



(21)申請案號：108111346 (22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. : **C09K5/14 (2006.01)** **C08L101/00 (2006.01)**
C08K3/38 (2006.01) **B32B27/20 (2006.01)**
B32B15/08 (2006.01) **H01L23/373 (2006.01)**
H05K7/20 (2006.01)

(30)優先權：2018/03/30 日本 2018-068075
2018/03/30 日本 2018-068471
2019/03/13 日本 2019-046007

(71)申請人：日商三菱化學股份有限公司 (日本) MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION
(JP)
日本

(72)發明人：澤村敏行 SAWAMURA, TOSHIYUKI (JP)；田中俊行 TANAKA, TOSHIYUKI
(JP)；渡邊朗 WATANABE, AKIRA (JP)；日高克彦 HIDAKA, KATSUHIKO (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：
JP 2015-189609A WO 2012/070289A1

審查人員：湯有春

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 71 頁

(54)名稱

散熱片、散熱構件及半導體元件

(57)摘要

本發明提供一種具有高的導熱性及絕緣性的散熱片及散熱構件。一種散熱片 10，其包含破壞強度為 20 MPa 以下且彈性係數為 48 MPa 以上的凝聚無機填料 1、與基質樹脂 2，散熱片 10 中的凝聚無機填料 1 的一半以上滿足下述條件 A、條件 B，且滿足下述條件 A、條件 B 的凝聚無機填料滿足下述條件 C 或條件 D。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 C：將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_1 為 30 度以上的三邊形的面積的總和 S_t 相對於凝聚無機填料的剖面積的總和 S_h 而為 20% 以上。

條件 D：所述總和 S_h 相對於凝聚無機填料的虛擬圓的面積的總和 S_v 而為 90% 以下。

To provide a heat dissipation sheet with high thermal conductivity and high insulation, as well as heat dissipation electronic components and semiconductor devices. Heat dissipation sheet 10, including: a plurality of aggregated inorganic fillers 1; and resin 2, wherein fracture strength of the aggregated inorganic fillers 1 is less than or equal to 20 MPa and elastic modulus of the aggregated inorganic fillers 1 is greater than or equal 48 MPa; more than half of the aggregated inorganic fillers 1 included in the heat dissipation

sheet 10 satisfy both of following condition A and condition B; and the aggregated inorganic fillers 1 which satisfy both of the condition A and the condition B, further satisfy either of following condition C or condition D.

Condition A: The aggregated inorganic fillers 1 are in surface contact with each other.

Condition B: An aspect ratio represented by ratio of long diameter to short diameter (long diameter/ short diameter) is greater than 1 but smaller than or equal to 2.

Condition C: Following S_t is greater than or equal to 20% of following S_h .

S_t : Sum of areas of the triangles, which satisfy the following 2 conditions.

1: each triangle is formed with a straight line 3 defined by the contact interface of the aggregated inorganic fillers 1 as one side and a center of a virtual circle of each aggregated inorganic filler 1 as a vertex.

2: the angle formed by 2 sides of the triangle but not the straight line 3 is greater than or equal to 30 degrees.

S_h : Sum of cross-sectional areas of the aggregated inorganic fillers 1.

Condition D: The S_h is less than or equal to 90% of following S_v .

S_v : Sum of areas of the virtual circles of the aggregated inorganic fillers 1.

指定代表圖：

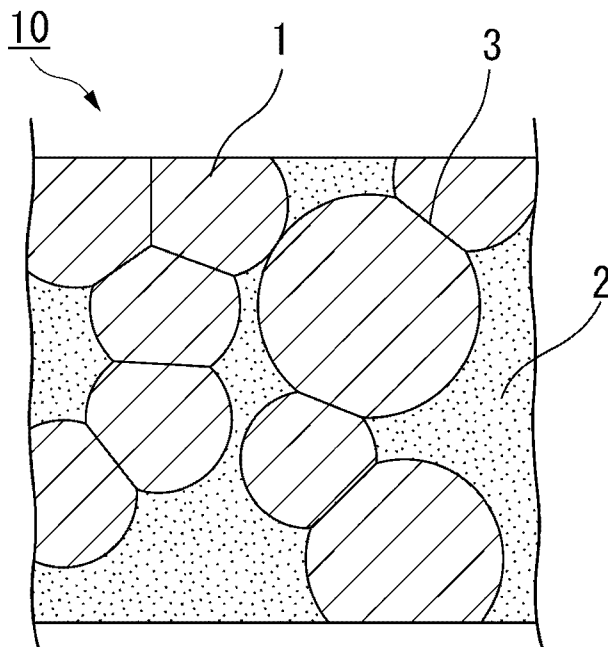
符號簡單說明：

1 . . . 凝聚無機填料

2 . . . 基質樹脂

3 . . . 接觸界面

10 . . . 散熱片



【圖1】



公告本

I801547

【發明摘要】

【中文發明名稱】散熱片、散熱構件及半導體元件

【英文發明名稱】HEAT DISSIPATION SHEET, HEAT DISSIPATION MEMBER AND SEMICONDUCTOR DEVICE

【中文】

本發明提供一種具有高的導熱性及絕緣性的散熱片及散熱構件。一種散熱片 10，其包含破壞強度為 20 MPa 以下且彈性係數為 48 MPa 以上的凝聚無機填料 1、與基質樹脂 2，散熱片 10 中的凝聚無機填料 1 的一半以上滿足下述條件 A、條件 B，且滿足下述條件 A、條件 B 的凝聚無機填料滿足下述條件 C 或條件 D。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 C：將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_1 為 30 度以上的三邊形的面積的總和 S_t 相對於凝聚無機填料的剖面積的總和 S_h 而為 20% 以上。

條件 D：所述總和 S_h 相對於凝聚無機填料的虛擬圓的面積的總和 S_v 而為 90% 以下。

【英文】

To provide a heat dissipation sheet with high thermal conductivity and high insulation, as well as heat dissipation electronic components and semiconductor devices. Heat dissipation sheet 10, including: a plurality of aggregated inorganic fillers 1; and resin 2, wherein fracture strength of the aggregated inorganic fillers 1 is less than or equal to 20 MPa and elastic modulus of the aggregated inorganic fillers 1 is greater than or equal 48 MPa; more than half of the aggregated inorganic fillers 1 included in the heat dissipation sheet 10 satisfy both of following condition A and condition B; and the aggregated inorganic fillers 1 which satisfy both of the condition A and the condition B, further satisfy either of following condition C or condition D.

Condition A: The aggregated inorganic fillers 1 are in surface contact with each other.

Condition B: An aspect ratio represented by ratio of long diameter to short diameter (long diameter/ short diameter) is greater than 1 but smaller than or equal to 2.

Condition C: Following S_t is greater than or equal to 20% of following S_h .

S_t : Sum of areas of the triangles, which satisfy the following 2 conditions.

1: each triangle is formed with a straight line 3 defined by the contact interface of the aggregated inorganic fillers 1 as one side and

a center of a virtual circle of each aggregated inorganic filler 1 as a vertex.

2: the angle formed by 2 sides of the triangle but not the straight line 3 is greater than or equal to 30 degrees.

S_h : Sum of cross-sectional areas of the aggregated inorganic fillers 1.

Condition D: The S_h is less than or equal to 90% of following S_v .

S_v : Sum of areas of the virtual circles of the aggregated inorganic fillers 1.

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

1：凝聚無機填料

2：基質樹脂

3：接觸界面

10：散熱片

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】散熱片、散熱構件及半導體元件

【英文發明名稱】HEAT DISSIPATION SHEET, HEAT DISSIPATION MEMBER AND SEMICONDUCTOR DEVICE

【技術領域】

【0001】本發明是有關於一種散熱片、散熱構件、半導體元件。

本申請案基於 2018 年 3 月 30 日於日本提出申請的日本專利特願 2018-068075 號、2018 年 3 月 30 日於日本提出申請的日本專利特願 2018-068471 號以及 2019 年 3 月 13 日於日本提出申請的日本專利特願 2019-046007 號而主張優先權，將其內容引用至本申請案中。

【先前技術】

【0002】關於導熱性佳且絕緣性優異的散熱片，正在進行大量研究。特別是持續進行用以將填料混合至樹脂中，藉此獲得以高水準滿足導熱性與絕緣性的散熱樹脂片的嘗試。作為此種散熱樹脂片中所含有的填料，使用各種氧化物或氮化物，亦進行大量關於其粒徑、粒度分佈等的研究。

【0003】作為散熱片中所含有的填料，嘗試使用六方晶的氮化硼。六方晶的氮化硼一般而言為薄板狀的結晶，所述薄板的平面方向的導熱率高，但薄板的厚度方向的導熱率低。另外，若於散熱片中調配薄板狀的氮化硼，則於進行片化時平行於片面而配向，故片的厚度方向的導熱性絕不會良好。

【0004】 作為提高片的厚度方向的導熱性的材料，可列舉氮化硼凝聚粒子。

廣泛已知有藉由使用氮化硼凝聚粒子，可提高片的厚度方向上的導熱性。尤其是，本發明者等人之前開發了卡房（cardhouse）結構的氮化硼凝聚粒子（例如參照專利文獻 1）。進而，開發了平均粒子徑較大且即便施加壓力而崩解亦少的卡房結構的氮化硼凝聚粒子（例如參照專利文獻 2）。該些氮化硼凝聚粒子由於藉由卡房結構而確保導熱路徑，故藉由含有於散熱片中，片的厚度方向上的導熱性優異。另外，氮化硼凝聚粒子於不另外使用黏合劑的情況下凝聚有氮化硼粒子。因此，即便於進行片化時施加外力，亦不容易崩壞而維持導熱路徑，可實現片的厚度方向上的散熱，可達成優異的導熱性（例如參照專利文獻 3）。

另外，作為提高片的厚度方向的導熱性的成形方法，已知有藉由使片內的氮化硼凝聚粒子彼此進行面接觸來提高導熱率的方法（例如參照專利文獻 4）。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0005】 [專利文獻 1]日本專利第 5679083 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開 2016-135730 號公報

[專利文獻 3]國際公開第 2015/119198 號

[專利文獻 4]國際公開第 2012/070289 號

【發明內容】

【0006】 [發明所欲解決之課題]

然而，所述專利文獻 1～專利文獻 3 中所揭示的卡房結構粒子存在如下問題：於填料間容易殘存微細的空隙，難以充分確保絕緣性。

如專利文獻 4 中記載般，使凝聚粒子彼此進行面接觸時需要高的壓力，於專利文獻 4 記載的方法中，使用具有高彈性係數、具體而言 46 MPa 以下的彈性係數的二次粒子。於專利文獻 4 中記載有如下內容：若二次粒子的彈性係數超過 46 MPa，則如專利文獻 4 的圖 4 所示般，二次粒子間進行點接觸，因此存在無法獲得充分的導熱性的問題。

【0007】 因此，本發明的課題在於獲得較所述已經開發的散熱片而言具有更高的導熱性及絕緣性的散熱片、散熱構件及半導體元件。

[解決課題之手段]

【0008】 本發明者等人為了獲得具有更高的導熱性及絕緣性的散熱片而推進研究。努力研究的結果為發現一種散熱片，其為包含凝聚無機填料與樹脂的散熱片，於散熱片的厚度方向剖面觀察中，凝聚無機填料彼此接觸，且作為該凝聚無機填料彼此的接觸界面的外緣部於片成形時發生變形及/或破壞，藉此凝聚無機填料彼此進行面接觸而構成直線部分。具體而言，藉由使用具有較高的彈性係數與低的破壞強度的凝聚無機填料，並將變形量設為適度的範圍，於散熱片中的凝聚無機填料彼此接觸後適度地加以變

形或破壞，藉此凝聚無機填料彼此以面進行接觸，且不易遭到完全破壞。結果發現，於凝聚無機填料間形成傳遞熱的粗路徑，且該氮化硼填料維持凝聚結構，藉此可獲得具有更高的導熱性及絕緣性的散熱片，從而完成本發明。

【0009】 即，本發明具有以下的態樣。

(1) 一種散熱片，其包含凝聚無機填料與樹脂，所述散熱片中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

所述散熱片中所含的所述凝聚無機填料的一半以上滿足下述條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料滿足下述條件 C。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 C：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_1 為 30 度以上的三邊形的面積的總和 S_t 相對於凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 而為 20% 以上。

(2) 一種散熱片，其包含凝聚無機填料與樹脂，所述散熱片

中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

所述散熱片中所含的所述凝聚無機填料的一半以上滿足下述條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料滿足下述條件 D。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 D：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 相對於將凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的面積的總和 S_v 而為 90% 以下。

(3) 如 (1) 或 (2) 所述的散熱片，其中所述凝聚無機填料為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

(4) 一種散熱構件，其包含：散熱片，含有凝聚無機填料與樹脂；以及金屬基板，接著有所述散熱片，所述散熱構件中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

相對於存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，所述散熱片中所含的且存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足下述條件 E 及條件 F 的凝聚無機填料的個數比例為 60% 以上。

條件 E：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 F：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_2 為 30 度以上。

（5）如（4）所述的散熱構件，其中所述凝聚無機填料為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

（6）一種半導體元件，其包含如（1）至（3）中任一項所述的散熱片、或者如（4）至（5）中任一項所述的散熱構件。

[發明的效果]

【0010】 根據本發明，可提供一種具有高的導熱性及絕緣性的散熱片及散熱構件。藉由將導熱性高的散熱片或散熱構件用於半導體元件，即便為發熱量多的功率元件，亦可提供良好的散熱性。

