形成高次結構，根據製作成硬化物的情況，而有能夠達成高熱傳導率的傾向。此處，所謂的高次結構，是其構成要素規則性地排列著的狀態，例如，相

當於結晶相和液晶相。像這樣的高次結構是否存在，藉由使用偏光顯微鏡的觀察能輕易地判斷。亦即，在用正交偏光鏡狀態的觀察中，當可見到藉由消偏光導致的干涉紋時，能夠判斷為存在著高次結構（亦稱為週期結構）。又，若結晶結構或液晶結構存在時，樹脂的儲藏彈性係數對溫度的變化會變小，故藉由測定此儲藏彈性係數對溫度的變化，就能夠間接地確認結晶結構或液晶結構的存在。

【0029】 源自液晶基結構之高規則性的高次結構中，有向列型結構、層列型結構等。向列型結構是分子的長軸朝向一樣的方向，是僅具有定向秩序的液晶結構。相對於此，層列型結構除了定向秩序之外還具有一維位置的秩序，是具有一定週期的層結構之液晶結構。又，在層列型結構的相同週期結構內部，層結構的週期的方向一樣。亦即，分子的秩序性是層列型結構比向列型結構還要高。高秩序性的週期結構若形成於樹脂基體中，能夠抑制熱傳導的媒介也就是聲子發生散射。因此，層列型結構比起向列型結構，有熱傳導率變高的傾向。

【0030】 樹脂基體中的週期結構是否包含層列型結構，能夠藉由實施例所記載的方法來判斷。

【0031】 環氧樹脂中的具有液晶基骨架之環氧樹脂的含有率，並沒有特別限制。例如，較佳是環氧樹脂整體的30質量%以上，進一步較佳是50質量%以上，更佳是70質量%以上。環氧樹脂中的具有液晶基骨架之環氧樹脂的含有率，例如，能夠將環氧樹脂和硬化劑溶解於有機溶劑

中，並除去無機填料後，進行藉由GPC管柱所實行的提取，並藉由組合核磁共振、紅外線光譜法、飛行時間型質譜法、氣相層析質譜法(Gas chromatography-mass spectrometry)等的測定方法來求取。

【0032】 (1) 環氧樹脂寡聚物

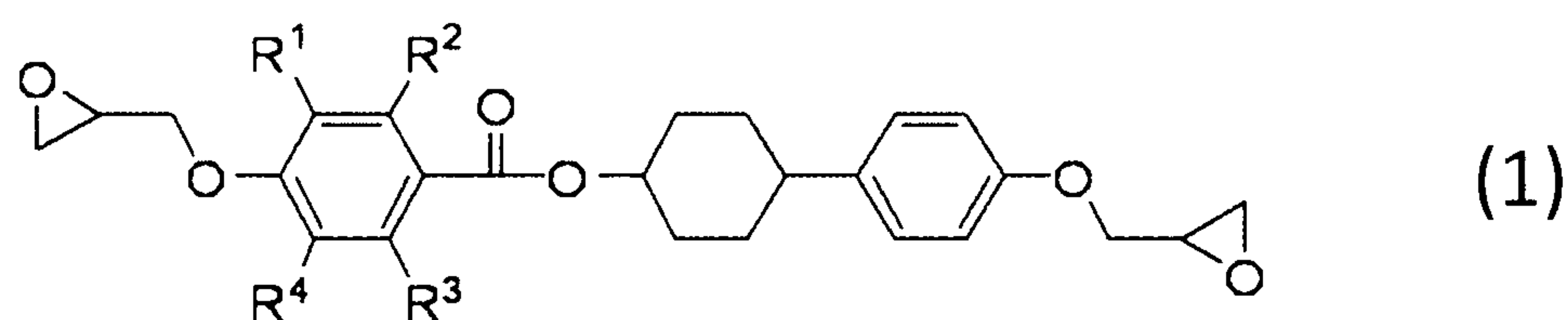
本實施形態之樹脂薄片，包含環氧樹脂寡聚物作為環氧樹脂。環氧樹脂寡聚物亦可僅為1種，亦可為2種以上。

【0033】 環氧樹脂寡聚物的數目平均分子量，並沒有特別限制。例如，根據凝膠滲透層析法(GPC)測定而得的數目平均分子量較佳是在600～2300的範圍，進一步較佳是在650～2200的範圍內。

【0034】 從熱傳導率和絕緣性的觀點而言，環氧樹脂寡聚物，較佳是具有液晶基骨架之環氧樹脂單體之多聚物。當環氧樹脂寡聚物是具有液晶基骨架之環氧樹脂單體之多聚物時，作為具有液晶基骨架之環氧樹脂單體，具體而言，作為聯苯型環氧樹脂單體，可舉出YL6121H（商品名，三菱化學股份有限公司製造）。作為3環型環氧樹脂單體，可舉出：具有三苯基骨架之環氧樹脂單體、1-（3-甲基-4-環氧乙烷基甲氧苯基）-4-（4-環氧乙烷基甲氧苯基）-1-環己烯、1-（3-甲基-4-環氧乙烷基甲氧苯基）-4-（4-環氧乙烷基甲氧苯基）-苯（住友化學股份有限公司）、反4-〔4-（2,3-環氧丙氧基）苯基〕環己基-4-（2,3-環氧丙氧基）苯甲酸酯（住友化學股份有限公司）等。

【0035】 從有效地在硬化後的樹脂基體中形成層列型結構，達成高熱傳導率的觀點而言，環氧樹脂寡聚物，較佳是以下述通式（1）表示的環氧樹脂單體之多聚物。以下述通式（1）表示的單體，亦可單獨使用1種，亦可併用2種以上。

【0036】



【0037】 通式（1）中， $R^1 \sim R^4$ 各自獨立地表示氫原子或碳數1～3的烷基。 $R^1 \sim R^4$ 較佳是各自獨立地為氫原子或碳數1～2的烷基，進一步較佳是氫原子或甲基，更佳是氫原子。又，較佳是 $R^1 \sim R^4$ 之中的2個～4個為氫原子，進一步較佳是3個或4個為氫原子，更佳是4個全部為氫原子。當 $R^1 \sim R^4$ 中任一者為碳數1～3的烷基時，較佳是 R^1 及 R^4 中至少一者為碳數1～3的烷基。

【0038】 另外，作為以通式（1）表示的環氧樹脂單體，較佳為 $R^1 \sim R^4$ 全部是氫原子也就是4-〔4-（2,3-環氧丙氧基）苯基〕環己基＝4-（2,3-環氧丙氧基）苯甲酸酯，進一步較佳為反4-〔4-（2,3-環氧丙氧基）苯基〕環己基＝4-（2,3-環氧丙氧基）苯甲酸酯。

【0039】 環氧樹脂寡聚物，較佳是具有液晶基骨架之環氧樹脂單體與具有在1個苯環上鍵結了2個羥基之結構而成的化合物（以下亦稱為特定二元酚化合物）之反應物。

【0040】 當環氧樹脂寡聚物是環氧樹脂單體與特定二元酚化合物之反應物時，有易於控制合成環氧樹脂寡聚物時的環氧樹脂寡聚物的分子量、熱傳導率及玻璃轉移溫度（ T_g ）的傾向。又，將特定二元酚化合物使用於反應時，與使用了鍵結在苯環上的羥基為3個以上的酚類化合物的情況相比，變得容易控制反應，有可充分抑制凝膠化的發生的傾向。又，與使用了鍵結在苯環上的羥基為3個以上的酚類化合物的情況相比，軟化點變高，有可操縱性提升的傾向（例如，參照日本專利第5019272號公報）。

【0041】 特定二元酚化合物，亦可為鄰苯二酚（1,2-苯二酚）、間苯二酚（1,3-苯二酚）或對苯二酚（1,4-苯二酚）中任一者，亦可為此等的衍生物。作為特定二元酚化合物的衍生物，例如可舉出在苯環上鍵結了碳數1～8的烷基等的取代基之化合物。特定二元酚化合物，亦可僅為1種，亦可為2種以上。

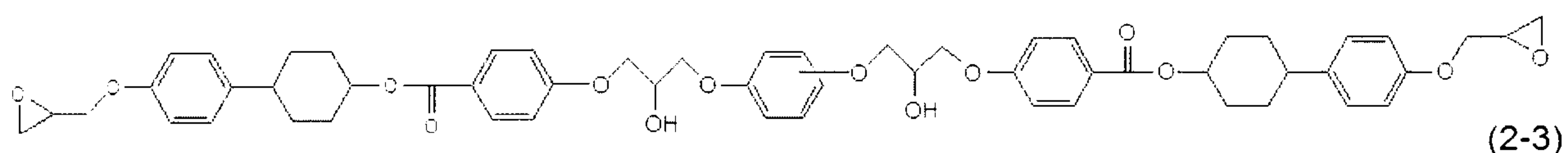
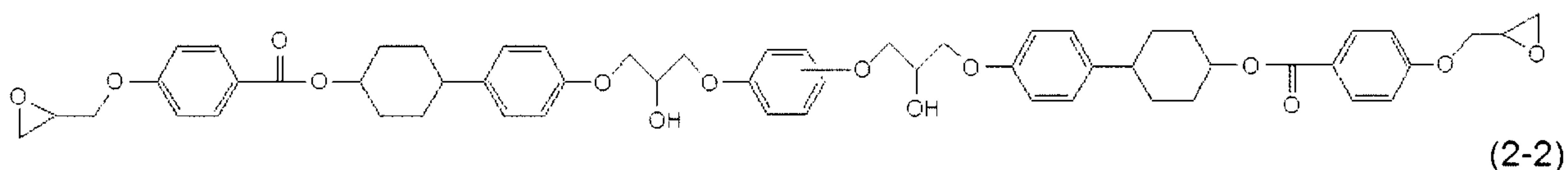
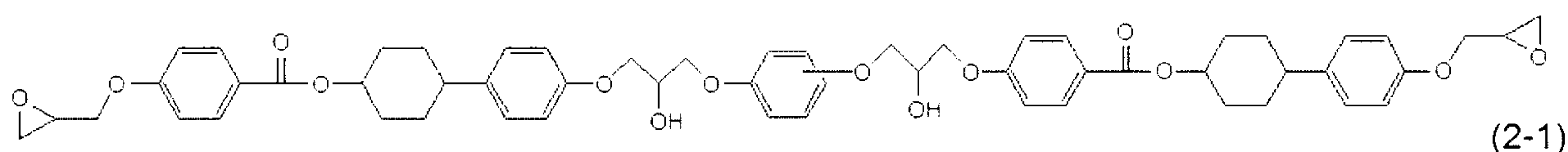
【0042】 從使熱傳導率提升的觀點而言，特定二元酚化合物較佳是對苯二酚。對苯二酚，由於苯環上的2個羥基是對位的位置關係，故與環氧樹脂單體反應而獲得的環氧樹脂寡聚物，其剛性的分子會成為直線結構。因此，被認為在樹脂薄片，環氧樹脂寡聚物與環氧樹脂單體的分子彼此容易重疊，易於形成結晶結構。

【0043】 環氧樹脂寡聚物，較佳是上述的以通式（1）表示的環氧樹脂單體與特定二元酚化合物之反應物，進一步較佳是4- { 4 - （ 2,3 - 環氧丙氧基 ） 苯基 } 環己基 = 4 -

