



(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 I610407 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：100121190

(51)Int. Cl. : **H01L23/36 (2006.01)**
C09K5/14 (2006.01)(30)優先權：2010/06/17 日本 2010-138334
2010/06/17 日本 2010-138417
2011/03/31 日本 2011-079976(71)申請人：迪睿合股份有限公司 (日本) DEXERIALS CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：荒卷慶輔 ARAMAKI, KEISUKE (JP) ; 薄井博由紀 USUI, HIROYUKI (JP)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

JP 2001-139833A	JP 2002-46137A
JP 2002-88171A	JP 2002-88171A
JP 2003-192913A	JP 2008-251747A
JP 2010-056299A	JP 2010-114421A
US 2007/0284366A1	

審查人員：邱青松

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：22 共 70 頁

(54)名稱

導熱片及其製造方法

(57)摘要

本發明提供一種導熱片及導熱片之製造方法，該導熱片之切斷面之表面粗糙度小，故界面上之熱阻降低、厚度方向之導熱性高，因此可夾在各種熱源與散熱構件之間來較佳地使用。

該導熱片之製造方法至少包括如下步驟：擠出成形步驟：利用擠出機擠出含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物，藉此使上述異向性導熱性填料沿著擠出方向配向之擠出成形物成形；硬化步驟：使上述擠出成形物硬化而獲得硬化物；以及切片步驟：使用超音波切割機將上述硬化物於相對於上述擠出方向垂直之方向上切片成規定之厚度。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種導熱片及導熱片之製造方法。本申請案係以 2010 年 6 月 17 日於日本申請之日本專利申請編號特願 2010-138334 及日本專利申請編號特願 2010-138417、2011 年 3 月 31 日於日本申請之日本專利申請編號特願 2011-79976 為基礎並主張優先權，且藉由參照而將該等申請案引用於本申請案中。

【先前技術】

伴隨著電子機器之進一步之高性能化，半導體零件不斷高密度化及高封裝化。伴隨於此，使自構成電子機器之電子零件所發出之熱更高效地散熱變得重要。為了使半導體高效地散熱，經由導熱片而將其安裝於散熱片、散熱板等散熱體上。作為導熱片，廣泛使用使無機物填料等填充劑（導熱填料）分散包含於聚矽氧中而成者。

對於此種散熱構件，要求進一步提昇導熱性，一般藉由提高以高導熱性為目的而摻合於基質中之無機物填料之填充率來對應。然而，若提高無機物填料之填充率，則存在柔軟性受損、或者因無機物填料之填充率高而產生掉粉的可能性，因此提高無機物填料之填充率之方法有其極限。

作為上述無機物填料，例如可列舉氧化鋁、氮化鋁、氫氧化鋁等。進而，存在以高導熱率為目的而將氮化硼 (BN)、石墨等之鱗片狀粒子、碳纖維等填充於基質內之情況。其取決於鱗片狀粒子等所具有之導熱率的異向性。例

如，於碳纖維之情形時，在纖維方向上具有約 $600\text{W/m}\cdot\text{K}$ ~ $1,200\text{W/m}\cdot\text{K}$ 之導熱率。於氮化硼之情形時，在面方向上導熱率約為 $110\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，在相對於面方向垂直之方向上導熱率約為 $2\text{W/m}\cdot\text{K}$ 左右，已知其具有異向性。

如此，將碳纖維、鱗片狀粒子之面方向設定為與作為熱之傳遞方向之片材的厚度方向相同。即，藉由使碳纖維、鱗片狀粒子配向於片材之厚度方向，可使導熱性飛躍性地提昇。然而，當欲將成形後經硬化之硬化物切片成所期望之厚度時，存在如下之課題：因一面使具有柔軟性之硬化物變形一面進行切片，故片材表面之凹凸部變大，於該凹凸部中捲入空氣，而導致優異之導熱性無法發揮。

為了解決上述課題，例如於專利文獻 1 中，提出有一種藉由在相對於片材之縱方向垂直之方向上等間隔地排列的刀來進行衝壓、切片而成之導熱性橡膠片。此外，於專利文獻 2 中，提出有利用具有圓形旋轉刀之切斷裝置將反覆進行塗佈與硬化後積層而成之積層體切片，藉此獲得規定厚度之導熱片。又，於專利文獻 3 中，提出有使用金屬鋸，以在相對於可獲得膨脹石墨片之片材之厚度方向為 0° 之方向上配向的方式（以相對於積層之面為 90° 之角度），將積層有兩層以上之包含異向性石墨粒子之石墨層的積層體切斷。

然而，該等提案之切斷方法存在如下之問題：切斷面之表面粗糙度變大、界面上之熱阻變大、厚度方向之導熱性降低。

因此，目前期望提供如下之導熱片及導熱片之製造方法，該導熱片之切斷面之表面粗糙度小，故界面上之熱阻降低、厚度方向之導熱性高、可夾在各種熱源（例如 CPU、電晶體、LED 等各種元件）與散熱構件之間來較佳地使用。

專利文獻 1：日本特開 2010-56299 號公報

專利文獻 2：日本特開 2010-50240 號公報

專利文獻 3：日本特開 2009-55021 號公報

【發明內容】

本發明係以解決先前之上述各問題，並達成以下之目的為課題。即，本發明之目的在於提供一種導熱片及導熱片之製造方法，該導熱片之切斷面之表面粗糙度小，故界面上之熱阻降低、厚度方向之導熱性高，因此可夾在各種熱源與散熱構件之間來較佳地使用。

為了解決上述課題，本發明人等經反覆努力研究，結果獲得以下之發現。即，發現使含有異向性導熱性填料及填充劑而成之導熱性組成物通過複數個狹縫，藉此使導熱性組成物內所摻合之異向性導熱性填料配向於導熱片之厚度方向，在不打亂異向性導熱性填料的配向狀態而使導熱片成形後，將其作為塊體自模具出口擠出而成形。而且，於使所獲得之成形體硬化後，利用超音波切割機將硬化物於相對於擠出方向垂直之方向上切斷成規定之厚度，藉此可獲得因切斷面的表面粗糙度小，故界面上之熱阻降低、厚度方向之導熱性變高、可夾在各種熱源（例如 CPU、電晶體、LED 等各種元件）與散熱構件之間來較佳地使用的

導熱片。

又，發現當利用超音波切割機將上述導熱性組成物之硬化物切斷成規定之厚度時，以使上述異向性導熱性填料在相對於由上述超音波切割機所切斷之上述硬化物（導熱片）之厚度方向為 $5^\circ \sim 45^\circ$ 之角度上配向的方式，配置並切斷上述硬化物，藉此於貼附在半導體元件與散熱體之間並施加有負荷時，因設定了角度而使得異向性導熱性填料容易傾倒（異向性導熱性填料於導熱片內容易滑動），可一面抑制熱阻之上升一面謀求壓縮率之提昇。

本發明係基於本發明人之上述發現而完成者，作為用於解決上述課題之方法，如下所述。即，

<1>一種導熱片之製造方法，至少包括如下步驟：

擠出成形步驟：利用擠出機擠出含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物，並使上述異向性導熱性填料沿著擠出方向配向之擠出成形物成形；

硬化步驟：使上述擠出成形物硬化而製成硬化物；以及

切斷步驟：使用超音波切割機將上述硬化物於相對於上述擠出方向垂直之方向上切斷成規定之厚度。

<2>一種導熱片之製造方法，至少包括如下步驟：

擠出成形步驟：利用擠出機擠出含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物，並使上述異向性導熱性填料沿著擠出方向配向之擠出成形物成形；

硬化步驟：使上述擠出成形物硬化而製成硬化物；以

又，如圖 9 所示，以使上述硬化物 11 之擠出方向 D 相對於超音波切割機 14 之刀成為規定之角度的方式，來配置使所獲得之成形體硬化而成之硬化物 11（圖 9A 配置成 45° ，圖 9B 配置成 0° ，圖 9C 配置成 90° ），並將其切斷成規定之厚度，藉此可製作如下之導熱片，即於貼附在半導體元件與散熱體之間並施加有負荷時，因設定了角度而使得異向性導熱性填料 1 容易傾倒（異向性導熱性填料於導熱片內容易滑動），且一面抑制熱阻之上升一面提昇壓縮率。又，硬化物 11 之擠出方向 D（長度方向）與超音波切割機 14 之刀所成的角度等同於異向性導熱性填料 1 相對於導熱片之厚度方向之配向角度。

< 擠出成形步驟 >

上述擠出成形步驟係利用擠出機擠出含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物，並使上述異向性導熱性填料沿著擠出方向配向之擠出成形物成形的步驟。

一 聚合物一

上述聚合物並無特別限制，可根據對導熱片所要求之性能而適當選擇，例如可列舉熱塑性聚合物或熱硬化性聚合物。

上述熱塑性聚合物，可列舉熱塑性樹脂、熱塑性彈性體或者該等之聚合物合金。

上述熱塑性樹脂並無特別限制，可根據目的而適當選擇，例如可列舉：聚乙烯、聚丙烯、乙烯—丙烯共聚物等

乙烯- α -烯烃(olefin)共聚物；聚甲基戊烯、聚氯乙烯、聚偏二氯乙烯、聚乙酸乙烯酯、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、聚乙烯醇、聚缩醛、聚偏二氯乙烯、聚四氟乙烯等氟系樹脂；聚對苯二甲酸乙二酯、聚對苯二甲酸丁二酯、聚萘二甲酸乙二酯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、苯乙烯-丙烯晴共聚物、丙烯晴-丁二烯-苯乙烯(ABS)樹脂、聚苯醚、改質聚苯醚、脂肪族聚醯胺類、芳香族聚醯胺類、聚醯胺醯亞胺、聚甲基丙烯酸或其酯、聚丙烯酸或其酯、聚碳酸酯、聚苯硫醚、聚砜、聚醚砜、聚醚晴、聚醚酮、聚酮、液晶聚合物、聚矽氧樹脂、離子聚合物等。該等可單獨使用一種，亦可併用兩種以上。

上述熱塑性彈性體，例如可列舉：苯乙烯-丁二烯共聚物或其氫化聚合物、苯乙烯-異戊二烯嵌段共聚物或其氫化聚合物等苯乙烯系熱塑性彈性體，烯烴系熱塑性彈性體，氯乙烯系熱塑性彈性體，聚酯系熱塑性彈性體，聚胺基甲酸酯系熱塑性彈性體，聚醯胺系熱塑性彈性體等。該等可單獨使用一種，亦可併用兩種以上。

上述熱硬化性聚合物，例如可列舉：交聯橡膠、環氧樹脂、聚醯亞胺樹脂、雙馬來醯亞胺樹脂、苯環丁烯樹脂、酚樹脂、不飽和聚酯、鄰苯二甲酸二烯丙酯樹脂、聚矽氧樹脂、聚胺基甲酸酯、聚醯亞胺聚矽氧、熱硬化型聚苯醚、熱硬化型改質聚苯醚等。該等可單獨使用一種，亦可併用兩種以上。

上述交聯橡膠，例如可列舉：天然橡膠、丁二烯橡膠、

異戊二烯橡膠、腈橡膠、氫化腈橡膠、氯丁二烯橡膠、乙
烯丙烯橡膠、氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯、丁基橡膠、鹵
化丁基橡膠、氯橡膠、胺基甲酸酯橡膠、丙烯酸系橡膠、
聚異丁烯橡膠、聚矽氧橡膠等。該等可單獨使用一種，亦
可併用兩種以上。

該等之中，就成形加工性、耐候性優異，並且對於電
子零件之密封性及追隨性之觀點而言，特佳為聚矽氧樹脂。

上述聚矽氧樹脂並無特別限制，可根據目的而適當選
擇，例如可列舉加成反應型液狀聚矽氧橡膠、將過氧化物
用於硫化之熱硫化型混煉型聚矽氧橡膠等。由於作為電子
機器之散熱構件，要求具有與電子機器之發熱面及散熱體
面之密接性，因此該等之中，特佳為加成反應型液狀聚矽
氧橡膠。

