



(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 I866369 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 11 日

(21) 申請案號：112129178

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 08 月 03 日

(51) Int. Cl. :

*H01L23/34 (2006.01)**H01L23/367 (2006.01)**H01L23/373 (2006.01)**H05K1/05 (2006.01)**H05K7/20 (2006.01)**B32B15/08 (2006.01)*(71) 申請人：聚燁科技股份有限公司 (中華民國) TCLAD TECHNOLOGY CORPORATION
(TW)

新竹市東區科學園區工業東四路二十四之一號

(72) 發明人：羅凱威 LO, KAI-WEI (TW)；陳冠宇 CHEN, KUAN-YU (TW)；陳信龍 CHEN, HSIN-LUNG (TW)

(56) 參考文獻：

TW I799128B

審查人員：董柏昌

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 19 頁

(54) 名稱

導熱基板

(57) 摘要

一種導熱基板，包含上金屬層、下金屬層以及疊設於上金屬層與下金屬層之間的電性絕緣導熱層。電性絕緣導熱層以 X 射線照射時滿足以下關係： $I \sim q^a$ ，其中；I 與 q 具有一等價關係；I 為散射強度；以及 q 為散射向量。q 介於 0.007 \AA^{-1} 與 0.1 \AA^{-1} 之間，而 a 介於 -3 與 -4 之間。

A thermally conductive board includes a top metal layer, a bottom metal layer, and an electrically insulating but thermally conductive layer (for simplification hereinafter referred to as “thermally conductive layer”) laminated between the top metal layer and the bottom metal layer. The thermally conductive layer meets a relation of $I \sim q^a$. There is an equivalent relation between I and q; “I” stands for scattering intensity; “q” stands for scattering vector; and “a” stands for the power of q. “q” ranges from 0.007 \AA^{-1} to 0.1 \AA^{-1} , and “a” ranges from -3 to -4.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:上金屬層

20:下金屬層

30:電性絕緣導熱層

100:導熱基板

100



圖 1



I866369

【發明摘要】

【中文發明名稱】 導熱基板

【英文發明名稱】 Thermally Conductive Board

【中文】

一種導熱基板，包含上金屬層、下金屬層以及疊設於上金屬層與下金屬層之間的電性絕緣導熱層。電性絕緣導熱層以X射線照射時滿足以下關係： $I \sim q^a$ ，其中； I 與 q 具有一等價關係； I 為散射強度；以及 q 為散射向量。 q 介於 0.007 \AA^{-1} 與 0.1 \AA^{-1} 之間，而 a 介於-3與-4之間。

【英文】

A thermally conductive board includes a top metal layer, a bottom metal layer, and an electrically insulating but thermally conductive layer (for simplification hereinafter referred to as “thermally conductive layer”) laminated between the top metal layer and the bottom metal layer. The thermally conductive layer meets a relation of $I \sim q^a$. There is an equivalent relation between I and q ; “ I ” stands for scattering intensity; “ q ” stands for scattering vector; and “ a ” stands for the power of q . “ q ” ranges from 0.007 \AA^{-1} to 0.1 \AA^{-1} , and “ a ” ranges from -3 to -4.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10 上金屬層

20 下金屬層

30 電性絕緣導熱層

100 導熱基板

【發明說明書】

【中文發明名稱】 導熱基板

【英文發明名稱】 Thermally Conductive Board

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種導熱基板，特別是一種具有高導熱特性的導熱基板。

【先前技術】

【0002】 為生產具有特定功能的電子裝置，會將電子裝置中的數種電子元件組裝至載板上。此載板做為承載用的載體，可固定這些電子元件並使其與外部電源電性連接。然而，這些電子元件於運作時會產生熱能，過多的熱累積將影響電子裝置的正常運作。為了解決散熱的問題，傳統上大致有兩種方式：其一，在載板之外額外增設散熱元件，如散熱片、風扇、散熱膏或其他載板以外的散熱元件；其二，直接對載板的散熱特性進行改良，即製作為具有良好導熱特性的導熱基板。

【0003】 以前述第二種方式來說，在形成線路層之前，導熱基板最基本的結構係由兩層金屬層及疊設於其間的導熱層所組成。上金屬層可用於形成線路層，下金屬層可作為導熱基板的底材且發揮使熱能向下方外界環境散逸的功效，而導熱層為具有良好導熱能力及低熱膨脹係數的電絕緣層。傳統上，導熱層係由樹脂及導熱粉體所組成。而改良導熱層的方向，普遍皆致力於樹脂及導熱粉體的種類選擇上，嘗試獲得(一或多種)樹脂及(一或多種)導熱粉體的最佳組合。然而，此種方式在配方設計上有複雜度高的問題。舉例來說，每改變一種組成物(樹脂