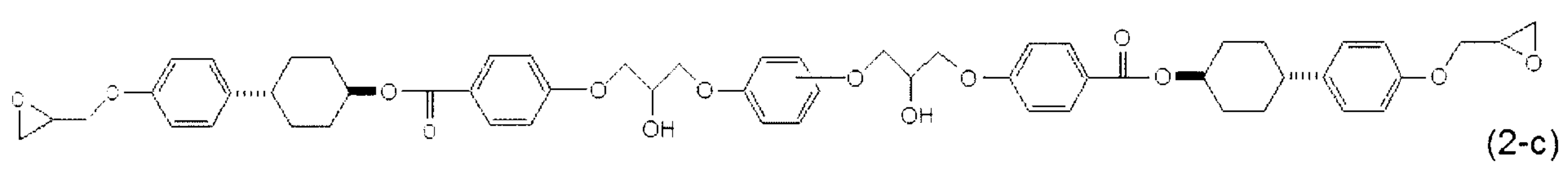
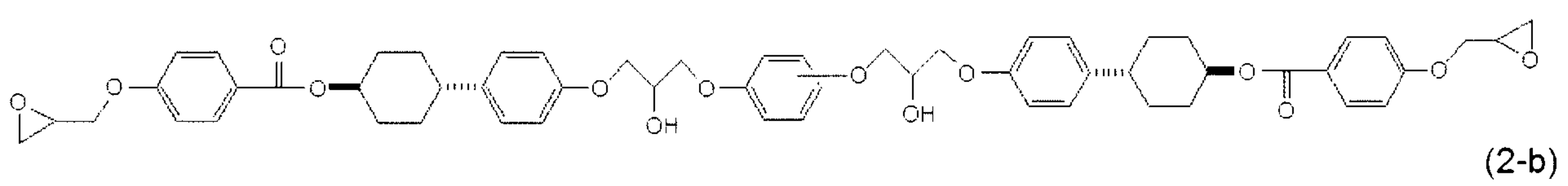
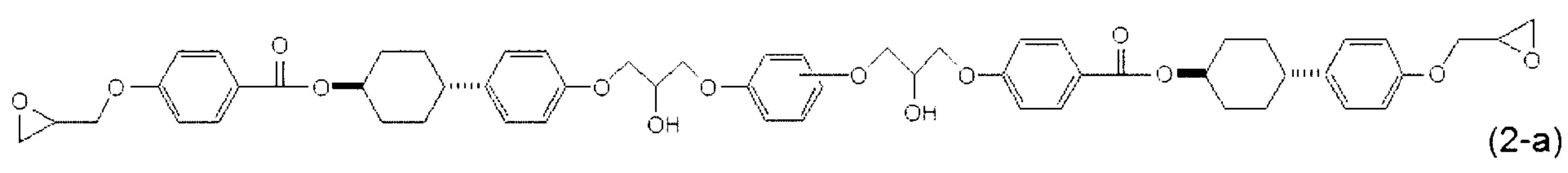
(2,3-環氧丙氧基)苯甲酸酯與特定二元酚化合物之反應物，更佳是反4- { 4 - (2,3-環氧丙氧基)苯基 } 環己基 = 4 - (2,3-環氧丙氧基)苯甲酸酯與特定二元酚化合物之反應物。樹脂薄片藉由包含這樣的環氧樹脂寡聚物，能夠良好地維持硬化後的熱傳導率且提升成形性。此反應機制在之後敘述。

【0044】 以下，表示4 - { 4 - (2,3-環氧丙氧基)苯基 } 環己基 = 4 - (2,3-環氧丙氧基)苯甲酸酯與特定二元酚化合物之反應物也就是環氧樹脂寡聚物的具體例。在下述具體例之中，較佳是以式(2-1) ~ (2-3)中至少一種表示的環氧樹脂寡聚物，進一步較佳是式(2-a) ~ (2-c)中至少一種，亦即，4 - { 4 - (2,3-環氧丙氧基)苯基 } 環己基 = 4 - (2,3-環氧丙氧基)苯甲酸酯為反式異構體的環氧樹脂寡聚物。另外，以下的具體例雖然是環氧樹脂單體的二聚體，但亦可為三聚體以上。

【0045】

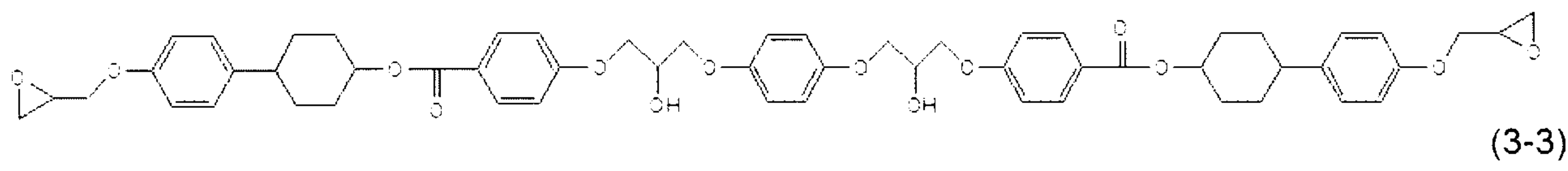
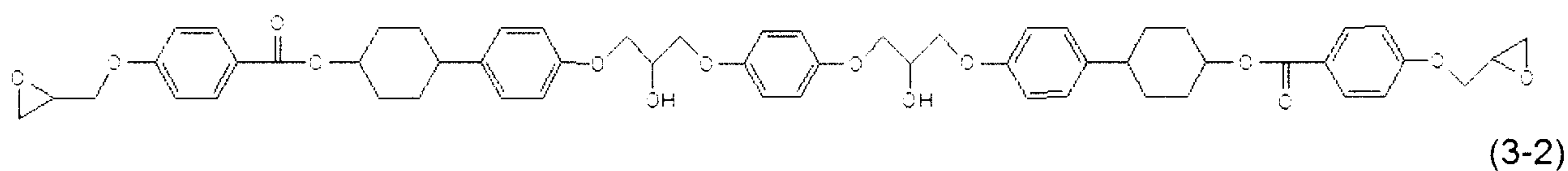
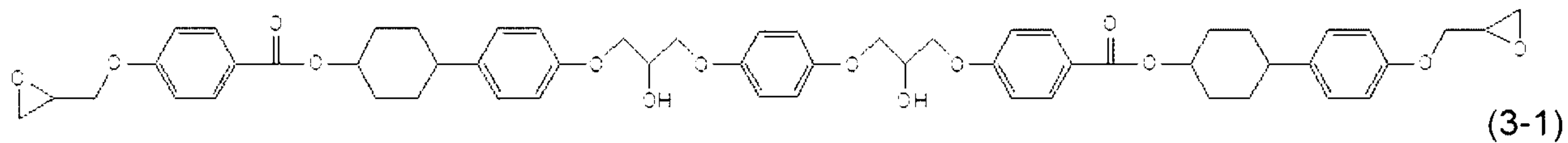


【0046】

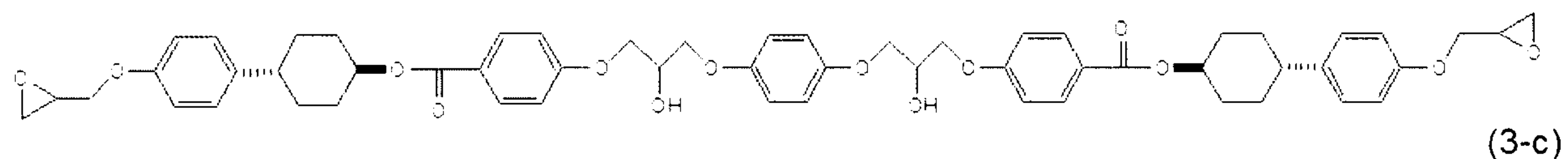
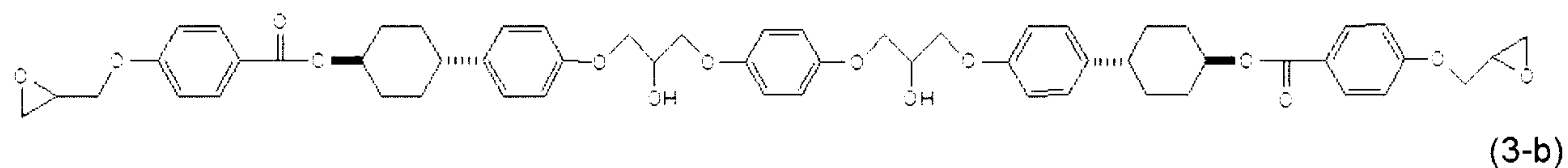
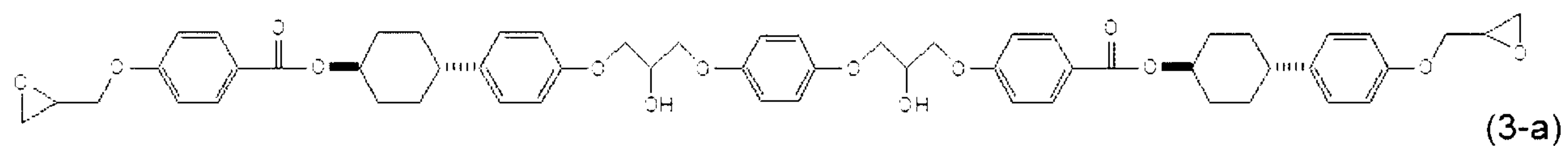


【 0 0 4 7 】 在以上述式（ 2 - 1 ）～（ 2 - 3 ）及上述式（ 2 - a ）～（ 2 - c ）表示的環氧樹脂寡聚物中，存在 3 種類異構體，該異構體是源自特定二元酚化合物的苯環上的羟基的位置不同。例如，特定二元酚化合物是對苯二酚時，以上述式（ 2 - 1 ）～（ 2 - 3 ）及上述式（ 2 - a ）～（ 2 - c ）表示的環氧樹脂寡聚物，分別以下述式（ 3 - 1 ）～（ 3 - 3 ）及下述式（ 3 - a ）～（ 3 - c ）來表示。

【 0 0 4 8 】



【 0 0 4 9 】



【0050】 在上述的環氧樹脂寡聚物之中，較佳是以式（3-1）～（3-3）中至少一種表示的環氧樹脂寡聚物，進一步較佳是以上述式（3-a）～（3-c）中至少一種表示的環氧樹脂寡聚物。以上述式（3-1）～（3-3）及上述式（3-a）～（3-c）表示的環氧樹脂寡聚物，由於是直線結構而分子的堆疊性高，易於形成高次結構，故有更加提升熱傳導率的傾向。

【0051】 環氧樹脂寡聚物的合成方法並沒有特別限制。例如，能夠在合成溶劑中溶解環氧樹脂單體、特定二元酚化合物及反應觸媒，一邊進行加溫一邊攪拌來合成。雖然不使用溶劑，將環氧樹脂單體熔融使之反應也能合成環氧樹脂寡聚物，但要到達使環氧樹脂單體熔融的溫度必須是高溫，反應控制會變困難。因此，從安全性的觀點而言，較佳是使用了合成溶劑的合成法。

【0052】 合成溶劑，只要是能夠加溫到為了進行環氧樹脂單體與特定二元酚化合物的反應的必要溫度的溶劑，並沒有特別限制。具體而言，能夠舉出：環己酮、環戊酮、

乳酸乙酯、丙二醇單甲醚、N-甲基吡咯烷酮等。合成溶劑亦可僅為1種，亦可2種以上。

【0053】 合成溶劑的量，只要是在反應溫度中，能夠將環氧樹脂單體、特定二元酚化合物及硬化觸媒全部溶解的量，並沒有特別限制。雖然依照反應前的原料的種類、溶劑的種類等，溶解性會有差異，但只要將進料的固體成分濃度設在20質量%～60質量%，合成後的樹脂溶液黏度會大致在較佳的範圍內。