一 異向性導熱性填料一

上述異向性導熱性填料之形狀並無特別限制，可根據
目的而適當選擇，例如可列舉鱗片狀、板狀、圓柱狀、角
柱狀、橢圓狀、扁平形狀等。該等之中，就異向性導熱性
之觀點而言，特佳為扁平形狀。

上述具有異向性之填料，例如可列舉氮化硼（BN）粉
末、石墨、碳纖維等。該等之中，就異向性導熱性之觀點
而言，特佳為碳纖維。

上述碳纖維，例如可使用瀝青（pitch）系，PAN 系，
藉由電弧放電法、雷射蒸發法、CVD 法、CCVD 法等所合
成者。該等之中，就導熱性之觀點而言，特佳為瀝青系碳

纖維。

視需要，可對上述碳纖維之一部分或全部進行表面處理後使用。上述表面處理，例如可列舉：氧化處理，氮化處理，硝化，礦化，或者使金屬、金屬化合物、有機化合物等附著或結合於藉由該等處理而導入至表面之官能基或碳纖維之表面的處理。上述官能基，例如可列舉羥基、羧基、羰基、硝基、胺基等。

上述碳纖維之平均長軸長度（平均纖維長度）較佳為 $100 \mu\text{m}$ 以上，更佳為 $120 \mu\text{m} \sim 6\text{mm}$ 。若上述平均長軸長度未達 $100 \mu\text{m}$ ，則存在無法充分地獲得異向性導熱性、熱阻變高之情形。

上述碳纖維之平均短軸長度較佳為 $6 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$ ，更佳為 $8 \mu\text{m} \sim 13 \mu\text{m}$ 。

上述碳纖維之縱橫比（平均長軸長度／平均短軸長度）較佳為 8 以上，更佳為 12~30。若上述縱橫比未達 8，則因碳纖維之纖維長度（長軸長度）較短，故存在導熱率下降之情況。

此處，例如可藉由顯微鏡、掃描式電子顯微鏡（SEM）來測定上述碳纖維之平均長軸長度及平均短軸長度。

上述異向性導熱性填料於上述導熱性組成物中之含量較佳為 15 體積%~26 體積%。若上述含量未達 15 體積%，則存在無法對成形體賦予充分之導熱性之情況，若超過 26 體積%，則存在對成形性及配向性造成影響之情況。

— 填充劑 —

上述填充劑之形狀、材質、平均粒徑等並無特別限制，可根據目的而適當選擇。上述形狀並無特別限制，可根據目的而適當選擇，例如可列舉球狀、橢圓球狀、塊狀、粒狀、扁平狀、針狀等。該等之中，就填充性之觀點而言，較佳為球狀、橢圓形狀，特佳為球狀。

上述填充劑之材質，例如可列舉：氮化鋁、二氧化矽、氧化鋁、氮化硼、二氧化鈦、玻璃、氧化鋅、碳化矽、矽（Silicon）、氧化矽、氧化鋁、金屬粒子等。該等可單獨使用一種，亦可併用兩種以上。該等之中，較佳為氧化鋁、氮化硼、氮化鋁、氧化鋅、二氧化矽，就導熱率之觀點而言，特佳為氧化鋁、氮化鋁。

再者，上述填充劑亦可實施表面處理。作為上述表面處理，若以偶合劑進行處理，則分散性得到提昇、且導熱片之柔軟性得到提昇。又，可使藉由切片所獲得之表面粗糙度變得更小。

上述填充劑之平均粒徑較佳為 $1 \mu\text{m} \sim 40 \mu\text{m}$ ，更佳為 $1 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ 。若上述平均粒徑未達 $1 \mu\text{m}$ ，則有時會成為硬化不良之原因，若超過 $40 \mu\text{m}$ ，則存在阻礙碳纖維之配向，硬化物之導熱率降低的情況。

上述填充劑之平均粒徑例如可藉由粒度分佈計、掃描式電子顯微鏡（SEM）來測定。

上述填充劑於上述導熱性組成物中之含量較佳為 40 體積% ~ 60 體積%。

進而，視需要可於上述導熱性組成物中摻合例如溶

劑、觸變性賦予劑、分散劑、硬化劑、硬化促進劑、阻滯劑、微黏著賦予劑、塑化劑、阻燃劑、抗氧化劑、穩定劑、著色劑等其他成分。

上述導熱性組成物可藉由使用混合機，將上述聚合物、上述異向性導熱性填料及上述填充劑、進而視需要之上述其他成分混合來製備。

繼而，使用泵、擠出機等，將上述導熱性組成物於模具 3 中擠出成形（參照圖 1）。於擠出機之擠出口設有複數個狹縫，藉此使異向性導熱性填料配向於擠出方向。

上述狹縫之形狀、大小並無特別限制，可根據目的而適當選擇，作為上述狹縫之形狀，例如可列舉平板狀、格子狀、蜂巢狀等。作為上述狹縫之大小(寬度)，較佳為 0.5mm ~ 10mm。

上述導熱性組成物之擠出速度較佳為 0.001L/min 以上。

上述模具 3 之形狀、大小、材質等並無特別限制，可根據目的而適當選擇，作為上述形狀，例如可列舉中空圓柱狀、中空角柱狀等。作為上述大小，可根據所製作之導熱片之大小而適當選擇。作為上述材質，例如可列舉不鏽鋼等。

於上述導熱性組成物通過擠出機等之過程中，異向性導熱性填料、填充劑等係集中於導熱性組成物之中心方向，異向性導熱性填料、填充劑之密度在表面與中心不同。即，於通過了擠出機之導熱性組成物（成形體）之表面，

導熱性填料、異向性導熱性填料未突出至表面，因此使導熱性組成物（成形體）硬化而成之硬化物 11 之表面處（導熱片之外周部）具備良好的微黏著性，且對於被接著體（半導體裝置等）之接著性變得良好。另一方面，在與熱源或散熱側接觸之面，異向性導熱性填料突出，因此微黏著性會下降。

又，如圖 2 所示，藉由將含有異向性導熱性填料 1、及球狀之填充劑 2 之導熱性組成物擠出成形，可將纖維狀之異向性導熱性填料 1 配向於擠出方向。

此處，上述微黏著性係指具有由時間經過及濕熱所引起之接著力上升較少之再剝離性，且具有當已貼於被接著體時位置不會輕易偏離之程度的黏著性。

< 硬化步驟 >

上述硬化步驟係使上述擠出成形物硬化而製成硬化物之步驟。

藉由上述擠出成形步驟而成形之成形體可獲得根據使用之樹脂並藉由適當之硬化反應所完成的硬化物。

上述擠出成形物之硬化方法並無特別限制，可根據目的而適當選擇，於使用聚矽氧樹脂等熱硬化性樹脂作為聚合物之情形時，較佳為藉由加熱而使其硬化。

用於上述加熱之裝置，例如可列舉遠紅外爐、熱風爐等。

上述加熱溫度並無特別限制，可根據目的而適當選擇，例如較佳為以 $40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 進行加熱。

上述聚矽氧樹脂硬化而成之聚矽氧硬化物的柔軟性並無特別限制，可根據目的而適當選擇，例如可藉由聚矽氧之交聯密度、導熱性填充劑之填充量等來調整。

<切斷步驟>

於第 1 形態中，上述切斷步驟係使用超音波切割機將上述硬化物於相對於上述擠出方向垂直之方向上切斷成規定之厚度的步驟。

於第 2 形態中，上述切斷步驟係於利用超音波切割機將上述硬化物切斷成規定之厚度時，以使上述異向性導熱性填料在相對於由上述超音波切割機所切斷之上述硬化物之厚度方向為 $5^\circ \sim 45^\circ$ 之角度上配向的方式，配置並切斷上述硬化物的步驟。

再者，超音波切割機被固定，且超音波切割機之刀之位置不變。

藉由上述超音波切割機切斷成規定之厚度之硬化物（導熱片）的厚度方向與異向性導熱性填料所成之角度為 $5^\circ \sim 45^\circ$ ，較佳為 $5^\circ \sim 30^\circ$ 。若上述所成之角度未達 5° ，則與壓縮率為 0° 之情形並無差異，若超過 45° 則存在熱阻值上升之情況。

上述所成之角度例如可藉由電子顯微鏡來測定。

上述切斷係使用超音波切割機來進行。上述超音波切割機可調節發送頻率及振幅，較佳為於 $10\text{kHz} \sim 100\text{kHz}$ 之範圍內調節發送頻率，於 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 之範圍內調節振幅。若利用切刀、肉切片機（旋轉刀）來進行上述切斷，

而非超音波切割機，則切斷面之表面粗糙度 R_a 會變大，且熱阻會變大。

根據上述第 1 形態之切斷步驟，使用超音波切割機將硬化反應已完成之硬化物於相對於上述擠出方向垂直之方向上切斷成規定之厚度，藉此可獲得異向性導熱性填料（例如碳纖維、鱗片狀粒子）配向於導熱片之厚度方向（垂直配向）的導熱片。

根據上述第 2 形態之切割步驟，於利用超音波切割機將上述硬化物切斷成規定之厚度時，以使上述異向性導熱性填料在相對於由上述超音波切割機所切斷之上述硬化物（導熱片）之厚度方向為 $5^\circ \sim 45^\circ$ 之角度上配向的方式，配置並切斷上述硬化物，藉此導熱片內之異向性導熱性填料容易傾倒（異向性導熱性填料於導熱片內容易滑動），可一面抑制熱阻之上升一面謀求壓縮率之提昇。

上述導熱片之厚度較佳為 0.1mm 以上。若上述厚度未達 0.1mm ，則有時因硬化物之硬度而無法於切片時維持形狀。對厚度較厚之片材施加磁場來使異向性導熱性填料配向存在極限，但於本發明之導熱片之製造方法中，有片材厚度無限制之優點。

於本發明之導熱片中，上述異向性導熱性填料（例如碳纖維、鱗片狀粒子）相對於上述導熱片之厚度方向之配向角度較佳為 0 度 ~ 45 度，更佳為 0 度 ~ 30 度。

上述碳纖維之配向角度例如可藉由以顯微鏡來觀察導熱片之斷面而測定。

藉由本發明之導熱片之製造方法所製造的導熱片其切斷後之切斷面的表面粗糙度 R_a 較佳為 $9.9 \mu m$ 以下，更佳為 $9.5 \mu m$ 以下。若上述粗糙度 R_a 超過 $9.9 \mu m$ ，則存在表面粗糙度增加，熱阻變大之情況。

上述表面粗糙度 R_a 例如可藉由雷射顯微鏡來測定。

本發明之導熱片係夾在各種熱源（例如 CPU、電晶體、LED 等各種元件）與散熱構件之間來使用，因此於安全性方面，較佳為具有阻燃性，且較佳為於 UL-94 規格中具有「V-0」以上之阻燃性。

一 用途

本發明之導熱片因切斷面之表面粗糙度小、界面上之熱阻降低、厚度方向之導熱性高，故可夾在各種熱源（例如 CPU、電晶體、LED 等各種元件）與散熱構件之間來較佳地使用，例如可較佳地用於因溫度而對零件動作之效率、壽命等造成不良影響之 CPU、MPU、功率電晶體、LED、雷射二極體、各種電池（鋰離子電池等各種二次電池、各種燃料電池、電容器、非晶矽、結晶矽、化合物半導體、濕式太陽電池等各種太陽電池等）等各種電氣元件周邊，要求熱之有效利用之供暖機器的熱源周邊，熱交換器、地板供暖裝置之熱配管周邊等。

[實施例]

以下，對本發明之實施例進行說明，但本發明並不受到該等實施例任何限制。

於以下之實施例及比較例中，氧化鋁粒子及氮化鋁之

平均粒徑係藉由粒度分佈計所測定之值。又，瀝青系碳纖維之平均長軸長度及平均短軸長度係藉由顯微鏡（HiROX Co Ltd 製造，KH7700）所測定之值。

（實施例 1）

一導熱片之製作 -

使氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3\mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造）42.3 體積%、及瀝青系碳纖維（平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造）20.1 體積%分散於將聚矽氧 A 液（具有乙烯基之有機聚矽氧（organopolysiloxane））18.8 體積%與聚矽氧 B 液（具有 H-Si 基之有機聚矽氧）18.8 體積%混合而成之二液性之加成反應型液狀聚矽氧樹脂中，製備聚矽氧樹脂組成物。