【圖式簡單說明】

【0011】

圖 1 是實施形態的散熱片 10 的放大剖面示意圖。

圖 2 是接觸界面具有直線部分的凝聚無機填料的放大剖面示意圖。

圖 3 是表示各凝聚無機填料的最大徑的剖面示意圖。

圖 4 是實施形態的散熱構件 100 的放大剖面示意圖。

圖 5 是實施例 1 中製造的散熱片的剖面掃描式電子顯微鏡

(scanning electron microscope , SEM) 圖像 (圖式代用照片) 。

圖 6 是實施例 2 中製造的散熱片的剖面 SEM 圖像 (圖式代用照片) 。

圖 7 是實施例 3 中製造的散熱片的剖面 SEM 圖像 (圖式代用照片) 。

圖 8 是比較例 1 中製造的散熱片的剖面 SEM 圖像 (圖式代用照片) 。

圖 9 是比較例 2 中製造的散熱片的剖面 SEM 圖像 (圖式代用照片) 。

【實施方式】

【0012】 於本說明書中，表示數值範圍的「 \sim 」是指包含其前後所記載的數值作為下限值及上限值。

【0013】 以下，對本發明進行詳細說明，但以下記載的構成要件的說明為本發明的實施形態的一例 (代表例) ，本發明並不限定於該些內容，可於其主旨的範圍內進行各種變形而實施。

再者，於後述的圖 2～圖 4 中，對與圖 1 相同的構成要素標註相同的符號並省略其說明。

【0014】 「第一態樣」

本發明的第一態樣的實施形態的散熱片為包含凝聚無機填料與樹脂的散熱片，且於散熱片的厚度方向剖面具有特徵。

本發明中所使用的凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，較佳為 15 MPa 以下，更佳為 10 MPa 以下。若破壞強度超過

所述上限值，則於後述的片化步驟中即便進行壓製處理，凝聚無機填料亦難以變形，從而凝聚無機填料彼此進行點接觸。若破壞強度為所述上限值以下，則於進行壓製處理時凝聚無機填料的凝聚結構發生變形，凝聚無機填料彼此容易進行面接觸。另一方面，破壞強度的下限值並無特別限定，就使操作容易的方面而言，通常而言，破壞強度較佳為 2.5 MPa 以上，更佳為 3.0 MPa 以上，進而佳為 3.5 MPa 以上，特佳為 4.0 MPa 以上。

另外，凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，較佳為 50 MPa 以上，更佳為 55 MPa 以上。若彈性係數為所述下限值以上，則可防止凝聚無機填料於壓製壓力的方向發生塑性變形而導致凝聚結構崩解。另一方面，彈性係數的上限值並無特別限定，就容易獲得充分的變形的方面而言，通常而言，彈性係數較佳為 2000 MPa 以下，更佳為 1500 MPa 以下，進而佳為 1000 MPa 以下。

如此，凝聚無機填料具有高的彈性係數，因此於壓製處理時可維持球狀，但破壞強度為 20 MPa 以下，因此凝聚無機填料彼此接觸的部分發生變形，從而可進行面接觸。因此可維持凝聚無機填料內部的高的導熱率，並且降低凝聚無機填料界面及後述的金屬基板與散熱片的界面的接觸熱阻，從而整體的導熱率得到提高。

根據以上，凝聚無機填料的破壞強度較佳為 2.5 MPa ~ 20 MPa，更佳為 3.0 MPa ~ 20 MPa，進而佳為 3.5 MPa ~ 15 MPa，特佳為 4.0 MPa ~ 10 MPa。

另外，凝聚無機填料的彈性係數較佳為 48 MPa ~ 2000 MPa，

更佳為 50 MPa~1500 MPa，進而佳為 55 MPa~1000 MPa。

【0015】 於凝聚無機填料處於散熱片中的情況下，為了不使該凝聚無機填料發生變質，可對散熱片的樹脂進行煅燒而取出凝聚無機填料後測定凝聚無機填料的破壞強度及彈性係數。測定方法如實施例中有記載。

【0016】 散熱片中所含有的凝聚無機填料只要為具有導熱性的凝聚無機填料，則可無限制地使用，但就高導熱性的觀點而言，較佳為氮化硼凝聚粒子。其中，特別是就作為凝聚無機填料的破壞強度及彈性係數的觀點而言，更佳為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。「卡房結構」例如記載於陶瓷 43 No.2 (2008 年 日本陶瓷協會發行) 中，為板狀粒子未配向而複雜地積層而成的結構。更具體而言，所謂具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子，是氮化硼一次粒子的集合體，且是具有一次粒子的平面部與端面部接觸而形成例如 T 字型的締合體的結構的氮化硼凝聚粒子。

凝聚無機填料的凝聚形態可利用掃描式電子顯微鏡 (SEM) 來確認。

【0017】 以下，以凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況為例進行說明。

於凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況下，X 射線繞射 (XRD) 測定中的 100 軸與 004 軸的峰值強度比 ($I(100)/I(004)$) 通常而言較佳為 3.0 以上，更佳為 3.1 以上，進而佳為 3.2 以上，特佳為 3.3 以上。上限值並無特別限制，峰值強度比 ($I(100)/I$

(004))通常而言較佳為 10 以下。若峰值強度比($I(100)/I(004)$)為所述下限值以上，則可於片成形時提高垂直方向的散熱性。若峰值強度比($I(100)/I(004)$)為所述上限值以下，則於片成形時凝聚無機填料不易崩解，可進一步提高散熱性。

根據以上，峰值強度比($I(100)/I(004)$)較佳為 3.0~10，更佳為 3.1~10，進而佳為 3.2~10，特佳為 3.3~10。

於凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況下，破壞強度亦如所述般為 20 MPa 以下，較佳為 15 MPa 以下，進而佳為 10 MPa 以下。下限值亦如所述般，破壞強度通常而言較佳為 2.5 MPa 以上，更佳為 3.0 MPa 以上，進而佳為 3.5 MPa 以上，特佳為 4.0 MPa 以上。

凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子時的比表面積通常而言較佳為 1 m²/g 以上，更佳為 3 m²/g 以上且 50 m²/g 以下，進而佳為 5 m²/g 以上且 40 m²/g 以下。若比表面積為所述下限值以上，則於氮化硼凝聚粒子彼此接觸時，氮化硼凝聚粒子的表面部分容易發生變形，可降低氮化硼凝聚粒子間的接觸阻力。若比表面積為所述上限值以下，則可降低含有氮化硼凝聚粒子的樹脂組成物（後述的片用組成物）的黏度。

【0018】 於凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況下，其形狀較佳為球狀。若氮化硼凝聚粒子的形狀為球狀，則各向同性優異，因此對於任一方向均具有均勻的導熱。所謂「球狀」是長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下，較佳為

超過 1 且為 1.75 以下，更佳為超過 1 且為 1.5 以下，進而佳為超過 1 且為 1.4 以下。氮化硼凝聚粒子的縱橫比藉由自利用掃描式電子顯微鏡（SEM）所拍攝的圖像求出各個氮化硼凝聚粒子的長徑與短徑之比來決定。

【0019】 於凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況下，其體積基準的最大粒子徑 D_{max} （於本說明書中，有時簡單記載為「最大粒子徑」）通常而言較佳為 $2\ \mu\text{m}$ 以上，更佳為 $3\ \mu\text{m}$ 以上，進而佳為 $5\ \mu\text{m}$ 以上，特佳為 $10\ \mu\text{m}$ 以上。另外，最大粒子徑通常而言較佳為 $300\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $200\ \mu\text{m}$ 以下，進而佳為 $100\ \mu\text{m}$ 以下，特佳為 $90\ \mu\text{m}$ 以下。藉由將最大粒子徑設為所述範圍，可獲得於散熱片的厚度方向具有充分的導熱率且耐電壓特性亦良好的散熱片。

根據以上，於凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況下，最大粒子徑較佳為 $2\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ ，更佳為 $3\ \mu\text{m}\sim 200\ \mu\text{m}$ ，進而佳為 $5\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$ ，特佳為 $10\ \mu\text{m}\sim 90\ \mu\text{m}$ 。

【0020】 另外，於凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況下，其體積基準的平均粒子徑 D_{50} （以下，有時簡單記載為「平均粒子徑」）並無特別限制。就與所述體積基準的最大粒子徑的值相同的理由而言，平均粒子徑通常而言較佳為 $1\ \mu\text{m}$ 以上，更佳為 $2\ \mu\text{m}$ 以上，進而佳為 $3\ \mu\text{m}$ 以上，特佳為 $5\ \mu\text{m}$ 以上。另外，平均粒子徑通常而言較佳為 $250\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $150\ \mu\text{m}$ 以下，進而佳為 $90\ \mu\text{m}$ 以下，特佳為 $70\ \mu\text{m}$ 以下。藉由將平均粒子徑設為所述範圍，可

獲得於散熱片的厚度方向具有充分的導熱率且耐電壓特性亦良好的散熱片。

根據以上，於凝聚無機填料為氮化硼凝聚粒子的情況下，平均粒子徑較佳為 $1\ \mu\text{m}\sim 250\ \mu\text{m}$ ，更佳為 $2\ \mu\text{m}\sim 150\ \mu\text{m}$ ，進而佳為 $3\ \mu\text{m}\sim 90\ \mu\text{m}$ ，特佳為 $5\ \mu\text{m}\sim 70\ \mu\text{m}$ 。

【0021】 所述最大粒子徑及平均粒子徑例如可使凝聚無機填料分散於適當的溶劑中，並使用雷射繞射/散射式粒度分佈測定裝置來測定。具體而言，相對於使凝聚無機填料分散於含有六偏磷酸鈉作為分散穩定劑的純水介質中而成的試樣，可利用雷射繞射/散射式粒度分佈測定裝置（例如堀場製作所股份有限公司製造的製品名「LA-920」等）測定粒度分佈，根據所獲得的粒度分佈來求出凝聚無機填料的最高粒子徑及平均粒子徑。

氮化硼凝聚粒子例如可利用日本專利特開 2015-193752 號公報、日本專利特開 2015-195287 號公報、日本專利特開 2015-195292 號公報等中記載的方法來製造。

【0022】 作為形成散熱片的樹脂（以下，亦稱為「基質樹脂」），硬化性樹脂、熱塑性樹脂均可無限制地使用。

基質樹脂的複數黏度並無特別限定，較佳為於 100°C 下為 $45\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下，更佳為 $43\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下，進而佳為 $40\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下。另外，基質樹脂的複數黏度較佳為於 100°C 下為 $5\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上，更佳為 $8\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上。若基質樹脂的複數黏度為所述範圍內，則於壓製成形時基質樹脂不妨礙於凝聚無機填料彼此的接觸界面的由破壞等所

引起的變形，有容易滿足後述的條件 A～條件 E 的傾向。

根據以上，基質樹脂的複數黏度較佳為於 100°C 下為 5 Pa·s～45 Pa·s，更佳為 5 Pa·s～43 Pa·s，進而佳為 8 Pa·s～40 Pa·s。

基質樹脂的複數黏度的測定方法並無特別限定。基質樹脂的複數黏度例如可使用黏彈性測定裝置來測定。具體而言，使用黏彈性測定裝置，並使用直徑：10 mm 的圓板狀的板作為夾具，於保持為夾具間距離：0.5 mm 的兩片夾具間夾持基質樹脂：0.1 g，於應變：0.3%、測定溫度：100°C、測定頻率：1 Hz 的條件下測定基質樹脂的複數黏度。

【0023】 基質樹脂的玻璃轉移溫度（以下，亦稱為「基質樹脂的 T_g 」）並無特別限定。基質樹脂的 T_g 通常而言較佳為 0°C 以上，更佳為 10°C 以上，進而佳為 25°C 以上。另外，基質樹脂的 T_g 通常而言較佳為 400°C 以下，更佳為 350°C 以下，進而佳為 300°C 以下。若基質樹脂的 T_g 為所述下限值以上，則彈性係數不會過低，有可抑制於高溫下使用時的變形的傾向。若基質樹脂的 T_g 為所述上限值以下，則有可抑制由機械衝擊所產生的破裂，減少絕緣不良的傾向。

根據以上，基質樹脂的 T_g 較佳為 0°C～400°C，更佳為 10°C～350°C，進而佳為 25°C～300°C。

基質樹脂的 T_g 的測定方法並無特別限定。基質樹脂的 T_g 例如可使用示差掃描熱量計（DSC）、動態黏彈性測定裝置（DMS）、熱機械分析裝置（TMA）來測定。

於使用 DSC 時，具體而言於氮氣環境下且昇溫速度：10°C/min、測定溫度範圍：-20°C ~ 500°C 下，基於 JIS K 7121 中記載的方法來測定，將 DSC 曲線表示階段狀變化的部分的中間點設為基質樹脂的 Tg。

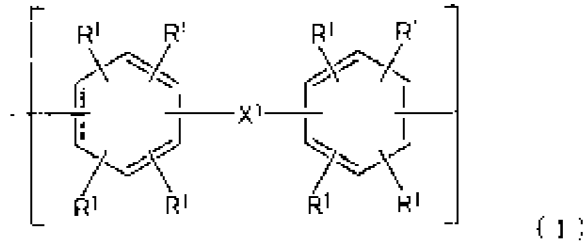
【0024】 作為可用作基質樹脂的硬化性樹脂，可使用熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂、電子束硬化性樹脂等，較佳為熱硬化性樹脂。

作為熱硬化性樹脂，例如可使用國際公開第 2013/081061 號所例示者，特佳為使用環氧樹脂。

【0025】 作為環氧樹脂，例如較佳為包含具有選自由雙酚 A 型骨架、雙酚 F 型骨架、雙酚 A/F 混合型骨架、萘骨架、芴骨架、聯苯骨架、蔥骨架、芘骨架、咕噸骨架、金剛烷骨架及二環戊二烯骨架所組成的群組中的至少一種骨架的苯氧基樹脂。其中，所述苯氧基樹脂更佳為具有選自由雙酚 A 型骨架、雙酚 F 型骨架、雙酚 A/F 混合型骨架、萘骨架、芴骨架及聯苯骨架所組成的群組中的至少一種骨架，進而佳為具有芴骨架及聯苯骨架中的至少一者。藉由使用具有該些較佳的骨架的苯氧基樹脂，可更進一步提高散熱片的硬化物的耐熱性。