或導熱粉體)的種類，就必須考量到該種組成物與其他組成物的相容性及其與金屬層的界面問題。即便相容性及界面問題解決，又必須考量配製上的最佳比例。若樹脂(或導熱粉體)的種類多於一種時，前述的複雜度將顯著提升。更遑論於樹脂及導熱粉體之外，時常會再混入其他添加物。基於前述配方複雜度的問題，更造成難以同時兼顧導熱層的導熱能力及熱膨脹特性。

【0004】顯然，傳統的導熱基板的配方設計、導熱能力及熱膨脹特性亟需改善。

【發明內容】

【0005】本發明提供一種具有良好導熱特性的導熱基板。更具體而言，導熱基板包含上金屬層、下金屬層及疊設於其間的電性絕緣導熱層。電性絕緣導熱層的材料只要限定於一參數範圍，即可獲得良好的導熱特性及熱膨脹特性。前述參數範圍符合關係式 $I \sim q^a$ 。I為散射強度；q為散射向量，a為q的次方數；而I與q具有等價關係(equivalent relation)。所稱參數範圍係指q及a的範圍。q為介於 0.007 \AA^{-1} 與 0.1 \AA^{-1} 之間，而a介於-3與-4之間。

【0006】根據本發明之一實施態樣，一種導熱基板，包含上金屬層、下金屬層及層疊設於上金屬層及下金屬層之間的電性絕緣導熱層。電性絕緣導熱層以X射線照射時滿足下列關係： $I \sim q^a$ 。I與q具有等價關係。I為散射強度。q為散射向量，其中q介於 0.007 \AA^{-1} 與 0.1 \AA^{-1} 之間，而a介於-3與-4之間。

【0007】根據一些實施例，a介於-3.3與-3.7之間。

【0008】根據一些實施例，q介於 0.007 \AA^{-1} 與 0.08 \AA^{-1} 之間。

【0009】根據一些實施例，電性絕緣導熱層包含高分子聚合物及導熱填料，而導熱填料具有複數個球形顆粒及複數個類球形顆粒。

【0010】 根據一些實施例，此些球形顆粒及此些類球形顆粒的堆疊密度介於0.5與0.8之間，其中堆疊密度定義為此些球形顆粒及此些類球形顆粒的體積除以電性絕緣導熱層的體積。

【0011】 根據一些實施例，此些球形顆粒及此些類球形顆粒選自由氮化鎢、氮化硼、氮化鋁、氮化矽、氧化鋁、氧化鎂、氧化鋅、二氧化矽、二氧化鈦及其任意組合所組成的群組。

【0012】 根據一些實施例，導熱填料於電性絕緣導熱層中的填充率介於65%與92%間。

【0013】 根據一些實施例，電性絕緣導熱層的熱傳導率為1.5 W/mK至17 W/mK。

【0014】 根據一些實施例，電性絕緣導熱層的熱膨脹係數為8 ppm/°C至33 ppm/°C。

【0015】 根據一些實施例，高分子聚合物選自由雙酚A環氧樹脂、雙馬來亞醯胺、氰酸酯、苯氧樹脂、聚砜、聚醚砜、聚苯乙烯、聚氧化二甲苯、聚苯硫醚、聚醯胺、聚亞醯胺、聚醚醯亞胺、聚醚醯亞胺與矽酮之塊體共聚合物、聚氨酯、聚酯樹脂、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、苯乙烯/丙烯、苯乙烯塊體共聚合物及其任意組合所組成的群組。

【0016】 根據本發明之一實施態樣，一種導熱膠，包含前述所提的電性絕緣導熱層。

【0017】 根據本發明之一實施態樣，一種導熱墊片，包含前述所提的電性絕緣導熱層。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖1顯示本發明一實施態樣之導熱基板的剖面結構示意圖；以及

圖2及圖3顯示小角度X光散射(Small-Angle X-ray Scattering, SAXS)的結果圖。

【實施方式】

【0019】 為讓本發明之上述和其他技術內容、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉出相關實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【0020】 請參照圖1，為本發明的導熱基板100的剖面結構示意圖。本發明的導熱基板100包含上金屬層10、下金屬層30及電性絕緣導熱層20。電性絕緣導熱層20與上金屬層10及下金屬層30接觸並疊設於其間，形成三層結構的層體。上金屬層10及下金屬層30可皆由銅箔或銅板所組成，形成雙面覆銅的導熱基板100。並且，透過電性絕緣導熱層20的設置，上金屬層10與下金屬層30彼此電性隔離。上金屬層10後續可加工為線路層，並將各種電子元件組裝於其上，而下金屬層30通常作為導熱基板10的底材且發揮使熱能向下方外界環境散逸的功效。在一實施例中，上金屬層10及下金屬層30皆由銅箔組成，故皆可加工為線路層並製作為雙面電路板。在另一實施例中，上金屬層10為銅箔或銅板，而下金屬層30為銅以外所組成的金屬板，如鋁板。如此，雙面覆銅的導熱基板100後續可自由選擇要製作為單面電路板、雙面電路板或其他型式的電路板。此外，除了線路層或金屬底板本身的導熱特性外，電性絕緣導熱層20亦具備極佳的散熱能力，得以將電子元件所產生的熱能迅速傳遞至金屬層體進行散熱。電性絕緣導熱層20包含高分子聚合物及導熱填料。高分子聚合物作為電性絕緣導熱層20的基材，並藉由導熱填料提升其導熱能力。