利用擠出機將所獲得之聚矽氧樹脂組成物於模具 3（中空圓柱狀）中擠出成形，製成聚矽氧成形體。於擠出機的擠出口形成有狹縫（噴出口形狀：平板）。

於烘箱中以 100°C 對所獲得之聚矽氧成形體加熱 1 小時，製成聚矽氧硬化物。

利用超音波切割機，以使厚度成為 0.5mm 之方式對所獲得之聚矽氧硬化物加以切片切斷（參照圖 3，發送頻率 20.5kHz ，振幅 $50 \sim 70\mu\text{m}$ ）。藉由以上方式，製成厚 0.5mm 、長 15mm 、寬 15mm 之正方形之實施例 1 的導熱片。

利用顯微鏡（HiROX Co Ltd 製，KH7700）對所獲得之導熱片觀察其剖面，結果瀝青系碳纖維在相對於導熱片之

厚度方向為 0 度～5 度之方向上配向。

(實施例 2)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，將氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3 \mu m$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造）替換成氧化鋁粒子（平均粒徑為 $5 \mu m$ ，Alumina DAW05，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造），除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 2 的導熱片。

(實施例 3)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，將氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3 \mu m$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造）替換成氧化鋁粒子（平均粒徑為 $10 \mu m$ ，Alumina DAW10，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造），除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 3 的導熱片。

(實施例 4)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，使氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3 \mu m$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造）41.0 體積%、及瀝青系碳纖維（平均長軸長度為 $150 \mu m$ ，平均短軸長度為 $8 \mu m$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造）23.4 體積%分散於將聚矽氧 A 液（具有乙烯基

之有機聚矽氧) 17.8 體積%與聚矽氧 B 液(具有 H-Si 基之有機聚矽氧) 17.8 體積%混合而成之二液性之加成反應型液狀聚矽氧樹脂中，製備聚矽氧樹脂組成物，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 4 的導熱片。

(實施例 5)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，使氧化鋁粒子(平均粒徑為 $3\mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，電氣化學工業股份有限公司製造) 40.5 體積%、及瀝青系碳纖維(平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造) 24.3 體積%分散於將聚矽氧 A 液(具有乙烯基之有機聚矽氧) 17.6 體積%與聚矽氧 B 液(具有 H-Si 基之有機聚矽氧) 17.6 體積%混合而成之二液性之加成反應型液狀聚矽氧樹脂中，製備聚矽氧樹脂組成物，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 5 的導熱片。

(實施例 6)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，使氧化鋁粒子(平均粒徑為 $3\mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造) 45.0 體積%、及瀝青系碳纖維(平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造) 16.0 體積%分散於將聚矽氧 A 液(具有乙烯基

之有機聚矽氧) 19.5 體積%與聚矽氧 B 液(具有 H-Si 基之有機聚矽氧) 19.5 體積%混合而成之二液性之加成反應型液狀聚矽氧樹脂中，製備聚矽氧樹脂組成物，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 6 的導熱片。

(實施例 7)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，使氧化鋁粒子(平均粒徑為 $3\mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造) 43.6 體積%、及瀝青系碳纖維(平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造) 18.6 體積%分散於將聚矽氧 A 液(具有乙烯基之有機聚矽氧) 18.9 體積%與聚矽氧 B 液(具有 H-Si 基之有機聚矽氧) 18.9 體積%混合而成之二液性之加成反應型液狀聚矽氧樹脂中，製備聚矽氧樹脂組成物，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 7 的導熱片。

(實施例 8)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，利用市售之切刀切割所製作之導熱片之外周部，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 14mm、寬 14mm 之正方形之實施例 8 的導熱片。

(實施例 9)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，將瀝青系碳纖維（平均長軸長度為 $150 \mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8 \mu\text{m}$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造）替換成瀝青系碳纖維（平均長軸長度為 $100 \mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8 \mu\text{m}$ ，Raheama R-A401，帝人股份有限公司製造），除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm 、長 15mm 、寬 15mm 之正方形之實施例 9 的導熱片。

(實施例 10)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，將瀝青系碳纖維（平均長軸長度為 $150 \mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8 \mu\text{m}$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造）替換成瀝青系碳纖維（平均長軸長度為 $50 \mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8 \mu\text{m}$ ，Raheama R-A201，帝人股份有限公司製造），除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm 、長 15mm 、寬 15mm 之正方形之實施例 10 的導熱片。

(實施例 11)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，使氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3 \mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造） 39.9 體積%、及瀝青系碳纖維（平均長軸長度為 $150 \mu\text{m}$ ，平均短軸長度為 $8 \mu\text{m}$ ，Raheama R-A301，帝人股份有限公司製造） 25.5 體積%分散於將聚矽氧 A 液（具有乙烯基之有機聚矽氧） 17.3 體積%與聚矽氧 B 液（具有 H-Si 基

之有機聚矽氧)17.3體積%混合而成之二液性之加成反應型液狀聚矽氧樹脂中，製備聚矽氧樹脂組成物，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 11 的導熱片。

(實施例 12)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，將氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3\mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造）替換成氧化鋁粒子（平均粒徑為 $45\mu\text{m}$ ，Alumina DAW45，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造），除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 12 的導熱片。

(實施例 13)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，將氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3\mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造）42.3 質量份替換成氧化鋁粒子（平均粒徑為 $3\mu\text{m}$ ，Alumina DAW03，球狀，電氣化學工業股份有限公司製造）25 質量份、及氮化鋁（TOKUYAMA 公司製造，平均粒徑為 $1\mu\text{m}$ ）17.3 質量份，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之實施例 13 的導熱片。

(比較例 1)

— 導熱片之製作 —

於實施例 1 中，利用市售之切刀，以使厚度成為 0.5mm

之方式對所製作之聚矽氧硬化物加以切片切斷，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之比較例 1 的導熱片。

此處，將實施例 1 之導熱片之切斷面之表面的電子顯微鏡照片示於圖 4A，將剖面之電子顯微鏡照片示於圖 4B，將三維圖形圖示於圖 4C。

又，將比較例 1 之導熱片之切斷面之表面的電子顯微鏡照片示於圖 5A，將剖面之電子顯微鏡照片示於圖 5B，將三維圖形圖示於圖 5C。

可知與如比較例 1 般利用市售之切刀加以切片切斷之情形相比，若如實施例 1 利用超音波切割機加以切片切斷，則表面粗糙度變得更小，且熱阻變得更小。

(比較例 2)

一 導熱片之製作一

於實施例 1 中，利用肉切片機（旋轉刀）(REMACOM 電動式切片機 RSL-A19)，以使厚度成為 0.5mm 之方式對所製作之聚矽氧硬化物加以切片切斷，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之比較例 2 的導熱片。

(比較例 3)

一 導熱片之製作一

於實施例 1 中，將所獲得之聚矽氧樹脂組成物積層塗佈來製作聚矽氧積層物，然後於烘箱中以 100°C 對該聚矽氧積層物加熱 1 小時來製作聚矽氧硬化物，並利用超音波切

割機，以使厚度成為 0.5mm 之方式對所獲得之聚矽氧硬化物加以切片切斷，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之比較例 3 的導熱片。

(比較例 4)

— 導熱片之製作 —

於比較例 3 中，使用市售之切刀來代替超音波切割機對所獲得之聚矽氧積層物加以切片切斷，除此以外，以與比較例 3 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之比較例 4 的導熱片。

(比較例 5)

— 導熱片之製作 —

於比較例 3 中，使用肉切片機（旋轉刀）(REMACOM 電動式切片機 RSL-A19) 來代替超音波切割機對所獲得之聚矽氧積層物加以切片切斷，除此以外，以與比較例 3 相同之方式製作厚 0.5mm、長 15mm、寬 15mm 之正方形之比較例 5 的導熱片。

其次，如以下般對實施例 1~13 及比較例 1~5 之導熱片之各特性進行評價。將結果示於表 1。

< 阻燃性 >

對各導熱片進行依據 UL-94 規格之阻燃試驗，並評價阻燃性。

即，製作 UL-94 中所示之試驗片，根據 UL94V 之垂直燃燒試驗方法對所獲得之試驗片進行燃燒試驗。再者，

燃燒時間為 2 次起火的之和，且為 5 片試驗片之平均。按照以下之基準，將所獲得之結果評價為 UL94 「V-0」、「V-1」及「V-2」之任一等級。將不滿足上述所有等級者設定為「不合格」。

[評價基準]

「V-0」：移開點火火焰後之平均燃燒時間為 10 秒以下，且全部試樣均不掉落點燃脫脂棉之火焰微粒。

「V-1」：移開點火火焰後之平均燃燒時間為 30 秒以下，且全部試樣均不掉落點燃脫脂棉之火焰微粒。

「V-2」：移開點火火焰後之平均燃燒時間為 30 秒以下，且掉落點燃脫脂棉之火焰微粒。

<表面粗糙度 Ra>

利用雷射顯微鏡來測定各導熱片之表面粗糙度 Ra。

<外周部之微黏著性>

將各導熱片與碳纖維之配向方向垂直地放置在塑膠板上，確認外周部之微黏著性。

<初始厚度 <剛切斷後之厚度>>

使用導熱測定裝置來測定各導熱片之初始厚度。

<熱阻>

使用依據 ASTM D 5470 之導熱率測定裝置，並施加 1kgf/cm^2 的負荷來測定各導熱片之熱阻。

<狹縫間或積層面上之剝離>

針對各導熱片，以目測確認有無狹縫間或積層面上之剝離。

[表 1-1]

成分 (體積%)	實施例 1	實施例 2	實施例 3	實施例 4
聚矽氮 A 液	18.8	18.8	18.8	17.8
聚矽氮 B 液	18.8	18.8	18.8	17.8
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A301, 平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	20.1	20.1	20.1	23.4
瀝青系碳纖維 (Raheama R-X401, 平均長軸長度為 $100\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	-	-	-	-
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A201, 平均長軸長度為 $50\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	-	-	-	-
Alumina DAW03 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $3\mu\text{m}$)	42.3	-	-	41.0
Alumina DAW05 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $5\mu\text{m}$)	-	42.3	-	-
Alumina DAW10 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $10\mu\text{m}$)	-	-	42.3	-
Alumina DAW45 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $45\mu\text{m}$)	-	-	-	-
合計 (體積%)	100.0	100.0	100.0	100.0
製法	擠出	擠出	擠出	擠出
切片方法	超音波切片	超音波切片	超音波切片	超音波切片
阻燃性	V-0	V-0	V-0	V-0
表面粗糙度 Ra	$3.7\mu\text{m}$	$4.3\mu\text{m}$	$9.9\mu\text{m}$	$3.2\mu\text{m}$
外周部之微黏著性	有	有	有	有
初始厚度	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm
熱阻	$0.15\text{K}/\text{W}$	$0.14\text{K}/\text{W}$	$0.22\text{K}/\text{W}$	$0.13\text{K}/\text{W}$
狹縫間或積層面上之剝離	無	無	無	無

[表 1-2]

成分(體積%)	實施例 5	實施例 6	實施例 7	實施例 8
聚矽氧 A 液	17.6	19.5	18.9	18.8
聚矽氧 B 液	17.6	19.5	18.9	18.8
瀝青系碳纖維(Raheama R-A301, 平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	24.3	16.0	18.6	20.1
瀝青系碳纖維(Raheama R-X401, 平均長軸長度為 $100\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	-	-	-	-
瀝青系碳纖維(Rahcama R-A201, 平均長軸長度為 $50\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	-	-	-	-
Alumina DAW03 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $3\mu\text{m}$)	40.5	45.0	43.6	42.3
Alumina DAW05 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $5\mu\text{m}$)	-	-	-	-
Alumina DAW10 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $10\mu\text{m}$)	-	-	-	-
Alumina DAW45 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $45\mu\text{m}$)	-	-	-	-
合計(體積%)	100.0	100.0	100.0	100.0
製法	擠出	擠出	擠出	擠出
切片方法	超音波切片	超音波切片	超音波切片	超音波切片
阻燃性	V-0	V-0	V-0	V-0
表面粗糙度 Ra	$3.3\mu\text{m}$	$6.6\mu\text{m}$	$5.7\mu\text{m}$	$8.2\mu\text{m}$
外周部之微黏著性	有	有	有	無
初始厚度	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm
熱阻	$0.12\text{K}/\text{W}$	$0.23\text{K}/\text{W}$	$0.19\text{K}/\text{W}$	$0.16\text{K}/\text{W}$
狹縫間或積層面上之剝離	無	無	無	無