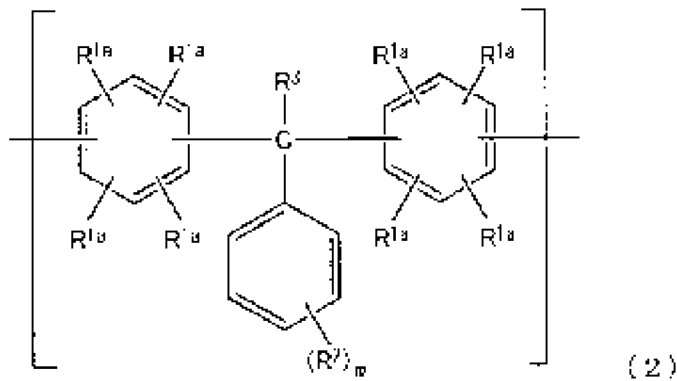
【0026】 所述苯氧基樹脂較佳為於主鏈中具有多環式芳香族骨架。另外，所述苯氧基樹脂更佳為於主鏈中具有下述式 (1) ~ 式 (6) 所表示的骨架中的至少一骨架。

【0027】 [化 1]



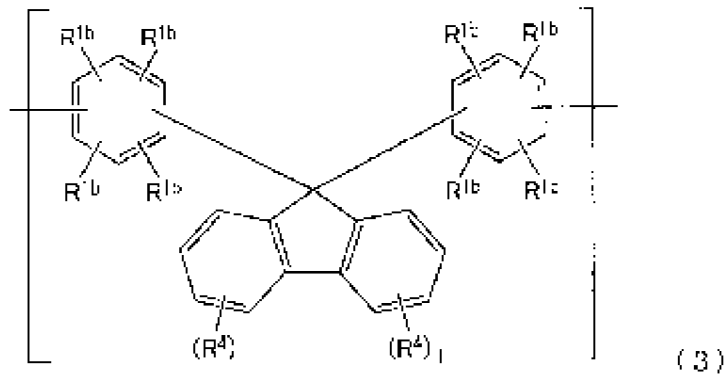
【0028】 所述式(1)中， R^1 為氫原子、碳數 1~10 的烴基或鹵素原子， X^1 為單鍵、碳數 1~7 的二價烴基、-O-、-S-、-SO₂-、或 -CO-。所述式(1)中，多個 R^1 可分別相互相同亦可不同。

【0029】 [化 2]



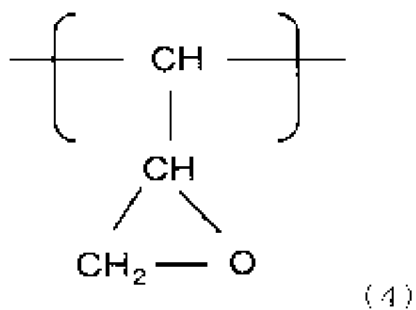
【0030】 所述式(2)中， R^{1a} 為氫原子、碳數 1~10 的烴基或鹵素原子， R^2 為碳數 1~10 的烴基或鹵素原子， R^3 為氫原子或碳數 1~10 的烴基， m 為 0~5 的整數。所述式(2)中，多個 R^{1a} 可分別相互相同亦可不同。

【0031】 [化 3]

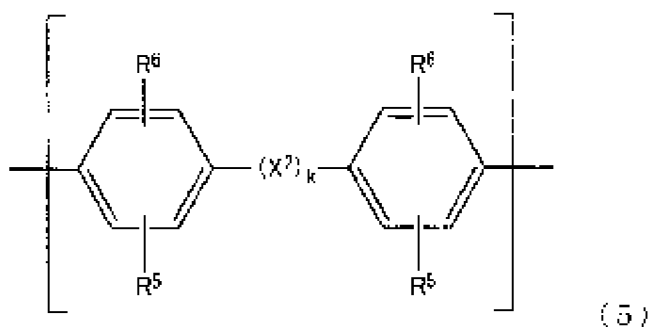


【0032】 所述式 (3) 中， R^{1b} 為氫原子、碳數 1~10 的烴基或鹵素原子， R^4 為碳數 1~10 的烴基或鹵素原子， l 為 0~4 的整數。所述式 (3) 中，多個 R^{1b} 可分別相互相同亦可不同。所述式 (3) 中，多個 R^4 可分別相互相同亦可不同。

【0033】 [化 4]



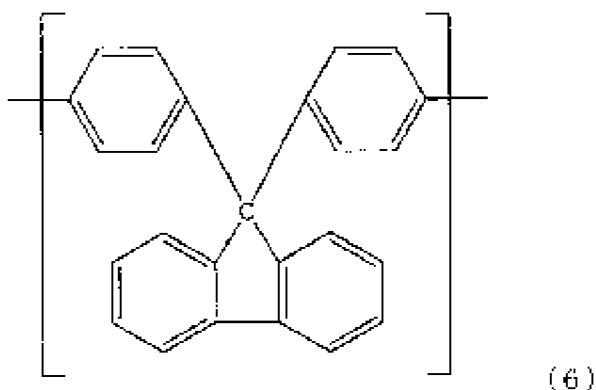
【0034】 [化 5]



【0035】 所述式 (5) 中， R^5 及 R^6 為氫原子、碳數 1~5 的烷基

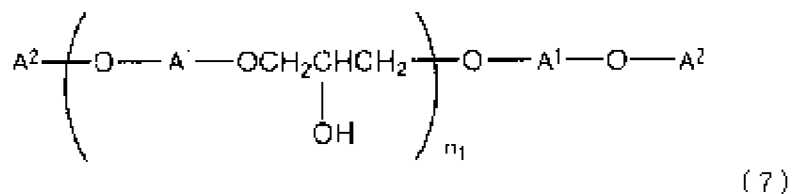
或鹵素原子， X^2 為 $-\text{SO}_2-$ 、 $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{C}(\text{CH}_3)_2-$ 、或 $-\text{O}-$ ， k 為 0 或 1。

【0036】 [化 6]



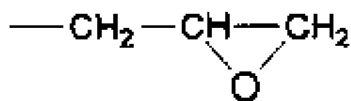
【0037】 作為所述苯氧基樹脂，例如可較佳地使用下述式 (7) 所表示的苯氧基樹脂。

【0038】 [化 7]



【0039】 所述式 (7) 中， A^1 具有所述式 (4) ~ 式 (6) 中的任一者所表示的結構，且其構成中所述式 (4) 所表示的結構為 0 莫耳% ~ 60 莫耳%，所述式 (5) 所表示的結構為 5 莫耳% ~ 95 莫耳%，及所述式 (6) 所表示的結構為 5 莫耳% ~ 95 莫耳%， A^2 為氫原子、或下述式 (8) 所表示的基， n_1 以平均值計為 25 ~ 500 的數。

【0040】 [化 8]



(8)

【0041】 所述苯氧基樹脂的重量平均分子量較佳為 10,000 以上。苯氧基樹脂的重量平均分子量的更佳的下限為 30,000，進而佳的下限為 40,000。苯氧基樹脂的重量平均分子量的較佳的上限為 1,000,000，更佳的上限為 250,000。若苯氧基樹脂的重量平均分子量為所述下限值以上，則散熱片的熱劣化變小，製膜性亦提昇。若苯氧基樹脂的重量平均分子量為所述上限值以下，則苯氧基樹脂與其他樹脂的相容性變佳。結果，散熱片的硬化物及其積層結構體的耐熱性得到提昇。此外，可減少由硬化不良引起的導熱率及接著性降低的可能性。

根據以上，苯氧基樹脂的重量平均分子量較佳為 10,000～1,000,000，更佳為 30,000～1,000,000，進而佳為 40,000～250,000。

苯氧基樹脂的重量平均分子量為藉由凝膠滲透層析法 (GPC) 測定並利用聚苯乙烯換算而得的重量平均分子量。

【0042】 散熱片較佳為包含重量平均分子量為 600 以下的低分子量環氧樹脂。環氧樹脂有分子量越高而黏度亦越高的傾向。若重量平均分子量為所述上限值以下，則有如下傾向：於壓製成形時樹脂容易進入凝聚無機填料間的空隙，凝聚無機填料間的空隙減少，絕緣性變得更良好。

若散熱片包含低分子量環氧樹脂，則樹脂整體的黏度變低，因此於壓製成形時樹脂可充分地進入凝聚無機填料間。

【0043】 作為所述低分子量環氧樹脂，只要重量平均分子量為 600 以下，則並無特別限定。作為低分子量環氧樹脂的具體例，可

列舉：具有雙酚骨架的環氧單體、具有二環戊二烯骨架的環氧單體、具有萘骨架的環氧單體、具有金剛烷骨架的環氧單體、具有芴骨架的環氧單體、具有聯苯骨架的環氧單體、具有二(縮水甘油氧基苯基)甲烷骨架的環氧單體、具有咕噸骨架的環氧單體、具有蔥骨架的環氧單體、或具有芘骨架的環氧單體等。低分子量環氧樹脂可僅使用一種，亦可併用兩種以上。

【0044】 散熱片亦可包含不符合所述苯氧基樹脂、所述低分子量環氧樹脂的其他樹脂，其他樹脂可為熱塑性樹脂、熱硬化性樹脂中的任一者或其兩者。

作為熱塑性樹脂，可列舉：尼龍樹脂、聚酯樹脂、聚苯乙烯樹脂、矽酮樹脂、聚烯烴樹脂等。

作為熱硬化性樹脂，可列舉：環氧樹脂、丙烯酸樹脂、三聚氰胺樹脂、脲樹脂、聚醯亞胺樹脂、聚胺基甲酸酯樹脂等。

【0045】 散熱片亦可包含硬化劑。散熱片中所含的硬化劑並無特別限定。作為較佳的硬化劑，可列舉：苯酚樹脂、具有芳香族骨架或脂環式骨架的酸酐、或者該酸酐的水添加物或該酸酐的改質物。藉由使用該較佳的硬化劑，可獲得耐熱性、耐濕性及電氣物性的平衡優異的散熱片的硬化物。硬化劑可僅使用一種，亦可併用兩種以上。

【0046】 為了調整硬化速度或硬化物的物性等，較佳為併用所述硬化劑與硬化促進劑。

【0047】 所述硬化促進劑並無特別限定。所述硬化促進劑可根據

所使用的樹脂或硬化劑的種類來適宜選擇。作為硬化促進劑的具體例，例如可列舉：三級胺、咪唑類、咪唑啉類、三嗪類、有機磷系化合物、四級磷鹽類或有機酸鹽等二氮雜雙環烯烴類等。另外，作為所述硬化促進劑，可列舉：有機金屬化合物類、四級銨鹽類或金屬鹵化物等。作為所述有機金屬化合物類，可列舉：辛酸鋅、辛酸錫或乙醯丙酮鋁錯合物等。該些可單獨使用一種，亦可將兩種以上混合而使用。

【0048】 只要為無損本發明的效果的範圍內，則散熱片視需要亦可包含凝聚無機填料以外的無機填料（以下，亦稱為「其他無機填料」）。作為其他無機填料，只要為不凝聚者，則並無特別限制，例如可列舉：氧化鋁（*alumina*）、氮化鋁、氮化矽、沸石、二氧化矽等。

【0049】 關於散熱片，於凝聚無機填料為氮化硼（*BN*）凝聚粒子的情況下，進行 X 射線繞射測定而獲得的該片中的 *BN* 一次粒子的（100）面與（004）面的峰值強度比（（100）/（004））較佳為 1.0 以上，更佳為 1.5 以上，進而佳為 2.0 以上，特佳為 2.5 以上，最佳為 3.0 以上。上限並無特別限制，但峰值強度比（（100）/（004））通常而言較佳為 10.0 以下，更佳為 7.0 以下，進而佳為 5.0 以下。

若峰值強度比（（100）/（004））為所述上限值以下，則相對於片面而 *BN* 一次粒子的 *ab* 面朝向垂直方向的比例不會變得過高，於進行壓製等成形步驟時可抑制片內的微小的裂紋。藉由抑制此種裂紋的產生，有可抑制耐電壓等電氣特性的降低的傾向。

另外，若峰值強度比（ $(100)/(004)$ ）為所述下限值以上，則相對於片面而 BN 一次粒子的朝向垂直方向的比例不會變得過低，有導熱率變高的傾向。

根據以上，峰值強度比（ $(100)/(004)$ ）亦可為 1.0~10.0，亦可為 1.0~7.0，亦可為 1.0~5.0，亦可為 1.5~10.0，亦可為 1.5~7.0，亦可為 1.5~5.0，亦可為 2.0~10.0，亦可為 2.0~7.0，亦可為 2.0~5.0，亦可為 2.5~10.0，亦可為 2.5~7.0，亦可為 2.5~5.0，亦可為 3.0~10.0，亦可為 3.0~7.0，亦可為 3.0~5.0。

【0050】 進而，於凝聚無機填料為氮化硼（BN）凝聚粒子的情況下，對該片進行 X 射線繞射測定而獲得的根據該片中的 BN 一次粒子的（002）面峰值求出的 BN 一次粒子平均微晶直徑並無特別限制。BN 一次粒子平均微晶直徑通常而言較佳為 300 Å 以上，更佳為 320 Å 以上，進而佳為 375 Å 以上，進而更佳為 380 Å 以上，特佳為 390 Å 以上，最佳為 400 Å 以上。

另外，所述 BN 一次粒子平均微晶直徑通常而言較佳為 5000 Å 以下，更佳為 2000 Å 以下，進而佳為 1000 Å 以下。

若所述 BN 一次粒子平均微晶直徑為所述上限值以下，則於壓製步驟等片成形時亦可於某種程度上維持凝聚粒子內的卡房結構，相對於片面而 BN 一次粒子的 ab 面朝向垂直方向的比例增加，有導熱度變高的傾向。

另外，若所述 BN 一次粒子平均微晶直徑為所述下限值以上，則有可抑制 BN 一次粒子界面的增加，傳熱阻力變低而導熱度變高

的傾向。

根據以上，所述 BN 一次粒子平均微晶直徑較佳為 300 Å~5000 Å，更佳為 320 Å~5000 Å，進而佳為 375 Å~5000 Å，進而更佳為 380 Å~5000 Å，特佳為 390 Å~2000 Å，最佳為 400 Å~1000 Å。