【0021】 為使導熱基板100具有優良的導熱能力及低熱膨脹係數，本發明進一步針對電性絕緣導熱層20的組成進行改良。本發明發現，只要電性絕緣導熱層20的材料滿足X光散射強度及X光散射向量的特定關係時，即可同時獲得較高

的熱傳導率及較低的熱膨脹係數。更具體來說，電性絕緣導熱層20以X射線照射時滿足 $I \sim q^a$ 的關係。 I 與 q 具有等價關係(equivalent relation)。 I 係指散射強度，為任意數，而 q 係指散射向量。並且， q 介於 0.007 \AA^{-1} 與 0.1 \AA^{-1} 之間，而 a 介於-3與-4之間。

【0022】 根據波樂定律(Porod law)，假設界面為平坦時，X光的散射強度符合以下標準關係： $I(q) \sim S q^{-4}$ 。 I 為散射強度， S 為顆粒的表面積，而 q 為散射向量。並且， q^{-4} 可對應至菲涅耳方程式(Fresnel equation)中關於反射的向量因子 $1/\sin^4\theta$ 。然而，隨著碎形學(fractal mathematic)的出現，前述的標準關係可簡化為本發明中的關係式，即 $I \sim q^a$ 。並且，本發明更發現 q 及 q 的次方(即 a)若於特定的明確範圍中，複合材料可於熱傳導率及熱膨脹係數具有較佳的表現。詳細而言，若以小角度X光散射儀進行分析時，其分析的向量(q)區間為 0.1 \AA^{-1} 以下。故測試樣本(即電性絕緣導熱層20)進行分析後，可於 0.1 \AA^{-1} 以下的範圍跑出散射向量對散射強度的曲線圖。若將待測樣本的結果曲線進行擬合(fitting)時可獲得一擬合直線，而該擬合直線的斜率即為前述的 a 。根據本發明，在 0.007 \AA^{-1} 與 0.08 \AA^{-1} 間的範圍區間中，若待測樣本的擬合直線的斜率介於-3.3與-3.7之間，其後續驗證熱傳導率及熱膨脹係數時可獲得令人滿意的數據。熱傳導率最高可達 15 W/mK ，而熱膨脹係數則可低至 $9 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 。更進一步地，若擬合直線的判定係數(即 R^2 ，R squared)為約0.99時，上述熱傳導率及熱膨脹係數的再現性更佳。 R^2 即為擬合直線與曲線間的變異量，越接近1意味著變異量越小，擬合直線與曲線越為一致。也就是說，當擬合直線的變異量(R^2)極小且斜率(a)為-3.3與-3.7時，電性絕緣導熱層20可具有良好的熱傳導率及熱膨脹係數，且再現性佳適於量產。在一實施例中，考量誤差的影響，前述斜率(a)的範圍亦可適度調整為-3.3至-3.9。在另一實施例中，前述斜率(a)可為-3.3、-3.4、-3.5、-3.6、-3.7、-3.8或-3.9。

【0023】此外，導熱填料為無機化合物，且其顆粒形狀大致上可分為球形、類球形或破碎形。意即，若以顆粒形狀區分，導熱填料大致上由複數個球形的導熱填料顆粒(下稱球形顆粒)、複數個類球形的導熱填料顆粒(下稱類球形顆粒)及複數個破碎形的導熱填料顆粒(下稱破碎形顆粒)所組成。在本發明中，此些球形顆粒及此些類球形顆粒的堆疊密度介於0.5與0.8之間。堆疊密度定義為此些球形顆粒及此些類球形顆粒的體積除以電性絕緣導熱層30的體積。例如，電性絕緣導熱層30的體積為 10 mm^3 (長度 10 mm × 寬度 10 mm × 厚度 0.1 mm)時，此些球形顆粒及此些類球形顆粒所佔的體積總和可為 5 mm^3 至 8 mm^3 。又或者，電性絕緣導熱層30的長度及寬度固定不變，但厚度調整為約 $50\text{ }\mu\text{m}$ (即 0.05 mm)；故當電性絕緣導熱層30的體積為 5 mm^3 (長度 10 mm × 寬度 10 mm × 厚度 0.05 mm)時，此些球形顆粒及此些類球形顆粒所佔的體積總和可為 2.5 mm^3 至 4 mm^3 。應注意到的是，當前述的a值越接近-4時，球形顆粒及類球形顆粒的比例會越高，而破碎形的比例會越低。當前述的a值越接近-3時，顆粒形狀會越不規則，意即破碎形的比例會越高。應理解到，相較於破碎形顆粒，球形顆粒及類球形顆粒的空間使用率較高，意即此些球形顆粒及此些類球形顆粒彼此於堆疊時可較為緻密地緊靠在一起，從而佔據較多的空間。然而，堆疊密度仍有其極限。若球形顆粒及類球形顆粒的堆疊密度約0.8或大於0.8時，會造成填料粉體過多，混練時的加工性不佳。在一些實施例，導熱填料的種類選自由氮化鎘、氮化硼、氮化鋁、氮化矽、氧化鋁、氧化鎂、氧化鋅、二氧化矽、二氧化鈦及其任意組合所組成的群組。