【0054】 反應觸媒的種類沒有特別限定，能夠從反應速度、反應溫度、儲存穩定性等的觀點來選擇適當的反應觸媒。作為反應觸媒的具體例，可舉出：咪唑化合物、有機磷化合物、三級胺、四級銨鹽等。反應觸媒亦可僅使用1種，亦可併用2種以上。其中，從耐熱性的觀點而言，較佳是選自由以下的化合物所組成之群組中的至少1個：有機磷化合物；在有機磷化合物上加成有馬來酸酐、醌化合物（1,4-苯醌、2,5-甲醌、1,4-萘醌、2,3-二甲基苯醌、2,6-二甲基苯醌、2,3-二甲氧基-5-甲基-1,4-苯醌、2,3-二甲氧基-1,4-苯醌、苯基-1,4-苯醌等）、重氮苯基甲烷、苯酚樹脂等的具 π 鍵之化合物而成的具有分子內極化之化合物；及，有機磷化合物與有機硼化合物（四苯硼酸鹽、四（對甲苯基）硼酸鹽、四（正丁基）硼酸鹽等）之錯合物。

【0055】 從反應速度和熱傳導率的觀點而言，反應觸媒較佳是有機磷化合物。作為有機磷化合物，具體而言可舉

出：三苯膦、二苯基（對甲苯基）膦、參（烷基苯基）膦、參（烷氧基苯基）膦、參（烷基烷氧基苯基）膦、參（二烷基苯基）膦、參（三烷基苯基）膦、參（四烷基苯基）膦、參（二烷氧基苯基）膦、參（三烷氧基苯基）膦、參（四烷氧基苯基）膦、三烷基膦、二烷基芳基膦、烷基二芳基膦等。

【0056】 反應觸媒的量並沒有特別限制。從反應速度和儲存穩定性的觀點而言，相對於環氧樹脂單體與特定二元酚化合物的合計質量，較佳是在0.1質量%～3質量%的範圍內，進一步較佳是在0.2質量%～2質量%的範圍內。

【0057】 使用於合成環氧樹脂寡聚物的容器並沒有特別限制，例如，能使用玻璃製的燒瓶也能使用不鏽鋼製的合成釜。具體的合成方法，例如如同以下所述。首先，將環氧樹脂單體投入燒瓶或合成釜內，加入合成溶劑，藉由油浴或熱媒加溫至反應溫度，溶解環氧樹脂單體。其次，投入特性二元酚化合物，確認到已在合成溶劑中均勻溶解後投入硬化觸媒，開始反應。藉由在規定時間後取出反應溶液，可獲得包含環氧樹脂寡聚物之溶液。又，於燒瓶內或合成釜內，藉由在加溫條件之下，於減壓下餾去合成溶劑，能夠獲得固體狀的環氧樹脂寡聚物。

【0058】 反應溫度，只要是在反應觸媒的存在下，環氧基與酚性羥基的反應會進行的溫度則沒有限制。例如，較佳是在100℃～180℃的範圍內，進一步較佳是在120℃～170℃的範圍內。藉由將反應溫度設在100℃以上，有

能夠再縮短至反應結束為止的時間的傾向。另一方面，藉由將反應溫度設在 180°C 以下，有能夠減低凝膠化的可能性的傾向。

【0059】 當合成環氧樹脂時，環氧樹脂單體與特定二元酚化合物的當量比，並沒有特別限制。例如，環氧樹脂單體的環氧基的當量數（ E_p ）與特定二元酚化合物的酚性羥基的當量數（ P_h ）之比率（ E_p/P_h ），較佳是在 $100/5 \sim 100/50$ 的範圍內。藉由將 E_p/P_h 設在 $100/5$ 以上，有所獲得的環氧樹脂寡聚物的軟化點變低而流動性升高的傾向。另一方面，藉由將 E_p/P_h 設在 $100/50$ 以下，有抑制交聯點密度的降低且耐熱性和熱傳導率升高的傾向。

【0060】 （2）環氧樹脂單體

本實施形態之樹脂薄片，包含環氧樹脂單體。本實施形態之樹脂薄片，利用包含環氧樹脂寡聚物與環氧樹脂單體雙方作為環氧樹脂，比起環氧樹脂僅含環氧樹脂寡聚物的情況，成形性較良好。環氧樹脂單體亦可僅為1種，亦可為2種以上。

【0061】 樹脂薄片中所包含的環氧樹脂單體，與構成樹脂薄片中所包含的環氧樹脂寡聚物的環氧樹脂單體可相同，亦可不同。又，環氧樹脂單體，亦可以是在環氧樹脂寡聚物的合成過程所獲得的溶液或固體中以未反應的狀態而包含的環氧樹脂單體。

【0062】 環氧樹脂單體的結構並沒有特別限制。例如，作為構成環氧樹脂寡聚物的環氧樹脂單體，能夠選自上述

的具體例來使用。從熱傳導性的觀點而言，環氧樹脂單體較佳是具有液晶基骨架之環氧樹脂單體。作為具有液晶基骨架之環氧樹脂單體的具體例，作為構成環氧樹脂寡聚物之具有液晶基骨架之環氧樹脂單體，可舉出經上述者。具有液晶基骨架之環氧樹脂單體亦可僅為1種，亦可為2種以上。

【0063】環氧樹脂單體，亦可為具有液晶基骨架之環氧樹脂單體以外的環氧樹脂單體。作為這樣的環氧樹脂單體，可舉出：雙酚A、雙酚F、雙酚S、苯酚酚醛清漆、甲酚酚醛清漆、間苯二酚酚醛清漆等的酚類化合物之縮水甘油醚；丁二醇、聚乙二醇、聚丙二醇等的醇類化合物之縮水甘油醚；苯二甲酸、間苯二甲酸、四氫苯二甲酸等的羧酸化合物之縮水甘油酯；以縮水甘油基來取代鍵結在苯胺、異三聚氰酸等的氮原子上的活性氫而成者等之縮水甘油型（亦包含甲基縮水甘油型）環氧樹脂單體；將分子內的烯烴鍵環氧化而獲得的乙基環己烷環氧化物、3,4-環氧環己基甲基-3,4-環氧環己烷羧酸酯、2-(3,4-環氧基)環己基-5,5-螺(3,4-環氧基)環己烷-間二氧六環等的脂環型環氧樹脂單體；雙(4-羟基)硫醚的環氧化物；對二甲苯改質苯酚樹脂、間二甲苯對二甲苯改質苯酚樹脂、萘烯改質苯酚樹脂、雙環戊二烯改質苯酚樹脂、環戊二烯改質苯酚樹脂、多環芳香環改質苯酚樹脂、含萘環苯酚樹脂等的縮水甘油醚；二苯乙烯型環氧樹脂單體；鹵化苯酚酚醛清漆型環氧樹脂單體等（但是，在此等之中排除

具有液晶基骨架之環氧樹脂單體)。具有液晶基骨架之環氧樹脂單體以外的環氧樹脂單體，亦可僅為1種，亦可為2種以上。

【0064】 (無機填料)

本實施形態之樹脂薄片包含無機填料。藉由包含無機填料，能夠達成高熱傳導性與高絕緣性。無機填料的種類並沒有特別限制，可舉出：氮化硼、氧化鋁、氮化鋁、二氧化矽、雲母、氧化鎂、氮化矽、氫氧化鋁、硫酸鋇。從熱傳導性及電絕緣性的觀點而言，較佳是包含選自由氮化硼、氧化鋁及氮化鋁所組成之群組中的至少1種。

【0065】 尤其，樹脂薄片因為包含氮化硼填料，熱傳導性飛躍性地提升。這結果例如能夠像以下所述般地來思考。氮化硼的莫氏硬度為2，與氧化鋁、氮化鋁等其他的絕緣陶瓷(例如，硬度8)相比較低，較柔軟。並且，會有球形、圓潤狀等的形狀的氮化硼因為處於初級粒子所凝集而成的狀態，在粒子內部存在著空洞。因此，儘管比樹脂薄片所包含的樹脂還要硬，但粒子本身也變得容易變形。其結果，能藉由外力輕易地變形，在後述的壓製步驟進行的情況可能變形，在此變形時能夠從填料間排除樹脂。因此，可以認為是填料彼此能夠輕易地接近，在樹脂薄片的內部將易於形成包含氮化硼的大粒徑的填料連續接觸著的結構，而提升熱傳導性。

【0066】 要確認樹脂薄片包含氮化硼，使用顯微鏡直接觀察樹脂薄片的組織的手法是有效的。例如，藉由使用

SEM（掃描式電子顯微鏡）來觀察樹脂薄片的剖面，能夠確認樹脂薄片中的填料的晶形。並且，藉由使用SEM-EDX（能量分散式X射線分光計；energy dispersive X-ray spectrometer），能夠利用將填料的元素定性來確認。

【0067】在無機填料具有粒度分佈時，以粒徑為橫軸並在縱軸描繪曲線的情況，無機填料的重量累積粒度分佈的從小粒徑側開始的累積50%所對應的粒徑也就是平均粒徑（ D_{50} ），從熱傳導性的觀點而言，較佳是在 $20\mu\text{m} \sim 120\mu\text{m}$ ，進一步較佳是在 $25\mu\text{m} \sim 115\mu\text{m}$ 。又，當粒度分佈曲線具有複數個波峰時，例如，能夠組合具有不同平均粒徑的2種類以上的無機填料來構成。

【0068】本說明書中，無機填料的平均粒徑（ D_{50} ）是採用雷射繞射法來測定，當從小粒徑側開始描繪重量累積粒度分佈曲線（weight cumulative particle size distribution curve）的情況，設為重量累積達50%的粒徑所對應的值。採用了雷射繞射法的粒度分佈測定，能夠使用雷射繞射散射粒度分佈測定裝置（例如，Beckman・Coulter股份有限公司，商品名：LS230）來進行。

【0069】樹脂薄片中的無機填料的含有率，在將樹脂薄片的全體積當作100體積%的情況中，是超過30體積%且小於80體積%。從熱傳導性及成形性的觀點而言，在將全體積當作100體積%的情況中，無機填料的含有率較佳

是超過30體積%且在75體積%以下，進一步較佳是在40體積%～70體積%。無機填料的含有率因多於30體積%，而有熱傳導性提升的傾向。另一方面，無機填料的含有率因少於80體積%，而有成形性提升的傾向。

【0070】於本說明書的樹脂薄片中的無機填料的含有率（體積%），是設為藉由下列式所求出的值。

$$\text{無機填料的含有率（體積\%）} = \left\{ \left(\frac{E_w}{E_d} \right) / \left(\left(\frac{A_w}{A_d} \right) + \left(\frac{B_w}{B_d} \right) + \left(\frac{C_w}{C_d} \right) + \left(\frac{D_w}{D_d} \right) + \left(\frac{E_w}{E_d} \right) + \left(\frac{F_w}{F_d} \right) \right\} \times 100$$