【0051】 關於散熱片，進行 X 射線繞射測定而獲得的該片中的 BN 一次粒子的 (100) 面與 (004) 面的峰值面積強度比 ((100)/(004)) 並無特別限制。峰值面積強度比 ((100)/(004)) 通常而言較佳為 0.6 以上，更佳為 0.65 以上，進而佳為 0.7 以上，進而更佳為 0.75 以上，特佳為 0.8 以上，最佳為 0.85 以上。另外，上限並無特別限制，但峰值面積強度比 ((100)/(004)) 通常而言較佳為 10.0 以下，更佳為 5.0 以下，進而佳為 4.0 以下。

若峰值面積強度比 ((100)/(004)) 為所述上限值以下，則可於某種程度上維持凝聚粒子內的卡房結構，相對於片面而 BN 一次粒子的 ab 面朝向垂直方向的比例增加，有導熱度變高的傾向。另外，若峰值面積強度比 ((100)/(004)) 為所述下限值以上，則有可抑制 BN 一次粒子界面的增加，傳熱阻力變低而導熱度變高的傾向。

根據以上，峰值面積強度比 ((100)/(004)) 亦可為 0.6~10.0，亦可為 0.6~5.0，亦可為 0.6~4.0，亦可為 0.65~10.0，亦可為 0.65~5.0，亦可為 0.65~4.0，亦可為 0.7~10.0，亦可為 0.7~5.0，亦可為 0.7~4.0，亦可為 0.75~10.0，亦可為 0.75~5.0，

亦可為 0.75~4.0，亦可為 0.8~10.0，亦可為 0.8~5.0，亦可為 0.8~4.0，亦可為 0.85~10.0，亦可為 0.85~5.0，亦可為 0.85~4.0。

峰值面積強度比 ((100)/(004)) 只要使用測定的 XRD 裝置所附帶的分析程式即可，例如可使用荷蘭帕納科 (PANalytical) 公司製造的製品名「X'PertPro MPD 粉末 X 射線繞射裝置」，來計算相當的峰值面積的強度比。

【0052】 本實施形態的散熱片於散熱片的厚度方向剖面具有特徵，具體而言，散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上滿足下述條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料滿足下述條件 C。具體而言，使用圖 1 來進行說明。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 C：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_1 為 30 度以上的三邊形的面積的總和 S_t 相對於凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 而為 20% 以上。

【0053】 圖 1 是本實施形態的散熱片 10 的放大剖面示意圖。

散熱片 10 是將凝聚無機填料 1 無規地配置於基質樹脂 2 中而成。相對於散熱片 10 的總質量，散熱片 10 中的凝聚無機填料 1

的含量通常而言較佳為 5 重量%以上，更佳為 10 重量%以上，進而佳為 15 重量%以上，特佳為 20 重量%以上。另外，相對於散熱片 10 的總質量，散熱片 10 中的凝聚無機填料 1 的含量通常而言較佳為 90 重量%以下，更佳為 80 重量%以下，進而佳為 70 重量%以下，特佳為 60 重量%以下。

根據以上，相對於散熱片 10 的總質量，散熱片 10 中的凝聚無機填料 1 的含量較佳為 5 重量%~90 重量%，更佳為 10 重量%~80 重量%，進而佳為 15 重量%~70 重量%，特佳為 20 重量%~60 重量%。

【0054】 散熱片 10 中所含的凝聚無機填料 1 中一半以上，凝聚無機填料彼此進行面接觸（條件 A）。即，特徵在於凝聚無機填料 1 彼此的接觸界面 3 構成直線部分。

本實施形態的散熱片由於在基質樹脂中包含凝聚無機填料，故進行片化時於樹脂·填料界面容易產生空隙。為了減少所述情況，於散熱片的厚度方向進行壓製。藉由壓製可減少散熱片中的空隙，另一方面亦對散熱片中的凝聚無機填料施加壓力，相鄰的凝聚無機填料彼此以面並非以點進行接觸。而且，該以面進行接觸的部分於厚度方向剖面觀察中作為「直線部分」進行觀察。另外，亦取決於凝聚無機填料的含量，但散熱片中的凝聚無機填料的形狀可成為五邊形形狀、六邊形形狀等多邊形狀。

【0055】 如此，於凝聚無機填料彼此的接觸界面引起由破壞等造成的變形而構成直線部分，另一方面凝聚結構本身不會崩解而以

面進行接觸。因而，凝聚無機填料彼此的接觸增加，散熱片的厚度方向上的導熱路徑增加，且亦可減少凝聚無機填料間的空隙。藉此可製作具有高的散熱性能及高的絕緣性的散熱片。

【0056】 只要於散熱片中可取得此種形狀，則凝聚無機填料的種類並無特別限定，較佳為凝聚無機填料的破壞強度不會過高，且填料自身具有充分的彈性係數的凝聚無機填料。具體而言，凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，彈性係數為 48 MPa 以上。就此種觀點而言，凝聚無機填料更佳為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

【0057】 另外，於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將接觸界面構成直線部分的凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓與該直線部分的兩個交點於與該虛擬圓的中心之間形成的角度 θ_1 較佳為 30 度以上。即，於將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_1 較佳為 30 度以上。利用圖 2 對該內容進行說明。

圖 2 中的凝聚無機填料 1 為接觸界面構成直線部分 A-B 的凝聚無機填料。將圖中左側的凝聚無機填料的最大徑 d 設為直徑的虛擬圓與接觸界面 3 的直線部分的交點 A 及交點 B 於與虛擬圓的中心 C 之間形成的角度 θ_1 較佳為 30 度以上。該角度 θ_1 表示由填料彼此的接觸所產生的原來的凝聚無機填料的崩塌情況。角度 θ_1 可為 45 度以上，亦可為 60 度以上。

另一方面，角度 θ_1 通常而言較佳為 180 度以下，亦可為 135 度以下，亦可為 120 度以下，亦可為 105 度以下。

根據以上，角度 θ_1 亦可為 30 度～180 度，亦可為 30 度～135 度，亦可為 30 度～120 度，亦可為 30 度～105 度，亦可為 45 度～180 度，亦可為 45 度～135 度，亦可為 45 度～120 度，亦可為 45 度～105 度，亦可為 60 度～180 度，亦可為 60 度～135 度，亦可為 60 度～120 度，亦可為 60 度～105 度。

【0058】 另外，散熱片因為了減少空隙而進行壓製，故較佳為空隙少。散熱片的空隙率較佳為 10 體積%以下，更佳為 5 體積%以下，進而佳為 3 體積%以下。

【0059】 散熱片中的凝聚無機填料彼此如何接觸可藉由將硬化後的散熱片切斷並利用光學顯微鏡或掃描式電子顯微鏡觀察其剖面來確認。

【0060】 散熱片中所含的凝聚無機填料中一半以上，長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下（條件 B）。於本實施形態中，將縱橫比超過 1 且為 2 以下的凝聚無機填料視作「維持球形」。所謂凝聚無機填料維持球形，根據散熱片的剖面照片，是指該填料維持球形，且製成凝聚結構的一次粒子保持各向同性。維持球形的凝聚無機填料的縱橫比超過 1 且為 2 以下，較佳為超過 1 且為 1.75 以下，更佳為 1 以上且 1.5 以下，進而佳為 1 以上且 1.4 以下。

【0061】 散熱片中的凝聚無機填料彼此的面接觸的程度可利用

以下所示的指標表示。即，於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度設為 θ_1 。滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料中所述 θ_1 成為 30 度以上的三邊形的面積的總和設為 S_t 時，可利用總和 S_t 相對於滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 的數值來表示散熱片中的滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料的面接觸的程度。

再者，此處所謂的「接觸界面所構成的直線」的「直線」不必為數學方面嚴格意義上的直線，是指接觸的凝聚無機填料彼此相互破壞及/或變形的狀態成為大致直線狀者。直線的繪製方式只要考慮連結鄰接的凝聚無機填料彼此開始接觸的點的直線即可。

另外，於在凝聚無機填料之間存在一部分尺寸不同的其他種類的無機填料的情況下，例如使用粒徑大的氮化硼作為凝聚無機填料，為了提高無機填料的填充率，而併用較所述凝聚無機填料而言粒徑成為 1/10 以下的小的其他無機填料、例如氧化鋁時等，有時於作為凝聚無機填料的氮化硼彼此的界面夾持一部分粒徑小的氧化鋁。即便包含該氧化鋁之類的粒徑小的粒子，亦不認為直線會中斷，因此中心角（角度 θ_1 ）未滿 30 度。

【0062】 求出所述總和 S_h 及總和 S_t 的方法並無特別限定。例如可列舉利用圖像分析軟體的方法、對紙進行印刷而測定重量的方

法等。

【0063】 凝聚無機填料彼此的面接觸的程度、即所述總和 S_t 相對於所述總和 S_h (S_t/S_h) 的數值變高，藉此凝聚無機填料彼此的接觸增加，散熱片的厚度方向上的導熱路徑增加，且可減少填料間的空隙而可提高絕緣性。從而， S_t/S_h 的數值越大，散熱片的散熱性·絕緣性越提高而較佳。

因而，於本實施形態中，關於滿足所述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料，所述總和 S_t 相對於所述總和 S_h 而為 20% 以上（即， S_t/S_h 為 20% 以上）（條件 C）。 S_t/S_h 較佳為 23% 以上，更佳為 25% 以上，進而佳為 30% 以上。另一方面，就壓製成形時的片形狀的尺寸穩定性的觀點而言， S_t/S_h 通常而言較佳為 99% 以下，更佳為 95% 以下，進而佳為 80% 以下。

根據以上，所述 S_t/S_h 亦可為 20%~99%，亦可為 20%~95%，亦可為 20%~80%，亦可為 23%~99%，亦可為 23%~95%，亦可為 23%~80%，亦可為 25%~99%，亦可為 25%~95%，亦可為 25%~80%，亦可為 30%~99%，亦可為 30%~95%，亦可為 30%~80%。

所述 S_t/S_h 的數值可藉由凝聚無機填料的破壞強度、凝聚無機填料的彈性係數、散熱片中的凝聚無機填料的含量、樹脂的組成、及製造散熱片時的壓製壓力等來調整。

【0064】 以下，對本實施形態的散熱片的製造方法進行說明。只要獲得所述形狀的散熱片，則其製造方法並無特別限定，例如可適宜參照國際公開第 2015/119198 號。

散熱片例如可藉由將片用組成物塗佈於基板表面並使其乾燥後，進行片化而獲得。

【0065】 <片用組成物的製備>

片用組成物可藉由利用攪拌或混煉將作為調配成分的所述凝聚無機填料、與樹脂、及視需要的其他無機填料、硬化劑、硬化促進劑、或者該些以外的其他成分均勻混合而獲得。於各調配成分的混合時例如可使用混合機、捏合機、單軸或雙軸混煉機等一般的混煉裝置，於混合時視需要亦可進行加熱。

再者，於片用組成物包含液體狀態的樹脂或溶媒等，為片用組成物具有流動性的漿料狀態（於本說明書中亦稱為「塗佈用漿料」）的情況下，製成漿料時的製備方法並無特別限定，可使用先前公知的方法。再者，此時以塗佈用漿料的均勻性的提昇、脫泡等為目的，較佳為使用塗料振盪器或珠磨機、行星式混合機、攪拌型分散機、自轉公轉攪拌混合機、三根輥、捏合機、單軸或雙軸混煉機等一般的混煉裝置等將各調配成分混合·攪拌。

【0066】 只要無產生反應或沈澱物等特別的問題，則各調配成分的混合順序亦為任意，例如可如以下般製備塗佈用漿料。

首先，使樹脂混合·溶解於有機溶媒（例如，甲基乙基酮、環己烷等）而製備樹脂溶液。向所獲得的樹脂溶液中加入並混合將凝聚無機填料與視需要的其他無機填料以及其他成分的一種以上充分混合而成的混合物，之後以用於調整黏度的形式進而加入並混合有機溶媒。之後，進而加入並混合樹脂硬化劑或硬化促進劑、

或者分散劑等添加劑，從而獲得塗佈用漿料。

【0067】 < 塗佈步驟 >

首先，將塗佈用漿料塗佈於另外準備的基板的表面。

即，利用浸漬法、旋塗法、噴霧塗佈法、刀片法、其他任意的的方法將塗佈用漿料塗佈於基板的表面。於塗佈用漿料的塗佈時使用旋塗機、狹縫塗佈機、模塗機、刀片塗佈機、缺角輪塗佈機、網版印刷、刮刀、敷料器、噴霧塗佈等塗佈裝置，藉此可於基板上均勻地形成規定膜厚的塗膜。於所述塗佈裝置中，亦較佳為可調整間隙的刀片塗佈機。

作為基板，可列舉金屬基板、塑膠基板（亦稱為塑膠膜）等。

【0068】 < 乾燥步驟 >

其次，使塗佈於基板表面的塗佈用漿料進行乾燥而獲得塗佈乾燥物（塗膜）。

乾燥溫度通常而言較佳為 15℃ 以上，更佳為 20℃ 以上，進而佳為 23℃ 以上。另外，乾燥溫度通常而言較佳為 100℃ 以下，更佳為 90℃ 以下，進而佳為 80℃ 以下，特佳為 70℃ 以下。

另外，乾燥時間並無特別限定，通常而言較佳為 5 分鐘以上，更佳為 30 分鐘以上，進而佳為 1 小時以上，特佳為 2 小時以上。另外，乾燥時間通常而言較佳為 168 小時以下，更佳為 144 小時以下，進而佳為 120 小時以下，特佳為 96 小時以下。

