



(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 I464114 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 11 日

(21) 申請案號：099104277

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 02 月 11 日

(51) Int. Cl. : C01B31/04 (2006.01)

C04B41/88 (2006.01)

H01L23/373 (2006.01)

H01L33/64 (2010.01)

(30) 優先權：2009/02/12 日本

2009-029866

(71) 申請人：電氣化學工業股份有限公司 (日本) DENKIKAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA (JP)

日本

(72) 發明人：廣津留秀樹 HIROTSURU, HIDEKI (JP)；日隈智志 HIGUMA, SATOSHI (JP)；成田真也 NARITA, SHINYA (JP)；辻村好彥 TSUJIMURA, YOSHIHIKO (JP)

(74) 代理人：何金塗；丁國隆

(56) 參考文獻：

JP 2000-281468A

JP 2001-58255A

JP 2001-339022A

JP 2006-1232A

審查人員：廖學章

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 42 頁

(54) 名稱

由鋁-石墨複合物所構成之基板之製法、使用基板之散熱組件及 LED 發光構件

METHOD FOR MANUFACTURING SUBSTRATE FORMED BY ALUMINUM-GRAPHITE COMPOSITE, HEAT RADIATING COMPONENT USING SUBSTRATE AND LED LUMINESCENT MEMBER

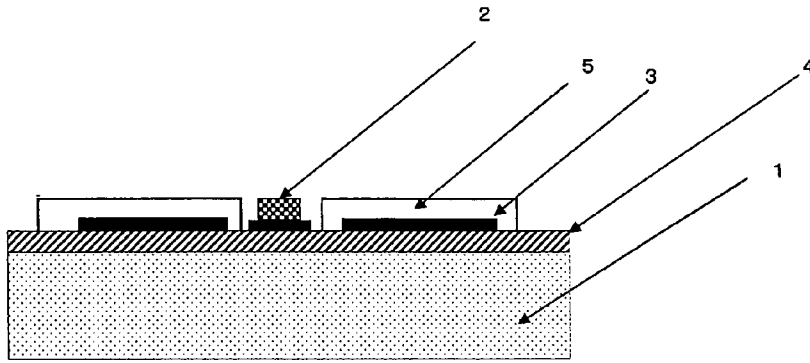
(57) 摘要

本發明係一種基板之製法，其將表面粗糙度(Ra)為 0.1~3 μ m、在溫度 25 $^{\circ}$ C 的熱傳導率為 150~300W/mK、呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值/最小值為 1~1.3、在溫度 25 $^{\circ}$ C~150 $^{\circ}$ C 的熱膨脹係數為 4 $\times 10^{-6}$ ~7.5 $\times 10^{-6}$ /K、呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值/最小值為 1~1.3、而且 3 點彎曲強度為 50~150MPa 的鋁-石墨複合物，使用多線線鋸機，根據下述(1)~(4)的條件，加工成厚度 0.5~3mm 的板狀：(1)所接合的磨粒為選自鑽石、立方晶氮化硼(C-BN)、碳化矽、氧化鋁的 1 種以上，平均粒徑為 10~100 μ m、(2)纜線線徑為 0.1~0.3mm、(3)纜線進給速度為 100~700m/分鐘、(4)切入速度為 0.1~2mm/分鐘。

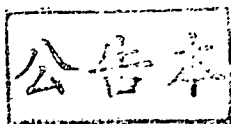
Disclosed is a manufacturing method of substrate, which is produced from aluminum-graphite composite. The aluminum-graphite composite has a surface roughness (Ra) of 0.1-3 μ m, a thermal conductivity of 150-300W/mK at 25 $^{\circ}$ C, Max./Min. of orthogonal three direction thermal conductivity of 1-1.3, a thermal expansion coefficient of 4 $\times 10^{-6}$ -7.5 $\times 10^{-6}$ /K at 25 $^{\circ}$ C-150 $^{\circ}$ C, Max./Min. of orthogonal three direction thermal expansion coefficient of 1-1.3. This aluminum-graphite composite, that have a three points bending strength of 50-150MPa, is treated by multi wire-saw with following requirements (1) to (4) and the aluminum-graphite composite can be processed to plate with thickness of 0.5-3mm: (1) combinative abrasive

is chosen from diamond, C—BN, silicon carbide and alumina, (2)the diameter of wire is 0.1-0.3mm, (3)the feed rate of wire is 100-700m/min., (4)incision rate is 0.1-2mm/min..

第 1 圖



- 1 . . . 基板
- 2 . . . LED 晶片
- 3 . . . 金屬 電路
- 4 . . . 絕緣層
- 5 . . . 阻焊劑



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：99104277

COLB 31/04

※ 申請日：99.2.11

※IPC 分類：

CO4B 41/88

H01L 23/373

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 33/64

由鋁-石墨複合物所構成之基板之製法、使用基板之散熱組件及 LED 發光構件

METHOD FOR MANUFACTURING SUBSTRATE FORMED BY
ALUMINUM-GRAPHITE COMPOSITE, HEAT RADIATING COMPONENT
USING SUBSTRATE AND LED LUMINESCENT MEMBER

二、中文發明摘要：

本發明係一種基板之製法，其將表面粗糙度 (Ra) 為 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ 、在溫度 25°C 的熱傳導率為 $150 \sim 300 \text{ W/mK}$ 、呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值 / 最小值為 $1 \sim 1.3$ 、在溫度 $25^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 的熱膨脹係數為 $4 \times 10^{-6} \sim 7.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值 / 最小值為 $1 \sim 1.3$ 、而且 3 點彎曲強度為 $50 \sim 150 \text{ MPa}$ 的鋁-石墨複合物，使用多線線鋸機，根據下述 (1)~(4) 的條件，加工成厚度 $0.5 \sim 3 \text{ mm}$ 的板狀：(1) 所接合的磨粒為選自鑽石、立方晶氮化硼 (C-BN)、碳化矽、氧化鋁的 1 種以上，平均粒徑為 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 、(2) 纜線線徑為 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$ 、(3) 纜線進給速度為 $100 \sim 700 \text{ m/分鐘}$ 、(4) 切入速度為 $0.1 \sim 2 \text{ mm/分鐘}$ 。

三、英文發明摘要：

Disclosed is a manufacturing method of substrate, which is produced from aluminum-graphite composite. The aluminum-graphite composite has a surface roughness (Ra) of $0.1-3\mu\text{m}$, a thermal conductivity of $150-300\text{W/mK}$ at 25°C , Max./Min. of orthogonal three direction thermal conductivity of 1-1.3, a thermal expansion coefficient of $4\times 10^{-6}-7.5\times 10^{-6}/\text{K}$ at $25^\circ\text{C}-150^\circ\text{C}$, Max./Min. of orthogonal three direction thermal expansion coefficient of 1-1.3. This aluminum-graphite composite, that have a three points bending strength of $50-150\text{MPa}$, is treated by multi wire-saw with following requirements (1) to (4) and the aluminum-graphite composite can be processed to plate with thickness of $0.5-3\text{mm}$: (1) combinative abrasive is chosen from diamond, C-BN, silicon carbide and alumina, (2) the diameter of wire is $0.1-0.3\text{mm}$, (3) the feed rate of wire is $100-700\text{m/min.}$, (4) incision rate is $0.1-2\text{mm/min.}$.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 基板
- 2 LED 晶片
- 3 金屬電路
- 4 絕緣層
- 5 阻焊劑

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於由鋁-石墨複合物所構成之基板、使用它之散熱組件及 LED 發光構件。

【先前技術】

近年來，以可輕量化、薄型化及省電力化的照明、發光手段而言，發光二極體（以下稱為 LED）備受矚目。LED 元件係在半導體的 pn 接合流通順向電流時即會發光的元件，使用 GaAs、GaN 等 III-V 族半導體結晶予以製造。隨著半導體的磊晶成長技術與發光元件製程技術的進步，開發出轉換效率優異的 LED，在各種領域中廣泛被使用。

LED 元件係由在單結晶成長基板上使 III-V 族半導體結晶磊晶成長後的 p 型層與 n 型層及被夾於兩者之間的光活性層所構成。一般而言，在單結晶藍寶石等的成長基板上，使 GaN 等 III-V 族半導體結晶磊晶成長後，形成電極等而形成 LED 發光元件（專利文獻 1）。

近年來，LED 元件的發光效率的改善急速發展，發熱量隨著 LED 的高亮度化而增加。因此，若未採取充分的散熱對策，會使 LED 的可靠性降低。具體而言，隨著 LED 元件溫度的上升，會有亮度降低及元件壽命降低的問題發生。因此，爲了提高 LED 封裝體的散熱性，在安裝 LED 的基板部分採用銅或鋁等熱傳導率高的金屬材料。若僅以基板而散熱不充分時，會有另外使用金屬製的散熱片來作爲