【0071】此處，各變數如同以下所述。

A_w：環氧樹脂的質量組成比（質量%）

B_w：硬化劑的質量組成比（質量%）

C_w：矽烷偶合劑（任意成分）的質量組成比（質量%）

D_w：硬化促進劑（任意成分）的質量組成比（質量%）

E_w：無機填料的質量組成比（質量%）

F_w：其他成分（任意成分）的質量組成比（質量%）

A_d：環氧樹脂的比重

B_d：硬化劑的比重

C_d：矽烷偶合劑（任意成分）的比重

D_d：硬化促進劑（任意成分）的比重

E_d：無機填料的比重

F_d：其他成分（任意成分）的比重

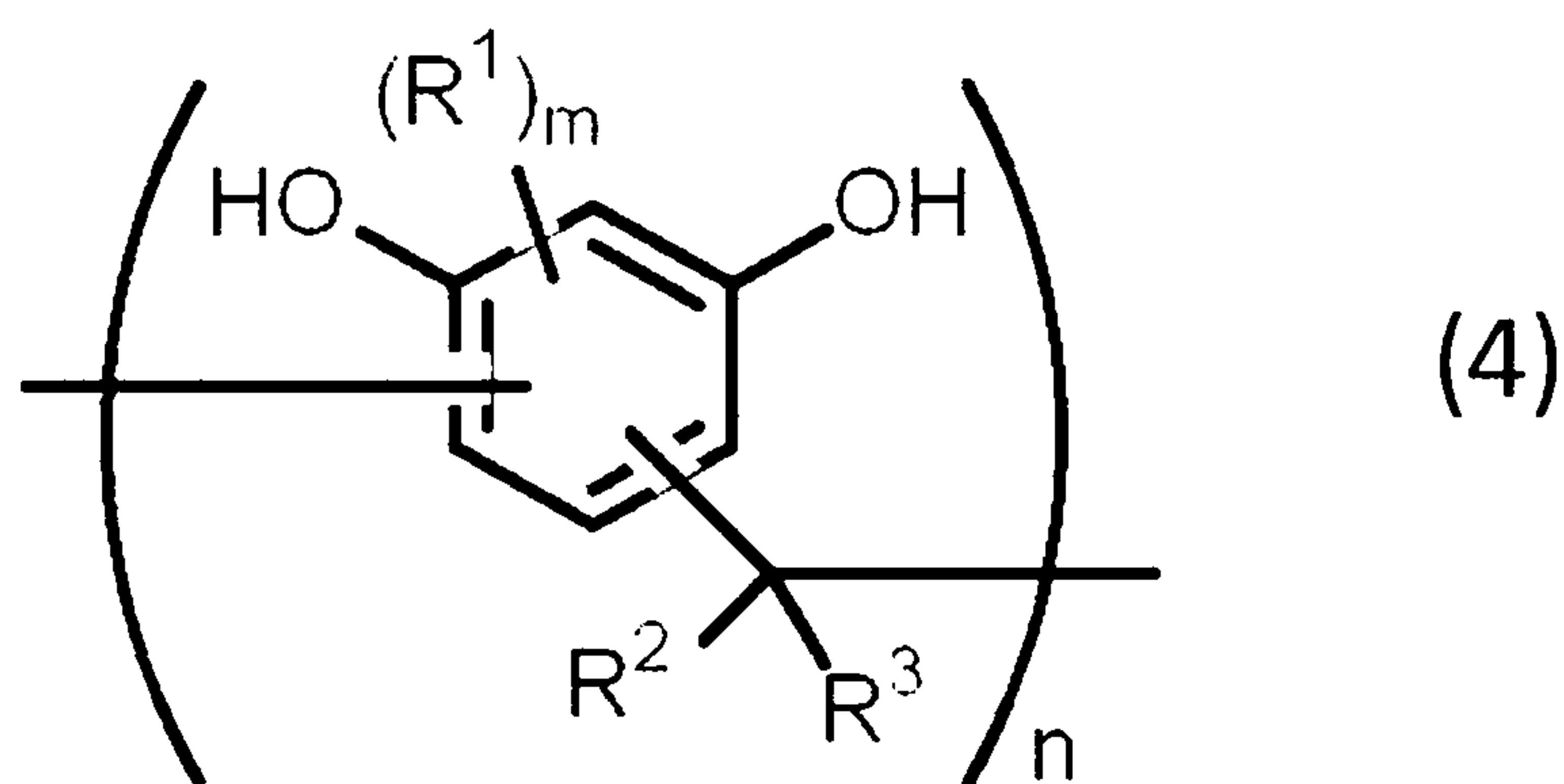
【0072】（硬化劑）

本發明中的樹脂薄片包含硬化劑。硬化劑，只要是能與樹脂薄片所包含的環氧樹脂寡聚物及環氧樹脂單體反應者，則沒有特別限制。例如，從耐熱性提升的觀點而言，較佳為苯酚硬化劑。作為苯酚硬化劑，例如可舉出1,2,4-三羥苯、1,3,5-三羥苯等的3官能基酚類化合物。又，亦能夠使用將此等低分子的酚類化合物以亞甲基鏈等鏈結並進行酚醛清漆化而成的苯酚酚醛清漆樹脂來作為硬化劑。

【0073】 從熱傳導性的觀點而言，硬化劑較佳是包含苯酚酚醛清漆樹脂，進一步較佳是包含將鄰苯二酚、間苯二酚、對苯二酚等的2官能基酚類化合物以亞甲基鏈鏈結成的苯酚酚醛清漆樹脂（苯二酚酚醛清漆樹脂）。

【0074】 苯二酚酚醛清漆樹脂，亦可以是鄰苯二酚酚醛清漆樹脂、間苯二酚酚醛清漆樹脂、對苯二酚酚醛清漆樹脂等的將1種酚類化合物進行酚醛清漆化而成的樹脂，亦可以是鄰苯二酚間苯二酚酚醛清漆樹脂、間苯二酚對苯二酚酚醛清漆樹脂等的將2種以上酚類化合物進行酚醛清漆化而成的樹脂。其中，較佳是具有以下述通式（4）表示的結構單元（亦即，源自間苯二酚的結構單元）之化合物。

【0075】



【0076】 通式(4)中， R^1 表示烷基、芳基或芳烷基。 R^2 和 R^3 各自獨立地表示氫原子、烷基、芳基或芳烷基。 m 表示0~2的數字， n 表示1~7的數字。當 m 為2時，2個 R^1 亦可相同亦可不同。

【0077】 上述具有以通式(4)表示的結構單元之化合物，亦可進一步包含源自間苯二酚以外的酚類化合物的結構單元。作為間苯二酚以外的酚類化合物，例如能夠舉出：苯酚、甲酚、鄰苯二酚、對苯二酚、1,2,3-三羥苯、1,2,4-三羥苯、1,3,5-三羥苯等。源自間苯二酚以外的酚類化合物的結構單元，亦可為僅有1種亦可為2種以上。

【0078】 此處，所謂的源自酚類化合物的部分結構，是意味著從酚類化合物的苯環部分去除1個或2個氫原子而構成的1價或2價基。另外，氫原子被去除的位置並沒有特別限定。

【0079】 在上述具有以通式(4)表示的結構單元之化合物中，作為源自間苯二酚以外的酚類化合物的部分結構，從熱傳導性及黏著性的觀點而言，較佳是源自選自苯酚、甲酚、鄰苯二酚、對苯二酚、1,2,3-三羥苯、1,2,4-三羥苯及1,3,5-三羥苯中的至少1種類的部分結構，進一

步較佳是源自選自鄰苯二酚及對苯二酚中的至少1種類的部分結構。

【0080】 在具有以通式(4)表示的結構單元之化合物中，源自間苯二酚的部分結構的含有比率並沒有特別限制。從彈性係數的觀點而言，具有以通式(4)表示的結構單元之化合物的全質量中源自間苯二酚的部分結構的含有比率較佳是在55質量%以上。從硬化後的玻璃轉移溫度(T_g)及線膨脹係數的觀點而言，具有以通式(4)表示的結構單元之化合物的全質量中源自間苯二酚的部分結構的含有比率進一步較佳是在60質量%以上，更佳是在80質量%以上，從熱傳導性的觀點而言，特佳是在90質量%以上。

【0081】 具有以通式(4)表示的結構單元之化合物的分子量並沒有特別限制。從流動性的觀點而言，作為數目平均分子量(M_n)較佳是在2000以下，進一步較佳是在1500以下，更佳是在350~1500。又，作為重量平均分子量(M_w)較佳是在2000以下，進一步較佳是在1500以下，更佳是在400~1500。這些 M_n 和 M_w ，是藉由使用了凝膠滲透層析法(GPC)的一般方法來測定。

【0082】 具有以通式(4)表示的結構單元之化合物的羥基當量並沒有特別限制。從涉及耐熱性的交聯密度的觀點而言，羥基當量以平均值來說較佳是在55g/eq~200g/eq，進一步較佳是在62g/eq~190g/eq，更佳是在65g/eq~180g/eq。

【0083】 硬化劑，亦可包含苯酚酚醛清漆樹脂及構成苯酚酚醛清漆樹脂的酚類化合物但未反應之狀態者（以下亦稱為單體）的雙方。這種情況，苯酚酚醛清漆樹脂與單體的合計質量中的單體含有比率（以下亦稱為「單體含有比率」），並沒有特別限制。從熱傳導性及成形性的觀點而言，單體含有比率較佳是在5質量%～80質量%，進一步較佳是在15質量%～60質量%，更佳是在20質量%～50質量%。藉由單體含有比率在80質量%以下，由於在硬化反應時無助於交聯的單體會變少，而交聯的高分子量體會變多，故更高密度的高次結構會形成，有熱傳導性會提升的傾向。又，藉由單體含有比率在5質量%以上，成形時的流動性良好，與無機填料的密合性更佳提升，而有達到更優異的熱傳導性及耐熱性的傾向。

【0084】 樹脂薄片中的硬化劑的含有率並沒有特別限制。例如，含有苯酚系硬化劑作為硬化劑的情況，樹脂薄片中的苯酚硬化劑的含有率，較佳為苯酚硬化劑中的酚性羥基的活性氫的當量數（酚性羥基的當量數）與樹脂薄片所包含的環氧樹脂寡聚物及環氧樹脂單體的環氧基的當量數的比（酚性羥基的當量數/環氧基的當量數）達到0.5～2的含有率，進一步較佳為達到0.8～1.2的含有率。

【0085】 （硬化促進劑）

本實施形態之樹脂薄片亦可包含硬化促進劑。硬化促進劑的種類並沒有特別限定，能夠從反應速度、反應溫度、保管性等的觀點選擇適當的硬化促進劑。作為硬化促

進劑的具體例，例如可舉出作為可使用在合成環氧樹脂寡聚物的反應觸媒而例示的化合物。

【0086】 當樹脂薄片含有硬化促進劑時，其含有率並沒有特別限制。從流動性及成形性的觀點而言，硬化促進劑的含有率，相對於環氧樹脂寡聚物、環氧樹脂單體和硬化劑的合計質量，較佳是在0.1質量%～1.5質量%，進一步較佳是在0.2質量%～1質量%。

【0087】 （矽烷偶合劑）

本實施形態之樹脂薄片亦可包含矽烷偶合劑。利用包含矽烷偶合劑，無機填料的表面與圍繞其周圍的環氧樹脂之間產生交互作用，而有提升流動性及熱傳導性的傾向。又，水分滲入樹脂薄片中的情況受到抑制而有提升絕緣可靠性的傾向。

【0088】 矽烷偶合劑並沒有特別限定，能夠使用一般在使用的矽烷偶合劑。具體而言，可舉出：3-苯基胺基丙基三甲氧基矽烷、3-苯基胺基丙基三乙氧基矽烷、N-甲基苯胺基丙基三甲氧基矽烷、N-甲基苯胺基丙基三乙氧基矽烷、3-苯基亞胺基丙基三甲氧基矽烷、3-苯基亞胺基丙基三乙氧基矽烷、苯基三甲氧基矽烷、苯基三乙氧基矽烷、二苯基二甲氧基矽烷、二苯基二乙氧基矽烷、三苯基甲氧基矽烷、三苯基乙氧基矽烷等。矽烷偶合劑亦可僅使用1種，亦可併用2種以上。