根據以上，乾燥時間較佳為 5 分鐘～168 小時，更佳為 30 分鐘～144 小時，進而佳為 1 小時～120 小時，特佳為 2 小時～96

小時。

【0069】 進行乾燥之前的散熱片的膜厚可根據組入的元件適宜設定，通常而言較佳為 50 μm 以上，更佳為 100 μm 以上，進而佳為 150 μm 以上，特佳為 300 μm 以上。另外，進行乾燥之前的散熱片的膜厚通常而言較佳為 800 μm 以下，更佳為 700 μm 以下，進而佳為 600 μm 以下，特佳為 500 μm 以下。

根據以上，進行乾燥之前的散熱片的膜厚較佳為 50 μm ~ 800 μm ，更佳為 100 μm ~ 700 μm ，進而佳為 150 μm ~ 600 μm ，特佳為 300 μm ~ 500 μm 。

【0070】 <片化步驟>

於乾燥步驟之後，進行對塗佈乾燥物進行加壓、成形的步驟（片化步驟）。

於基板為金屬基板的情況下，較佳為於塗佈乾燥物上積層另一金屬基板來進行加壓。另外，亦可於加壓之前或之後將塗佈乾燥物切斷為規定的大小。

於基板為塑膠膜的情況下，較佳為於塗佈乾燥物上積層另一塑膠膜來進行加壓。且較佳為之後剝離塑膠膜而於加壓後的塗佈乾燥物的兩面積層金屬基板來再次加壓、或者將加壓後的塗佈乾燥物的單側暫時接著於金屬基板後再次加壓。藉由進行再次加壓，將塗佈乾燥物接著於金屬基板。另外，亦可於第一次加壓之前或之後將塗佈乾燥物切斷為規定的大小。

進行片化時的加熱溫度（壓製溫度）通常而言較佳為 0°C 以

上，更佳為 20°C 以上。另外，壓製溫度通常而言較佳為 300°C 以下，更佳為 250°C 以下，進而佳為 200°C 以下。

根據以上，壓製溫度較佳為 0°C ~ 300°C，更佳為 20°C ~ 250°C，進而佳為 20°C ~ 200°C。

【0071】 所述片化步驟（以下，亦稱為「壓製處理」）中的壓製方法可使用公知的技術來進行，例如可利用靜水壓壓製機、真空壓製機、帶式壓製機、加熱壓製機、伺服壓製機、研光輥等公知的方法進行成形。

對塑膠膜或金屬基板上的塗佈乾燥物進行加壓時的壓製壓力通常而言較佳為 10 kgf/cm² 以上，更佳為 150 kgf/cm² 以上，進而佳為 200 kgf/cm² 以上，特佳為 250 kgf/cm² 以上。另外，壓製壓力通常而言較佳為 2000 kgf/cm² 以下，更佳為 1000 kgf/cm² 以下，進而佳為 900 kgf/cm² 以下，特佳為 800 kgf/cm² 以下。

根據以上，壓製壓力通常而言較佳為 10 kgf/cm² ~ 2000 kgf/cm²，更佳為 150 kgf/cm² ~ 1000 kgf/cm²，進而佳為 200 kgf/cm² ~ 900 kgf/cm²，特佳為 250 kgf/cm² ~ 800 kgf/cm²。

【0072】 相對於本實施形態的散熱片而具有以銅貼合兩面的散熱片的電路基板由於利用先前所沒有的高導熱性所帶來的散熱效果，並基於高的可靠性而可實現元件的高輸出、高密度化，故適合作為半導體元件、特別是功率半導體元件裝置的散熱基板或散熱片。功率半導體元件裝置包含本實施形態的散熱片，但本實施形態的散熱片以外的鋁配線、密封材料、封裝材料、散熱器、熱

膠、焊料等構件可適宜採用先前公知的構件。

【0073】 另外，散熱片的導熱率（W/mK）並無特別限制，通常而言較佳為 5 W/mK 以上，更佳為 10 W/mK 以上，進而佳為 13 W/mK 以上，特佳為 15 W/mK 以上，最佳為 17 W/mK 以上。

耐電壓性能通常而言較佳為 10 kV/mm 以上，更佳為 15 kV/mm 以上，進而佳為 20 kV/mm 以上。

另外，散熱片的玻璃轉移溫度並無特別限定，通常而言較佳為 0°C 以上，更佳為 10°C 以上，進而佳為 25°C 以上。另外，散熱片的玻璃轉移溫度通常而言較佳為 400°C 以下，更佳為 350°C 以下，進而佳為 300°C 以下。

另外，散熱片的接著強度（N/cm）並無特別限制，通常而言較佳為 0.5 N/cm 以上，更佳為 1 N/cm 以上，進而佳為 2 N/cm 以上，特佳為 3 N/cm 以上，最佳為 5 N/cm 以上。

【0074】 以上說明的本發明的第一態樣的實施形態的散熱片包含特定的凝聚無機填料與樹脂，散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上滿足所述條件 A 及條件 B，且滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料滿足所述條件 C，因此具有高的導熱性及絕緣性。藉由將導熱性高的散熱片用於半導體元件，即便為發熱量多的功率元件，亦可提供良好的散熱性。

【0075】 「第二態樣」

本發明的第二態樣的實施形態的散熱片為包含凝聚無機填料與樹脂的散熱片，且於散熱片的厚度方向剖面具有特徵。

本發明的第二態樣的實施形態的散熱片除以下方面以外與本發明的第一態樣的實施形態的散熱片相同，即：散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上滿足下述條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料滿足下述條件 D。再者，條件 A 及條件 B 與第一態樣相同。另外，關於製造方法亦與第一態樣相同。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 D：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 相對於將凝聚無機填料的的最大徑設為直徑的虛擬圓的面積的總和 S_v 而為 90% 以下。

【0076】 本實施形態的散熱片由於在基質樹脂中包含凝聚無機填料，故進行片化時於樹脂·填料界面容易產生空隙。為了減少所述情況，於散熱片的厚度方向進行壓製。藉由壓製可減少散熱片中的空隙，另一方面亦對散熱片中的凝聚無機填料施加壓力，相鄰的凝聚無機填料彼此以面並非以點進行接觸。而且，該以面進行接觸的部分於厚度方向剖面觀察中作為「因變形與壓製前相比而面積減少者」進行觀察。另外，亦取決於凝聚無機填料的含量，但散熱片中的凝聚無機填料的形狀可成為五邊形形狀、六邊形形狀等多邊形狀。

【0077】 如此，於凝聚無機填料彼此的接觸界面引起由破壞等造

成的變形而產生面積的減少，另一方面凝聚結構本身不會崩解而以面進行接觸。因而，凝聚無機填料彼此的接觸增加，散熱片的厚度方向上的導熱路徑增加，且亦可減少凝聚無機填料間的空隙。藉此可製作具有高的散熱性能及高的絕緣性的散熱片。

【0078】 只要於散熱片中可取得此種形狀，則凝聚無機填料的種類並無特別限定，較佳為凝聚無機填料的破壞強度不會過高，且填料自身具有充分的彈性係數的凝聚無機填料。具體而言，凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，彈性係數為 48 MPa 以上。就此種觀點而言，凝聚無機填料更佳為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

【0079】 散熱片中的凝聚無機填料的接觸變形的程度可利用以下所示的指標表示。即，於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將以滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料的最大的徑作為直徑 d 的虛擬圓的面積的總和設為 S_v 時，可利用滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 相對於總和 S_v 的數值來表示散熱片中的滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料的接觸變形的程度。

例如，若使用圖 3 進行說明，則將兩側箭頭所表示的通過凝聚無機填料 1 的中心的的最長的線視作凝聚無機填料 1 的粒子徑(直徑) d ，求出相對於將 d 設為直徑的虛擬圓的面積的總和 S_v 的、實際的變形的凝聚無機填料 1 的剖面面積的總和 S_h 。

【0080】 求出所述總和 S_h 及總和 S_v 的方法並無特別限定，可列

舉利用圖像分析軟體的方法、對紙進行印刷而測定重量的方法等。

【0081】 散熱片中的凝聚無機填料的接觸變形的程度、即所述總和 S_h 相對於所述總和 S_v (S_h/S_v) 的數值變小，藉此凝聚無機填料彼此的接觸增加，散熱片的厚度方向上的導熱路徑增加，且可減少填料間的空隙而有利於提高絕緣性。從而， S_h/S_v 的數值越小，散熱片的散熱性·絕緣性越提高而較佳。

因而，於本實施形態中，關於滿足所述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料，所述總和 S_h 相對於所述總和 S_v 而為 90% 以下（即， S_h/S_v 為 90% 以下）（條件 D）。 S_h/S_v 較佳為 87% 以下，更佳為 85% 以下，進而佳為 80% 以下。另一方面，就於壓製成形時容易維持凝聚無機填料內的散熱性高的凝聚結構的觀點而言， S_h/S_v 通常而言較佳為 40% 以上，更佳為 50% 以上，進而佳為 55% 以上。

根據以上， S_h/S_v 亦可為 40%~90%，亦可為 40%~87%，亦可為 40%~85%，亦可為 40%~80%，亦可為 50%~90%，亦可為 50%~87%，亦可為 50%~85%，亦可為 50%~80%，亦可為 55%~90%，亦可為 55%~87%，亦可為 55%~85%，亦可為 55%~80%。

所述 S_h/S_v 的數值可藉由凝聚無機填料的破壞強度或彈性係數、散熱片中的凝聚無機填料的含量、樹脂的組成、及製造散熱片時的壓製壓力等來調整。

【0082】 以上說明的本發明的第二態樣的實施形態的散熱片包含特定的凝聚無機填料與樹脂，散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上滿足所述條件 A 及條件 B，且滿足所述條件 A 及條件 B

的凝聚無機填料滿足所述條件 D，因此具有高的導熱性及絕緣性。藉由將導熱性高的散熱片用於半導體元件，即便為發熱量多的功率元件，亦可提供良好的散熱性。

【0083】 「第三態樣」

本發明的第三態樣的實施形態的散熱構件為包含含有凝聚無機填料與樹脂的散熱片、以及接著有所述散熱片的金屬基板的散熱構件，且於與金屬基板的接觸界面附近的散熱片的厚度方向剖面具有特徵。

關於本發明的第三態樣的實施形態的散熱構件，相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，散熱片中所含的且存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足下述條件 E 及條件 F 的凝聚無機填料的個數比例為 60% 以上。

條件 E：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 F：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_2 為 30 度以上。

【0084】 金屬基板與第一態樣中說明的散熱片的製造方法中使用的金屬基板相同。具體而言，金屬基板相當於半導體元件的散熱基板中所使用的金屬基板或金屬電極。作為所使用的金屬，較佳為銅、鋁等高導熱的導電體，金屬基板的厚度較佳為 0.01 mmt

～10 mmt。另外，所使用的金屬基板、金屬電極的表面亦可實施藉由機械處理、化成處理等進行的表面粗糙化或樹脂親和性的改良。

作為散熱片中所含的凝聚無機填料及樹脂，可列舉第一態樣的實施形態的散熱片中所含的凝聚無機填料及樹脂。

【0085】 本實施形態的散熱構件所包括的散熱片由於在基質樹脂中包含凝聚無機填料，故進行片化時容易產生空隙。為了減少所述情況，於散熱片的厚度方向進行壓製。具體的散熱構件的製造方法與第一態樣的實施形態的散熱片的製造方法相同。

藉由壓製可減少散熱片中的空隙，另一方面亦對散熱片中的凝聚無機填料施加壓力，與金屬基板接觸的凝聚無機填料以面並非以點進行接觸。而且，該以面進行接觸的部分於厚度方向剖面觀察中作為「因變形與壓製前相比而面積減少者」進行觀察。另外，亦取決於凝聚無機填料的含量，但散熱片中的凝聚無機填料的形狀可成為五邊形形狀或六邊形形狀等多邊形狀。

【0086】 如此，於金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面引起由破壞等造成的變形而產生面積的減少，另一方面凝聚結構本身不會崩解而以面進行接觸。因而，金屬基板與凝聚無機填料的接觸增加，自金屬基板向散熱片的導熱路徑增加，且亦可減少凝聚無機填料間的空隙。藉此可製作具有高的散熱性能及高的絕緣性的散熱片。

【0087】 只要於散熱片中可取得此種形狀，則凝聚無機填料的種

類並無特別限定，較佳為凝聚無機填料的破壞強度不會過高，且填料自身具有充分的彈性係數的凝聚無機填料。具體而言，凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，彈性係數為 48 MPa 以上。就此種觀點而言，凝聚無機填料更佳為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

【0088】 於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面構成直線部分的凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓和該直線部分的兩個交點於與該虛擬圓的中心之間形成的角度 θ_2 較佳為 30 度以上。即，於將金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_2 較佳為 30 度以上。利用圖 4 對該內容進行說明。

圖 4 是表示包含散熱片 10、與接著有散熱片 10 的金屬基板 20 的散熱構件 100 的一例的放大剖面示意圖。圖 4 中的凝聚無機填料 1 為與金屬基板 20 的接觸界面 4 構成直線部分 E-F 的凝聚無機填料。將與金屬基板 20 接觸的凝聚無機填料 1 的最大徑 d 設為直徑的虛擬圓和接觸界面 4 的直線部分的交點 E 及交點 F 於與虛擬圓的中心 G 之間所形成的角度 θ_2 較佳為 30 度以上。該角度 θ_2 表示由凝聚無機填料 1 與金屬基板 20 的接觸所產生的原來的凝聚無機填料的崩塌情況。角度 θ_2 亦可為 45 度以上，亦可為 60 度以上。另一方面，角度 θ_2 通常而言較佳為 180 度以下，亦可為 135

度以下，亦可為 120 度以下，亦可為 105 度以下。

根據以上，角度 θ_2 亦可為 30 度～180 度，亦可為 30 度～135 度，亦可為 30 度～120 度，亦可為 30 度～105 度，亦可為 45 度～180 度，亦可為 45 度～135 度，亦可為 45 度～120 度，亦可為 45 度～105 度，亦可為 60 度～180 度，亦可為 60 度～135 度，亦可為 60 度～120 度，亦可為 60 度～105 度。