散熱對策的情形。

因應 LED 元件對於照明用途的應用，另外 LED 的高輸出化、大型化亦不斷進展。一般而言，LED 元件係藉由焊料等而接合在基板來使用，但是若 LED 元件與基板材料的熱膨脹率不同，則會在接合層發生應力，在最差的情形下，會發生 LED 元件的破壞等的情形，而會使可靠性顯著降低。

爲了對應隨著 LED 的高輸出化、大型化所造成的發熱量的增加，以熱傳導率高且熱膨脹係數小的材料而言，已知有陶瓷粒子與金屬鋁複合化的金屬基複合材料（專利文獻 2）。例如，在鋁與碳化矽複合化的金屬基複合材料在特性面雖滿足上述特性，但是爲不易加工材料，若作爲 LED 用基板加以使用時，會有昂貴的問題。因此，以加工性較爲優異的金屬基複合材料而言，探討一種鋁與石墨複合化的金屬基複合材料（專利文獻 3）。

由鋁與石墨所構成的金屬基複合材料在最初係作爲滑動構件而被開發。爲了使特性提升，探討在高溫・高壓下，使鋁合金含浸在石墨材料，以改善特性（專利文獻 4）。

（專利文獻 1）日本特開 2005-117006 號公報

（專利文獻 2）日本專利第 3468358 號

（專利文獻 3）日本專利第 3673436 號

（專利文獻 4）日本特開平 5-337630 號公報

【發明內容】

在使鋁-石墨複合物的熱傳導特性提升時，使用結晶性

高的焦炭系石墨材料作為石墨材料極為有效。但是，焦炭系石墨材料係材料的各向異性(anisotropy)強，與鋁作複合化所得的鋁-石墨複合物亦在特性產生各向異性。LED發光構件的基板材料係除了熱傳導率或熱膨脹率等特性以外，作為構件的均一性亦很重要。在使用極端具有各向異性的材料時，會有發生翹曲等情形或在最差的情形下發生LED元件的破壞的問題。

熱傳導率等特性優異的鋁-石墨複合物最好係以鍛鑄造法加以製造。但是，鍛鑄造法中所使用的材料較為昂貴，因此當使用利用鍛鑄造法且照一般方法所製造的鋁-石墨複合物作為LED發光構件用的基板時，會有LED發光構件變得昂貴的問題。

LED發光構件係除了所使用的基板材料以外，在發光構件全體的散熱對策亦非常重要。因此，除了使用散熱特性優異的基板材料以外，若搭載LED的電路部分所用的絕緣材料的特性及厚度等不適當，會有作為LED發光構件未能充分發揮特性的問題。

本發明係鑑於上述狀況而研創者，其目的在提供散熱特性及可靠性優異的LED發光構件及構成它的散熱組件。

(解決問題之手段)

本發明為達成上述目的而精心研究的結果，獲得以鍛鑄造法將長方體形狀的各向同性(isotropy)石墨材料與鋁合金複合化，藉此可有效率地製作熱傳導率、熱膨脹率、

強度特性優異的鋁-石墨複合物，且利用多線線鋸機將加工條件優化，可藉此減低切斷餘量（切削寬幅）的材料損失，而且有效率地獲得由板狀鋁-石墨複合物所構成的基板。此外，藉由將基板形狀、絕緣材料及電路構成適性化，可獲得散熱特性及可靠性優異的LED發光構件的知識而完成本發明。其中，本說明書中，「基板」係指安裝銅箔或電子組件前的母材。

亦即，本發明係關於一種基板之製法，其將表面粗糙度(Ra)為 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ 、在溫度 25°C 的熱傳導率為 $150 \sim 300 \text{W} / \text{mK}$ 、呈正交的3方向的熱傳導率的最大值/最小值為 $1 \sim 1.3$ 、在溫度 $25^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 的熱膨脹係數為 $4 \times 10^{-6} \sim 7.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、呈正交的3方向的熱膨脹係數的最大值/最小值為 $1 \sim 1.3$ 、而且3點彎曲強度為 $50 \sim 150 \text{MPa}$ 的鋁-石墨複合物，使用多線線鋸機，根據下述(1)~(4)的條件，加工成厚度 $0.5 \sim 3 \text{mm}$ 的板狀：

- (1)所接合的磨粒為選自鑽石、立方晶氮化硼(C-BN)、碳化矽、氧化鋁的1種以上，平均粒徑為 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 、
- (2)纜線線徑為 $0.1 \sim 0.3 \text{mm}$ 、
- (3)纜線進給速度為 $100 \sim 700 \text{m} / \text{分鐘}$ 、
- (4)切入速度為 $0.1 \sim 2 \text{mm} / \text{分鐘}$ 。

此外，本發明係關於具有藉由上述製法所製造的基板的散熱組件。散熱組件係可在基板的一主面被加工成鰭板形狀，亦可在基板施行深孔加工，亦可在基板表面形成鍍

披層，可在基板的一主面及／或兩主面隔著絕緣層，形成金屬電路，亦可在基板的一主面及／或兩主面隔著活性金屬接合劑層，形成金屬電路。

此外，本發明亦關於一種發光構件，其在散熱組件中之基板的一主面及／或兩主面，直接及／或在該等的面上所形成的絕緣層及／或活性金屬接合劑層及／或金屬電路上，搭載 LED 裸晶片及／或 LED 封裝體。

此外，本發明亦包含鋁-石墨複合物的製法，該製法係包含：在溫度 25℃ 的熱傳導率為 100~200W/mK、呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值／最小值為 1~1.3、在溫度 25℃~150℃ 的熱膨脹係數為 $2 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$ / K、呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值／最小值為 1~1.3、氣孔率為 10~20 體積%的焦炭系石墨為原料的各邊長度為 100~500mm 的長方體形狀的各向同性石墨材料，藉由鍛鑄造法，施以 20MPa 以上的壓力，將含有矽 3~20 質量%的鋁合金進行加壓含浸，以鋁合金含浸各向同性石墨材料氣孔的 70% 以上。

【實施方式】

以下針對本發明之 LED 發光構件及其所使用之由鋁-石墨複合物所構成之基板的實施形態加以說明。

由本發明之鋁-石墨複合物所構成之基板 1 的石墨材料係以在溫度 25℃ 的熱傳導率為 100~200W/mK，而且呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值／最小值為 1~1.3，在溫

度 $25^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 的熱膨脹係數為 $2 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6} / \text{K}$ ，而且呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值 / 最小值為 1 ~ 1.3，氣孔率為 10 ~ 20 體積 % 的焦炭系石墨為原料的各邊長度為 100 ~ 500 mm 之長方體形狀的各向同性石墨材料。在本說明書中，所謂「呈正交的 3 方向」係指對長方體形狀之各向同性石墨材料的各主面呈垂直的 3 方向（縱方向、橫方向、高度方向）。

藉由將鋁合金加壓含浸在各向同性石墨材料來製作鋁-石墨複合物。藉由使用具有上述特性的各向同性石墨材料，獲得具有作為 LED 發光構件的基板材料所被要求的特性的鋁-石墨複合物。以將各向同性石墨材料與鋁合金複合化的手法而言，若考慮到所得鋁-石墨複合物的特性，以將各向同性石墨材料與鋁合金加熱至鋁合金的熔點以上之後再進行加壓含浸的鍛鑄造法較為合適。

各向同性石墨材料在溫度 25°C 的熱傳導率為 100 ~ 200 W / mK，而且呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值 / 最小值為 1 ~ 1.3。各向同性石墨材料的熱傳導率若未達 100 W / mK，所得鋁-石墨複合物的熱傳導率會變低，若作為 LED 發光構件的基板材料加以使用時，散熱特性會不足，故較不理想。關於上限，雖然並沒有特性上的限制，但是若熱傳導率超過 200 W / mK，材料本身會變得昂貴，特性的異方性變強，故較不理想。此外，若各向同性石墨材料之呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值 / 最小值超過 1.3，散熱

特性的各向異性會變得過大，若作為 LED 發光構件的基板材料加以使用時，會過渡性發生 LED 元件的溫度上升等問題，故較不理想。

各向同性石墨材料在溫度 $25^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 的熱膨脹係數為 $2 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6} / \text{K}$ ，而且呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值 / 最小值為 $1 \sim 1.3$ 。若各向同性石墨材料在溫度 $25^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 的熱膨脹係數未達 $2 \times 10^{-6} / \text{K}$ 或超過 $5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 時，所得鋁-石墨複合物與 LED 元件的熱膨脹係數差會變得過大，會讓 LED 元件的壽命降低，且依情形會發生 LED 元件損壞等問題，故較不理想。此外，若各向同性石墨材料在溫度 $25^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 之呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值 / 最小值超過 1.3 時，所得鋁-石墨複合物的熱膨脹係數的各向異性會變得過大。LED 元件發光時，會對 LED 元件施加不均等的應力，會讓 LED 元件的壽命降低，且依情形會發生 LED 元件損壞等問題，故較不理想。