【0089】 矽烷偶合劑的使用量，較佳是設定在相對於無機填料整體的表面積之覆蓋率（以下亦稱為矽烷偶合劑的

覆蓋率) 達 $0.4 \sim 4.0$ 。矽烷偶合劑的覆蓋率是根據下列算式來算出。

矽烷偶合劑的覆蓋率 = $\{ \text{矽烷偶合劑的最小覆蓋面積} (\text{m}^2/\text{g}) \times \text{矽烷偶合劑的使用量} (\text{g}) \} / \{ \text{無機填料的比表面積} (\text{m}^2/\text{g}) \times \text{無機填料的使用量} (\text{g}) \}$

又, 上式中的矽烷偶合劑的最小覆蓋面積是根據下列算式來算出。

矽烷偶合劑的最小覆蓋面積 $(\text{m}^2/\text{g}) = \{ \text{亞佛加厥常數} (6.02 \times 10^{23}) (\text{mol}^{-1}) \times \text{矽烷偶合劑每1分子的覆蓋面積} (13 \times 10^{-20}) (\text{m}^2) \} / \text{矽烷偶合劑的分子量} (\text{g/mol})$

【0090】 根據上式所求得的矽烷偶合劑的覆蓋率, 雖然當矽烷偶合劑完全覆蓋無機填料表面時會是1, 但此時, 由於在無機填料的表面會有僅與矽烷偶合劑反應的羥基等的極性基為不存在的情況, 而有未與無機填料進行反應的未反應之矽烷偶合劑產生的情況。因此, 矽烷偶合劑的覆蓋率若在4.0以下, 未與無機填料鍵結之矽烷偶合劑妨礙無機填料與環氧樹脂的鍵結或環氧樹脂的分子間의 交聯的情況會被抑制, 能夠防止熱傳導率的降低。又, 矽烷偶合劑的覆蓋率若在0.4以上, 有在成形後不易發生孔洞等的成形不良的傾向。因此, 矽烷偶合劑的覆蓋率較佳是在 $0.4 \sim 4.0$, 進一步較佳是在 $0.5 \sim 3.0$ 。

【0091】 矽烷偶合劑對樹脂薄片的添加方法並沒有特別限制。例如可舉出: 與環氧樹脂、無機填料等其他的材料混合時添加的整體法; 少量的環氧樹脂中混合了一定量

的矽烷偶合劑後，與無機填料等其他材料混合的母料法；在與環氧樹脂等其他材料混合前，與無機填料混合，預先對無機填料的表面處理矽烷偶合劑的前處理法等。又，在前處理法中，有將矽烷偶合劑的原液或溶液與無機填料一起藉由高速攪拌使其均勻地分散來處理的乾式法；及，藉由使用矽烷偶合劑的稀釋溶液來漿化、或直接浸漬來對無機填料表面施以處理的溼式法。

【0092】（其他成分）

本實施形態之樹脂薄片，視需要亦可包含應力緩和材料、補強材料等。作為應力緩和材料，可舉出：橡膠（丁基橡膠、新平橡膠、腈橡膠（NBR）、聚矽氧橡膠等）的粒子等。作為補強材料，可舉出：玻璃纖維、碳纖維等的無機纖維等。

【0093】（樹脂薄片的製作方法）

本實施形態之樹脂薄片的製作方法並沒有特別限制。作為一般性的手法，可舉出將規定的調配量的成分藉由混合器等充分混合之後，藉由混合輥、擠製機等進行熔融捏合，並冷卻及粉碎來製作丸粒，將此丸粒放入模具等進行壓製成形，或是投入二軸成形機進行擠製成形，若有需要則進行延伸來控制厚度的方法。

丸粒的製作，例如，能夠以下述方式來製作，將規定量的成分充分地攪拌及混合，並用已預先加熱到 $60^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 的捏合機、輥機、擠製機等來進行捏合，然後冷卻，並粉碎。

丸粒的成形，例如，亦可以合乎成形條件的尺寸及質量來丸粒化，進行壓縮成形或轉移成形，以半硬化狀態來薄片化。

【0094】 樹脂薄片，為了提升操作性亦可形成在基材之上。又，為了保護表面，亦可將基材配置在樹脂薄片之上。基材的種類並沒有特別限制，可舉出聚對苯二甲酸乙二酯（PET）薄膜、鋁箔、銅箔等。基材的厚度沒有特別限制，例如能夠設在 $9\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$ 。

【0095】 基材上所形成的樹脂薄片的厚度（平均厚度）沒有特別限制，能夠依目的來適當選擇。例如，亦可在 $0.2\text{ mm} \sim 3.0\text{ mm}$ ，較佳是在 $0.3\text{ mm} \sim 2.5\text{ mm}$ 。

【0096】 本實施形態之樹脂薄片，較佳是以無溶劑或低溶劑量的條件下來形成。藉由以無溶劑或低溶劑量的條件下來形成，能夠增加樹脂薄片的單層厚度。藉由以單層來構成樹脂薄片，能夠避免在積層後的樹脂薄片的界面中發生孔洞、由於樹脂薄片彼此的黏著而形成薄的樹脂層、沿著氮化硼等較柔軟的填料的界面所發生的定向或變形等。其結果，單層的樹脂薄片，與將複數個樹脂薄片積層而成的樹脂薄片相比，會有熱傳導性等的特性較為優異的傾向。

【0097】 本實施形態之樹脂薄片，例如能夠作為黏著薄片來使用。作為當作黏著薄片的樹脂薄片的一般性的使用法，例如能夠舉出將形成在基材上的樹脂薄片貼在黏附體上，之後除去基材的方法。

【0098】 < 樹脂薄片硬化物 >

本實施形態之樹脂薄片硬化物是上述的樹脂薄片的硬化物。

【0099】 樹脂薄片的硬化方法並沒有特別限制。例如，藉由在 $100^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 進行0.5小時 $\sim$ 10小時，較佳是在 $130^{\circ}\text{C} \sim 230^{\circ}\text{C}$ 進行1小時 $\sim$ 8小時的熱處理，能夠獲得硬化物。

【0100】 樹脂薄片的硬化，亦可藉由轉移成形法、壓縮成形法等來進行。例如，轉移成形的情況，藉由以模具溫度 $140^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$ 、成形壓力 $10\text{MPa} \sim 25\text{MPa}$ 加熱30秒 $\sim$ 600秒的條件，能夠獲得硬化物。視需要，亦可進行將自模具取下的硬化物在 $140^{\circ}\text{C} \sim 230^{\circ}\text{C}$ 再加熱1小時 $\sim$ 8小時的後硬化處理。

【0101】 樹脂薄片的硬化方法，較佳是加熱並且加壓。例如，將樹脂薄片藉由以 $1\text{MPa} \sim 20\text{MPa}$ 加壓，並且在 $100^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 加熱1小時 $\sim$ 10小時，較佳是以 $1\text{MPa} \sim 15\text{MPa}$ 加壓，並且在 $130^{\circ}\text{C} \sim 230^{\circ}\text{C}$ 加熱1小時 $\sim$ 8小時，能夠獲得硬化物。視需要，亦可在進行了上述的處理後，進行在 $160^{\circ}\text{C} \sim 230^{\circ}\text{C}$ 進一步加熱1小時 $\sim$ 8小時的後硬化處理。

【0102】 本實施形態之硬化物，較佳是根據使用了CuK α 射線的X射線繞射法，在繞射角 $2\theta = 3.0^{\circ} \sim 3.5^{\circ}$ 的範圍內具有繞射峰。具有這樣的繞射峰的硬化物，形成了樹脂的高次結構（層列相），熱傳導性優異。

【0103】 本說明書中的使用了CuK α 射線的X射線繞射測定的詳細資料，如同以下所述。

〔測定條件〕

使用裝置：薄膜結構評估用X射線繞射裝置ATX-G
(Rigaku股份有限公司)

X射線種類：CuK α

掃描模式：2 θ / ω

輸出：50kV，300mA

S1狹縫：寬0.2mm，高：10mm

S2狹縫：寬0.2mm，高：10mm

RS狹縫：寬0.2mm，高：10mm

測定範圍：2 θ = 2.0° ~ 4.5°

取樣寬度：0.01°

[實施例]

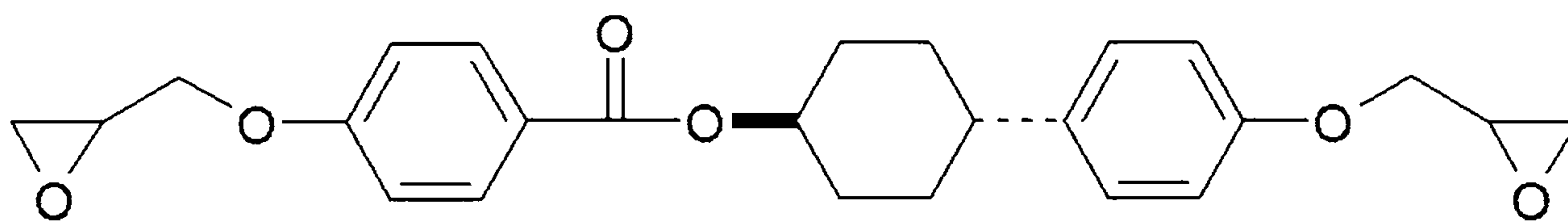
【0104】 以下，藉由實施例來更具體地說明本發明，但本發明並不限定於這些實施例。另外，除非另有說明，「份」及「%」是質量基準。

【0105】 〔用於合成環氧樹脂反應物的材料〕

・原料的環氧樹脂單體

反4 - { 4 - (2,3 - 環氧丙氧基) 苯基 } 環己基 = 4 - (2,3 - 環氧丙氧基) 苯甲酸酯 (住友化學股份有限公司，下述結構是參照日本專利第5471975號公報，環氧當量：212g / eq)

【0106】



【 0 1 0 7 】

- 原料的特定二元酚化合物

對苯二酚（ 羥基當量： 55 g/eq ，和光純藥工業股份有限公司）

- 合成溶劑

環己酮（沸點： 156°C ，和光純藥工業股份有限公司）

- 反應觸媒

三苯膦（分子量： 262 ，北興化學工業股份有限公司）

【 0 1 0 8 】〔環氧樹脂反應物 1 的合成〕

作為環氧樹脂反應物 1，將環氧樹脂單體的環氧基的當量數（ E_p ）與特定二元酚化合物的酚性羥基的當量數（ P_h ）之比率（ E_p/P_h ）設在 $100:7$ 並使其反應。

具體而言，量取原料的環氧樹脂單體 50 g （ 0.118 mol ），饋入 500 mL 的三口燒瓶中，並在三口燒瓶中添加合成溶劑 80 g 。將冷卻管和氮氣導入管設置在三口燒瓶中，並以可浸泡在溶劑中的方式安裝攪拌翼。將此三口燒瓶浸漬於 160°C 的油浴中，開始攪拌。數分鐘後，在確認原料的環氧樹脂單體溶解並成為透明的溶液後，將特定二元酚化合物添加 0.91 g （ 0.0083 mol ）到燒瓶中，進一步添加反應觸媒 0.5 g ，利用 160°C 的油浴溫度進行加熱。在持續加熱 5 小時後，藉由從反應溶液中減壓餾去合成溶劑，並將殘渣冷卻至室溫，獲得了環氧樹