[表 1-3]

成分 (體積%)	實施例 9	實施例 10	實施例 11	實施例 12	實施例 13
聚矽氮 A 液	18.8	18.8	17.3	18.8	18.8
聚矽氮 B 液	18.8	18.8	17.3	18.8	18.8
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A301, 平均長軸長度為 $150\mu m$, 平均短軸長度為 $8\mu m$, 帝人公司製造)	-	-	25.5	20.1	20.1
瀝青系碳纖維 (Raheama R-X401, 平均長軸長度為 $100\mu m$, 平均短軸長度為 $8\mu m$, 帝人公司製造)	20.1	-	-	-	-
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A201, 平均長軸長度為 $50\mu m$, 平均短軸長度為 $8\mu m$, 帝人公司製造)	-	20.1	-	-	-
Alumina DAW03 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $3\mu m$)	42.3	42.3	39.9	-	25
Alumina DAW05 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $5\mu m$)	-	-	-	-	-
Alumina DAW10 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $10\mu m$)	-	-	-	-	-
Alumina DAW45 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $45\mu m$)	-	-	-	42.3	-
氯化鋁 (TOKUYAMA 公司製造, 平均粒徑為 $1\mu m$)	-	-	-	-	17.3
合計 (體積%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
製法	擠出	擠出	擠出	擠出	擠出
切片方法	超音波切片	超音波切片	超音波切片	超音波切片	超音波切片
阻燃性	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
表面粗糙度 Ra	$7.8\mu m$	$9.3\mu m$	$11.1\mu m$	$9.6\mu m$	$3.5\mu m$
外周部之微黏著性	有	有	有	有	有
初始厚度	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm
熱阻	$0.25K/W$	$0.29K/W$	$0.27K/W$	$0.34K/W$	$0.13K/W$
狹縫間或積層面上之剝離	無	無	略有	無	無

[表 1-4]

成分(體積%)	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
聚矽氮 A 液	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
聚矽氮 B 液	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A301, 平均長軸長度為 $150\mu m$, 平均短軸長度為 $8\mu m$, 帝人公司製造)	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1
瀝青系碳纖維 (Raheama R-X401, 平均長軸長度為 $100\mu m$, 平均短軸長度為 $8\mu m$, 帝人公司製造)	-	-	-	-	-
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A201, 平均長軸長度為 $50\mu m$, 平均短軸長度為 $8\mu m$, 帝人公司製造)	-	-	-	-	-
Alumina DAW03 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $3\mu m$)	42.3	42.3	42.3	42.3	42.3
Alumina DAW05 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $5\mu m$)	-	-	-	-	-
Alumina DAW10 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $10\mu m$)	-	-	-	-	-
Alumina DAW45 (電氣化學工業公司製造, 平均粒徑為 $45\mu m$)	-	-	-	-	-
合計(體積%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
製法	擠出	擠出	積層塗佈	積層塗佈	積層塗佈
切片方法	切刀	肉切片機 (旋轉刀)	超音波切片	切刀	肉切片機 (旋轉刀)
阻燃性	V-1	V-1	V-0	V-0	V-0
表面粗糙度 Ra	$20.1\mu m$	$23.2\mu m$	$9.2\mu m$	$20.8\mu m$	$18.2\mu m$
外周部之微黏著性	有	有	無	無	無
初始厚度	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm
熱阻	$0.39K/W$	$0.37K/W$	$0.17K/W$	$0.37K/W$	$0.33K/W$
狹縫間或積層面上之剝離	無	無	有	有	有

根據表 1 之結果可知，於如實施例 1~13 般利用超音波切割機加以切片切斷之情形時，與如比較例 1 般利用市售之切刀加以切片切斷之情形相比，熱阻變得更低，且顯示良好之導熱性。

實施例 9 與實施例 1 相比，瀝青系碳纖維之纖維長度

更短，因此熱阻略微變大。

實施例 10 與實施例 1 相比，瀝青系碳纖維之纖維長度更短，因此熱阻略微較大。

實施例 11 與實施例 1 相比，瀝青系碳纖維填充量更多，且瀝青系碳纖維之分散略差，因此通過狹縫後界面仍為略微剝離之狀態。

實施例 12 與實施例 1 相比，氧化鋁之平均例徑更大，導致瀝青系碳纖維的配向紊亂，因此熱阻略微變大。

比較例 1 與實施例 1 相比，因利用市售之切刀加以切片切斷，故表面之凹凸變得更大、熱阻變得更大。

比較例 2 與實施例 1 相比，因利用肉切片機（旋轉刀）加以切片切斷，故表面之凹凸變得更大、熱阻變得更大。

比較例 3 與實施例 1 相比，因其為積層塗佈物，故於施加了負荷時在界面上產生了剝離。又，積層塗佈物因未被擠出至模具中，故外周不具有微黏著性。

比較例 4 與實施例 1 相比，因其為積層塗佈物，故於施加了負荷時在界面上產生了剝離。又，積層塗佈物因未被擠出至模具中，故外周不具有微黏著性。進而，因利用市售之切刀加以切片切斷，故表面之凹凸變得更大、熱阻變得更大。

比較例 5 與實施例 1 相比，因其為積層塗佈物，故於施加了負荷時在界面上產生了剝離。又，積層塗佈物因未被擠出至模具中，故外周不具有微黏著性。進而，因利用肉切片機（旋轉刀）加以切片切斷，故表面之凹凸變得更

大、熱阻變得更大。

(實施例 14)

於實施例 1 中，利用超音波切割機，以使厚度成為 1.0mm 之方式對聚矽氧硬化物加以切片切斷，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作實施例 14 之導熱片。

對所獲得之導熱片施加 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷來進行測定時之厚度成為 0.9mm。

(實施例 15)

於實施例 1 中，利用超音波切割機，以使厚度成為 1.5mm 之方式對聚矽氧硬化物加以切片切斷，除此以外，以與實施例 1 相同之方式製作實施例 15 之導熱片。

對所獲得之導熱片施加 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷來進行測定時之厚度成為 1.4mm。

(比較例 6)

於比較例 1 中，利用市售之切刀，以使厚度成為 1.0mm 之方式對聚矽氧硬化物加以切片切斷，除此以外，以與比較例 1 相同之方式製作比較例 6 之導熱片。

對所獲得之導熱片施加 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷來進行測定時之厚度成為 0.9mm。

(比較例 7)

於比較例 1 中，利用市售之切刀，以使厚度成為 1.5mm 之方式對聚矽氧硬化物加以切片切斷，除此以外，以與比較例 1 相同之方式製作比較例 7 之導熱片。

對所獲得之導熱片施加 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷來進行測定

時之厚度成為 1.4mm。

繼而，對實施例 1、實施例 14~15、比較例 1、比較例 6~7 施加 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷，以與實施例 1 及比較例 1 相同之方式測定導熱片之熱阻。再者，對實施例 1 及比較例 1 之導熱片（剛切斷後之厚度為 0.5mm）施加 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷來進行測定時之厚度成為 0.4mm。將結果示於圖 6。

根據圖 6 之結果可知，使用超音波切割機之實施例 1、實施例 14~15 與使用市售之切刀之比較例 1、比較例 6~7 相比，不論片材之厚度，熱阻均變得更低，且均顯示良好之導熱性。

(比較例 8)

與日本特開 2003-200437 號公報中所記載之實施例 1 同樣地，於常溫下施加磁場，使利用矽烷偶合劑實施了表面處理之石墨化碳纖維在固定之方向上進行磁場配向後，對其進行熱硬化來製作厚度為 2mm 之比較例 8 之導熱片。

將所獲得之比較例 8 之導熱片之厚度方向剖面的顯微鏡照片（200 倍）示於圖 8。又，將實施例 1 之導熱片之厚度方向剖面的顯微鏡照片（200 倍）示於圖 7。

根據圖 7 及圖 8 之結果可知，於比較例 8 中，如圖 8 所示碳纖維全部配向於片材之厚度方向（垂直方向），因此存在若彎折片材，則容易折斷（容易破裂）之問題。相對於此，於實施例 1 中，如圖 7 所示，若利用擠出法製造片材，則亦存在碳纖維未於片材之厚度方向（垂直方向）上配向之部分，因此即使彎折片材，亦不易折斷（不易破裂）。

(實施例 16)

利用超音波切割機，以使厚度成為 0.8mm 之方式對由與實施例 1 相同之聚矽氧樹脂組成物所製作之聚矽氧硬化物進行切片（發送頻率為 20.5kHz，振幅為 50~70 μm），而製成導熱片。此時，如表 2 所示，使由超音波切割機所切斷之聚矽氧硬化物（導熱片）之厚度方向與異向性導熱性填料（碳纖維）所成之角度階段性地自 0° 變成 90° 為止來配置聚矽氧硬化物，然後進行超音波切片，而製成試樣 No.1 ~ No.9 之導熱片。

針對所獲得之試樣 No.1 ~ No.9 之導熱片，測定施加了 $1\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷、 $2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷及 $3\text{kgf}/\text{cm}^2$ 之負荷時之各特性。將結果示於表 2 及圖 10 ~ 圖 12。

熱阻係以與上述實施例相同之方式進行測定。又，關於壓縮率，如以下般進行測定。又，關於其他物性，以與上述實施例相同之方式進行測定。

< 壓縮率 >

所謂壓縮率，係表示施加了負荷時之導熱片之厚度相對於測定前之導熱片之厚度受到多大壓縮的值 (%)。

[表 2-1]

	試樣 No.				
	1	2	3	4	5
聚矽氮 A 液	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
聚矽氮 B 液	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A301, 平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1
瀝青系碳纖維 (Raheama R-X401, 平均長軸長度為 $100\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	-	-	-	-	-
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A201, 平均長軸長度為 $50\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	-	-	-	-	-
Alumina DAW03 (DENKA 公司製造)	42.3	42.3	42.3	42.3	42.3
Alumina DAW05 (DENKA 公司製造)	-	-	-	-	-
Alumina DAW10 (DENKA 公司製造)	-	-	-	-	-
Alumina DAW45 (DENKA 公司製造)	-	-	-	-	-
氮化鋁 (平均粒徑為 $1\mu\text{m}$, TOKUYAMA 公司製造)	-	-	-	-	-
合計 (體積%)	100	100	100	100	100
製法	擠出	擠出	擠出	擠出	擠出
切片方法	超音波 切片	超音波 切片	超音波 切片	超音波 切片	超音波 切片
負荷： 1kgf/cm^2	相對於導熱片厚度方向 之碳纖維的角度 ($^\circ$)	0	5	10	15
	熱阻 (K/W)	0.19	0.20	0.21	0.20
	壓縮率 (%)	4.5	5.6	6.8	7.8
負荷： 2kgf/cm^2	相對於導熱片厚度方向 之碳纖維的角度 ($^\circ$)	0	5	10	15
	熱阻 (K/W)	0.15	0.16	0.16	0.17
	壓縮率 (%)	12.4	14.6	16.7	18.7
負荷： 3kgf/cm^2	相對於導熱片厚度方向 之碳纖維的角度 ($^\circ$)	0	5	10	15
	熱阻 (K/W)	0.14	0.14	0.15	0.16
	壓縮率 (%)	22.5	24.6	26.8	28.8
阻燃性	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
初始厚度	0.8mm	0.8mm	0.8mm	0.8mm	0.8mm
片材內之碳纖維之配向度	0°	5°	10°	15°	30°
狹縫間或積層面上之刺離	無	無	無	無	無
表面粗糙度	$6.7\mu\text{m}$	$7.2\mu\text{m}$	$7.4\mu\text{m}$	$7.9\mu\text{m}$	$7.6\mu\text{m}$