此外，各向同性石墨材料係以氣孔率為 $10 \sim 20$ 體積 % 的焦炭系石墨為原料。若氣孔率未達 10 體積 %，在將鋁合金進行加壓含浸時，在氣孔部分不能充分含浸鋁合金，會有使所得鋁-石墨複合物的熱傳導率特性降低的情形。此外，若氣孔率超過 20 體積 %，會使所得鋁-石墨複合物中之鋁合金含有量變多，結果會造成使鋁-石墨複合物的熱膨脹係數變大的情形。以各向同性石墨材料的原料而言，由熱傳導率方面來看，以焦炭系石墨為原料，以靜止水壓成形

後，經石墨化所得的各向同性石墨材料較為適合。

爲了廉價提供最終獲得的基板 1，必須使之後的加工工程（具體而言爲切斷加工工程）亦列入考慮，而必須最有效率地製作鋁-石墨複合物。尤其在加壓含浸法中，如何有效率地製作鋁-石墨複合物乃極爲重要。爲了有效率地實施切斷加工，以各邊長度爲 100~500mm 的長方體形狀最有效率。若爲各邊長度未達 100mm 的長方體形狀的情形，以 1 次複合化所得的鋁-石墨複合物的體積較小，加工後所得的基板 1 的平均單位體積的成本會變高，故較不理想。另一方面，若各邊長度超過 500mm，除了處理性降低以外，複合化所使用的設備及切斷加工所使用的設備會變得非常昂貴，最終加工後所得基板 1 的平均單位體積的成本會變高，故較不理想。

接著，以鐵製治具等夾住該長方體形狀的各向同性石墨材料，在形成爲層積體之後，以溫度 600~750℃ 在空氣氣氛或氮氣氛下加熱後，配置在高壓容器內，爲了防止層積體的溫度降低，儘可能迅速供給加熱至熔點以上的鋁合金的熔融金屬並以 20MPa 以上的壓力加壓，使鋁合金含浸在石墨材料的空隙中，藉此獲得鋁-石墨複合物。此外，爲了去除在含浸時的變形，而對含浸品進行退火處理。層積時所用的治具，由脫模性方面來看，有會使用石墨或氧化鋁等脫模劑塗布。

若層積體的加熱溫度未達溫度 600℃，鋁合金無法充

分複合化，鋁-石墨複合物的熱傳導率等特性會降低，故較不理想。另一方面，若加熱溫度超過 750°C ，在與鋁合金複合化時，會生成低熱傳導率的碳化鋁，而使鋁-石墨複合物的熱傳導率降低，故較不理想。此外，若含浸時的壓力未達 20MPa ，鋁合金無法充分複合化，鋁-石墨複合物的熱傳導率會降低，故較不理想。較佳的含浸壓力為 50MPa 以上。

製造鋁-石墨複合物所用的鋁合金係以含有矽 $3\sim 20$ 質量%為佳。若矽含有量超過 20 質量%，鋁合金的熱傳導率會降低，故較不理想。另一方面，若矽含有量未達 3 質量%，熔解後的鋁合金的流動性會變差，在含浸時，鋁合金無法充分浸透至各向同性石墨材料的空隙內，故較不理想。關於鋁合金中的鋁、矽以外的金屬成分，若為極端地特性不變的範圍，則並未特別有所限制，若為鎂，可至 3 質量%左右的含量。

以有效率地將長方體形狀的鋁-石墨複合物加工成基板 1 的方法而言，藉由多線線鋸機來進行切斷。使鋁合金含浸在石墨材料的空隙中的鋁-石墨複合物係加工性優異的材料，但是材料本身若與銅或鋁等金屬材料相比，其較為昂貴。因此，為了更加廉價地製作基板 1，要如何有效率的製作鋁-石墨複合物而加工成板狀乃極為重要。具體而言，發現利用優化多線線鋸機的加工條件，藉此使切斷餘量（切削幅）的材料損失儘量減低而有效率地進行切斷加

工，而且，發現其可確保供作為基板材料使用之充分的表面精度。此外，在本說明書中，所謂「板狀」係統稱具有平行或大致平行之 2 主面的形狀者，其主面可為圓板形狀、橢圓形狀、三角形等形狀。

在利用多線線鋸機的切斷加工中大致上有游離磨粒方式與固定磨粒方式，但是由於被加工物的鋁-石墨複合物的硬度高，因此為了有效率地進行切斷加工，以採用固定磨粒方式為佳。切斷長方體形狀之鋁-石墨複合物所使用的多線線鋸機的纜線係為選自平均粒徑為 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 的鑽石、立方晶氮化硼、碳化矽、氧化鋁的 1 種以上作為磨粒來進行接合而成的纜線。由加工效率方面來看，以使用將鑽石磨粒予以電沈積後的纜線為最佳。若磨粒的平均粒徑未達 $10 \mu\text{m}$ ，加工性會降低，無法有效率地進行切斷加工，此外，由於加工時的纜線震動以致在加工面發生凹凸，故較不理想。另一方面，若磨粒的平均粒徑超過 $100 \mu\text{m}$ ，加工品的面精度會降低，表面粗糙度會變得過於粗糙，故較不理想。此外，若磨粒的平均粒徑超過 $100 \mu\text{m}$ ，纜線徑會變大，纜線價格變得昂貴，並且切斷餘量的材料損失會變大，故較不理想。

多線線鋸機的纜線線徑以 $0.1 \sim 0.3 \text{mm}$ 為佳，以 $0.15 \sim 0.25 \text{mm}$ 為更佳。若纜線線徑未達 0.1mm ，可接合的磨粒粒度會變得過細，加工速度會降低，故較不理想。若纜線線徑超過 0.3mm ，纜線價格會變得昂貴，並且切斷餘量的

材料損失會變大，故較不理想。

藉由多線線鋸機的加工條件係纜線進給速度為 $100 \sim 700 \text{ m} / \text{分鐘}$ ，而且切入速度為 $0.1 \sim 2 \text{ mm} / \text{分鐘}$ 的條件。若纜線的進給速度未達 $100 \text{ m} / \text{分鐘}$ ，無法得到充分的加工速度，加工成本會變高，故較不理想。另一方面，若纜線的進給速度超過 $700 \text{ m} / \text{分鐘}$ ，雖可得到充分的加工速度，但是昂貴的纜線摩耗較為劇烈，故較不理想。此外，若纜線的切入速度未達 $0.1 \text{ mm} / \text{分鐘}$ ，無法得到充分的加工速度，加工成本變高，故較不理想，相反地，若切入速度超過 $2 \text{ mm} / \text{分鐘}$ ，會在切斷加工面發生凹凸或纜線斷線，故較不理想。

利用多線線鋸機將鋁-石墨複合物進行切斷加工所得的基板 1 的厚度係以 $0.5 \sim 3 \text{ mm}$ 為佳，更佳為 $1 \sim 2 \text{ mm}$ 。若鋁-石墨複合物 1 的板厚未達 0.5 mm ，當作為搭載 LED 元件的基板材料而加以使用時，熱容量會不足，且 LED 元件的溫度會瞬間上升，故較不理想。另一方面，若板厚超過 3 mm ，厚度方向的熱電阻會增加，LED 元件的溫度會上升，故較不理想。

鋁-石墨複合物係各向同性石墨材料的氣孔的 70% 以上被鋁合金予以含浸。若未被鋁合金予以含浸的氣孔超過 30%，鋁-石墨複合物的熱傳導率會降低，故較不理想。

鋁-石墨複合物係在溫度 25°C 的熱傳導率為 $150 \sim 300 \text{ W} / \text{mK}$ ，而且呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值 / 最

小值為 1~1.3。若在溫度 25℃ 的熱傳導率未達 150W/mK，當作 LED 發光構件的基板材料加以使用時，散熱特性會不足，故較不理想。關於上限，雖然沒有特性上的限制，但是由於材料本身變得較為昂貴、或特性的異方性變強，故較不理想。此外，若呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值/最小值超過 1.3，散熱特性的異方性會變得過大，當作 LED 發光構件的基板材料加以使用時，會有過渡性 LED 元件的溫度上升等問題，故較不理想。