【0024】此外，本發明的導熱填料的填充率介於65%與92%間。更具體而言，前述填充率係指導熱填料於電性絕緣導熱層30中所佔的重量百分比。若電性絕緣導熱層30的重量以100%計，本發明的導熱填料所佔的重量百分比則介於65%與92%間。在一實施例中，導熱填料的填充率介於81%與88%間。在另一實施例中，導熱填料的填充率可為81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%或88%。

隨著填充率的上升，電性絕緣導熱層20的熱傳導率也會跟著提升而熱膨脹係數則下降。由以上可知，前述a值、堆疊密度及填充率三者同時朝著特定趨勢調整時，可使得電性絕緣導熱層20的熱傳導率獲得有效的提升並顯著地調降熱膨脹係數。在一實施例中，電性絕緣導熱層20的熱傳導率為1.5 W/mK至17 W/mK，而熱膨脹係數為8 ppm/°C至33 ppm/°C。在一較佳實施例中，電性絕緣導熱層20的熱傳導率為8 W/mK至15 W/mK，而熱膨脹係數為9 ppm/°C至15 ppm/°C。

【0025】 至於高分子聚合物，其選自由雙酚A環氧樹脂(bisphenol A epoxy resin)、雙馬來亞醯胺(bismaleimide)、氰酸酯(cyanate ester)、苯氧樹脂(phenoxy resin)、聚砜(polysulfone)、聚醚砜(polyethersulfone)、聚苯乙烯(polystyrene)、聚氧化二甲苯(polyphenylene oxide)、聚苯硫醚(polyphenylene sulfide)、聚醯胺(polyamide)、聚亞醯胺(polyimide)、聚醚醯亞胺(polyetherimide)、聚醚醯亞胺與矽酮之塊體共聚合物(polyetherimide/ silicone block copolymer)、聚氨酯(polyurethane)、聚酯樹脂(polyester)、聚碳酸酯(polycarbonate)、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate)、苯乙烯(styrene)/丙烯(acrylonitrile)、苯乙烯塊體共聚合物(styrene block copolymers)及其任意組合所組成的群組。在一實施例中，高分子聚合物由熱固性樹脂組成，例如前述所提的雙酚 A環氧樹脂、雙馬來亞醯胺及/或氰酸酯。在另一實施例中，高分子聚合物以熱固性樹脂為主，並添加熱塑性樹脂以增加黏性材料與金屬間的黏合力，其中熱塑性樹脂可如前述所提的苯氧樹脂、聚砜、聚醚砜、聚苯乙烯、聚氧化二甲苯、聚苯硫醚、聚醯胺、聚亞醯胺、聚醚醯亞胺、聚醚醯亞胺與矽酮之塊體共聚合物、聚氨酯、聚酯樹脂、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、苯乙烯/丙烯及/或苯乙烯塊體共聚合物。

【0026】 為進一步驗證本發明的導熱基板 100 的性能，遂進行各種測試並將結果彙整於下表一。

【0027】表一

組別	a 值	堆疊密度	填充率 (wt %)	熱傳導率 (W/mK)	熱膨脹係數 (ppm/°C)
E1	-3.31	0.52	67	1.7	32
E2	-3.42	0.55	77	2.0	28
E3	-3.47	0.57	81	3.0	25
E4	-3.57	0.68	86	8.0	15
E5	-3.60	0.70	88	12.0	10
E6	-3.62	0.72	90	15.0	9
C1	-3.00	0.45	50	1.5	55
C2	-3.50	0.59	81	3.3	25
C3	-3.55	0.61	81	3.6	25

【0028】如表一所示，組別E1至組別E6即為本發明之實施例E1至實施例E6，而組別C1至組別C3即為比較例C1至比較例C3。本發明實施例E1至實施例E6的導熱基板100，其俯視尺寸皆為10 mm × 10 mm；上金屬層10及下金屬層30各為厚度0.3 mm的銅板；而電性絕緣導熱層20的厚度皆為100 μm，由高分子聚合物及導熱填料組成。比較例C1至比較例C3的導熱基板的俯視尺寸及各層體厚度皆與本發明實施例E1至實施例E6相同。本發明實施例E1至實施例E4及比較例C1至比較例C3的電性絕緣導熱層20的高分子聚合物皆為環氧樹脂，而導熱填料皆為氧化鋁。本發明實施例E5至實施例E6的電性絕緣導熱層20的高分子聚合物皆為環氧樹脂，而導熱填料皆為氮化鋁。