(polyalkenylalkylsiloxane)，第 2 聚矽氧樹脂係作為該聚烯基烷基矽氧烷之硬化劑而發揮作用之聚烷基矽氧烷。

又，於商業方面，第 1 聚矽氧樹脂能夠以混含有作為上述反應之觸媒發揮作用之鉑觸媒者之狀態而獲得。又，於商業方面，第 2 聚矽氧樹脂能夠以除聚烷基矽氧烷以外，混含有上述聚烯基烷基矽氧烷或反應調整劑之狀態而獲得。

於第 1 聚矽氧樹脂與第 2 聚矽氧樹脂如上述般為混合物之情形時，只要藉由重量比來等量摻合該兩種樹脂，便可相對地提高第 1 聚矽氧樹脂之摻合比例，降低作為硬化劑之第 2 聚矽氧樹脂之摻合比例。

其結果，不會使導熱片 10 過度地硬化，藉此可產生固定之壓縮率。導熱片 10 因介於發熱性電子零件與散熱體之間，故為了使該等密接而必需於厚度方向上具備規定之壓縮率，較佳為至少具備 3% 為上之壓縮率，較佳為 6% 以上，更佳為 10% 以上之壓縮率。

而且，如圖 13 所示，導熱片 10 係將第 1 聚矽氧樹脂與第 2 聚矽氧樹脂之摻合比設定為 55:45~50:50。藉此，導熱片 10 即便於切薄成初始厚度為 0.5mm 之情形時，亦具有 3% 以上 (3.82%) 之壓縮率。進而，若第 1 聚矽氧樹脂與第 2 聚矽氧樹脂之摻合比為 52:48，則導熱片 10 之初始厚度為 1.0mm 且具有 10.49% 之壓縮率，進而，若第 1 聚矽氧樹脂與第 2 聚矽氧樹脂之摻合比為 55:45~52:48 之間，則導熱片 10 之初始厚度為 1.0mm 且壓縮率為 13.21%，均

具有 10% 以上之壓縮率。

如此，儘管碳纖維配向於厚度方向，但導熱片 10 朝向厚度方向依然具有 3% 以上之壓縮率，因此柔軟性、形狀追隨性優異，可使發熱性電子零件及散熱體更加密接，並高效地散熱。

瀝青系碳纖維係以瀝青為主原料，於熔融紡絲、不熔化及碳化等各處理步驟後，以 $2000^{\circ}\text{C} \sim 3000^{\circ}\text{C}$ 或超過 3000°C 之高溫進行熱處理來使其石墨化而成者。原料瀝青可分為於光學上無秩序且不顯示偏向之等向性瀝青，以及構成分子排列成液晶狀、且顯示光學異向性之異向性瀝青（中間相瀝青），自異向性瀝青所製造之碳纖維相與自等向性瀝青所製造之碳纖維相比，機械特性更優異，電或熱之傳導性變得更高，因此較佳為使用該中間相瀝青系石墨化碳纖維。

再者，氧化鋁較碳纖維更小，且具有作為導熱性材料可充分地發揮功能之粒徑，其與碳纖維相互緊密地填充。藉此，導熱片 10 可獲得足夠之導熱路徑。氧化鋁可使用 DAW03（電氣化學工業股份有限公司製造）。

< 氧化鋁與碳纖維的摻合比 >

對應於碳纖維及氧化鋁之摻合比例，導熱片 10 於燃燒試驗中之評價，以及於製造切出導熱片 10 之片材母材 11 時，將第 1、第 2 聚矽氧，碳纖維，氧化鋁混合而成之混合組成物自注射器成角柱狀地擠出時之擠出容易度的評價會變化。又，片材母材 11 藉由通過設置於注射器內部之狹縫

而使碳纖維配向於長邊方向，通過狹縫後，再次成形為角柱狀。

圖 14 表示使相對於 50g 之氧化鋁之碳纖維之摻合比例變化時的導熱片 10 於燃燒試驗 (UL94V) 中之評價、及將片材母材 11 成角柱狀地擠出時之擠出容易度的評價。導熱片 10 系摻合有 5.4g 之第 1 聚矽氧樹脂 (聚烯基烷基矽氧烷與鉑觸媒之混合物)、5.4g 之第 2 聚矽氧樹脂 (聚烷基氫矽氧烷、聚烯基烷基矽氧烷及反應調整劑之混合物) 作為聚矽氧樹脂。

如圖 14 所示，相對於 50g 之氧化鋁摻合 14g 以上之碳纖維，藉此厚度為 1mm 及 2mm 之導熱片 10 之任一者均獲得與燃燒試驗 (UL94V) 中之 V0 相當之評價。又，厚度 2mm 之導熱片 10 藉由相對於 50g 之氧化鋁摻合 8g 以上之碳纖維，而獲得與燃燒試驗 (UL94V) 中之 V0 相當之評價。此時，導熱片 10 中之 50g 之氧化鋁的體積比為 45.8 體積%，8g 之碳纖維之體積比為 13.3 體積%。

又，導熱片 10 藉由相對於 50g 之氧化鋁摻合 8g、10g 之碳纖維，於片材母材 11 之製造步驟中可良好地維持擠出容易度。即，片材母材 11 可順暢地通過設置於注射器內之狹縫，且維持角柱狀。

同樣地，導熱片 10 藉由相對於 50g 之氧化鋁摻合 12g、14g 之碳纖維，於片材母材 11 之製造步驟中亦可良好地維持擠出容易度。即，片材母材 11 可順暢地通過設置於注射器內之狹縫，且維持角柱狀。再者，該片材母材 11 之硬度

較上述摻合有 8g、10g 之碳纖維者更硬。

又，導熱片 10 因相對於 50g 之氧化鋁摻合 16g 之碳纖維，故擠出容易度於片材母材 11 之製造步驟中略微受損。即，由於片材母材較硬，因此存在一部分母材自固定注射器內所設置之狹縫之夾具漏出的情形。但是，通過了狹縫之母材可維持角柱狀。此時，導熱片 10 中之 50g 之氧化鋁的體積比為 40.4 體積%，16g 之碳纖維之體積比為 23.5 體積%。

進而，導熱片 10 於摻合有 17g 之碳纖維之情形時，在片材母材 11 之製造步驟中無法擠出。即，由於片材母材 11 較硬，因此存在一部分母材自固定注射器內所設置之狹縫之夾具漏出的情形。而且，通過了狹縫之母材彼此未結合而已無法維持角柱狀。

根據上述可知，尤其於要求相當於燃燒試驗 UL94V 中之 V0 之高阻燃性的情形時，相對於 50g 氧化鋁之碳纖維的摻含量於片材厚度為 1mm 時較佳為 14g，於片材厚度為 2mm 時較為佳 8g~16g。

又，如圖 15 所示，碳纖維之摻含量與熱阻有關聯。如圖 15 所示，可知越增加碳纖維之摻含量，熱阻 (K/W) 越下降，但於約 10g 以上時，熱阻穩定。另一方面，若摻合 17g 以上之碳纖維，則如上所述片材母材 11 之擠出變得困難，因此導熱片 10 之碳纖維摻含量較佳為設定成 10g 以上、16g 以下。此處，若係厚度為 1mm 之導熱片 10，則就導熱片 10 之阻燃性及片材母材 11 的擠出容易度之觀點而

言，相對於 50g 之氧化鋁將碳纖維之摻合量設定為 14g，於該摻合量下，如圖 15 所示，熱阻值低且穩定。

根據以上所述，作為實施例，將藉由最佳之摻合比例（重量比）所製造之厚度為 1mm 之導熱片 10 的摻合示於圖 16。如圖 16 所示，使用作為第 1 聚矽氧樹脂之聚烯基烷基矽氧烷與鉑觸媒之混合物 5.4g (7.219 重量%)，作為第 2 聚矽氧樹脂之聚烷基氫矽氧烷、聚烯基烷基矽氧烷及反應調整劑之混合物 5.4g (7.219 重量%)，作為氧化鋁之商品名 DAW03 50g (66.8449 重量%)，作為瀝青系碳纖維之商品名 R-A301 (帝人股份有限公司製造) 14g (18.7166 重量%)。

< 切片裝置 >

其次，說明為了獲得由圖 16 所示之摻合所構成之導熱片 10 而將片材母材 11 切片成各個導熱片 10 之切片裝置 12 的構成。如圖 17 所示，切片裝置 12 利用超音波切割機 14 對片材母材 11 進行切片，藉此可於保持碳纖維之配向之狀態下形成導熱片 10。因此，藉由切片裝置 12，可獲得於厚度方向上維持碳纖維之配向之導熱性良好的導熱片 10。

此處，片材母材 11 係藉由如下方式而形成：將第 1、第 2 聚矽氧，氧化鋁，碳纖維投入混合機中加以混合後，自設置於混合機中之注射器擠出成規定尺寸之角柱。此時，片材母材 11 藉由通過設置在注射器內之狹縫而使碳纖維配向於長邊方向。將片材母材 11 成角柱狀地擠出後，連同模具一起放入烘箱中進行熱硬化，而完成製作。

如圖 18 所示，切片裝置 12 包括：載置角柱狀之片材

母材之工作台 13、以及一面對工作台 13 上之片材母材 11 施加超音波振動一面進行切片之超音波切割機。

工作台 13 紣於金屬製之移動台 20 上配設有聚矽橡膠 (silicone rubber) 21。移動台 20 藉由移動機構 22 而可於規定之方向上移動，且將片材母材 11 依次朝超音波切割機 14 之下部輸送。聚矽橡膠 21 具有足以承受超音波切割機 14 之刀尖之厚度。若於工作台 13 之聚矽橡膠 21 上載置片材母材 11，則移動台 20 對應於超音波切割機 14 之切片操作而朝規定方向移動，並將片材母材 11 依次朝超音波切割機 14 之下部輸送。

超音波切割機 14 具有：對片材母材 11 進行切片之刀 30、對刀 30 賦予超音波振動之超音波振盪機構 31、以及使刀 30 升降之升降機構 32。刀 30 索使刀尖面向工作台 13，且藉由升降機構 32 而升降，藉此對載置於工作台 13 上之片材母材 11 進行切片。刀 30 之尺寸或材質係根據片材母材 11 之大小或組成等來決定，例如由寬 40mm、厚 1.5mm、刀尖角度 10° 之鋼構成。

超音波振盪機構 31 索於片材母材 11 之切片方向上對刀 30 賦予超音波振動者，例如將其設定為發送頻率為 20.5 kHz，並可將振幅調整成 50 μm、60 μm、70 μm 之三個階段。

此種切片裝置 12 一面對超音波切割機 14 賦予超音波振動，一面對片材母材 11 進行切片，藉此可於厚度方向上保持導熱片 10 之碳纖維之配向。

圖 19 表示未賦予超音波振動而進行了切片之導熱片、及藉由切片裝置 12 一面賦予超音波振動一面進行了切片之導熱片 10 的熱阻值 (K/W)。如圖 19 所示，可知與未賦予超音波振動而進行了切片之導熱片相比，藉由切片裝置 12 一面賦予超音波振動一面進行了切片之導熱片 10 的熱阻 (K/W) 被抑制得較低。

其原因在於：由於切片裝置 12 對超音波切割機 14 賦予了朝向切片方向之超音波振動，因此界面熱阻較低，配向於導熱片 10 之厚度方向的碳纖維不易因刀 30 而橫倒。另一方面，於未賦予超音波振動而進行了切片之導熱片中，作為導熱性材料之碳纖維之配向因刀之摩擦阻力而紊亂，朝向切斷面之露出減少，故熱阻上升。因此，藉由切片裝置 12，可獲得導熱特性優異之導熱片 10。