鋁-石墨複合物係在溫度 25℃~150℃ 的熱膨脹係數為 $4 \times 10^{-6} \sim 7.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ ，而且呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值/最小值為 1~1.3。若在溫度 25℃~150℃ 的熱膨脹係數未達 $4 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、或超過 $7.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ ，鋁-石墨複合物與 LED 元件的熱膨脹係數差會變得過大，會讓 LED 元件的壽命降低，且依情形有 LED 元件損壞等問題發生，故較不理想。此外，若在溫度 25℃~150℃ 之呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值/最小值超過 1.3，鋁-石墨複合物的熱膨脹係數的異方性會變得過大，在 LED 元件發光時會對 LED 元件施加不均等的應力，會讓 LED 元件的壽命降低，且依情形有 LED 元件損壞等問題發生，故較不理想。

鋁-石墨複合物的 3 點彎曲強度為 50~150MPa。若 3 點彎曲強度未達 50MPa，在處理時會發生破片等情形。此時，由於鋁-石墨複合物係導電性材料，因此會造成絕緣不良等原因，故較不理想。此外，將由鋁-石墨複合物所構成

的基板 1 以螺絲固定在散熱片或框體加以使用時，在螺絲鎖緊時會有發生破片等的情形，故較不理想。關於 3 點彎曲強度的上限，雖然沒有特性上的限制，但是為了成為鋁-石墨複合物的 3 點彎曲強度超過 150MPa 的高強度，必須添加其他陶瓷粒子或添加熱傳導特性差的鑲嵌石墨等。此時，會有鋁-石墨複合物的熱傳導率降低的情形，故較不理想。此外，當將 LED 發光構件用在汽車等移動機器用的照明用途時，若強度不充分，則會因振動等而發生破片或破損等，故較不理想。

鋁-石墨複合物的表面粗糙度 (Ra) 較佳為 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ ，更佳為 $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 。若表面粗糙度 (Ra) 超過 $3 \mu\text{m}$ ，當作為 LED 發光構件的基板材料加以使用時，無法得到與絕緣層 4 或 LED 元件接合時的密接強度，此外由於低熱傳導的絕緣層 4 的厚度變厚而使散熱特性降低，故較不理想。另一方面，關於表面粗糙度 (Ra) 的下限，雖然在特性方面沒有限制，但是為了使 Ra 達到低於 $0.1 \mu\text{m}$ ，長方體形狀鋁-石墨複合物的切斷效率會降低，加工成本變得昂貴，故較不理想。表面粗糙度係在切斷加工面達成作為目標的表面粗糙度，但是亦可視需要施行研磨加工等，而調整成所希望的表面粗糙度。

當將搭載有 LED 元件的基板 1 作為 LED 發光構件加以使用時，由散熱性方面，大多透過散熱油脂或散熱薄片等而接合在金屬製散熱片或框體等而加以使用。在如上所示

之使用形態中，爲了確保接合面的密接性，採用將搭載有 LED 元件的基板 1 以螺絲固定在金屬製散熱片或框體等的方法。在基板 1 形成孔洞，將搭載有 LED 元件的基板以螺絲固定在散熱片或框體等，藉此可使兩者的密接性提升，並且可使接合部分的可靠性提升。鋁-石墨複合物由於加工性優異，因此可利用一般的鑽頭等來進行深孔加工。此外，亦可藉由雷射加工或噴射水流加工甚至衝壓加工來形成孔洞。關於孔洞形狀，若爲可以螺絲固定的形狀即可，亦可爲 U 字形狀等。

爲了使 LED 發光構件的散熱性提升，未透過散熱油脂或散熱薄片等，而在由板狀鋁-石墨複合物所構成的基板 1 直接設置散熱片機構（散熱鰭板）爲佳。鋁-石墨複合物由於加工性優異，因此可藉由將 LED 元件的非搭載面側直接加工成鰭板形狀來設置散熱片機構。藉由將基板 1 的一主面加工成鰭板形狀，可改善 LED 發光構件的散熱特性，並且不需要其他散熱用構件，而可使組件數減低及 LED 發光構件小型化。此外，鋁-石墨複合物由於藉由輻射而使散熱特性優異，因此爲適於作爲散熱鰭板的材料。

LED 發光構件係在由板狀鋁-石墨複合物所構成的基板 1 接合有 LED 元件者。接合方法一般係使用高熱傳導性接著劑或焊接等。由熱傳導性方面來看，較佳爲未隔著熱傳導率低的絕緣層 4 而直接焊接在基板 1。但是，由於鋁-石墨複合物並無法直接焊接，因此在鋁-石墨複合物表面形

成鍍敷層。鍍敷層的形成方法並未特別有所限定，可藉由電鍍或無電解鍍敷來形成。鍍敷材質可採用鎳、銅、金、錫等，亦可使用該等之複合鍍敷。關於鍍敷厚度，若為可確保作為基材的鋁-石墨複合物與鍍敷層的密接性及焊料潤濕性的範圍，由熱傳導方面來看，以儘量薄者為佳，一般而言為 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

LED 發光構件的 LED 元件可為裸晶片，亦可為經封裝體化的構造。此外，在基板 1 的一主面或兩主面形成金屬電路 3 的散熱組件與 LED 元件所接觸的部分可作或不作電性絕緣處置均可。在此，本說明書中所謂「散熱組件」係將由 LED 元件所發生的熱進行散熱的構件的統稱，例如在由鋁-石墨複合物所構成的基板 1 的一主面或兩主面任意形成金屬電路 3 者。

在第 1 圖及第 3 圖顯示 LED 元件與散熱組件相接觸部分未作電性絕緣處置時之一實施形態。在由板狀鋁-石墨複合物所構成之基板 1 的一主面或兩主面隔著絕緣層 4 或活性金屬接合材層 7，形成金屬電路 3，藉由直接焊接法等金屬電路 3 表面或基板 1 配置 LED 元件（LED 晶片 2）的構造。

形成在基板 1 的一主面或兩主面的絕緣層 4 以耐熱性樹脂與無機填充劑為主成分的硬化性樹脂組成物，而且硬化後的熱傳導率為 $1\text{W}/\text{mK}$ 以上較佳。以耐熱樹脂而言，可使用例如環氧樹脂、矽氧樹脂、聚醯胺樹脂、丙烯酸樹

脂等。耐熱樹脂的使用比例為 10~40 容量%，若未達 10 容量%，絕緣層組成物的黏度會上升而使作業性降低，另一方面，若超過 40 容量%，則絕緣層的熱傳導性會降低，故較不理想。

基板 1 與 LED 元件之材質的熱膨脹係數差較大時，為了緩和因熱循環所造成之接合部分的疲勞，硬化後的樹脂組成物的儲藏彈性係數以 300K、15000MPa 以下為佳。此時，硬化性樹脂組成物係可藉由：(1)以環氧樹脂為主體的樹脂、(2)具有聚醚骨架，在主鏈末端具有 1 級胺基的硬化劑、及(3)組合無機充填劑，提供應力緩和性、電性絕緣性、散熱性、耐熱性、耐濕性優異的硬化物。環氧樹脂係可使用雙酚 F 型環氧樹脂或雙酚 A 型環氧樹脂等通用的環氧樹脂，但是若將選自具有雙環戊二烯骨架的環氧樹脂、具有萘骨架的環氧樹脂、具有聯苯骨架的環氧樹脂及具有酚醛樹脂骨架的環氧樹脂的 1 種以上，在全環氧樹脂中含有 10 質量%以上，應力緩和性與耐濕性的平衡會更加提升。在具有酚醛樹脂骨架之具代表性的環氧樹脂中係有苯酚酚醛樹脂型環氧樹脂或甲酚酚醛樹脂型環氧樹脂，但是亦可使用一併具有雙環戊二烯骨架、萘骨架或聯苯骨架與酚醛樹脂骨架的環氧樹脂。以環氧樹脂而言，亦可單獨使用具有上述骨架的環氧樹脂。此外，以環氧樹脂為主體之其他樹脂而言，亦可摻合苯酚樹脂、聚醯亞胺樹脂等熱硬化性樹脂或苯氧基樹脂、丙烯酸橡膠、丙烯腈-丁二烯橡膠等高分

子量樹脂，但是若考慮到應力緩和性、電性絕緣性、耐熱性、耐濕性的平衡，上述高分子量樹脂的摻含量相對與環氧樹脂的合計量為 30 質量%以下較佳。

硬化劑係具有聚醚骨架，使用在主鏈末端具有 1 級胺基的硬化劑降低硬化後樹脂組成物的儲藏彈性係數。亦可與其他硬化劑合併使用。若合併使用芳香族胺系硬化劑，可使應力緩和性、電性絕緣性、耐濕性等的平衡更加合適。以芳香族胺系硬化劑而言，可使用二胺基二苯基甲烷、二胺二苯砜、間苯二胺等。亦可另外合併使用苯酚酚醛樹脂等硬化劑。