【0029】a值，係指關係式 $I \sim q^a$ 中散射向量q的次方數。透過小角度X光散射儀進行分析，可獲得散射向量q對散射強度I的曲線圖，據此可算得a值。另外，在小角度X光散射儀中，曝光時間(exposure time)為0.5秒；曝光間隔(exposure period)為0.501秒；波長(wavelength)為0.8259Å；能量(beam energy)為 1.501×10^4 電子伏特(eV)；及待測樣品與檢測器間的距離為3.09公尺。

【0030】堆疊密度，即球形及類球形的導熱填料顆粒的體積除以電性絕緣導熱層的體積，所獲得的比值。換句話說，堆疊密度即為球形及類球形的導熱填料顆粒的空間佔有率。堆疊密度為1意味著球形及類球形的導熱填料顆粒完全填滿整層電性絕緣導熱層。

【0031】 填充率，係指導熱填料的填充率，為導熱填料在電性絕緣導熱層中所佔的重量百分比。

【0032】 由表一可知，本發明係依據波樂定律(Porod law)所簡化的關係式 $I \sim q^a$ ，進一步定義a值的範圍。在散射向量q於 0.007 \AA^{-1} 與 0.08 \AA^{-1} 間的範圍區間中，a值可調整為-3.31至-3.62。可注意到的是，在本發明的實施例E1至實施例E6中，a值由-3.31下降為-3.62時，堆疊密度也相應由0.52上升至0.72。如同前述所提，當a值越接近-4，球形及類球形顆粒的比例則越高。相較於破碎形顆粒，球形顆粒及類球形顆粒在特定空間中可堆疊的較為緻密。

【0033】 據此，請先參照本發明實施例E1-E2及比較例C1。比較例C1中，其a值為所有組別中最高，且正好為-3，意味著導熱填料的顆粒形狀多為不規則的破碎形。因此，比較例C1的堆疊密度相當低(為0.45)，從而導致其具有最低的填充率(50 wt%)及熱傳導率(1.5 W/mK)，及最高的熱膨脹係數(55 ppm/°C)。然而，在實施例E1-E2中，隨著a值逐漸由-3朝向-4調整時(即-3.31至-3.42)，其堆疊密度相應地由0.45提升為0.52至0.55。在導熱填料的空間使用率獲得提升的情形下，不僅熱傳導率上升為1.7至2.0 W/mK，而熱膨脹係數更顯著地下降至32 ppm/°C以下。

【0034】 應理解到，前述的填充率係指所有形狀的導熱填料的重量百分比，而堆疊密度則是特定形狀(即球形及類球形)的導熱填料的密度。為了進一步說明a值與堆疊密度為正相關，在實施例E3及比較例C2-C3則將填充率調為定值(即81%)進行比較。由表一可知，在填充率相等的情況下，比較例C2-C3的a值較為接近-4，故堆疊密度也提升至0.59至0.61；同樣地，在導熱填料的空間使用率獲得提升的情形下，熱傳導率上升為3.3至3.6 W/mK，惟熱膨脹係數並未有明顯的正相關。

【0035】 根據前述本發明實施例E1-E3及比較例C1-C3所獲得的資訊，可知a值及堆疊密度與熱傳導率有明顯的正相關。但在填充率相等的情況下，a值及堆疊密度對熱膨脹係數則無顯著的影響。故在本發明實施例E4-E6，進一步將a值調整至更為接近-4，同時亦把填充率往上提升。並且，為驗證本發明可應用於不同的導熱填料，實施例E5及實施例E6的導熱填料則替換為氮化鋁。由表一可知，當a值為-3.57至-3.62、堆疊密度為0.68至0.72及填充率為86%至90%時，熱傳導率及熱膨脹係數分別為8.0 W/mK – 15.0 W/mK及9 ppm/°C – 15 ppm/°C。由以上可知，a值、堆疊密度及填充率可共同改善熱傳導率及熱膨脹係數，使得電性絕緣導熱層20具有高熱傳導率及低熱膨脹係數。並且，在不同的導熱填料中，前述關於a值、堆疊密度及填充率的調整亦有相同的效果。