<取決於切片速度與切片厚度之均勻性>

其次，對利用切片裝置 12 之片材母材 11 之切片速度與被切片之導熱片 10 之厚度的關係進行研究。以上述實施例（圖 16）所示之摻合比例形成一邊為 20mm 之角柱狀的片材母材 11，然後將超音波切割機 14 之切片速度變更為每秒 5mm、10mm、50mm、100mm 來對該片材母材 11 進行切片，藉此形成厚度自 0.05mm 至 0.50mm 為止每片相差 0.05mm 之導熱片 10，並觀察各導熱片 10 之外觀。對超音波切割機 14 所賦予之超音波振動係將發送頻率設定為 20.5kHz，將振幅設定為 $60 \mu m$ 。

將觀察結果示於圖 20。如圖 20 所示，若為 0.15mm 以

下之厚度，則不論切片速度均產生了變形。另一方面，若為 0.20mm 以上之厚度，則即使加快切片速度，於導熱片 10 上亦未看到變形。即，藉由上述切片裝置 12，可將上述圖 16 所示之摻合比例之片材母材 11 以 0.20mm 以上之厚度均勻地切片。

〈取決於切片速度與切片厚度之導熱率、壓縮率〉

其次，對利用切片裝置 12 之片材母材 11 之切片速度與導熱率及朝厚度方向之壓縮率的關係進行研究。針對在上述切片速度及片材厚度之研究中未看到變形之厚度為 0.20mm、0.25mm、0.30mm、0.50mm 且切片速度為每秒 5mm、10mm、50mm、100mm 之各導熱片 10，分別測定導熱率及壓縮率。將測定結果示於圖 21。

如圖 21 所示，各導熱片 10 之中，除片材厚度為 0.50mm 之樣品以外之導熱片 10 於超音波切割機 14 以每秒 5mm、10mm、50mm 之任一速度進行切片的情形時，均具備良好之導熱特性，並且具有 10% 以上之壓縮率，柔軟性、形狀追隨性優異。即便於超音波切割機 14 以每秒 100mm 之速度進行切片之情形時，片材厚度為 0.25mm 及 0.20mm 之導熱片 10 亦具有良好之導熱特性，並且具有 10% 以上之壓縮率，柔軟性、形狀追隨性優異。

另一方面，於超音波切割機 14 以每秒 100mm 之速度進行切片之情形時，片材厚度為 0.30mm 之導熱片 10 雖然導熱性優異，但壓縮率略微下降至 3.72%。

又，於超音波切割機 14 以每秒 5mm、10mm、50mm 之

任一速度進行切片之情形時，片材厚度為 0.50mm 之導熱片 10 均具備良好之導熱性，並且具有 5% 以上之壓縮率，且具有良好之柔軟性、形狀追隨性。另一方面，於超音波切割機 14 以每秒 100mm 之速度進行切片之情形時，片材厚度為 0.50mm 之導熱片 10 雖然具備良好之導熱性，但壓縮率下降至 2.18% 而低於 3%，柔軟性、形狀追隨性降低。

< 振幅及壓縮率 >

再者，圖 22 表示將對超音波切割機 14 所賦予之超音波振動之振幅變成 $50\mu\text{m}$ 、 $60\mu\text{m}$ 、 $70\mu\text{m}$ 之三個階段來進行切片之導熱片 10 的各特性。導熱片 10 經以圖 16 所示之摻合比例形成，且將測定負荷設定為 1kgf/cm^2 。如圖 22 所示，於將振幅設定為 $70\mu\text{m}$ 之情形時，導熱片 10 之壓縮率為 2.18%，與先前相同低於 3%，柔軟性、形狀追隨性欠佳。另一方面，於將振幅設定為 $50\mu\text{m}$ 、 $60\mu\text{m}$ 之情形時，導熱片 10 具有 3% 以上之壓縮率，而具備良好之柔軟性、形狀追隨性。

< 其他 >

片材母材 11 並不限定於角柱狀，可形成為圓柱狀等具有對應於導熱片 10 之形狀之各種剖面形狀的柱狀。又，雖然使用球狀氧化鋁作為填充劑，但除此以外，本發明亦可使用球狀之氮化鋁、氧化鋅、矽粉、金屬粉末等之任一者，或者該等之混合物。

[產業上之可利用性]

藉由本發明之導熱片之製造方法所製造的導熱片因切

斷面之表面粗糙度小，故熱阻降低、厚度方向之導熱性高，因此可較佳地用於例如因溫度而對零件動作之效率、壽命等造成不良影響之 CPU、MPU、功率電晶體、LED、雷射二極體、各種電池（鋰離子電池等各種二次電池、各種燃料電池、電容器、非晶矽、結晶矽、化合物半導體、濕式太陽電池等各種太陽電池等）等各種電氣元件周邊，要求熱之有效利用之供暖機器的熱源周邊，熱交換器、地板供暖裝置之熱配管周邊等。

【圖式簡單說明】

圖 1，係表示本發明之導熱片製造方法之流程的示意圖。

圖 2，係用於說明擠出成形步驟中之異向性導熱性填料之配向狀態的說明圖。

圖 3，係表示利用超音波切割機切斷實例 1 之聚矽氧硬化物之狀態的照片。

圖 4A，係利用超音波切割機切斷實例 1 之導熱片所成之切斷面之表面的電子顯微鏡圖照片，圖 4B，係利用超音波切割機切斷實例 1 之導熱片所成之切斷面的電子顯微鏡圖照片，圖 4C，係利用超音波切割機切斷實例 1 之導熱片所成之切斷面的三維圖形圖。

圖 5A，係利用市售之切刀切斷比較例 1 之導熱片所成之切斷面其表面的電子顯微鏡圖照片，圖 5B，係利用市售之切刀切斷比較例 1 之導熱片所成之切斷面的電子顯微鏡圖照片，圖 5C，係利用市售之切刀切斷比較例 1 之導熱片

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：100121190

※申請日：100/06/17 ※IPC 分類：
H01L 23/36 (2006.01)
H01L 23/373 (2006.01)
C09K 5/14 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

導熱片及其製造方法

二、中文發明摘要：

本發明提供一種導熱片及導熱片之製造方法，該導熱片之切斷面之表面粗糙度小，故界面上之熱阻降低、厚度方向之導熱性高，因此可夾在各種熱源與散熱構件之間來較佳地使用。

該導熱片之製造方法至少包括如下步驟：擠出成形步驟：利用擠出機擠出含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物，藉此使上述異向性導熱性填料沿著擠出方向配向之擠出成形物成形；硬化步驟：使上述擠出成形物硬化而獲得硬化物；以及切片步驟：使用超音波切割機將上述硬化物於相對於上述擠出方向垂直之方向上切片成規定之厚度。