以無機填充劑而言，係列舉如氧化鋁 (alumina)、氧化矽、氧化鎂等氧化物陶瓷、氮化鋁、氮化矽、氮化硼等氮化物陶瓷及碳化物陶瓷等。硬化性樹脂組成物中的無機填充劑的比例為無機填充劑 18~27 容量%。在該範圍以外，會使樹脂組成物黏度上升、熱傳導率降低，故較不理想。無機填充劑較佳為最大粒徑 100 μm 以下、最小粒徑 0.05 μm 以上，且為球狀粒子。此外，以含有粒徑 5~50 μm 的粒子 50~75 質量%、含有粒徑 0.2~1.5 μm 的粒子 25~50 質量%為更佳。

在構成絕緣層 4 的硬化性樹脂組成物中亦可視需要來使用矽烷系耦合劑、鈦酸酯系耦合劑、安定劑、硬化促進劑等。以金屬電路 3 的材料而言，列舉有：銅箔、鋁箔、銅-鋁披覆箔、銅-鎳鋁披覆箔等。

以在由鋁-石墨複合物所構成的基板 1 上隔著絕緣層 4，形成金屬電路 3 的手法而言，列舉如下所示者。藉由網版印刷等方法將構成絕緣層 4 的硬化性樹脂組成物漿體在基板 1 作圖案印刷，在加熱且形成為半硬化狀態之後，在其上貼合金屬箔，藉由更進一步的加熱而形成為大致完全硬化狀態的方法、或預先將絕緣層 4 加工成半硬化狀態的薄片狀，藉由熱壓裝置而連同金屬箔一起一體化的方法。針對電路的圖案形成方法並未特別有所限制，但是較佳為預先在金屬箔上的預定部位塗布阻劑油墨，在加熱或 UV 硬化後，利用氯化銅、雙氧水與硫酸的混合物等的蝕刻劑，藉由蝕刻來形成。

在第 2 圖中顯示 LED 元件與散熱組件相接觸部分作電性絕緣處置時之一實施形態。第 2 圖係顯示在由鋁-石墨複合物所構成的基板 1 的一主面或兩主面隔著絕緣層 4 形成金屬電路 3 且在 LED 元件（LED 晶片 2）的下部隔著層間連接突起 6，為層間相連接的構造。

或者，如第 3 圖所示，以在由鋁-石墨複合物所構成的基板 1 的一主面及／或兩主面隔著活性金屬接合材層 7，形成金屬電路 3 為其特徵的散熱構造為佳。

在第 2 圖中，以金屬電路 3 的材料、絕緣層 4 的材料而言，亦可與第 1 圖所示情形相同。在由鋁-石墨複合物所構成的基板 1 上形成層間連接突起 6 的方法，若金屬電路 3 與層間連接突起 6 可作導電連接的方式所形成者，則可

爲任意者，例如藉由金屬鍍敷所形成的方法、藉由導電性糊漿所形成的方法等。以在具有該層間連接突起 6 的狀態下形成絕緣層 4 的手法而言，有藉由網版印刷等方法，使構成絕緣層 4 的組成物形成爲漿體狀者在層間連接突起 6 的周圍及上部填充，加熱而形成爲半硬化狀態之後，在其上貼合金屬箔，再更進一步的加熱而形成爲大致完全硬化狀態之後，藉由蝕刻等方法去除層間連接突起 6 上部的金屬電路，再藉由雷射加工等來去除絕緣層組成物的方法、或預先將絕緣層組成物加工成半硬化狀態的薄片狀，藉由熱壓裝置，連同金屬箔一起一體化，形成爲在與層間連接突起 6 相對應的位置具有凸部，且在其表面形成有金屬層的層積體，將該層積體的凸部去除，而使層間連接突起 6 露出等手法。

在第 3 圖中，以金屬電路 3 的材料而言，係使用單體 Al 製、或 Al-Si 合金、Al-Si-Mg 合金、Al-Mg-Mn 等單體 Al 合金製。

以構成活性金屬接合材層 7 的材料而言，係使用 Al-Si 系或 Al-Ge 系合金或 Al-Cu-Mg 系合金，但是尤其以 Al-Cu-Mg 系合金爲佳。首先，Al-Cu-Mg 系合金與 Al-Si 系、Al-Ge 系、Al-Si-Ge 系或在該等之中添加 Mg 之系相比，與陶瓷系素材的接合條件的容許幅度較大，即使不在真空中亦可接合，因此可進行生產性優異的接合。亦即，Al-Si 系或 Al-Ge 系中，若未以較大量添加 Si 或 Ge，則熔點不

會降低，但是若大量添加時，則會發生硬化且脆化的問題。爲了不會發生如上所述之問題，例如若在 Al-Si 系合金中將 Si 比例降低至 5%，則熔點成爲 615℃，即使進行加壓，亦難在 620℃ 以下的溫度進行接合。相對於此，在 Al-Cu-Mg 系合金中，即使將 Cu 比例降低至 4% 左右，藉由適當尋求加壓等手段，亦可進行 600℃ 左右的接合，接合條件的容許幅度較大。

接著，Al-Cu-Mg 系合金與 Si 或 Ge 相比，Cu 或 Mg 容易在 Al 中均一擴散，因此不易發生局部熔融或壓出多餘的接合材而發生溢出，可在較短時間內進行穩定的接合。

所使用的 Al-Cu-Mg 系合金係除了 Al、Cu、Mg 的三種成分合金外，亦可含有除此以外的成分。例如除了 Al、Cu、Mg 以外，亦可含有 Zn、In、Mn、Cr、Ti、Bi、B、Fe 等成分合計 5 重量% 左右以下。

Al-Cu-Mg 系合金中之 Cu 的比例較佳爲 2~6 重量%。若未達 2 重量%，接合溫度會變高而接近於 Al 的熔點，而且若超過 6 重量%，在接合後之接合材的擴散部會變得特別硬而會有電路基板可靠性降低之虞。較佳爲 1.5~5 重量%。另一方面，關於 Mg，係藉由少量添加而使接合狀態成爲良好。此係因 Al 表面的氧化物層去除效果或氮化鋁基板表面與接合材的潤濕性改善效果所推測。Mg 的比例較佳爲 0.1~2 重量%。若未達 0.1 重量%，添加效果變得不明顯，若超過 2 重量%，除了會對 Al 或 Al 合金的硬度造成不良

影響之外，亦會有在接合時大量揮發而對爐作業造成妨礙的情形。最好為 0.3~1.5 重量%。

若列舉所使用接合材之市面販售品之一例，以在 Al 中含有 4 重量%左右的 Cu 與 0.5 重量%左右的 Mg 的 2018 合金、甚至含有 0.5 重量%左右的 Mn 等的 2017 合金為代表，有 2001、2005、2007、2014、2024、2030、2034、2036、2048、2090、2117、2124、2214、2218、2224、2324、7050 等。

接合溫度係可適用 560~630℃ 之極寬範圍，但是適合範圍依接合材的組成而異。當添加 Zn 或 In 等低熔點成分、或 Cu 或 Mg 等含有量較多時，即使在 600℃ 以下亦可充分接合。接合溫度若超過 630℃，在接合時容易發生焊接缺陷（在電路所發生的蟲蛀現象），故較不理想。

加熱接合時，對由鋁-石墨複合物所構成的基板 1 的板面呈垂直方向以 10~100kgf/cm² 加壓較佳，尤其以 15~80kgf/cm² 進行加壓更佳。以加壓方法而言，係可藉由載置壓重物或使用治具以機械式施加來進行。在少於接合開始的溫度加壓、例如 95.7%Al-4%Cu-0.3%Mg 合金箔，當在 610℃ 下接合時，係至 580℃ 為止被保持在該壓力內為宜。

在散熱組件中，在由板狀鋁-石墨複合物所構成的基板 1 的一主面及／或兩主面形成金屬電路 3、例如形成 Al 系電路。Al-Cu-Mg 系合金的接合材係在基板 1 與構成金屬電路 3 的 Al 系電路圖案、Al 系電路形成用金屬板之間作層

積，但是若預先與該等披覆化，則較易於使用。

使用 Al-Cu-Mg 系合金來作為構成活性金屬接合材層 7 的接合劑，藉此可明顯提高散熱組件的生產性。其理由之一在於接合並非限定於真空爐。真空爐原本就昂貴，而且難以連續化，此外若為批次式爐，則容積效率差。若選擇使用大型爐時容易產生溫度分布，高收率下的生產無法期待。相對於此，若使用 Al-Cu-Mg 系合金取代傳統的 Al-Si 系或 Al-Ge 系合金的接合材，即使不在真空下，亦可在 N₂、H₂、惰性氣體及該等混合氣體的低氧氣氛下進行接合，因此爐構造變得簡單、連續化亦變得容易。藉由連續化，可使溫度分布等的製品不均因素減低，可製造良率佳、品質穩定的製品。