【0036】 請繼續參照圖2及圖3，為本發明實施例E6與比較例C1的電性絕緣導熱層經小角度X光散射儀分析的結果圖。需說明的是，為使版面乾淨且方便討論，故僅以本發明的最佳實施例(即實施例E6)與比較例C1進行比較。X軸為散射向量q，而Y軸為散射強度I。下方較細的曲線為本發明實施例E6的分析結果，而上方較粗的曲線為比較例C1的分析結果。在圖2中，依據本發明實施例E6的曲線可擬合(fitting)出一條直線(下稱第一擬合線L1)。第一擬合線L1的斜率為-3.62，而 R^2 為0.99。在圖3中，依據比較例C1的曲線可擬合出另一條直線(下稱第二擬合線L2)。第二擬合線L2的斜率為-3，而 R^2 為0.97。第一擬合線L1及第二擬合線L2的斜率可對應至表一中的a值。誠如上表一所討論，本試驗發現，當第一擬合線L1的斜率越為接近-4，在熱傳導率的提升上將有顯著影響。所以，在設計電性絕緣導熱層20的配方時，可逕先考量材料的a值。若a值不符合預期目標，也無須再進一步量測熱傳導率、熱膨脹係數或其他熱相關參數。舉例來說，現有一複合材料組成(包含高分子聚合物、導熱填料及/或其他添加物)將用於製作電性絕緣導熱層20。若欲製作為具有最佳熱傳導率的電性絕緣導熱層20(即本發明實施例E6)，

可先設定該複合材料組成未來製作為電性絕緣導熱層20的a值須落在約-3.62。若該複合材料組成所生產的電性絕緣導熱層20具有偏離-3.62的a值，則無需再對該複合材料組成所生產的電性絕緣導熱層20做進一步驗證(如熱傳導率、熱膨脹係數及其他熱相關驗證)。據此，本發明直接限定a值不僅可獲得較佳的電性絕緣導熱層20，更可節省不必要的驗證時間，增進改良材料的效率。

【0037】 儘管本發明技術內容以上述圖1的結構及表1的試驗來例示說明，惟，本發明不限於此。本發明亦可應用於其他導熱介面材料，如導熱膠、導熱墊片或其他類似物。例如，本發明申請人於2016年6月24日申請的專利證書號M530015中揭示的各種導熱聚合物膠片均為本發明所涵蓋。本發明的電性絕緣導熱層可製作為具有適當黏度且低流動性的膠片，貼合於電路板表面，並填滿電路板上電子元件間的空隙。又例如，本發明的電性絕緣導熱層可製作為導熱背膠，貼附於鰭狀散熱片的背面。意即，在電路板與鰭狀散熱片之間再加入一層本發明的電性絕緣導熱層所製作的導熱層。

【0038】 本發明之技術內容及技術特點已揭示如上，然而本領域具有通常知識之技術人士仍可能基於本發明之教示及揭示而作種種不背離本發明精神之替換及修飾。因此，本發明之保護範圍應不限於實施例所揭示者，而應包括各種不背離本發明之替換及修飾，並為以下之申請專利範圍所涵蓋。

【符號說明】

【0039】

10 上金屬層

20 下金屬層

30 電性絕緣導熱層

100 導熱基板

L1 第一擬合線

L2 第二擬合線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種導熱基板，包含：

一上金屬層；

一下金屬層；以及

一電性絕緣導熱層疊設於該上金屬層及該下金屬層之間，其中：

該電性絕緣導熱層包含一高分子聚合物及一導熱填料，而該導熱填料具有複數個球形顆粒及複數個類球形顆粒，其中該些球形顆粒及該些類球形顆粒的堆疊密度介於0.68與0.72之間，其中該堆疊密度定義為該些球形顆粒及該些類球形顆粒的體積除以該電性絕緣導熱層的體積；以及

該電性絕緣導熱層以X射線照射時滿足下列關係：

$I \sim q^a$ ，其中：

I 與 q 具有一等價關係；

I 為散射強度；以及

q 為散射向量，其中 q 介於 0.007 \AA^{-1} 與 0.08 \AA^{-1} 之間，而 a 介於-3.57與-3.62之間。

【請求項2】 根據請求項1之導熱基板，其中該些球形顆粒及該些類球形顆粒選自由氮化鋅、氮化硼、氮化鋁、氮化矽、氧化鋁、氧化鎂、氧化鋅、二氧化矽、二氧化鈦及其任意組合所組成的群組。

【請求項3】 根據請求項2之導熱基板，其中該導熱填料於該電性絕緣導熱層中的填充率介於65%與92%間。

【請求項4】 根據請求項3之導熱基板，其中該電性絕緣導熱層的熱傳導率為1.5 W/mK至17 W/mK。

【請求項5】 根據請求項4之導熱基板，其中該電性絕緣導熱層的熱膨脹係數為8 ppm/°C至33 ppm/°C。

【請求項6】 根據請求項2或請求項5之導熱基板，其中該高分子聚合物選自由雙酚A環氧樹脂、雙馬來亞醯胺、氰酸酯、苯氧樹脂、聚砵、聚醚砵、聚苯乙烯、聚氧化二甲苯、聚苯硫醚、聚醯胺、聚亞醯胺、聚醚醯亞胺、聚醚醯亞胺與矽酮之塊體共聚合物、聚氨酯、聚酯樹脂、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、苯乙烯/丙烯、苯乙烯塊體共聚合物及其任意組合所組成的群組。