脂反應物 1。另外，在此環氧樹脂反應物 1 中，包含藉由反應所生成的環氧樹脂寡聚物、未反應的環氧樹脂單體、及一部分的合成溶劑。

【0109】 藉由凝膠滲透層析法（GPC）測定了環氧樹脂反應物 1 的數目平均分子量的結果，藉由合成而新生成的寡聚物成分的數目平均分子量是 1210 g/mol ，未反應的環氧樹脂單體與環氧樹脂寡聚物的合計的數目平均分子量是 494 g/mol 。又，藉由過氯酸滴定法測定了環氧樹脂反應物 1 的環氧當量的結果，是 241 g/eq 。

【0110】 藉由使用了凝膠滲透層析法（GPC）的面積換算分析環氧樹脂反應物 1 後的結果，確認到包含以上述式（3-a）～（3-c）的至少一種所表示之化合物。以上述式（3-a）～（3-c）的至少一種所表示之化合物的合計含有率，相對於環氧樹脂反應物 1 的總量（合成溶劑除外）是 8.7 質量%。

【0111】 〔環氧樹脂反應物 2 的合成〕

作為環氧樹脂反應物 2，將環氧樹脂單體的環氧基的當量數（ E_p ）與特定二元酚化合物的酚性羥基的當量數（ P_h ）之比率（ E_p/P_h ）設在 100：15 並使之反應。

具體而言，除了將特定二元酚化合物的添加量變更成 1.95 g （ 0.0176 mol ）以外，與實施例 1 同樣地進行而獲得了環氧樹脂反應物 2。

藉由凝膠滲透層析法（GPC）測定了環氧樹脂反應物 2 的數目平均分子量的結果，藉由合成而新生成的寡聚

物成分的數目平均分子量是 1520 g/mol ，包含未反應的環氧樹脂單體之範圍的數目平均分子量是 583 g/mol 。藉由過氯酸滴定法測定了環氧樹脂反應物 2 的環氧當量的結果，是 263 g/eq 。

【0112】 藉由使用了凝膠滲透層析法（GPC）的面積換算分析環氧樹脂反應物 2 後的結果，確認到包含以上述式（3-a）～（3-c）的至少一種所表示之化合物。以上述式（3-a）～（3-c）的至少一種所表示之化合物的合計含有率，相對於環氧樹脂反應物 2 的總量（合成溶劑除外）是 18.2 質量%。

【0113】 [實施例 1～實施例 5]

將表 1 所示的材料，以表 1 所示的調配比（質量份）在燒杯中進行預混，藉由以捏合溫度 $60^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ 、捏合時間 2 分鐘的條件在捏合機進行捏合後，進行冷卻和粉碎，獲得了樹脂組成物的丸粒。其次，藉由於 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 的模具裡鋪滿丸粒，並以壓製溫度： 120°C 、成形壓力： 15 MPa 、壓製時間：2 分鐘的條件來進行成形，製作成半硬化狀態的樹脂薄片（B 階段薄片）。用 2 片 $35\text{ }\mu\text{m}$ 厚度的 PET 薄片夾住此樹脂薄片，以壓製溫度： 180°C 、成形壓力： 8 MPa 、壓製時間：120 分鐘的條件來使其硬化。

另外，實施例 1～實施例 3 的樹脂薄片是使用高度為 $500\text{ }\mu\text{m}$ 的模具來成形，實施例 4 是使用高度為 $200\text{ }\mu\text{m}$

的模具來成形，實施例5是使用高度為 $2000\mu\text{m}$ 的模具來成形。

【0114】〔比較例1，比較例3～7〕

將表1所示的材料，以表1所示的調配比（質量份）在燒杯中進行預混，藉由以捏合溫度 $60^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ 、捏合時間2分鐘的條件在捏合機進行捏合後，進行冷卻和粉碎，獲得了樹脂組成物的丸粒。其次，藉由於 $50\text{mm}\times 50\text{mm}$ 的模具裡鋪滿丸粒，並以壓製溫度： 120°C 、成形壓力： 15MPa 、壓製時間：2分鐘的條件來進行成形，製作成半硬化狀態的樹脂薄片（B階段薄片）。用2片 $35\mu\text{m}$ 厚度的PET薄片2片夾住此樹脂薄片，以壓製溫度： 180°C 、成形壓力： 8MPa 、壓製時間：120分鐘的條件來使其硬化。

另外，比較例1、3、6、7的樹脂薄片是使用高度為 $500\mu\text{m}$ 的模具來成形，比較例4是使用高度為 $100\mu\text{m}$ 的模具來成形，比較例5是使用高度為 $4000\mu\text{m}$ 的模具來成形。

【0115】（比較例2）

將表1所示的材料，以表1所示的調配比（質量份）在聚乙烯瓶中進行預混，使用自轉公轉攪拌機（型號：ARE-500，THINKY股份有限公司）以旋轉數1000轉/分鐘（rpm）混合5分鐘，獲得了樹脂薄片用塗佈液。

【0116】將單面經脫模處理過的PET薄膜作為支撐體，在其脫模處理面上以壓縮後的厚度成為約 $100\mu\text{m}$ 的

方式，利用台式塗佈機塗佈了樹脂薄片用塗佈液。在 100°C 的箱型爐內乾燥5分鐘，在PET薄膜上形成了A階段狀態的樹脂層所形成的積層體（A階段薄片）。將獲得的A階段薄片，剝下會成為最外層的支撐體以外之支撐體，並將樹脂層重疊5層。將此薄片使用熱壓製裝置（熱板 120°C ，壓力 15 MPa ，處理時間10分鐘），進行加熱加壓處理，使樹脂層彼此貼合，獲得了平均厚度為 $501\text{ }\mu\text{m}$ 的半硬化狀態的樹脂薄片（B階段薄片）。

從在上述獲得的B階段薄片的雙面剝離PET薄膜，並用2片 $35\text{ }\mu\text{m}$ 厚的PET薄片夾住後，進行了壓製處理。壓製處理條件是設成熱板溫度： 150°C 、真空度： 10 kPa 以下、壓力： 15 MPa 、處理時間：10分鐘。進一步在箱型爐中，以在 140°C 2小時，在 165°C 2小時，在 190°C 2小時的順序進行加熱處理，獲得了比較例2的樹脂薄片硬化物。

【0117】〔評估〕

（B階段揮發成分）

測定在實施例及比較例所製作而成的樹脂薄片（B階段薄片）的質量，其次測定在 180°C 加熱30分鐘後的質量。從加熱前的質量減掉加熱後的質量，並除以加熱前的質量，將此值的百分率，當作是B階段揮發成分（質量%）。

【0118】（熱傳導率）

將在實施例及比較例製作成的樹脂薄片（硬化後）切成四邊 10 mm 的正方形，藉由石墨噴劑（graphite spray）進行黑化處理，使用熱擴散率測定裝置（NETZSCH 公司，Nanoflash LFA 467 型）測定熱擴散率。測定條件是設成測定溫度： $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、測定電壓：270 V、振幅（Amplitude）：5000 及脈衝寬度：0.06 ms。根據藉由在上述測定出來的熱擴散率，與以阿基米德法測定出來的密度、藉由 DSC（差示量熱計）測定出來的比熱的乘積，算出了熱傳導率（ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ）。將結果與密度的測定值一起顯示於表 1。

【0119】（介電質破壞電壓）

將在實施例及比較例製作成的樹脂薄片（硬化後），用邊長 50 mm 的板狀正方形電極與直徑 20 mm 的圓形電極夾住，在氟系惰性液體（Fluorinert FC-40，3M 公司）中測定介電質破壞電壓（dielectric breakdown voltage）。測定條件是從 4 kV 開始測定，每 0.5 kV 進行階段升壓，在各電壓保持 30 秒，當在保持時的電流值超過 20 mA 時的電壓當作是介電質破壞電壓（ kV_{rms} ）。將結果顯示於表 1。

【0120】（厚度）

將在實施例及比較例製作成的樹脂薄片（硬化後）的厚度，利用測微計（Mitutoyo 股份有限公司）進行 9 點測定，將此平均厚度（ μm ）當作厚度。將結果顯示於表 1。

【 0 1 2 1 】 （ 層 列 型 結 構 的 確 認 ）

藉由使用了CuKα射線的X射線繞射法來分析樹脂薄片（硬化後）中有無層列型結構的結果，每一個實施例及比較例都在繞射角 $2\theta = 3.0^{\circ} \sim 3.5^{\circ}$ 的範圍內具有繞射峰。藉此，確認到形成了層列型結構。

【 0 1 2 2 】 [表 1]

			實施例1	實施例2	實施例3	實施例4	實施例5	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
材料 構成	環氧樹脂	反應物1	10.00	-	7.99	10.00	10.00	-	-	-	10.00	10.00
		反應物2	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-
		單體1	-	-	-	-	-	10.00	10.00	7.93	-	-
		單體2	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-
		單體3	-	-	-	-	-	-	-	1.98	-	-
	硬化劑		2.59	2.38	2.78	2.59	2.59	2.83	2.83	2.97	2.59	2.59
	矽烷偶合劑		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	硬化促進劑		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	填料	氮化硼	38.6	38.1	39.1	38.6	38.6	39.3	39.3	39.4	8.9	83.1
		氧化鋁1	3.88	3.83	3.93	3.88	3.88	3.95	3.95	3.95	0.895	8.353
		氧化鋁2	3.88	3.83	3.93	3.88	3.88	3.95	3.95	3.96	0.895	8.353
	溶劑		-	-	-	-	-	-	38.5	-	-	-
	填料含有率	體積%	65	65	65	65	65	65	65	65	30	80
	積層片數	片	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1
評估	B階段的外觀		良好	良好	良好	良好	良好	不良 (薄點)	良好	不良 (薄點)	不良 (薄點)	不良 (薄點)
	B階段的揮發成分	質量%	0.05	0.04	0.06	0.02	0.07	0.06	0.83	0.05	0.07	0.07
	硬化後的外觀		良好	良好	良好	良好	良好	不良 (薄點)	良好	-	-	-
	熱傳導率	W/(m·K)	12.2	11.8	12.5	12.1	12.6	11.5	7.8	-	-	-
	介電質破壞電壓	kVrms	20以上	20以上	20以上	11.5	20以上	7.5	20以上	-	-	-
	密度	g/m ³	2.03	2.02	2.01	2.00	2.02	1.98	2.02	1.95	1.37	2.06
	厚度	μm	513	509	503	209	1982	472	472	464	423	466

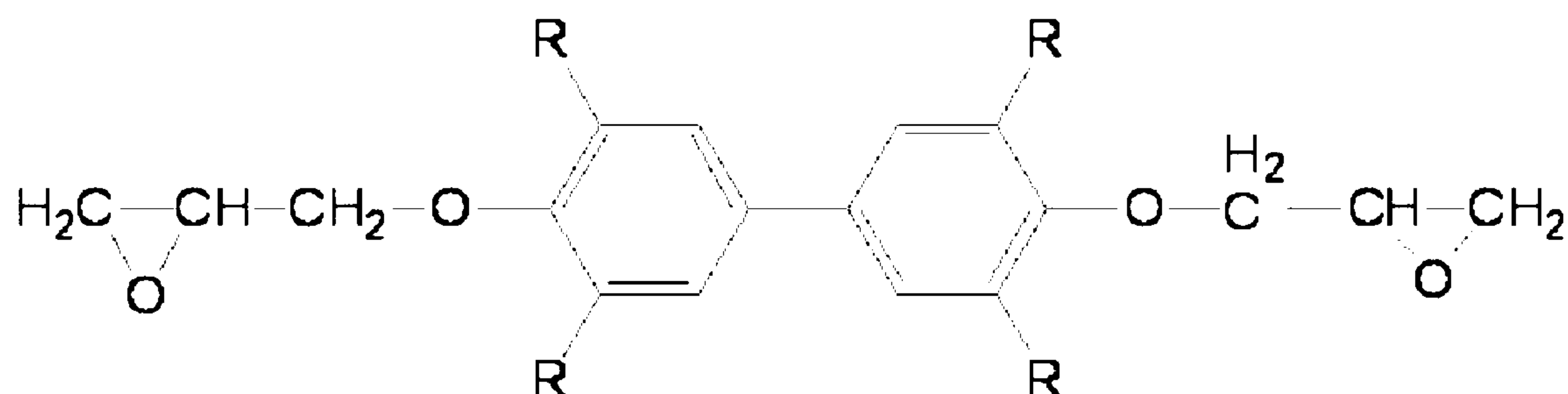
【 0 1 2 3 】 表 1 所示的材料的詳細資料，分別如同以下所述。另外，表中的「 - 」是意味著不含有符合的材料、或沒有實施評估。