當使用 Al 系電路形成用金屬板作為構成金屬電路 3 的構件來製造散熱組件時，以 Al 系電路形成用金屬板與由板狀鋁-石墨複合物所構成的基板 1 彼此相鄰的方式層積加熱較佳。原因在於 Al 系電路形成用金屬板的熱膨脹係數比鋁-石墨複合物大，因此減輕因接合後的冷卻，使由板狀鋁-石墨複合物所構成的基板 1 周圍凸形的變形。此係利用 Al 為屬於容易塑性變形的材料的特性者，為了避開 Al 材彼此的接著，亦可視需要而使隔離材介於其中。

[實施例]

(實施例 1、2)

實施例 1 係將體積密度 1.83 g/cm³ 的的各向同性石墨

材料（東海碳公司（Tokai Carbon Co., Ltd.）製：G347）、實施例 2 係將體積密度 $1.89\text{g}/\text{cm}^3$ 的各向同性石墨材料（東海碳公司製：G458）加工成 $200\text{mm}\times 200\text{mm}\times 250\text{mm}$ 之尺寸的長方體形狀後，以塗布有石墨脫模劑的板厚 12mm 鐵板夾住，利用 M10 的螺栓螺帽加以連結而形成爲層積體。所得層積體係以電爐在氮氣氣氛下，以溫度 650°C 預熱 1 小時後，收納在預先加熱的內徑 $400\text{mm}\times$ 高度 300mm 的衝壓模具內，註入含有矽 12 質量%的鋁合金熔融金屬，以 100MPa 的壓力加壓 20 分鐘，使鋁合金含浸在各向同性石墨材料。接著，在冷卻至室溫之後，以濕式帶鋸將鋁合金及鐵板部分切斷而獲得 $200\text{mm}\times 200\text{mm}\times 250\text{mm}$ 的鋁-石墨複合物。所得複合物爲了去除含浸時的變形，以溫度 500°C 進行 2 小時的退火處理。

另一方面，將各個各向同性石墨材料進行研削加工，製作出呈正交的 3 方向的熱膨脹係數測量用試驗體（ $3\times 3\times 20\text{mm}$ ）及熱傳導率測量用試驗體（ $25\text{mm}\times 25\text{mm}\times 1\text{mm}$ ）。使用各個試驗體，利用熱膨脹計（Seiko 電子工業公司製；TMA300）來測量出溫度 $25^\circ\text{C}\sim 150^\circ\text{C}$ 的熱膨脹係數，利用雷射閃光法（理學電機公司製；LF/TCM-8510B）來測量出 25°C 下的熱傳導率。其結果顯示於表 1。各向同性石墨材料的氣孔率係使用石墨的理論密度： $2.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，以阿基米德法所測量出的體積密度而計算出。

[表 1]

	體積密度 (g/cm ³)	氣孔率 (%)	熱傳導率 (W/mK)		熱膨脹係數(×10 ⁻⁶ /K)	
			平均值	最大/最小	平均值	最大/最小
實施例 1	1.83	17	120	1.1	4.2	1.2
實施例 2	1.89	14	160	1.1	3.9	1.2

註 1：熱傳導率與熱膨脹係數的平均值為呈正交的 3 方向的值的平均值

註 2：熱傳導率與熱膨脹係數的最大/最小為呈正交的 3 方向的最大值與最小值的比

接著，將所得鋁-石墨複合物進行研削加工，製作出呈正交的 3 方向的熱膨脹係數測量用試驗體（3×3×20mm）、熱傳導率測量用試驗體（25mm×25mm×1mm）及強度試驗體（3mm×4mm×40mm），使用各個試驗體，利用熱膨脹計（Seiko 電子工業公司製；TMA300）來測量出溫度 25℃～150℃ 的熱膨脹係數，利用雷射閃光法（理學電機公司製；LF/TCM-8510B）來測量出 25℃ 下的熱傳導率及 3 點彎曲強度（根據 JIS-R1601）。此外，以阿基米德法來測量試驗體的體積密度，計算出各向同性石墨材料之氣孔含浸率。

[表 2]

	體積密度 (g/cm ³)	含浸率 (%)	彎曲強度 (MPa)	熱傳導率 (W/mK)		熱膨脹係數 ($\times 10^{-6}/K$)	
				平均值	最大/最小	平均值	最大/最小
實施例 1	2.21	81	80	185	1.1	7.4	1.1
實施例 2	2.22	85	85	205	1.1	4.5	1.1

註 1：熱傳導率與熱膨脹係數的平均值係呈正交的 3 方向的值的平均值

註 2：熱傳導率與熱膨脹係數的最大/最小係呈正交的 3 方向的最大值與最小值的比

接著，將所得 200mm \times 200mm \times 250mm 的鋁-石墨複合物加以固定，利用多線線鋸機（Takatori 公司製；MWS-612SD），以成爲與鋁-石墨複合物的 200mm \times 200mm 的面呈平行的切斷面的方式，利用表 3 的加工條件，將線徑 0.20mm 的電沈積類型的纜線以 1.5mm 間隔作配置而實施切斷加工。切斷餘量（切削寬幅）均爲 0.3mm。利用游標卡尺來測量所得板狀鋁-石墨複合物的板厚，利用表面粗糙度計來測量出切斷加工面的表面粗糙度（Ra）。其結果顯示於表 3。

[表 3]

	加工條件				複合物測量結果	
	磨粒		進給速度 (m/分鐘)	切入速度 (mm/分鐘)	板厚 (mm)	Ra (μ m)
	種類	平均粒徑				
實施例 1	鑽石	50 μ m	400	0.6	1.2	0.6
實施例 2	鑽石	50 μ m	400	0.6	1.2	0.6

(LED 發光構件之製造例)

(1)將作為環氧樹脂的雙酚 F 型環氧樹脂 (EPIKOTE 807 : 環氧當量 = 173 、 油化 Shell Epoxy 股份有限公司製) 100 質量份、矽烷耦合劑、(3-環氧丙氧基丙基)甲基二乙氧基矽烷 (3-Glycidoxypropyl) methyldiethoxysilane)(AZ-6165 : 日本尤尼卡 (Unicar) 股份有限公司製) 5 質量份、作為無機填充劑的平均粒徑 $5\mu\text{m}$ 的氧化鋁 (AS-50 : 昭和電工股份有限公司製) 500 質量份，以萬能混合攪拌機加以混合，在其摻合、混合作為硬化劑的聚環氧丙烯胺 (JEFFAMINE D-400 : 德士古化學公司 (Texaco Chemical Company) 製) 25 質量份、聚環氧丙烯胺 (JEFFAMINE D2000 : 德士古化學公司製) 20 質量份。

(2)將上述混合物以硬化後絕緣接著層的厚度為 $100\mu\text{m}$ 的方式塗布在上述板狀鋁-石墨複合物上，在 B 載台狀態下作預備硬化，利用製板機貼合厚度 $35\mu\text{m}$ 的電解銅箔，之後進行 $80^{\circ}\text{C} \times 2\text{hrs} + 150^{\circ}\text{C} \times 3\text{hrs}$ 後處理，而製作出附有絕緣接著層之附有銅箔的複合物。此外，將銅箔蝕刻而形成具有墊部的指定電路，形成為鋁-石墨複合物電路基板。接著，在特定電路上利用網版塗布白色阻焊劑 (PSR4000-LEW1 : 太陽油墨公司製) 後，使其 UV 硬化。此外，利用 Ag 糊漿使未作絕緣的 LED 晶片 (1mm^2) 接著在電解銅箔露出部分上，獲得如第 1 圖所示之 LED 發光構件。此外，藉由 CO_2 雷射來去除指定部位的絕緣層露出部

分，利用 Ag 糊漿使已作絕緣的 LED 晶片 (1mm^2) 接著在該部分上，獲得如第 3 圖所示之構造的 LED 發光構件。

(實施例 3)

(LED 發光構件之製造例)