【請求項7】 一種導熱膠，包含如請求項2之電性絕緣導熱層。

【請求項8】 一種導熱墊片，包含如請求項2之電性絕緣導熱層。

【發明圖式】

100

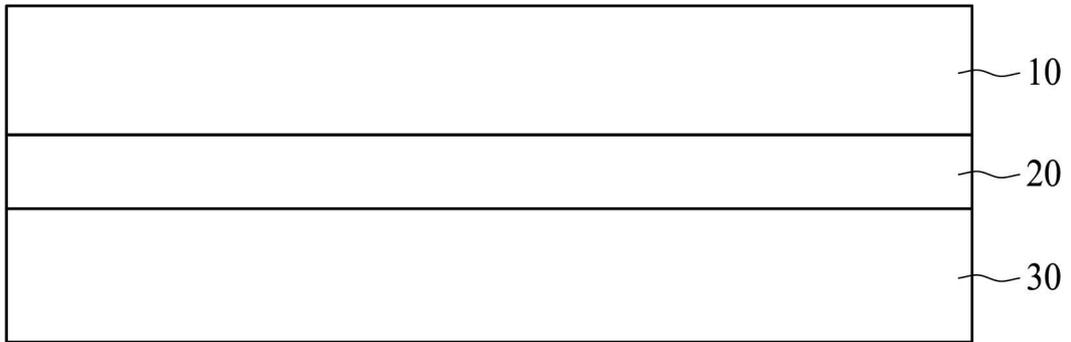