【0089】 散熱片中的凝聚無機填料與金屬基板如何接觸可藉由將硬化後的散熱片切斷並利用光學顯微鏡或掃描式電子顯微鏡觀察其剖面來確認。

【0090】 散熱片中所含的且存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中的 60% 以上的凝聚無機填料的縱橫比超過 1 且為 2 以下（條件 E）。於本實施形態中，將縱橫比超過 1 且為 2 以下的凝聚無機填料視作「維持球形」。所謂凝聚無機填料維持球形，根據散熱片的剖面照片，是指該填料維持球形，且製成凝聚結構的一次粒子保持各向同性。維持球形的凝聚無機填料的縱橫比超過 1 且為 2 以下，較佳為超過 1 且為 1.75 以下，更佳為 1 以上且為 1.5 以下，進而佳為 1 以上且為 1.4 以下。

【0091】 散熱片中的凝聚無機填料與金屬基板的面接觸的程度可利用以下所示的指標表示。即，於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成

的角度設為 θ_2 。可利用相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數的、所述 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例的數值來表示散熱片中的凝聚無機填料與金屬基板的面接觸的程度。

再者，此處所謂的「接觸界面所構成的直線」的「直線」不必為數學方面嚴格意義上的直線，是指接觸的金屬基板與凝聚無機填料相互破壞及/或變形的狀態成為大致直線狀者。直線的繪製方式只要考慮連結所接觸的金屬基板與凝聚無機填料開始接觸的點的直線即可。

【0092】 凝聚無機填料與金屬基板的面接觸的程度、即存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中所述 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例變多，藉此凝聚無機填料與金屬基板的接觸增加，自金屬基板向散熱片的導熱路徑增加，且可減少填料間的空隙而可提高絕緣性。

因而，相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數的、所述 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例越多，散熱片的散熱性·絕緣性越提昇而較佳。

於本實施形態中，相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述條件 E 及條件 F 的凝聚無機填料的個數比例為 60% 以上，藉此與金屬基板的導熱性提昇，使用其的電路基板藉由先前所沒有的高導熱性所帶來的散熱效果及界面的空隙減少而帶來的絕緣性

提昇，並基於高的可靠性而可實現元件的高輸出、高密度化。

滿足所述條件 E 及條件 F 的凝聚無機填料的個數比例只要為 60% 以上即可，較佳為 65% 以上，更佳為 70% 以上，進而佳為 75% 以上，特佳為 80% 以上。另外，上限值並無特別限制，較佳為高。

滿足所述條件 E 及條件 F 的凝聚無機填料的個數比例可藉由凝聚無機填料的破壞強度或彈性係數、散熱片中的凝聚無機填料的含量、樹脂的組成、及製造散熱片時的壓製壓力等來調整。

【0093】 於本實施形態中，較佳為散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上滿足所述條件 A 及條件 B，且滿足所述條件 A 及條件 B 的凝聚無機填料滿足所述條件 C 或條件 D。即，本實施形態的散熱構件所包括的散熱片較佳為第一態樣或第二態樣的實施形態的散熱片。藉此，導熱性及絕緣性得到進一步提高。

【0094】 以上說明的本發明的第三態樣的實施形態的散熱構件包含含有特定的凝聚無機填料與樹脂的散熱片、以及接著有所述散熱片的金屬基板。而且，相對於散熱片中所含的且存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，60% 以上的凝聚無機填料滿足所述條件 E 及條件 F，因此具有高的導熱性及絕緣性。藉由將導熱性高的散熱片用於半導體元件，即便為發熱量多的功率元件，亦可提供良好的散熱性。

【0095】 本發明的其他態樣如以下般。

(1) 一種散熱片，其包含凝聚無機填料與樹脂，所述散熱片中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

所述散熱片中所含的所述凝聚無機填料的一半以上滿足下述條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料滿足下述條件 C。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 C：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_1 為 30 度以上的三邊形的面積的總和 S_t 相對於凝聚無機填料的剖面積的總和 S_h 而為 20% 以上。

(2) 如 (1) 所述的散熱片，其中於所述條件 C 中，所述總和 S_t 相對於總和 S_h 而為 23% 以上。

(3) 如 (2) 所述的散熱片，其中於所述條件 C 中，所述總和 S_t 相對於總和 S_h 而為 25% 以上。

(4) 如 (1) 至 (3) 中任一項所述的散熱片，其中於所述條件 C 中，所述總和 S_t 相對於總和 S_h 而為 99% 以下。

(5) 如 (4) 所述的散熱片，其中於所述條件 C 中，所述總和 S_t 相對於總和 S_h 而為 95% 以下。

(6) 如(5)所述的散熱片，其中於所述條件 C 中，所述總和 S_t 相對於總和 S_h 而為 80% 以下。

(7) 一種散熱片，其包含凝聚無機填料與樹脂，所述散熱片中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

所述散熱片中所含的所述凝聚無機填料的一半以上滿足下述條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料滿足下述條件 D。

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸。

條件 B：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 D：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 相對於將凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的面積的總和 S_v 而為 90% 以下。

(8) 如(7)所述的散熱片，其中於所述條件 D 中，所述總和 S_h 相對於總和 S_v 而為 87% 以下。

(9) 如(8)所述的散熱片，其中於所述條件 D 中，所述總和 S_h 相對於總和 S_v 而為 85% 以下。

(10) 如(7)至(9)中任一項所述的散熱片，其中於所述條件 D 中，所述總和 S_h 相對於總和 S_v 而為 40% 以上。

(11) 如(10)所述的散熱片，其中於所述條件 D 中，所述

總和 S_h 相對於總和 S_v 而為 50% 以上。

(12) 如 (11) 所述的散熱片，其中於所述條件 D 中，所述總和 S_h 相對於總和 S_v 而為 55% 以上。

(13) 如 (1) 至 (12) 中任一項所述的散熱片，其中所述凝聚無機填料為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

(14) 如 (1) 至 (13) 中任一項所述的散熱片，其中所述樹脂包含環氧樹脂。

(15) 如 (14) 所述的散熱片，其中所述環氧樹脂包含苯氧基樹脂。

(16) 如 (15) 所述的散熱片，其中所述苯氧基樹脂於主鏈中包含所述式 (1) ~ 式 (6) 所表示的骨架中的至少一骨架。

(17) 如 (15) 或 (16) 所述的散熱片，其中所述苯氧基樹脂的重量平均分子量為 10,000 ~ 1,000,000。

(18) 如 (1) 至 (17) 中任一項所述的散熱片，其中所述樹脂進而包含重量平均分子量為 600 以下的低分子量環氧樹脂。

(19) 如 (1) 至 (18) 中任一項所述的散熱片，其進而包含硬化促進劑。

(20) 如 (1) 至 (19) 中任一項所述的散熱片，其中相對於所述散熱片的總質量，所述凝聚無機填料的含量為 5 重量% ~ 90 重量%。

(21) 如 (1) 至 (20) 中任一項所述的散熱片，其進而包含所述凝聚無機填料以外的其他無機填料。

(22) 如(21)所述的散熱片，其中所述其他無機填料為氧化鋁。

(23) 如(1)至(22)中任一項所述的散熱片，其中所述凝聚無機填料的體積基準的最大粒子徑為 $2\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ 。

(24) 如(1)至(23)中任一項所述的散熱片，其中所述凝聚無機填料的體積基準的平均粒子徑為 $1\ \mu\text{m}\sim 250\ \mu\text{m}$ 。

(25) 如(1)至(24)中任一項所述的散熱片，其中導熱率為 $10\ \text{W/mK}$ 以上。

(26) 如(1)至(25)中任一項所述的散熱片，其中耐電壓為 $20\ \text{kV/mm}$ 以上。

(27) 一種散熱構件，其包含：散熱片，含有凝聚無機填料與樹脂；以及金屬基板，接著有所述散熱片，所述散熱構件中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 $20\ \text{MPa}$ 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 $48\ \text{MPa}$ 以上，

相對於存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，所述散熱片中所含的且存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足下述條件 E 及條件 F 的凝聚無機填料的個數比例為 60% 以上。

條件 E：長徑與短徑之比（長徑/短徑）所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下。

條件 F：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將該凝聚無

機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_2 為30度以上。

(28) 如(27)所述的散熱構件，其中相對於存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述條件E及條件F的凝聚無機填料的個數比例為65%以上。

(29) 如(28)所述的散熱構件，其中相對於存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述條件E及條件F的凝聚無機填料的個數比例為70%以上。

(30) 如(29)所述的散熱構件，其中相對於存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述條件E及條件F的凝聚無機填料的個數比例為75%以上。

(31) 如(30)所述的散熱構件，其中相對於存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述條件E及條件F的凝聚無機填料的個數比例為80%以上。

(32) 如(27)至(31)中任一項所述的散熱構件，其中所述散熱片為如(1)至(26)中任一項所述的散熱片。

(33) 一種半導體元件，其包含如(1)至(26)中任一項所述的散熱片、或者如(27)至(32)中任一項所述的散熱構件。

[實施例]

【0096】 以下，藉由實施例來對本發明更具體地進行說明，但本發明並不僅僅限定於以下的實施例。

【0097】 (實施例 1)

將雙酚 F 型環氧樹脂 1 (重量平均分子量：60000，環氧當量：9840 g/eq) 2.5 質量份、

芳香族環氧樹脂 2 (重量平均分子量：290，三官能的芳香族環氧樹脂，環氧當量：97 g/eq) 0.7 質量份、

非芳香族環氧樹脂 3 (重量平均分子量：400，二官能的非芳香族環氧樹脂，環氧當量：205 g/eq) 3.1 質量份、

苯酚樹脂 1 (羥基當量：143 g/eq) 1.6 質量份、

作為硬化促進劑的咪唑系硬化促進劑 1 (四國化成工業股份有限公司製造，商品名「C11Z-CN」) 0.14 質量份、

球狀氧化鋁 1 (導熱率：36 W/m·K，阿德瑪科技 (Admatechs) 公司製造，體積平均粒子徑：7 μm) 5.8 質量份、

作為氮化硼填料 (凝聚無機填料) 的卡房結構氮化硼凝聚粒子 1 (三菱化學股份有限公司製造，新莫式硬度：2，體積平均粒子徑：45 μm) 14.5 質量份、

作為有機溶劑的甲基乙基酮 8.4 質量份、及環己酮 8.4 質量份混合而製備塗佈用漿料。基質樹脂的 100°C 下的複數黏度為 18 Pa·s。

利用刮刀法將所獲得的塗佈用漿料塗佈於 PET 膜，並進行加

熱乾燥。於所獲得的塗佈乾燥物（塗膜）上積層銅製的基板（40 mm×45 mm）後，以 30 MPa 進行壓製並實施硬化，藉此獲得將散熱片（1）接著於銅製的基板而成的散熱構件。散熱片（1）的片厚為約 130 μm ~160 μm 。將散熱片（1）的剖面 SEM 圖像示於圖 5 中。

【0098】（實施例 2）

將聯苯型環氧樹脂 4（重量平均分子量：30000，環氧當量：9000 g/eq）2.0 質量份、

芳香族環氧樹脂 5（重量平均分子量：380，二官能的芳香族環氧樹脂，環氧當量：189 g/eq）2.0 質量份、

非芳香族環氧樹脂 6（重量平均分子量：400，四官能的非芳香族環氧樹脂，環氧當量：100 g/eq）1.9 質量份、

苯酚樹脂 1 2.1 質量份、

作為硬化促進劑的咪唑系硬化促進劑 2（四國化成工業股份有限公司製造，商品名「2E4MZ-A」）0.12 質量份、

球狀氧化鋁 1 5.8 質量份、

卡房結構氮化硼凝聚粒子 1 14.5 質量份、

作為有機溶劑的甲基乙基酮 8.4 質量份、及環己酮 8.4 質量份混合而製備塗佈用漿料。基質樹脂的 100°C 下的複數黏度為 8 Pa·s。

利用刮刀法將所獲得的塗佈用漿料塗佈於 PET 膜，並進行加熱乾燥。於所獲得的塗佈乾燥物（塗膜）上積層銅製的基板（40 mm×80 mm）後，以 30 MPa 進行壓製並實施硬化，藉此獲得將散

熱片（2）接著於銅製的基板而成的散熱構件。散熱片（2）的厚度為約 130 μm ~160 μm 。將所獲得的散熱片（2）的剖面 SEM 圖像示於圖 6 中。

【0099】（實施例 3）

與實施例 2 同樣地製備塗佈用漿料。

利用刮刀法將所獲得的塗佈用漿料塗佈於 PET 膜，並進行加熱乾燥。自 PET 膜剝離所獲得的塗佈乾燥物（塗膜），利用兩片銅製的基板（40 mm×80 mm）夾持塗佈乾燥物後，以 30 MPa 進行壓製並實施硬化，藉此獲得將散熱片（3）接著於銅製的基板而成的散熱構件。散熱片（3）的厚度為約 130 μm ~160 μm 。將所獲得的散熱片（3）的剖面 SEM 圖像示於圖 7 中。

【0100】（比較例 1）

將雙酚 A/F 型環氧樹脂 7（重量平均分子量：60000，環氧當量：8800 g/eq）0.17 質量份、

芳香族環氧樹脂 8（重量平均分子量：2950，多官能的芳香族環氧樹脂，環氧當量：210 g/eq）0.67 質量份、

芳香族環氧樹脂 5 0.17 質量份、

分散劑（日本畢克化學（BYK-Chemie Japan）股份有限公司製造，商品名「BYK-2155」）0.40 質量份、

作為硬化促進劑的咪唑系硬化促進劑 1 0.06 質量份、

作為氮化硼填料（凝聚無機填料）的卡房結構氮化硼凝聚粒子 1 5.5 質量份、及卡房結構氮化硼凝聚粒子 2（三菱化學股份有

限公司製造，新莫式硬度：2，體積平均粒子徑：14 μm) 1.8 質量份、

作為有機溶劑的甲基乙基酮 0.4 質量份、及環己酮 5.8 質量份混合而製備塗佈用漿料。基質樹脂的 100°C 下的複數黏度為 50 Pa·s。

利用刮刀法將所獲得的塗佈用漿料塗佈於 0.1 mm 的銅箔，並進行加熱乾燥。以 30 MPa 對所獲得的塗佈乾燥物（塗膜）進行壓製並實施硬化，藉此獲得將散熱片（4）接著於銅箔而成的散熱構件。散熱片（4）的片厚為約 200 μm 。將散熱片（4）的剖面 SEM 圖像示於圖 8 中。