(1) 在實施例 1 之板狀鋁-石墨複合物上，藉由電解鍍敷，使 $35\ \mu\text{m}$ 厚的銅層形成在複合物的單面全體之後，利用蝕刻來去除指定部位以外的銅層，藉此作成附有銅凸塊的鋁-石墨複合物。此外，另一方面，將作為環氧樹脂的雙酚 F 型環氧樹脂 (EPIKOTE 807: 環氧當量 = 173、油化 Shell Epoxy 股份有限公司製) 100 質量份、矽烷耦合劑、(3-環氧丙氧基丙基) 甲基二乙氧基矽烷 (AZ-6165: 日本尤尼卡 (Unicar) 股份有限公司製) 5 質量份、作為無機填充劑之平均粒徑 $5\ \mu\text{m}$ 的氧化鋁 (AS-50: 昭和電工股份有限公司製) 500 質量份，利用萬能混合攪拌機加以混合，在其摻合、混合作為硬化劑的聚環氧丙烯胺 (JEFFAMINE D-400: 德士古化學公司製) 45 質量份。將其以厚度成為 $100\ \mu\text{m}$ 的方式塗布在 $35\ \mu\text{m}$ 厚的銅箔上，形成為 B 載台狀態的附有樹脂的銅箔。

(2) 將前述附有銅凸塊的鋁-石墨複合物與附有樹脂的銅箔加以層積，在 180°C 下進行加熱衝壓而一體化之後，利用蝕刻來去除在銅凸塊上形成為凸狀態的部位的銅箔，之後，藉由 CO_2 雷射來去除絕緣層 (B 載台薄片的硬化部分)，形成為附有構造之銅凸塊的鋁-石墨複合物電路基

板。接著，利用網版將白色阻焊劑（PSR4000-LEW1：太陽油墨公司製）塗布在特定電路上後，使其 UV 硬化。將上述銅凸塊上的電路面利用 #200 研磨紙來去除絕緣層的殘留物，之後，利用 #800 研磨紙將表面平滑修飾。利用 Ag 糊漿使已作絕緣的 LED 晶片（ 1mm^2 ）接著在該表面上，獲得如第 2 圖所示之構造的 LED 發光構件。

（實施例 4）

（LED 發光構件之製造例）

將在實施例 1 中所得板狀鋁-石墨複合物、由 95%Al-4%Cu-1%Mg 之組成，厚度 0.3mm 的合金所構成的接合材、0.4mm 厚的 Al 電路，依此順序予以層積而形成為 1 組，隔著隔離材，重複層積 10 組。一面將其從爐外利用油壓式的單軸加壓裝置透過碳製按壓棒朝相對由鋁-石墨複合物所構成的基板面呈垂直方向以 500MPa 的壓力加壓，一面在 $4\times 10^{-3}\text{Pa}$ 之真空中（批次式爐） 610°C 下進行 10 分鐘加熱，進行接合而形成為鋁-石墨複合物電路基板。接著在特定電路上利用網版塗布白色阻焊劑（PSR4000-LEW1：太陽油墨公司製）後，使其 UV 硬化。此外，利用 Ag 糊漿使絕緣後的 LED 晶片（ 1mm^2 ）接著在電解銅箔露出部分上，而獲得如第 1 圖所示之 LED 發光構件。

（實施例 5~19、比較例 1~3）

將在實施例 1 所製作的 $200\text{mm}\times 200\text{mm}\times 250\text{mm}$ 形狀的

鋁-石墨複合物加以固定，利用多線線鋸機（Takatori公司製；MWS-612SD），以形成爲與鋁-石墨複合物的 $200\text{mm}\times 200\text{mm}$ 的面呈平行的切斷面的方式，以表4的加工條件來實施切斷加工。將所得板狀鋁-石墨複合物的板厚及表面粗糙度（Ra）表示於表5。其中比較例1在切斷加工時頻頻發生纜線切斷而無法獲得板狀鋁-石墨複合物。

[表 4]

	磨粒		進給速度 (m/分鐘)	切入速度 (mm/分鐘)	線徑 (mm)	纜線間隔 (mm)
	種類	平均粒徑				
實施例 5	鑽石	50 μ m	700	0.5	0.2	1.5
實施例 6	鑽石	50 μ m	100	0.5	0.2	1.5
實施例 7	鑽石	50 μ m	400	2	0.2	1.5
實施例 8	鑽石	50 μ m	400	0.1	0.2	1.5
實施例 9	鑽石	50 μ m	400	1	0.2	1.5
實施例 10	鑽石	50 μ m	200	0.1	0.2	1.5
實施例 11	鑽石	50 μ m	400	0.5	0.1	1.5
實施例 12	鑽石	50 μ m	400	0.5	0.3	2
實施例 13	鑽石	50 μ m	400	0.5	0.2	0.8
實施例 14	鑽石	50 μ m	400	0.5	0.2	3.3
實施例 15	鑽石	100 μ m	400	0.5	0.2	1.5
實施例 16	鑽石	10 μ m	400	0.5	0.2	1.5
實施例 17	立方晶氮 化硼	50 μ m	400	0.5	0.2	1.5
實施例 18	碳化矽	50 μ m	400	0.5	0.2	1.5
實施例 19	氧化鋁	50 μ m	400	0.5	0.2	1.5
比較例 1	鑽石	2 μ m	400	0.05	0.2	1.5
比較例 2	鑽石	200 μ m	1000	2	0.3	2
比較例 3	鑽石	200 μ m	700	2	0.3	2

[表 5]

	板厚 (mm)	表面粗糙度 (Ra) (μm)
實施例 5	1.2	0.5
實施例 6	1.2	1
實施例 7	1.2	2
實施例 8	1.2	0.3
實施例 9	1.2	1.2
實施例 10	1.2	0.5
實施例 11	1.3	0.4
實施例 12	1.4	0.6
實施例 13	0.5	0.7
實施例 14	3	0.6
實施例 15	1.2	1.1
實施例 16	1.2	0.3
實施例 17	1.2	0.7
實施例 18	1.2	0.7
實施例 19	1.2	0.6
比較例 1	-	-
比較例 2	0.7	3.5
比較例 3	0.8	3.2

(實施例 20 ~ 26 、 比較例 4)

將表 6 所示各種各向同性石墨材料 (實施例 20 ~ 26) 及押出石墨材料 (比較例 4) 加工成 200 mm × 250 mm × 150 mm 的長方體形狀，與實施例 1 同樣地製作出鋁 - 石墨複合物。所得鋁 - 石墨複合物係與實施例 1 同樣地實施特性評估。其結果表示於表 7。

[表 6]

	體積密度 (g/cm ³)	氣孔率 (%)	熱傳導率 (W/mK)		熱膨脹係數 (×10 ⁻⁶ /K)	
			平均值	最大/最小	平均值	最大/最小
實施例 20	1.76	20	115	1.2	4.5	1.2
實施例 21	1.98	10	110	1.1	3	1.1
實施例 22	1.78	19	100	1.1	4	1.1
實施例 23	1.83	17	200	1.1	2	1.3
實施例 24	1.89	14	130	1.3	3.5	1.2
實施例 25	1.96	11	110	1.1	2.5	1.2
實施例 26	1.83	17	100	1.1	4.9	1.2
比較例 4	1.76	20	160	1.7	4.7	1.6

註 1：熱傳導率與熱膨脹係數的平均值為呈正交的 3 方向的值的平均值

註 2：熱傳導率與熱膨脹係數的最大/最小為呈正交的 3 方向的最大值與最小值的比

[表 7]

	體積密度 (g/cm ³)	含浸率 (%)	彎曲強度 (MPa)	熱傳導率 (W/mK)		熱膨脹係數 ($\times 10^{-6}/K$)	
				平均值	最大/最小	平均值	最大/最小
實施例 20	2.23	85	80	155	1.1	7.4	1.1
實施例 21	2.20	78	95	175	1.2	6.1	1.1
實施例 22	2.22	83	75	165	1.2	6.3	1.2
實施例 23	2.23	86	60	255	1.05	5.4	1.1
實施例 24	2.22	85	90	195	1.05	6.7	1.1
實施例 25	2.21	82	135	150	1.1	5.8	1.1
實施例 26	2.20	79	105	190	1.05	7.5	1.1
比較例 4	2.24	87	25	260	1.7	7.9	1.6

註 1：熱傳導率與熱膨脹係數的平均值為呈正交的 3 方向的值的平均值

註 2：熱傳導率與熱膨脹係數的最大/最小為呈正交的 3 方向的最大值與最小值的比

(實施例 27~33、比較例 5)

將在實施例 1 中所使用的 200mm×200mm×250mm 形狀的各向同性石墨材料，以塗布有石墨脫模劑的板厚 12mm 鐵板夾住，利用 M10 的螺栓螺帽加以連結而形成為層積體。所得層積體除了表 8 所示條件以外，係與實施例 1 同樣地，使鋁合金含浸在各向同性石墨材料而製作出鋁-石墨複合物。所得複合物為了去除含浸時的變形，在溫度 500℃ 下進行 2 小時的退火處理之後，以與實施例 1 同樣的手

法來實施評估。其結果表示於表 9。

[表 8]