【 0 1 2 4 】 （ 環 氧 樹 脂 ）

- ・ 反應物 1 ： 於 上 述 製 作 成 的 環 氧 樹 脂 反 應 物 1
- ・ 反應物 2 ： 於 上 述 製 作 成 的 環 氧 樹 脂 反 應 物 2
- ・ 單 體 1 ： 反 4 - { 4 - (2 , 3 - 環 氧 丙 氧 基) 苯 基 } 環 己 基
= 4 - (2 , 3 - 環 氧 丙 氧 基) 苯 甲 酸 酯 ， 住 友 化 學 股 份 有 限 公 司 ， 參 照 專 利 第 5 4 7 1 9 7 5 號 公 報 ， 環 氧 當 量 ： 2 1 2 g / e q

• 單體 2：下式中，R 是氫原子之化合物與 R 是甲基之化合物以約 1：1 的質量比所混合而成的混合物，三菱化學股份有限公司，Y L 6 1 2 1 H，環氧樹脂當量：171 g / e q

【 0 1 2 5 】



【 0 1 2 6 】

• 單體 3：雙酚 A / F 混合型環氧樹脂（型號：Z X - 1 0 5 9，新日鐵住金化學股份有限公司）

【 0 1 2 7 】（無機填料）

• 氮化硼：H P 4 0 M F 1 0 0，水島合金鐵股份有限公司，體積平均粒徑：42 μ m

• 氧化鋁 1：A X 3 - 3 2，新日鐵住金 M A T E R I A L S 股份有限公司 M I C R O N C o m p a n y，體積平均粒徑：5 μ m

• 氧化鋁 2：名稱：L S 2 3 5，日本輕金屬股份有限公司，體積平均粒徑：0.5 μ m

（硬化劑）

• 苯酚酚醛清漆樹脂：A - 4 S M，日立化成股份有限公司
（硬化促進劑）

• 三苯膦（T P P）：北興化學工業股份有限公司
（矽烷偶合劑）

• N - 苯基 - 3 - 胺丙基三甲氧基矽烷：K B M - 5 7 3，信越化學工業股份有限公司，分子量：2 5 5 g / m o l)

(溶劑)

• 環己酮

【 0 1 2 8 】 [結果之考察]

從表 1 的結果來看，在使用了包含具有液晶基骨架之環氧樹脂寡聚物之反應物來作為環氧樹脂的實施例 1 ~ 實施例 5，B 階段薄片及硬化後的外觀為良好，在無溶劑的條件下的成形性優異。又，在熱傳導率和介電質破壞電壓中獲得了良好的結果。

【 0 1 2 9 】 在僅使用了具有液晶基骨架之環氧樹脂單體來作為環氧樹脂的比較例 1，B 階段薄片的外觀與硬化後的外觀都被判斷為不良（薄點 (t h i n s p o t) ），介電質破壞電壓比實施例還要低。這被認為是因為成形性比包含具有液晶基骨架之環氧樹脂寡聚物的實施例還要差，孔洞殘存於樹脂薄片中的緣故。

【 0 1 3 0 】 在環氧樹脂只有具有液晶基骨架之環氧樹脂單體，為了提升成形性提升將有機溶劑作為分散介質來使用的比較例 2，雖然獲得了良好的介電質破壞電壓，但熱傳導率比實施例還要低。作為介電質破壞電壓良好的理由，被認為是藉由使用了有機溶劑使成形性提升。另一方面，作為熱傳導率低的理由，被認為是產生了如第 2 圖所示的積層了複數個樹脂薄片而成的界面。

【0131】 在使用了具有液晶基骨架之環氧樹脂單體與液狀的環氧樹脂單體來作為環氧樹脂的比較例3，B階段薄片的外觀被判斷為不良（薄點）。這被認為是因為藉由在具有液晶基骨架之環氧樹脂單體中添加液狀環氧樹脂單體所帶來的改善效果並沒有實施例般的大。

【0132】 在無機填料的含有率為30體積%的比較例4，B階段薄片的外觀被判斷為不良（薄點）。這被認為是因為樹脂量太多導致在成形時的樹脂流動量變多的緣故。

【0133】 在無機填料的含有率為80體積%的比較例5，B階段薄片的外觀被判斷為不良（薄點）。這被認為是因為無機填料的量太多導致在成形時的樹脂流動量變少的緣故。

【0134】 由以上的結果，可知根據本發明能提供一種樹脂薄片、及樹脂薄片硬化物，該樹脂薄片在無溶劑或低溶劑量的條件下的成形性優異，且硬化後的熱傳導性和絕緣性優異。

【0135】 日本專利申請案第2016-034889號的揭示內容，其整體是藉由參照而納入本說明書中。本說明書所記載的全部文獻、專利申請案及技術規格，是藉由參照各個文獻、專利申請案及技術規格而納入本說明書中，其納入的程度是與具體地記載各個文獻、專利申請案及技術規格的情況相同。

【符號說明】

【 0 1 3 6 】

- 1：氮化硼填料
- 2：樹脂基體
- 3：樹脂薄片
- 4：樹脂薄片的表面
- 5：樹脂薄片間的界面
- 10：氧化鋁填料
- 11：樹脂基體
- 12：樹脂薄片間的界面
- 13：氮化硼填料

【生物材料寄存】

【 0 1 3 7 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 1 3 8 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

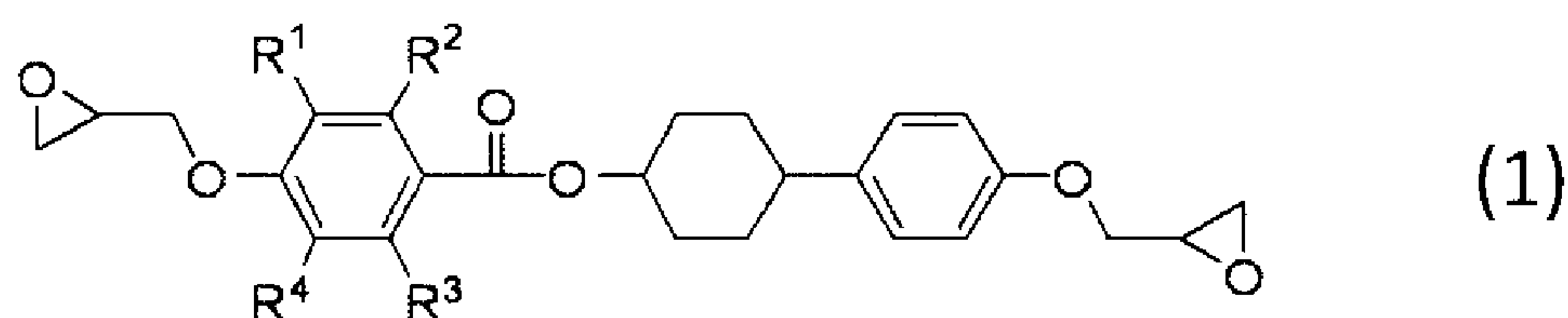
無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種樹脂薄片，其包含環氧樹脂、硬化劑及無機填料，該環氧樹脂包含環氧樹脂寡聚物和環氧樹脂單體，其中，該無機填料的含有率是超過30體積%且小於80體積%，該樹脂薄片所包含的環氧樹脂中的環氧樹脂寡聚物的含有率佔環氧樹脂整體的3質量%～50質量%，並且，該樹脂薄片的殘留揮發成分為0.1質量%以下。

【第2項】如請求項1所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂寡聚物包含一種環氧樹脂單體與二元酚化合物之反應物，該環氧樹脂單體具有液晶基骨架，該二元酚化合物具有在1個苯環上鍵結了2個羥基之結構。

【第3項】如請求項1或請求項2所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂寡聚物包含一種以下述通式(1)表示的化合物與二元酚化合物之反應物，該二元酚化合物具有在1個苯環上鍵結了2個羥基之結構，



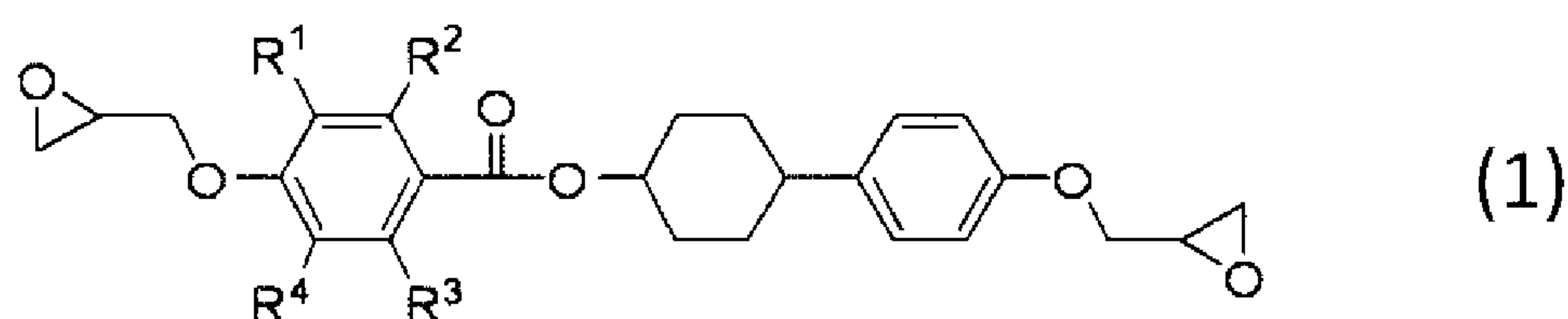
通式(1)中， $R^1 \sim R^4$ 各自獨立地表示氫原子或碳數1～3的烷基。

【第4項】如請求項2所述之樹脂薄片，其中，前述二元酚化合物包含對苯二酚。

【第5項】如請求項1或請求項2所述之樹脂薄片，其

中，前述環氧樹脂單體，包含在分子中具有液晶基骨架與 2 個環氧基之化合物。

【第 6 項】 如請求項 1 或請求項 2 所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂單體，包含選自由以下述通式（1）表示的化合物及聯苯型環氧樹脂單體所組成之群組中的至少 1 種，