【0101】（比較例 2）

將雙酚 F 型環氧樹脂 1 0.50 質量份、
芳香族環氧樹脂 2 0.14 質量份、
非芳香族環氧樹脂 3 0.29 質量份、
非芳香族環氧樹脂 9（重量平均分子量：400，三官能的非芳香族環氧樹脂，環氧當量：205 g/eq）0.29 質量份、
苯酚樹脂 1 0.36 質量份、
作為硬化促進劑的咪唑系硬化促進劑 1 0.02 質量份、
球狀氧化鋁 1 20.9 質量份、
作為有機溶劑的甲基乙基酮 2.4 質量份混合而製備塗佈用漿料。基質樹脂的 100°C 下的複數黏度為 20 Pa·s。

利用刮刀法將所獲得的塗佈用漿料塗佈於 PET 膜，並進行加

熱乾燥。自 PET 膜剝離所獲得的塗佈乾燥物（塗膜），利用兩片銅製的基板（40 mm×80 mm）夾持塗佈乾燥物後，以 30 MPa 進行壓製並實施硬化，藉此獲得將散熱片（5）接著於銅製的基板而成的散熱構件。散熱片（5）的片厚為約 130 μm～160 μm。將所獲得的散熱片（5）的剖面 SEM 圖像示於圖 9 中。

【0102】 以下，記載實施例 1～實施例 3 及比較例 1、比較例 2 中所獲得的散熱片及散熱構件的測定條件。

【0103】 （凝聚無機填料的破壞強度及彈性係數的測定）

凝聚無機填料的破壞強度及彈性係數的測定是利用以下的方法來實施。

凝聚無機填料的破壞強度是使用微小壓縮試驗機（島津製作所股份有限公司製造，製品名「MCT-510」）來測定。

將極微量的試樣散佈於在微小壓縮試驗機的下部所設置的加壓板上，對每一粒子進行壓縮試驗，根據粒子遭到破壞時的破壞試驗力與粒子的粒子徑並使用下述的式子來求出破壞強度。對 5 個粒子進行測定，將其平均值設為凝聚無機填料的破壞強度。

$$C_s = 2.48P / \pi d^2$$

（「 C_s 」為破壞強度（MPa），「 P 」為破壞試驗力（N），「 d 」為粒子徑（mm））

【0104】 通常，破壞強度的算出是使用破壞點的試驗力來進行計算，但於破壞點不明確（例如，試樣變形但不會引起劇烈的破壞）的情況下，作為參考強度，使用賦予 10% 的變形時的試驗力作為

10%強度而用於比較。10%強度是利用下述的式子來算出。

$$C_x = 2.48P / \pi d^2$$

(「 C_x 」為10%強度(MPa)，「 P 」為粒子徑的10%位移時的試驗力(N)，「 d 」為粒子徑(mm))

【0105】 凝聚無機填料的彈性係數是使用用於破壞強度的測定的裝置，根據引起破壞的時間點的試驗力與該時間點的壓縮位移並利用下述的式子來算出。

$$E = 3 \times (1 - \nu^2) \times P / 4 \times (d/2)^{1/2} \times Y^{3/2}$$

(「 E 」為彈性係數(MPa)，「 ν 」為帕松比，「 P 」為破壞試驗力(N)，「 d 」為粒子徑(mm)，「 Y 」為壓縮位移(mm)，再者，帕松比假定為固定(0.13))

【0106】 (樹脂的複數黏度的測定)

樹脂的複數黏度測定是利用以下的條件·裝置來實施。

複數黏度是使用黏彈性測定裝置 MCR302 (安東帕 (Anton Paar) 公司製造) 來測定。

具體而言，使用樹脂：0.1 g 左右，並使用直徑：10 mm 的平行板，對測定應變：0.3%、測定頻率：1 Hz、測定間隙 (夾具間距離)：0.5 mm、測定溫度 100°C 下的複數黏度進行測定。

【0107】 (關於條件 A~條件 F)

對於散熱片而言，確認是否滿足下述 A-1，將滿足的情況設為「I」，將不滿足的情況設為「II」。再者，於不滿足下述 A-1 的情況下，是指散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上不滿足所

述條件 A。

A-1：於散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上，凝聚無機填料彼此進行面接觸。

【0108】 對於散熱片而言，確認是否分別滿足下述 B-1、B-2、B-3、B-4，將滿足的情況設為「I」，將不滿足的情況設為「II」。

再者，於不滿足下述 B-1 的情況下，是指散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上不滿足所述條件 B。

B-1：於散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上，所述縱橫比超過 1 且為 2 以下。

B-2：於散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上，所述縱橫比超過 1 且為 1.75 以下。

B-3：於散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上，所述縱橫比超過 1 且為 1.5 以下。

B-4：於散熱片中所含的凝聚無機填料的一半以上，所述縱橫比超過 1 且為 1.4 以下。

【0109】 對於散熱片而言，於厚度方向的剖面觀察中，確認散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料是否分別滿足下述 C-1、C-2、C-3、C-4、C-5、C-6，將滿足的情況設為「I」，將不滿足的情況設為「II」。再者，於不滿足下述 C-1 的情況下，是指散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料不滿足所述條件 C。

C-1：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料

中，所述 S_t/S_h 為 20% 以上。

C-2：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_t/S_h 為 20%~99%。

C-3：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_t/S_h 為 20%~95%。

C-4：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_t/S_h 為 23%~95%。

C-5：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_t/S_h 為 23%~80%。

C-6：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_t/S_h 為 25%~80%。

【0110】 對於散熱片而言，於厚度方向的剖面觀察中，確認散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料是否分別滿足下述 D-1、D-2、D-3、D-4、D-5、D-6，將滿足的情況設為「I」，將不滿足的情況設為「II」。再者，於不滿足下述 D-1 的情況下，是指散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料不滿足所述條件 D。

D-1：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_h/S_v 為 90% 以下。

D-2：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_h/S_v 為 40%~90%。

D-3：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填

料中，所述 S_h/S_v 為 50%~90%。

D-4：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_h/S_v 為 50%~87%。

D-5：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_h/S_v 為 55%~87%。

D-6：於散熱片中所含的滿足所述 A-1 及 B-1 的凝聚無機填料中，所述 S_h/S_v 為 55%~85%。

【0111】對於散熱構件而言，確認是否分別滿足下述 E-1、E-2、E-3、E-4、E-5，將滿足的情況設為「I」，將不滿足的情況設為「II」。再者，於不滿足下述 E-1 的情況下，是指散熱片中所含的且存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中超過 40%不滿足所述條件 E。

E-1：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中所述縱橫比超過 1 且為 2 以下的凝聚無機填料的個數比例為 60%以上。

E-2：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中所述縱橫比超過 1 且為 2 以下的凝聚無機填料的個數比例為 65%以上。

E-3：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中所述縱橫比超過 1 且為 2 以下的凝聚無機填料的個數比例為 70%以上。

E-4：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總

數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中所述縱橫比超過 1 且為 2 以下的凝聚無機填料的個數比例為 75%以上。

E-5：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中所述縱橫比超過 1 且為 2 以下的凝聚無機填料的個數比例為 80%以上。

【0112】對於散熱構件而言，確認是否分別滿足下述 F-1、F-2、F-3、F-4、F-5，將滿足的情況設為「I」，將不滿足的情況設為「II」。再者，於不滿足下述 F-1 的情況下，是指散熱片中所含的且存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中超過 40%不滿足所述條件 F。

F-1：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述 E-1 且所述角度 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例為 60%以上。

F-2：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述 E-1 且所述角度 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例為 65%以上。

F-3：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述 E-1 且所述角度 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例為 70%以上。

F-4：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述 E-1 且所述角度 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例為 75% 以上。

F-5：相對於存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，存在於與金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足所述 E-1 且所述角度 θ_2 成為 30 度以上的凝聚無機填料的個數比例為 80% 以上。

【0113】（散熱片的厚度方向的導熱率的測定）

使用熱阻測定裝置（明導國際（Mentor Graphics）股份有限公司製造，製品名「T3ster」），測定於同一組成·同一條件下製作的厚度不同的散熱片的熱阻值，根據相對於厚度繪製熱阻值而成的圖表的斜率來求出導熱率。

【0114】（散熱片的耐電壓測定）

於絕緣油中，於每一分鐘以 500 V 為單位昇壓，求出樣品遭到破壞的電壓。

【0115】 對於所獲得的散熱片（1）～散熱片（5），測定散熱片中的凝聚無機填料的破壞強度及彈性係數，並測定樹脂的複數黏度。進而，確認散熱片或散熱構件是否滿足條件 A～條件 F。再者，未確認散熱片（1）、散熱片（2）是否滿足條件 E 及條件 F。散熱片（5）不包含凝聚無機填料，因此未確認是否滿足條件 A～條件 F。另外，對於散熱片（1）～散熱片（5），進行散熱片的厚度方

向的導熱率的測定、以及散熱片的耐電壓測定。將該些結果示於表 1 中。

【0116】 [表 1]

		實施例 1	實施例 2	實施例 3	比較例 1	比較例 2
凝聚無機填料的破壞強度[MPa]		6	6	6	6	無
凝聚無機填料的彈性係數[MPa]		65	65	65	65	無
樹脂的 100°C 下的複數黏度[Pa·s]		18	8	8	50	20
條件 A	A-1	I	I	I	I	-
條件 B	B-1 (超過 1 且為 2 以下)	I	I	I	I	-
	B-2 (超過 1 且為 1.75 以下)	I	I	I	I	-
	B-3 (超過 1 且為 1.5 以下)	I	I	I	I	-
	B-4 (超過 1 且為 1.4 以下)	I	I	I	I	-
條件 C	C-1 (20%以上)	I	I	I	II	-
	C-2 (20%~99%)	I	I	I	-	-
	C-3 (20%~95%)	I	I	I	-	-
	C-4 (23%~95%)	I	I	I	-	-
	C-5 (23%~80%)	I	I	I	-	-
	C-6 (25%~80%)	I	I	I	-	-
條件 D	D-1 (90%以下)	I	I	I	II	-
	D-2 (40%~90%)	I	I	I	-	-
	D-3 (50%~90%)	I	I	I	-	-
	D-4 (50%~87%)	I	I	I	-	-
	D-5 (55%~87%)	I	I	I	-	-
	D-6 (55%~85%)	I	I	I	-	-
條件 E	E-1 (60%以上)	-	-	I	I	-
	E-2 (65%以上)	-	-	I	I	-
	E-3 (70%以上)	-	-	I	I	-
	E-4 (75%以上)	-	-	I	I	-
	E-5 (80%以上)	-	-	I	I	-
條件 F	F-1 (60%以上)	-	-	I	II	-
	F-2 (65%以上)	-	-	I	-	-
	F-3 (70%以上)	-	-	I	-	-
	F-4 (75%以上)	-	-	I	-	-
	F-5 (80%以上)	-	-	I	-	-
評價	導熱率[W/mK]	15	15	15	17	6
	耐電壓[kV/mm]	50	50	50	24	40

【符號說明】

【0117】

1：凝聚無機填料

2：基質樹脂

3、4：接觸界面

10：散熱片

20：金屬基板

100：散熱構件

A、B、E、F：交點

C：虛擬圓的中心

d：直徑（最大徑/粒子徑）

G：虛擬圓的中心

θ_1 、 θ_2 ：角度

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種散熱片，其包含凝聚無機填料與樹脂，所述散熱片中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

所述散熱片中所含的所述凝聚無機填料的一半以上滿足下述條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料滿足下述條件 C，

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸；

條件 B：長徑與短徑之比即長徑/短徑所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下；

條件 C：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將凝聚無機填料彼此的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將所述凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_1 為 30 度以上的三邊形的面積的總和 S_t 相對於凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 而為 20% 以上。

【第 2 項】一種散熱片，其包含凝聚無機填料與樹脂，所述散熱片中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

所述散熱片中所含的所述凝聚無機填料的一半以上滿足下述

條件 A 及條件 B，且滿足下述條件 A 及條件 B 的所述凝聚無機填料滿足下述條件 D，

條件 A：凝聚無機填料彼此進行面接觸；

條件 B：長徑與短徑之比即長徑/短徑所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下；

條件 D：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，凝聚無機填料的剖面面積的總和 S_h 相對於將凝聚無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的面積的總和 S_v 而為 90% 以下。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的散熱片，其中所述凝聚無機填料為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

【第 4 項】一種散熱構件，其包含：散熱片，含有凝聚無機填料與樹脂；以及金屬基板，接著有所述散熱片，所述散熱構件中

所述凝聚無機填料的破壞強度為 20 MPa 以下，且所述凝聚無機填料的彈性係數為 48 MPa 以上，

相對於存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料的總數，所述散熱片中所含的且存在於與所述金屬基板的界面的凝聚無機填料中滿足下述條件 E 及條件 F 的凝聚無機填料的個數比例為 60% 以上，