	鋁合金	預熱氣氛	預備加熱溫度 (°C)	含浸壓力 (MPa)
實施例 27	Al-12%Si	大氣氣氛	650	100
實施例 28	Al-12%Si	氮氣氣氛	650	20
實施例 29	Al-12%Si	氮氣氣氛	650	50
實施例 30	Al-12%Si	氮氣氣氛	600	100
實施例 31	Al-3%Si	氮氣氣氛	750	100
實施例 32	Al-20%Si	氮氣氣氛	650	100
實施例 33	Al-12%Si-3%Mg	氮氣氣氛	650	100
比較例 5	Al-12%Si	氮氣氣氛	650	5

[表 9]

	體積密度 (g/cm ³)	含浸率 (%)	彎曲強度 (MPa)	熱傳導率 (W/mK)		熱膨脹係數 (×10 ⁻⁶ /K)	
				平均值	最大/最小	平均值	最大/最小
實施例 27	2.22	84	80	180	1.1	7.4	1.1
實施例 28	2.20	79	75	170	1.1	7.2	1.1
實施例 29	2.21	81	80	175	1.1	7.3	1.1
實施例 30	2.21	81	75	175	1.1	7.3	1.1
實施例 31	2.22	84	85	180	1.1	7.4	1.2
實施例 32	2.23	86	90	170	1.1	6.9	1.1
實施例 33	2.22	84	80	180	1.1	7.3	1.1
比較例 5	2.16	68	70	140	1.1	7.0	1.1

(實施例 34)

將實施例 2 的材料，除了將纜線間隔形成為 6.3mm 以外，係與實施例 2 同樣地利用多線線鋸機而切斷加工成板厚 6mm 的板狀鋁-石墨複合物。所得鋁-石墨複合物係利用綜合加工機 (machining center)，使用超鋼的端銑刀 (end mill)，將單面以 5mm 間隔加工成寬幅 2mm、高度 5mm 的鰭板形狀。

以與實施例 1 同樣的手法，在鰭板形狀非形成面接著未被絕緣的 LED 晶片而得第 1 圖所示構造的 LED 發光構件。此外，利用 Ag 糊漿接著已作絕緣的 LED 晶片 (1mm^2)，而得如第 3 圖所示構造的 LED 發光構件。

(實施例 35、36)

將實施例 1 之加工成板狀的鋁-石墨複合物 ($200\text{mm}\times 200\text{mm}\times 1.2\text{mm}$) 利用水加以超音波洗淨之後，進行膜厚 $3\mu\text{m}$ 的無電解 Ni-P 鍍敷處理。實施例 35 係在無電解 Ni-P 鍍敷後，進行膜厚 $1\mu\text{m}$ 的無電解 Ni-B 鍍敷，實施例 36 係在無電解 Ni-P 鍍敷後，進行膜厚 $1\mu\text{m}$ 的無電解 Au 鍍敷，在鋁-石墨複合物表面形成鍍敷層。所得鍍敷品並沒有以肉眼可確認出的針孔，係為良好。此外，在鍍敷面塗布助熔劑之後，浸漬於鉛/錫的共晶焊料。鍍敷面係 99% 以上以焊料予以潤濕。

以與實施例 3 相同的手法，利用 Ag 糊漿接著已作絕緣的 LED 晶片 (1mm^2)，而得如第 2 圖所示構造的 LED 發光

構件。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示本發明之一實施形態之 LED 發光構件的構造圖。

第 2 圖係顯示本發明之一實施形態之 LED 發光構件的構造圖。

第 3 圖係顯示本發明之一實施形態之 LED 發光構件的構造圖。

【主要元件符號說明】

- 1 基板
- 2 LED 晶片
- 3 金屬電路
- 4 絕緣層
- 5 阻焊劑
- 6 層間連接突起
- 7 活性金屬接合劑層

七、申請專利範圍：

1. 一種基板之製法，其將鋁-石墨複合物的表面粗糙度 (Ra) 為 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ 、溫度 25°C 的熱傳導率為 $150 \sim 300 \text{ W/mK}$ 、呈正交的 3 方向的熱傳導率的最大值 / 最小值為 $1 \sim 1.3$ 、溫度 $25^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 的熱膨脹係數為 $4 \times 10^{-6} \sim 7.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、呈正交的 3 方向的熱膨脹係數的最大值 / 最小值為 $1 \sim 1.3$ 、而且 3 點彎曲強度為 $50 \sim 150 \text{ MPa}$ 的鋁-石墨複合物，使用多線線鋸機 (multi-wire saw)，根據下述 (1) ~ (4) 的條件，加工成厚度 $0.5 \sim 3 \text{ mm}$ 的板狀：

(1) 所接合的磨粒為選自鑽石、立方晶氮化硼 (C-BN)、碳化矽、氧化鋁的 1 種以上，平均粒徑為 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 、

(2) 纜線 (wire) 線徑為 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$ 、

(3) 纜線進給速度為 $100 \sim 700 \text{ m/分鐘}$ 、

(4) 切入速度為 $0.1 \sim 2 \text{ mm/分鐘}$ 。

2. 一種散熱組件，其具有藉由如申請專利範圍第 1 項之製法所製造的基板。

3. 如申請專利範圍第 2 項之散熱組件，其中基板的一主面被加工成鰭板 (fin) 形狀。

4. 如申請專利範圍第 2 或 3 項之散熱組件，其在基板施行深孔加工。

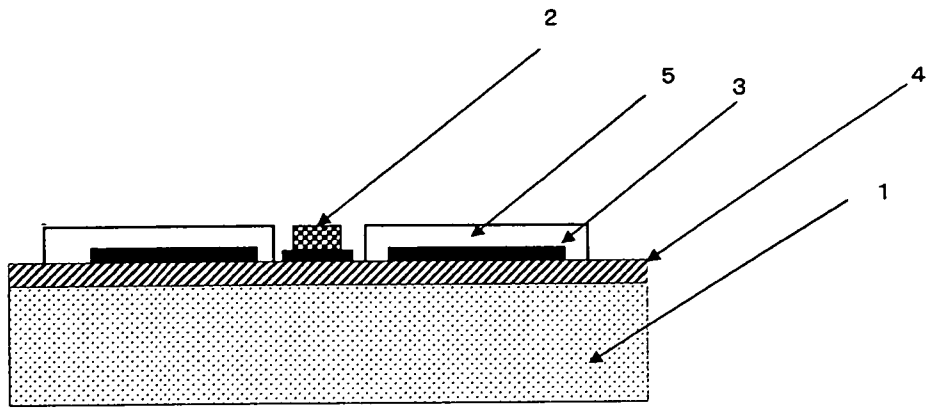
5. 如申請專利範圍第 2 或 3 項之散熱組件，其在基板表面形成鍍敷層。

6. 如申請專利範圍第 2 或 3 項之散熱組件，其在基板的一主面及 / 或兩主面隔著絕緣層，形成金屬電路。

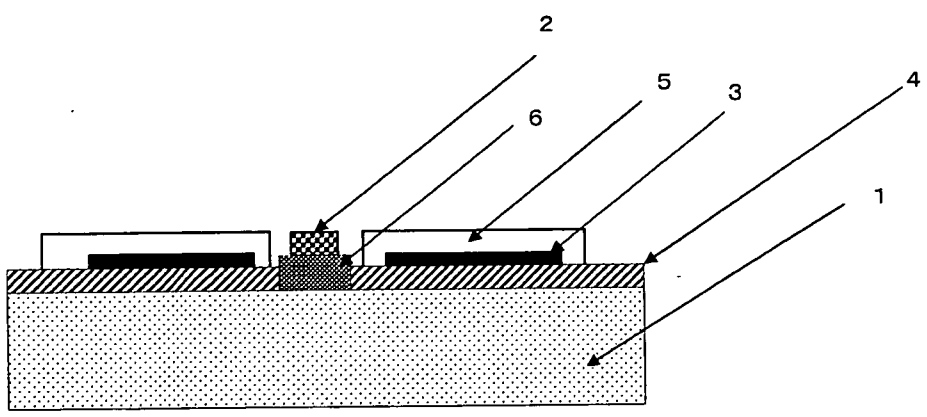
7. 如申請專利範圍第 2 或 3 項之散熱組件，其在基板的一主面及／或兩主面隔著活性金屬接合劑層，形成金屬電路。
8. 一種發光構件，其在如申請專利範圍第 2 至 7 項中任一項之散熱組件中之基板的一主面及／或兩主面，直接及／或在該等的面上所形成的絕緣層及／或活性金屬接合劑層及／或金屬電路上，搭載 LED 裸晶片及／或 LED 封裝體。

八、圖式：

第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