三、英文發明摘要：

八、圖式：

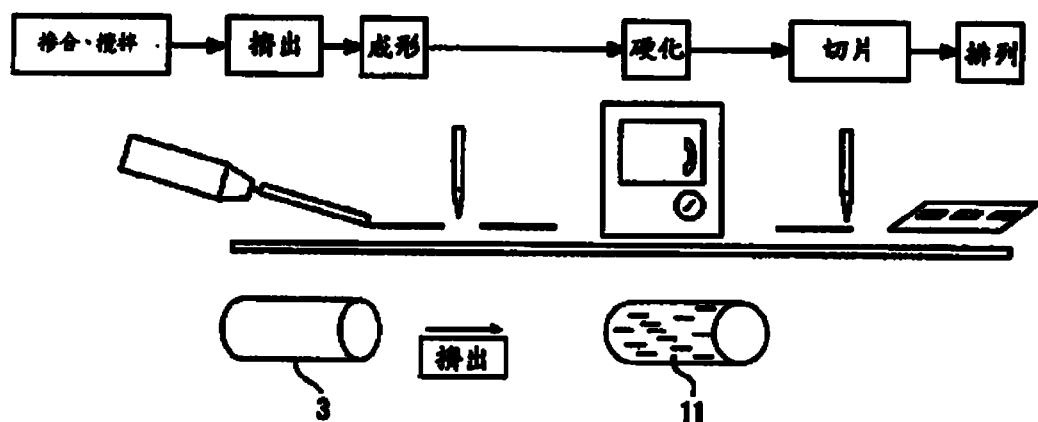


圖1

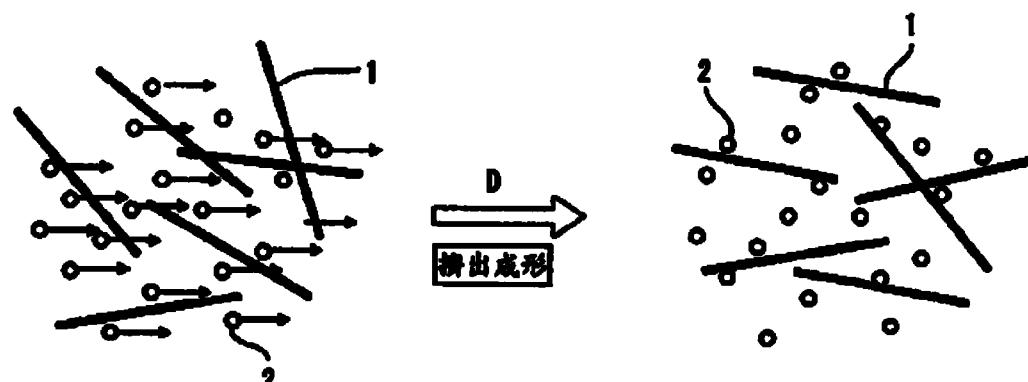


圖2

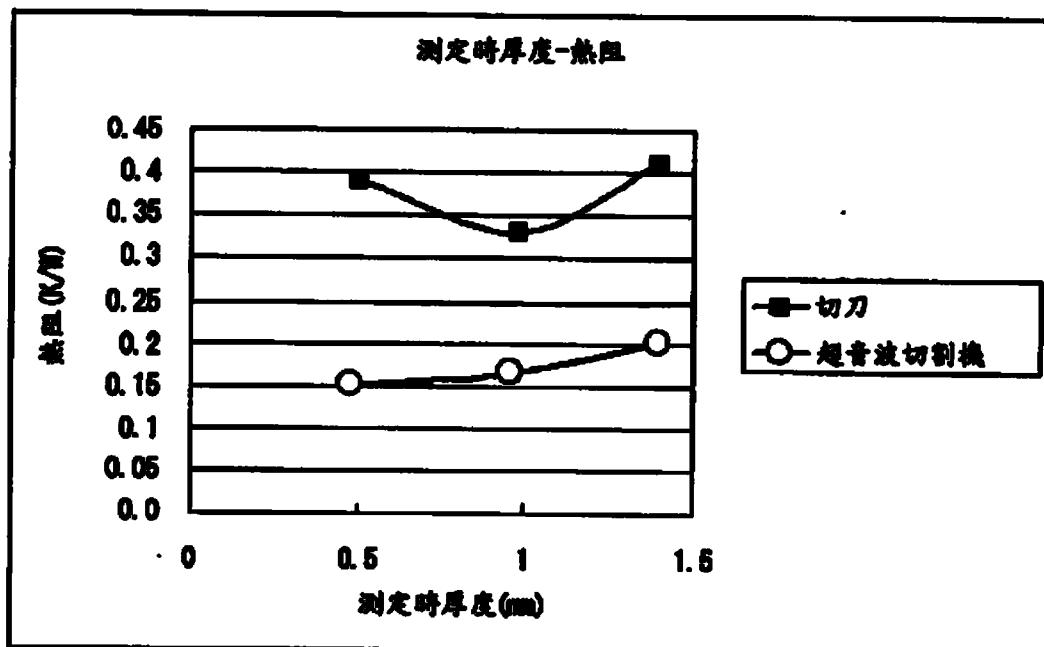


圖6

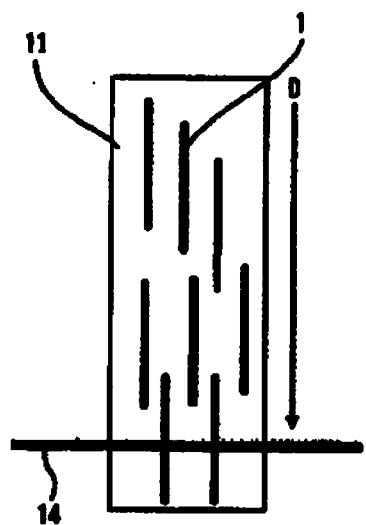


圖9A

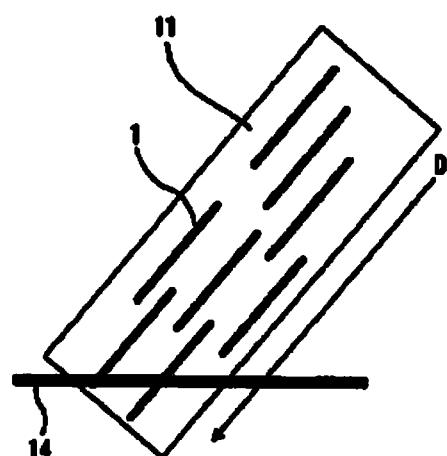


圖9B

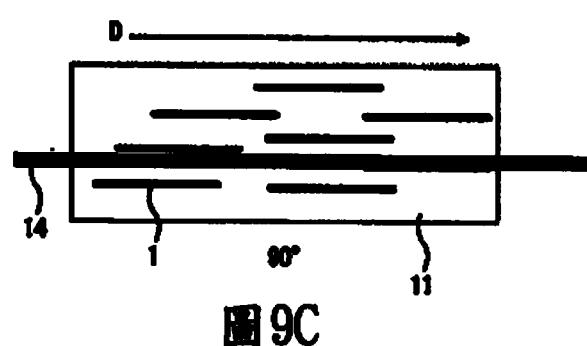


圖9C

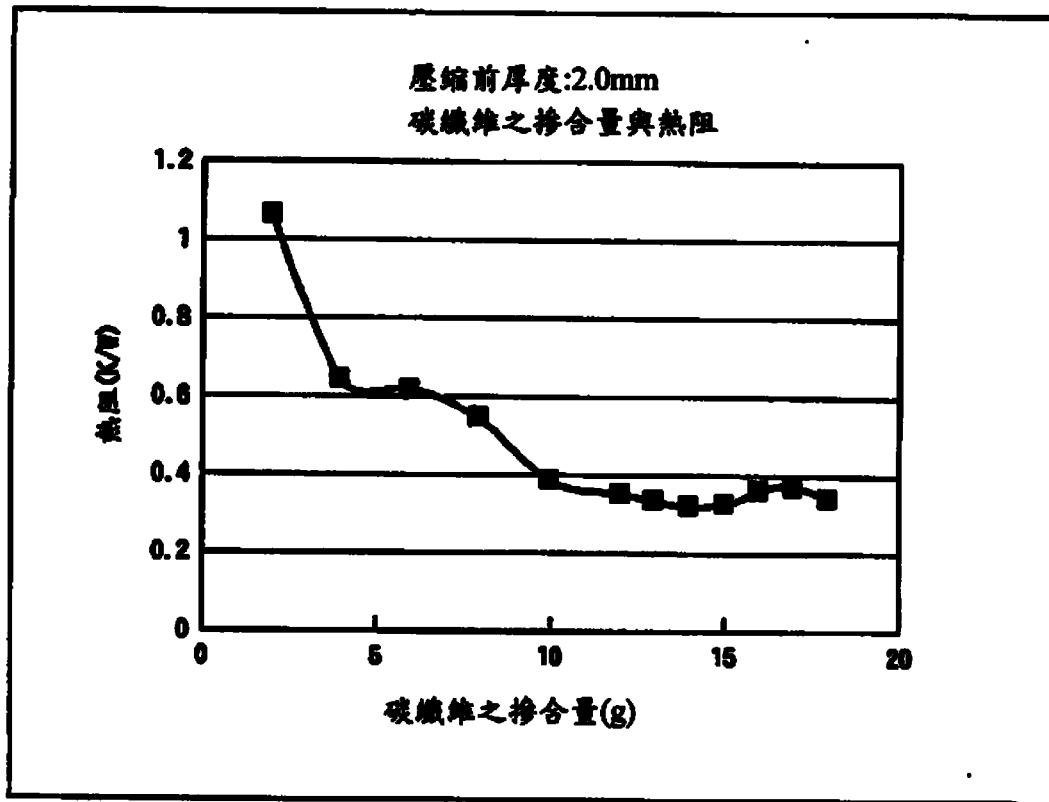


圖15

材料名	重量	重量比
第1聚矽氧樹脂	5.4g	7.21%
第2聚矽氧樹脂	5.4g	7.21%
溫哥華碳纖維 R-A301(帝人)	14g	18.71%
氯化鋁 DAIKIN(DENKA)	50g	66.94%

圖16

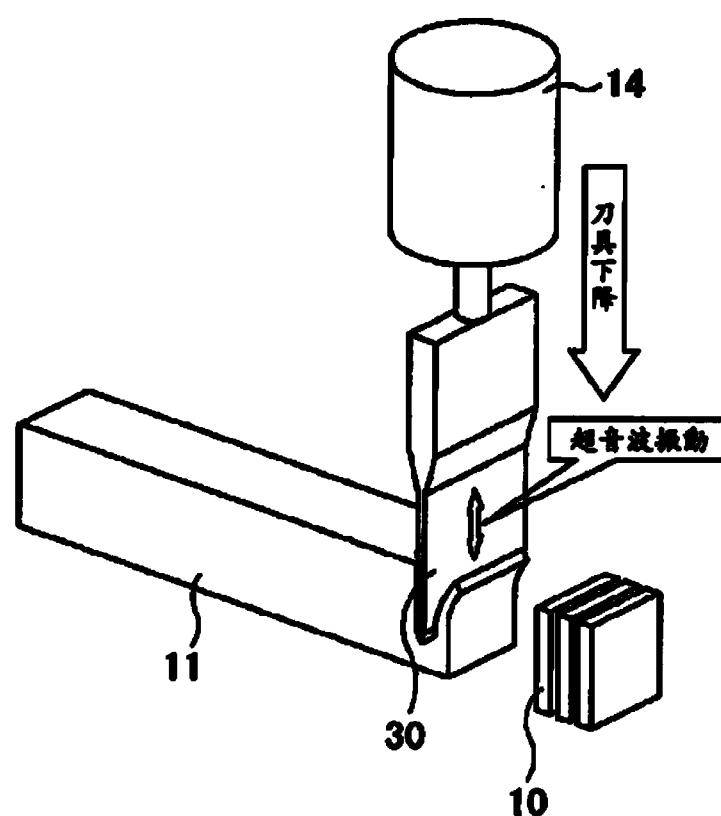


圖17

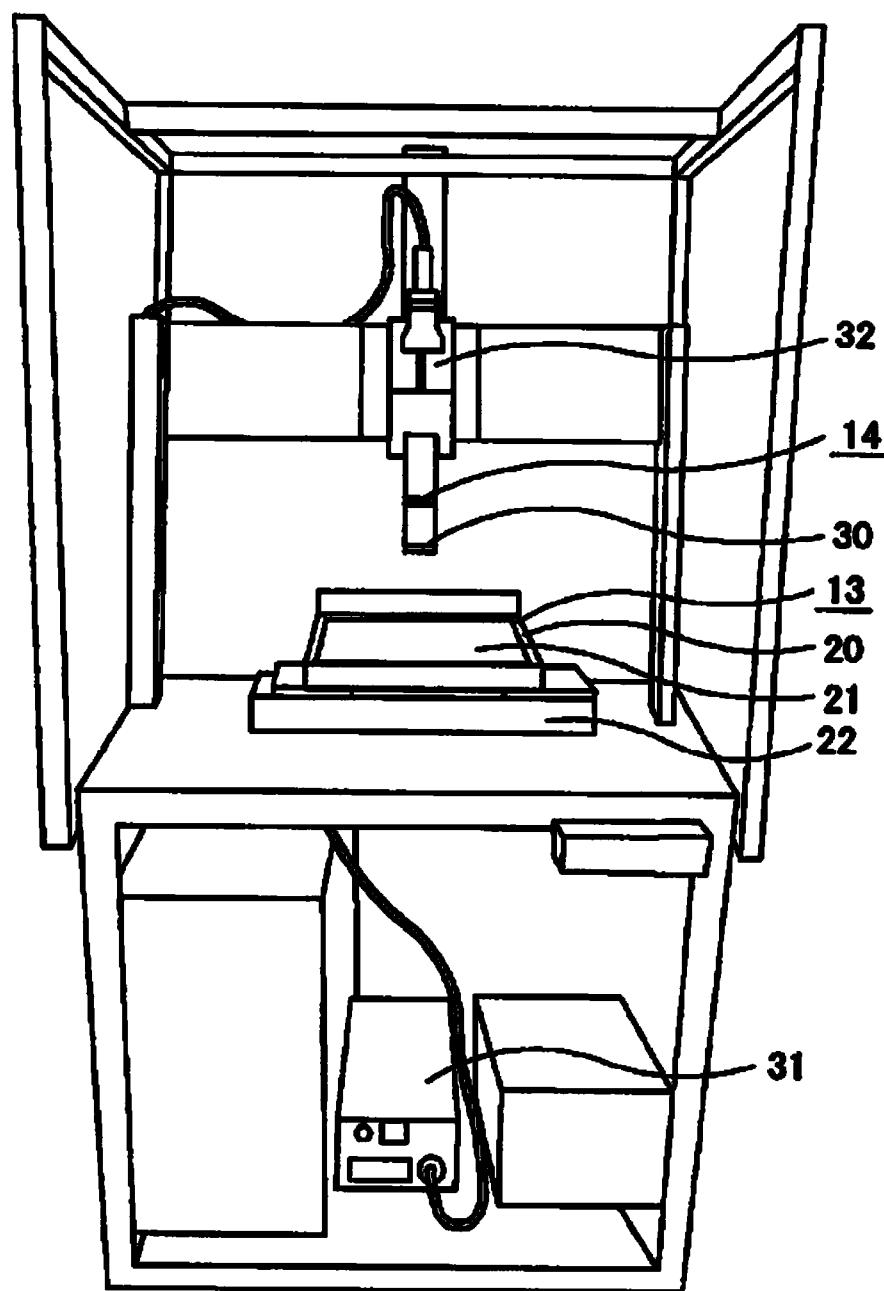
12

圖18

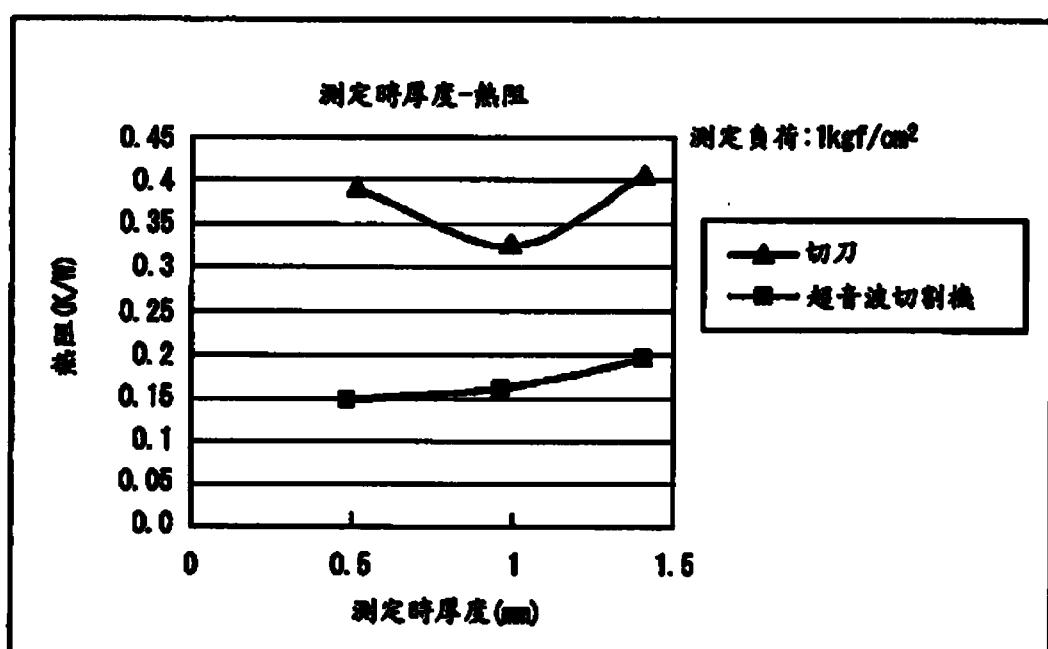


圖19

片材厚度 \ 切片速度	100mm/s	50mm/s	10mm/s	1mm/s
0.50mm	□	□	□	□
0.30mm	□	□	□	□
0.25mm	□	□	□	□
0.20mm	□	□	□	□
0.15mm	□	□	□	□
0.10mm	□	□	□	□
0.05mm	↙	↘	↙	↘