條件 E：長徑與短徑之比即長徑/短徑所表示的縱橫比超過 1 且為 2 以下；

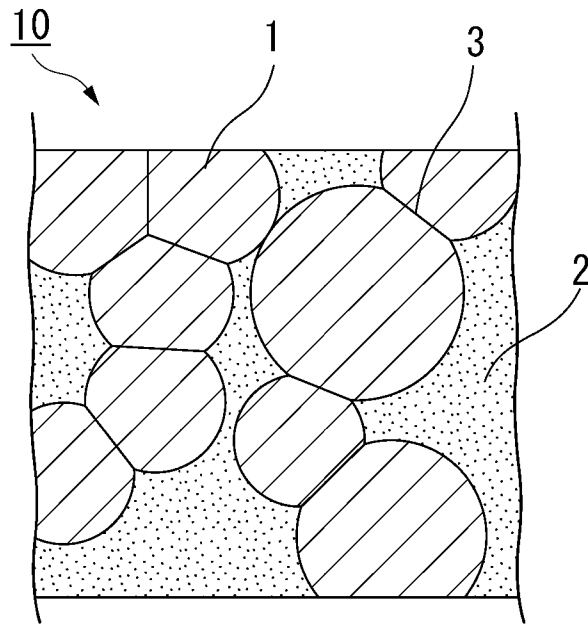
條件 F：於散熱片的厚度方向的剖面觀察中，將金屬基板與凝聚無機填料的接觸界面所構成的直線設為一邊且以將所述凝聚

無機填料的最大徑設為直徑的虛擬圓的中心為頂點而形成的三邊形中，將所述直線的兩端與所述頂點連結而成的角度 θ_2 為 30 度以上。

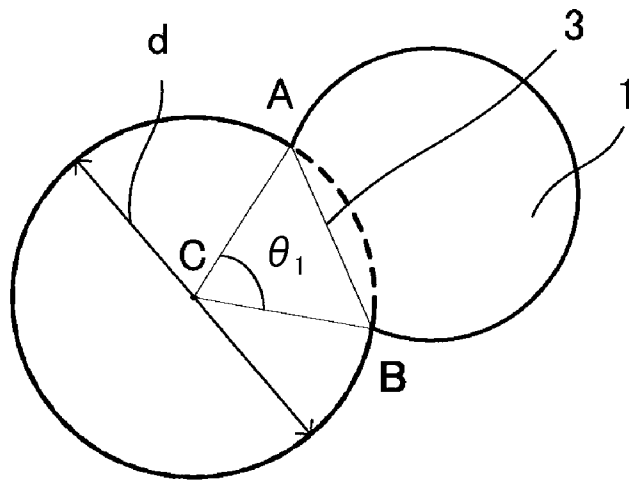
【第 5 項】如申請專利範圍第 4 項所述的散熱構件，其中所述凝聚無機填料為具有卡房結構的氮化硼凝聚粒子。

【第 6 項】一種半導體元件，其包含如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述的散熱片、或者如申請專利範圍第 4 項至第 5 項中任一項所述的散熱構件。

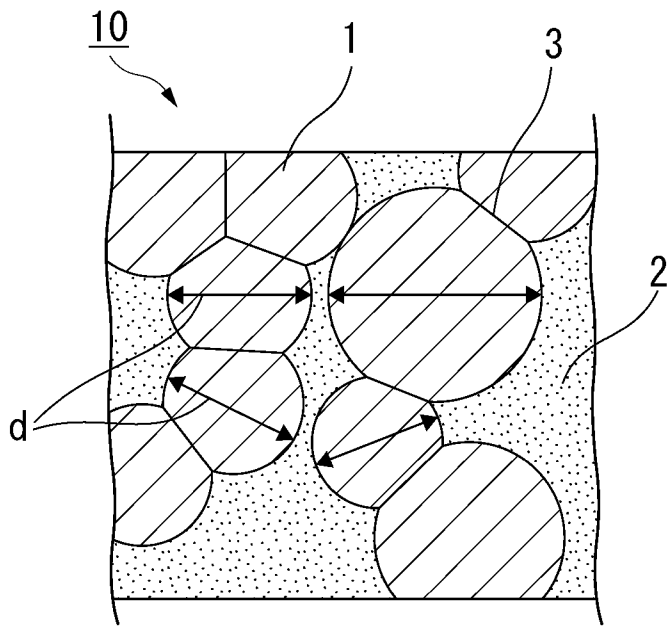
【發明圖式】



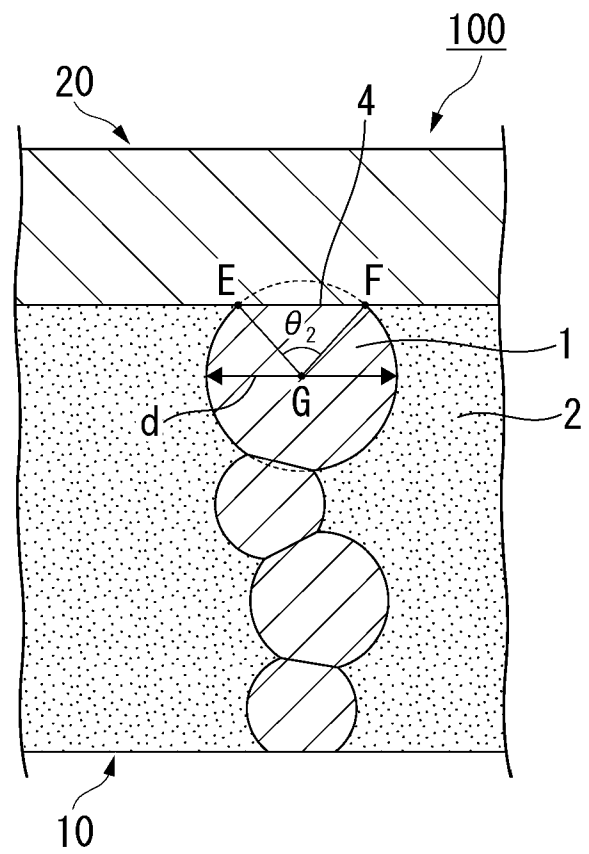
【圖1】



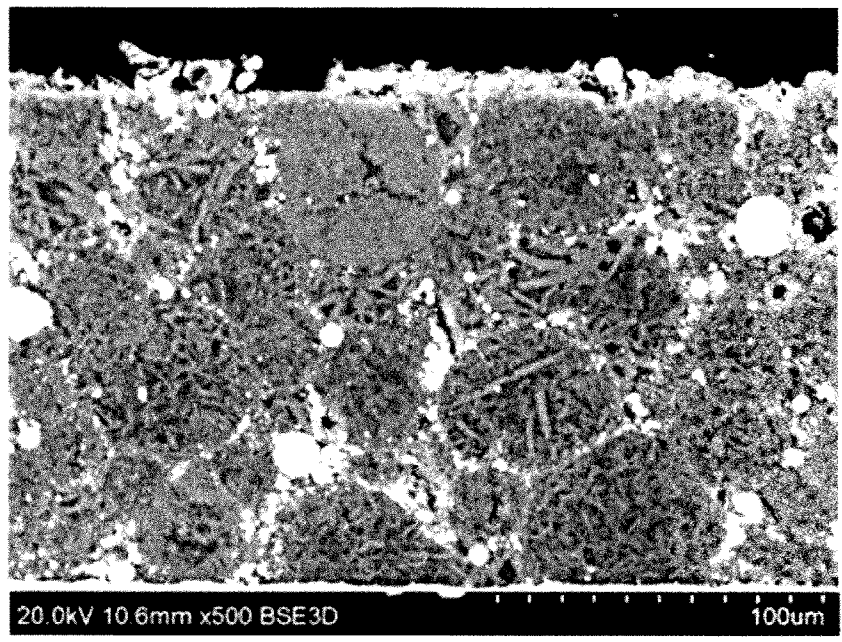
【圖2】



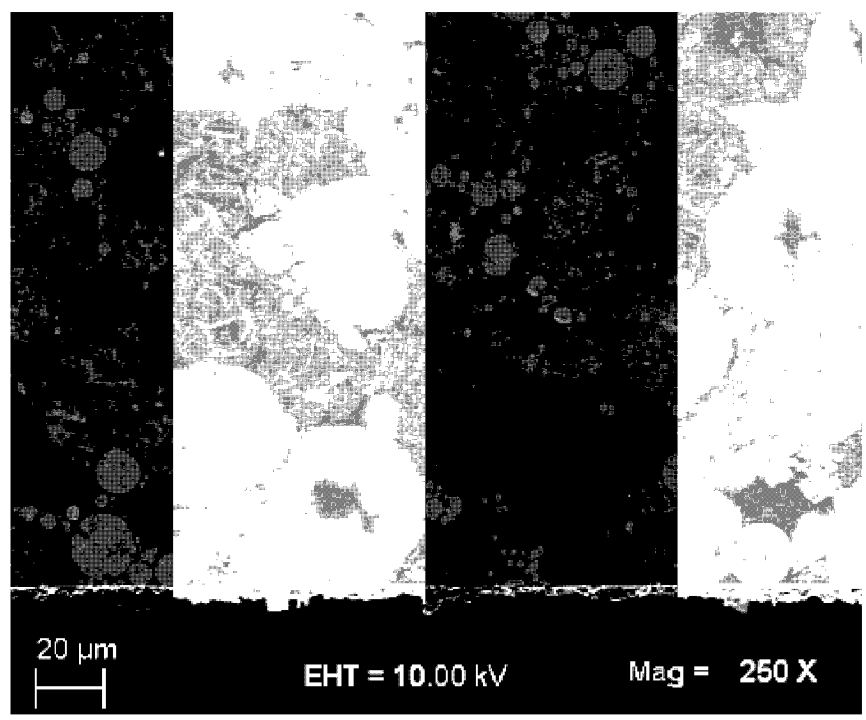
【圖3】



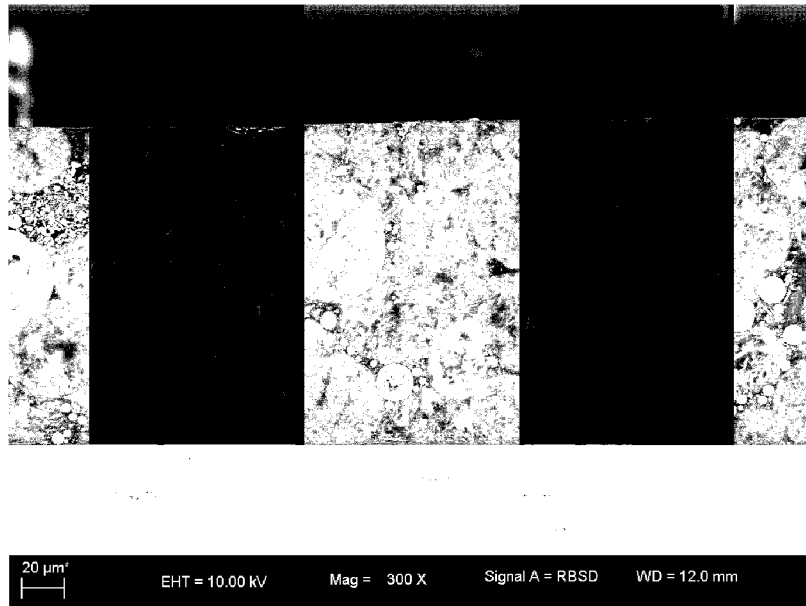
【圖4】



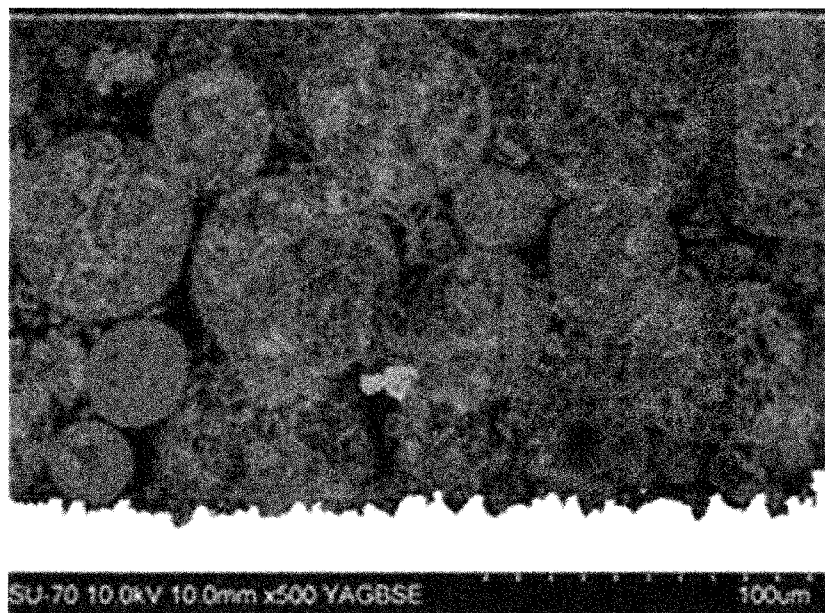
【圖5】



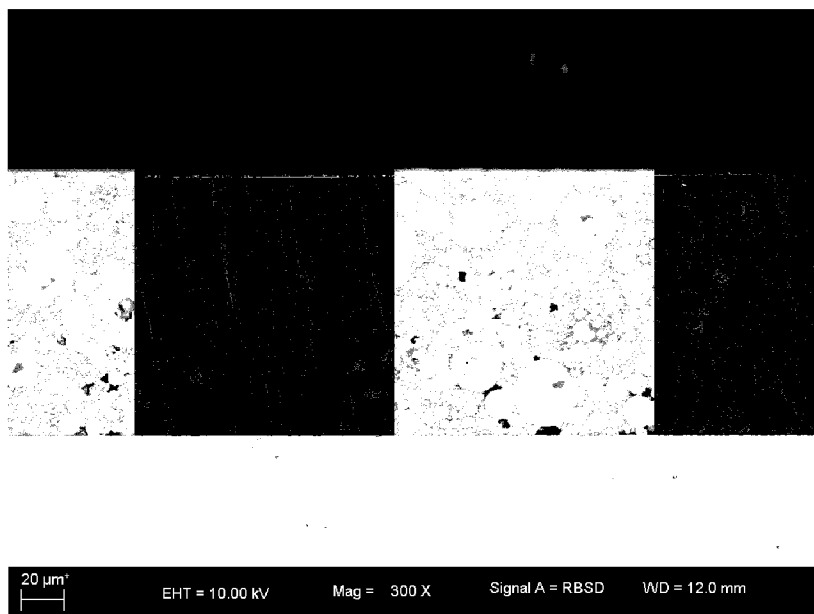
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】