通式（1）中， $R^1 \sim R^4$ 各自獨立地表示氫原子或碳數 1 ~ 3 的烷基。

【第 7 項】 如請求項 1 或請求項 2 所述之樹脂薄片，其中，前述硬化劑包含苯二酚酚醛清漆樹脂。

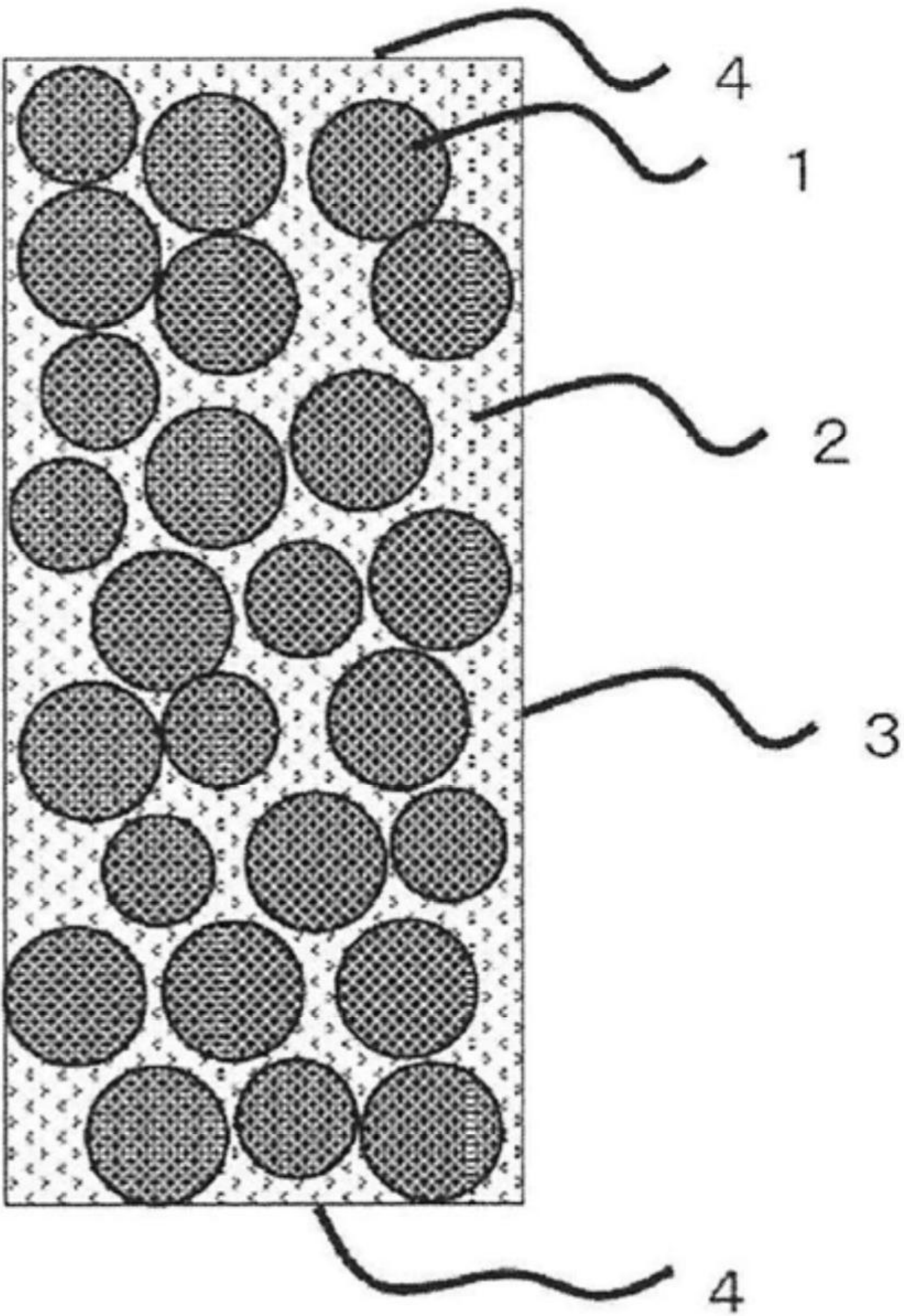
【第 8 項】 如請求項 1 或請求項 2 所述之樹脂薄片，其中，前述環氧樹脂寡聚物的數目平均分子量在 600 ~ 2300 的範圍內。

【第 9 項】 如請求項 1 或請求項 2 所述之樹脂薄片，其中，平均厚度在 0.2 mm ~ 3 mm 的範圍內。

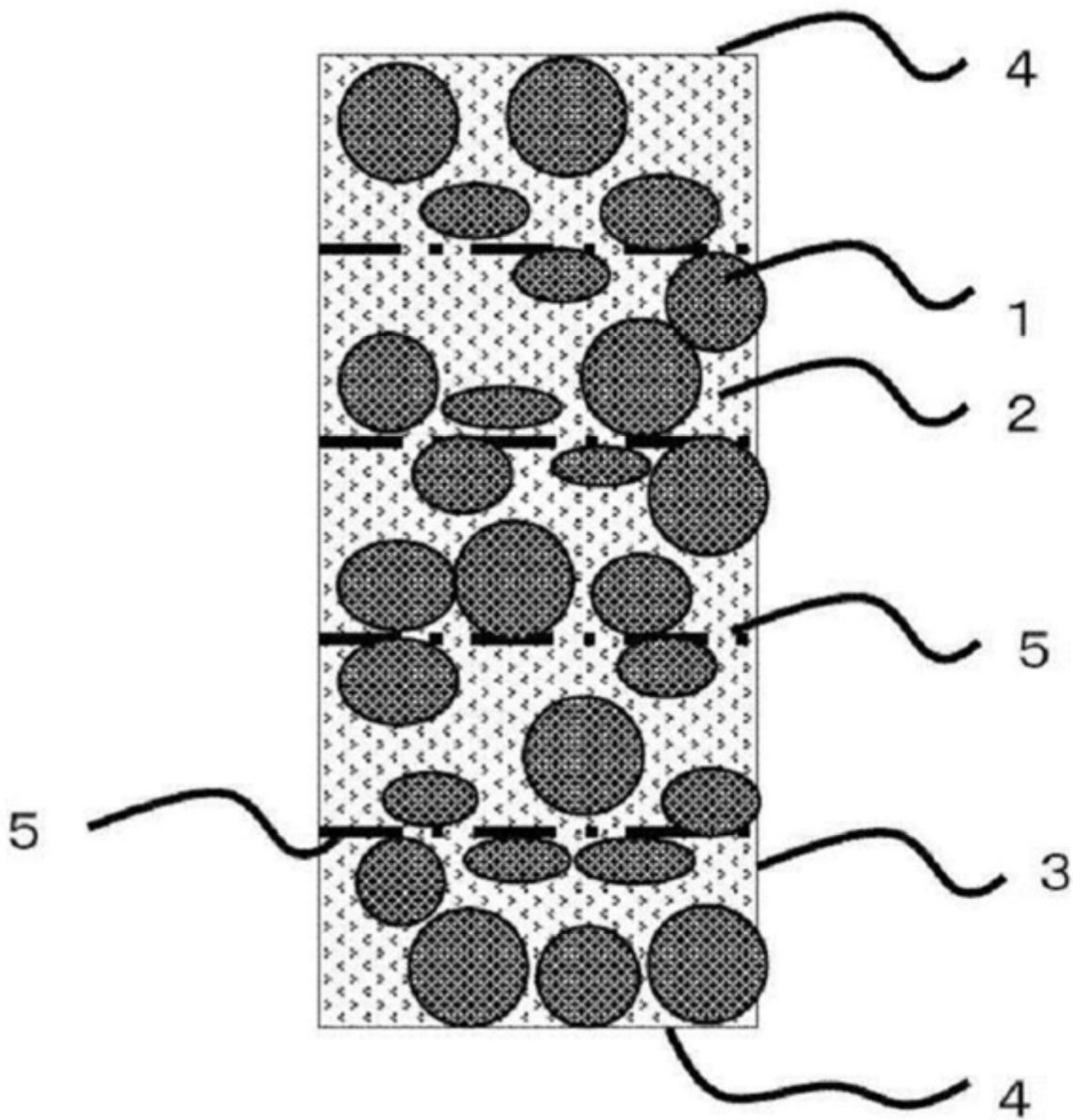
【第 10 項】 一種樹脂薄片硬化物，其是請求項 1 ~ 請求項 9 中任一項所述之樹脂薄片的硬化物。

【第 11 項】 如請求項 10 所述之樹脂薄片硬化物，其中，在根據使用了 Cu K α 射線的 X 射線繞射法而實行的測定中，在繞射角 $2\theta = 3.0^\circ \sim 3.5^\circ$ 的範圍內具有繞射峰。

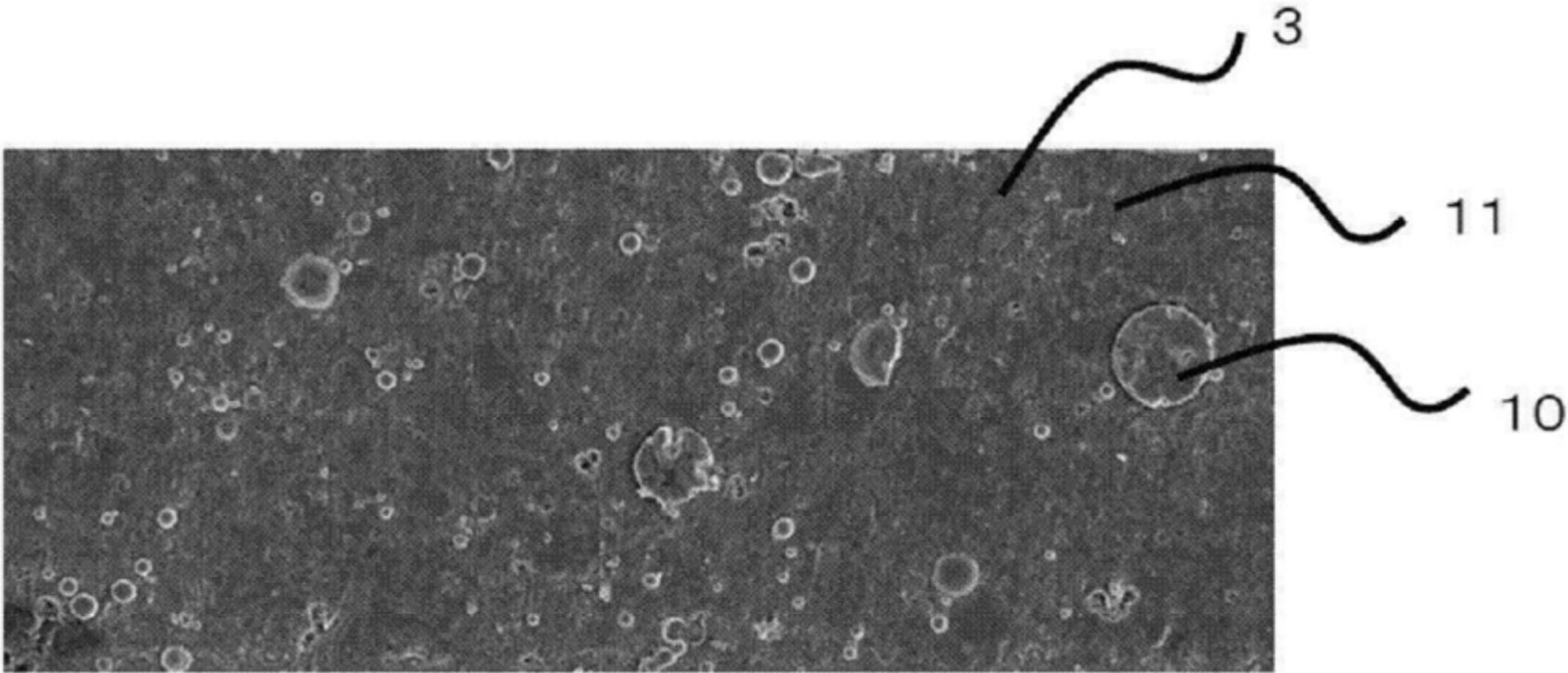
第1圖



第2圖



第3圖



第4圖