圖 1

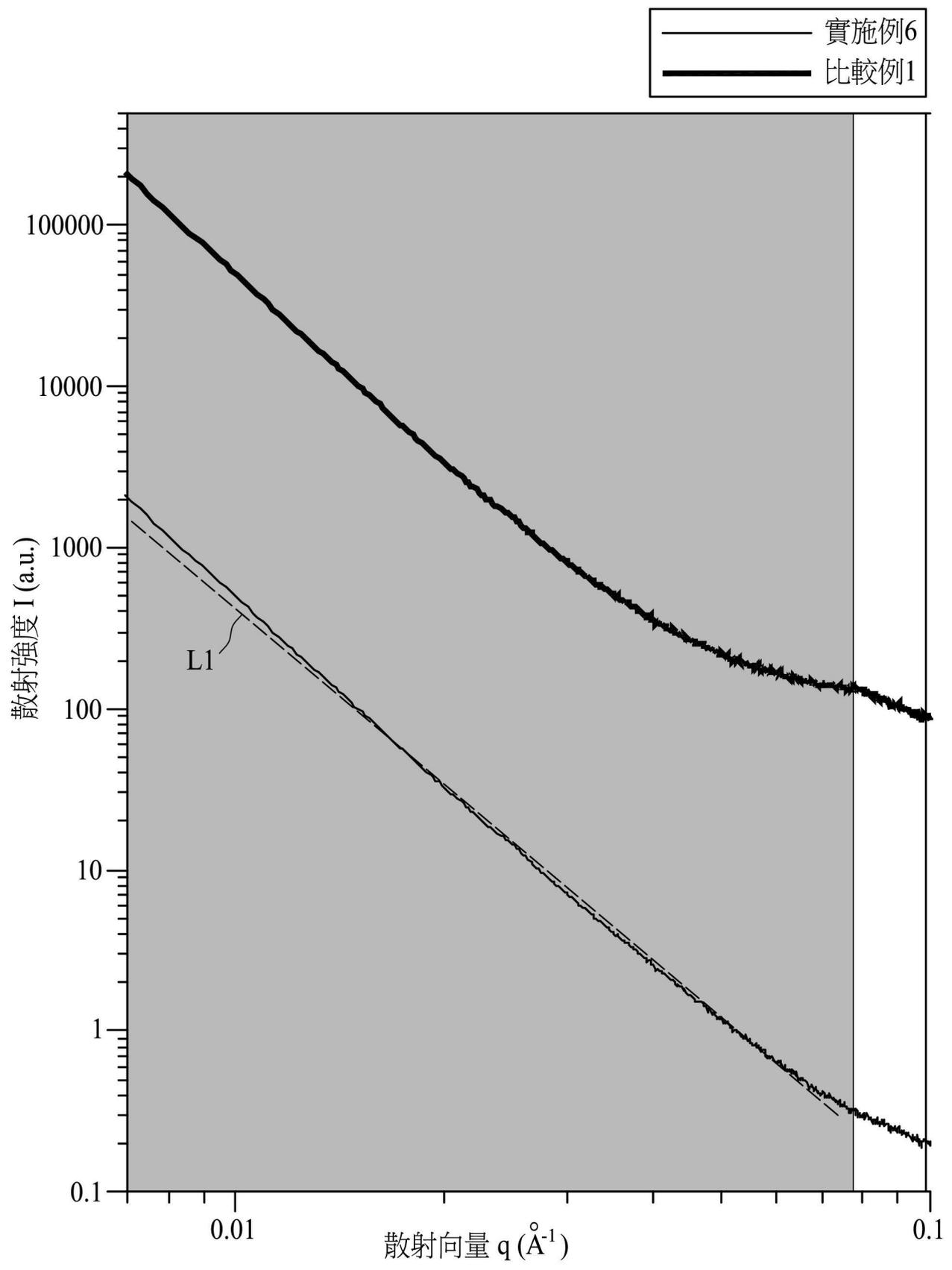


圖 2

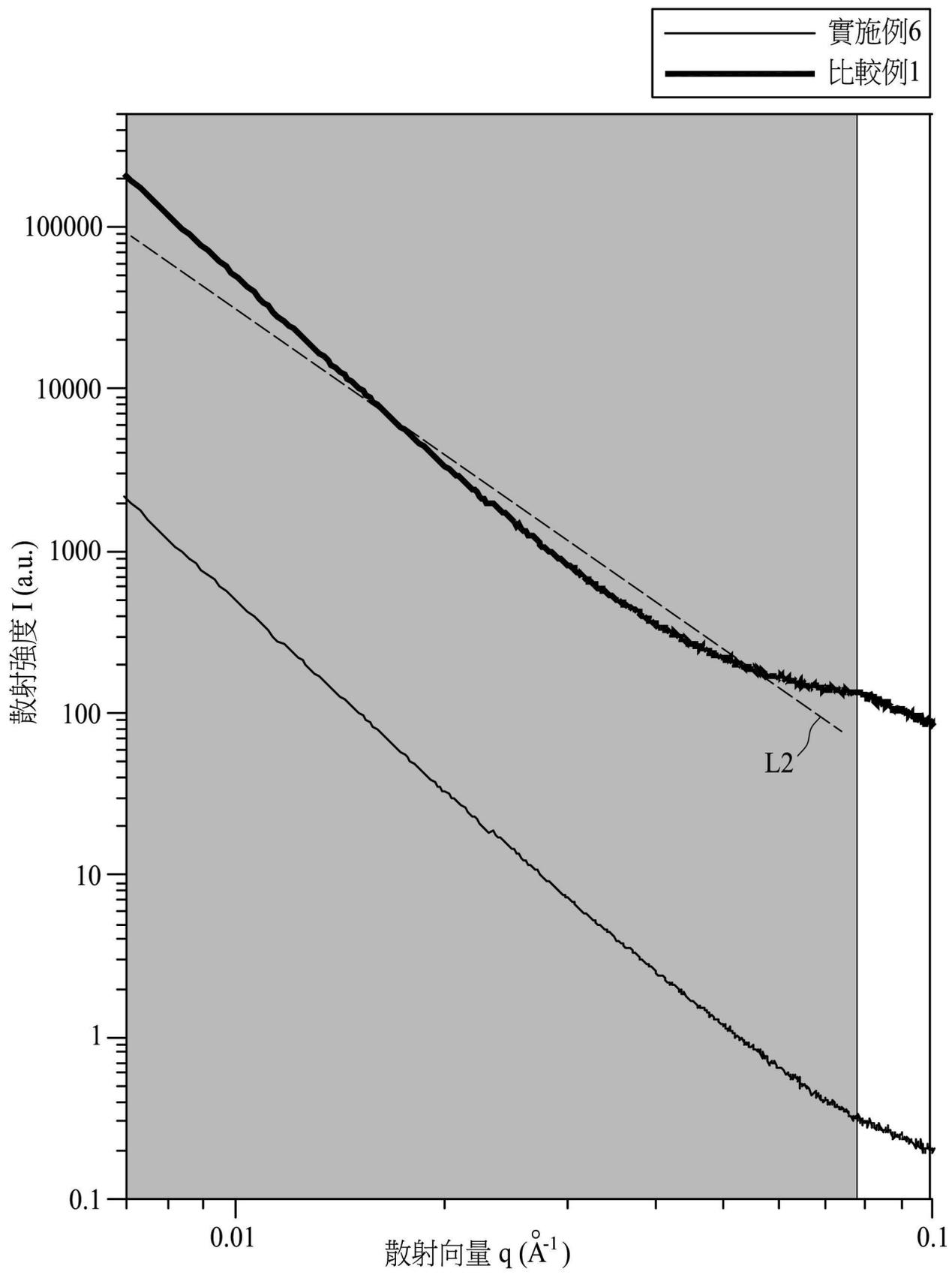


圖 3