圖20

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：無。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：無。

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

及

切斷步驟：於利用超音波切割機將上述硬化物切斷成規定之厚度時，以使上述異向性導熱性填料在相對於由上述超音波切割機所切斷之上述硬化物之厚度方向為 $5^\circ \sim 45^\circ$ 之角度上配向的方式，配置並切斷上述硬化物。

<3> 如上述<1>或<2>之導熱片之製造方法，其中，異向性導熱性填料之平均纖維長度為 $100\mu m$ 以上。

<4> 如上述<1>至<3>中任一項之導熱片之製造方法，其中，異向性導熱性填料係碳纖維。

<5> 如上述<1>至<4>中任一項之導熱片之製造方法，其中，異向性導熱性填料於導熱性組成物中之含量為 16 體積%~25 體積%。

<6> 如上述<1>至<5>中任一項之導熱片之製造方法，其中，填充劑之平均粒徑為 $1\mu m \sim 40\mu m$ 。

<7> 如上述<1>至<6>中任一項之導熱片之製造方法，其中，填充劑係球形之氧化鋁粒子。

<8> 如上述<1>至<7>中任一項之導熱片之製造方法，其中，聚合物係聚矽氧樹脂 (silicone resin)。

<9> 一種導熱片，其係由上述<1>至<8>中任一項之導熱片之製造方法製造。

<10> 如上述<9>之導熱片，其中，導熱片外周部之微黏著性高於導熱片內部之微黏著性。

<11> 如上述<9>或<10>之導熱片，其中，導熱片之切斷面之表面粗糙度 Ra 為 $9.9\mu m$ 以下。

根據本發明，可解決先前之上述各問題，並達成上述目的，且可提供一種導熱片及導熱片之製造方法，該導熱片之切斷面之表面粗糙度小，故界面上之熱阻降低、厚度方向之導熱性高、可夾在各種熱源與散熱構件之間來較佳地使用。

【實施方式】

(導熱片及導熱片之製造方法)

本發明之導熱片製造方法至少包括擠出成形步驟、硬化步驟、切斷步驟，並進而視需要包括其他步驟。

本發明之導熱片係由本發明之上述導熱片製造方法製造。

以下，藉由說明本發明之導熱片之製造方法，從而亦使得本發明之導熱片之詳細情況明確。

此處，如圖 1 所示，本發明之導熱片之製造方法係經過擠出、成形、硬化、切斷（切片）等一連串之步驟製造導熱片。

如圖 1 所示，首先製備含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物。其次，於將所製備之導熱性組成物擠出成形時，使其通過複數個狹縫，藉此使導熱性組成物中所摻合之異向性導熱性填料配向於導熱片之厚度方向。繼而，使所獲得之成形體硬化後，利用超音波切割機將硬化物 11 於相對於上述擠出方向垂直之方向上切斷成規定之厚度，藉此可製作因切斷面的表面粗糙度小，故界面上之熱阻降低、且片材之厚度方向之導熱性高的導熱片。

[表 2-2]

	試樣 No.				
	6	7	8	9	
聚矽氧 A 液	18.8	18.8	18.8	18.8	
聚矽氧 B 液	18.8	18.8	18.8	18.8	
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A301, 平均長軸長度為 $150\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	20.1	20.1	20.1	20.1	
瀝青系碳纖維 (Raheama R-X401, 平均長軸長度為 $100\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	—	—	—	—	
瀝青系碳纖維 (Raheama R-A201, 平均長軸長度為 $100\mu\text{m}$, 平均短軸長度為 $8\mu\text{m}$, 帝人公司製造)	—	—	—	—	
Alumina DAW03 (DENKA 公司製造)	42.3	42.3	42.3	42.3	
Alumina DAW05 (DENKA 公司製造)	—	—	—	—	
Alumina DAW10 (DENKA 公司製造)	—	—	—	—	
Alumina DAW45 (DENKA 公司製造)	—	—	—	—	
氮化鋁 (平均粒徑為 $1\mu\text{m}$, TOKUYAMA 公司製造)	—	—	—	—	
合計 (體積%)	100	100	100	100	
製法	擠出	擠出	擠出	擠出	
切片方法	超音波 切片	超音波 切片	超音波 切片	超音波 切片	
負荷： $1\text{kgf}/\text{cm}^2$	相對於導熱片厚度方向 之碳纖維的角度 ($^\circ$)	45	60	75	90
	熱阻 (K/W)	0.28	0.4	0.67	0.79
	壓縮率 (%)	13.64	9.95	11.057	12.06
負荷： $2\text{kgf}/\text{cm}^2$	相對於導熱片厚度方向 之碳纖維的角度 ($^\circ$)	45	60	75	90
	熱阻 (K/W)	0.25	0.36	0.60	0.70
	壓縮率 (%)	27.24	23.29	22.27	22.54
負荷： $3\text{kgf}/\text{cm}^2$	相對於導熱片厚度方向 之碳纖維的角度 ($^\circ$)	45	60	75	90
	熱阻 (K/W)	0.25	0.34	0.56	0.65
	壓縮率 (%)	34.71	31.19	29.26	29.88
阻燃性	V-0	V-0	V-0	V-0	
初始厚度	0.8mm	0.8mm	0.8mm	0.8mm	
片材內之碳纖維之配向度	45°	60°	75°	90°	
狹縫間或積層面上之剝離	無	無	無	無	
表面粗糙度	$8.1\mu\text{m}$	$9.8\mu\text{m}$	$9.6\mu\text{m}$	$8.4\mu\text{m}$	

根據表 2 及圖 10~12 之結果可知，至導熱片之厚度方

向與異向性導熱性填料（碳纖維）所成之角度為 45°為止，壓縮率對應於負荷而增加，但若導熱片之厚度方向與異向性導熱性填料（碳纖維）所成之角度超過 45°，則反而可看到下降之傾向。又，若導熱片之厚度方向與異向性導熱性填料（碳纖維）所成之角度超過 45°，則熱阻亦急速惡化。

[變形例]

此外，因要求導熱片具有高柔軟性、形狀追隨性，故必需防止作為片材母材之硬化物之變形，且切片成薄且均勻之厚度。又，若導熱片之經切片之表面因與切斷刀之摩擦阻力而受到摩擦，藉此導致碳纖維之配向紊亂，則會引起導熱特性之降低，因此期望導熱片之導熱特性、厚度之均勻性、柔軟性及形狀追隨性優異。

此種導熱片 10 之特徵在於摻合有 10~25 體積%之碳纖維、40~55 體積%之氧化鋁（alumina）。導熱片 10 係使用例如聚矽氧樹脂作為聚合物、使用瀝青系碳纖維作為導熱性材料、使用例如球狀之氧化鋁作為填料，並將該等加以摻合而成之片狀物。如上所述，導熱片 10 係藉由如下方式而形成：使含有聚合物、碳纖維及氧化鋁之導熱性組成物通過狹縫並使碳纖維配向於擠出方向，其後形成使所獲得之成形體硬化而成之片材母材 11，然後將該片材母材 11 在與擠出方向正交之方向上切片成片狀。

聚矽氧樹脂係具有柔軟性、形狀追隨性、耐熱性等優異之物性者，且其係將第 1 聚矽氧樹脂與第 2 聚矽氧樹脂混合而構成。第 1 聚矽氧係聚烯基烷基矽氧烷

所成之切斷面的三維圖形圖。

圖 6，係表示利用市售之切刀與超音波切割機改變厚度來切斷時之與熱阻的關係的圖表。

圖 7，係實施例 1 之導熱片之厚度方向的剖面照片。

圖 8，係依據日本特開 2003-200437 號公報中所記載之實施例 1 所得之導熱片之厚度方向的剖面照片。

圖 9，係用於說明硬化物之擠出方向（長度方向）與超音波切割機之刀所成之角度的圖，於圖 9A 中其角度為 45° ，於圖 9B 中其角度為 0° ，於圖 9C 中其角度為 90° 。

圖 10，係表示實施例 16 中之相對於負荷 1kgf/cm^2 下之導熱片之厚度方向的碳纖維之角度與熱阻及壓縮率之關係的圖表。

圖 11，係表示實施例 16 中之相對於負荷 2kgf/cm^2 下之導熱片之厚度方向的碳纖維之角度與熱阻及壓縮率之關係的圖表。

圖 12，係表示實施例 16 中之相對於負荷 3kgf/cm^2 下之導熱片之厚度方向的碳纖維之角度與熱阻及壓縮率之關係的圖表。

圖 13，係表示對應於第 1 聚矽氧樹脂與第 2 聚矽氧樹脂之摻合比例之壓縮率的表。

圖 14，係表示燃燒試驗及片材母材之擠出容易度之評價的表。

圖 15，係表示導熱片中之碳纖維之摻含量與熱阻之間之關係的圖表。

圖 16，係表示構成導熱片之材料之摻合量的表。

圖 17，係表示藉由對片材母材進行切片來製造導熱片之步驟的立體圖。

圖 18，係表示切片裝置之外觀圖。

圖 19，係表示對應於超音波振動之有無之切片方法與導熱片之熱阻值之關係的圖表。

圖 20，係表示對應於超音波切割機之切片速度與導熱片之厚度之形狀的圖。

圖 21，係表示對應於片材母材之切片速度與導熱片之厚度之差異之導熱片特性的表。

圖 22，係表示改變對切割機所賦予之超音波振動之振幅進行切片所得之導熱片各特性的表。

【主要元件符號說明】

1 異向性導熱性填料

2 填充劑

3 模具

10 導熱片

11 片材母材

12 切片裝置

13 工作台

14 超音波切割機

20 移動台

21 聚矽氧橡膠

22 移動機構

- 30 刀
- 31 超音波振盪機構
- 32 升降機構
- D 擠出方向

七、申請專利範圍：

1. 一種導熱片之製造方法，至少包括如下步驟：

擠出成形步驟：利用擠出機擠出含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物，並使該異向性導熱性填料沿著擠出方向配向之擠出成形物成形；

硬化步驟：使該擠出成形物硬化而製成硬化物；以及

切斷步驟：使用超音波切割機將該硬化物於相對於該擠出方向垂直之方向上切斷成規定之厚度。

2. 一種導熱片之製造方法，至少包括如下步驟：

擠出成形步驟：利用擠出機擠出含有聚合物、異向性導熱性填料及填充劑之導熱性組成物，並使該異向性導熱性填料沿著擠出方向配向之擠出成形物成形；

硬化步驟：使該擠出成形物硬化而製成硬化物；以及

切斷步驟：於利用超音波切割機將該硬化物切斷成規定之厚度時，以使該異向性導熱性填料在相對於由該超音波切割機所切斷之該硬化物之厚度方向為 $5^\circ \sim 45^\circ$ 之角度上配向的方式，配置並切斷該硬化物。

3. 如申請專利範圍第1或2項之導熱片之製造方法，其中，該異向性導熱性填料之平均纖維長度為 $100\mu\text{m}$ 以上。

4. 如申請專利範圍第1或2項之導熱片之製造方法，其中，該異向性導熱性填料係碳纖維。

5. 如申請專利範圍第1或2項之導熱片之製造方法，其中，該異向性導熱性填料於導熱性組成物中之含量為16體積%~25體積%。

6.如申請專利範圍第1或2項之導熱片之製造方法，其中，該填充劑之平均粒徑為 $1\mu m \sim 40\mu m$ 。

7.如申請專利範圍第1或2項之導熱片之製造方法，其中，該填充劑係球形之氧化鋁粒子。

8.如申請專利範圍第1或2項之導熱片之製造方法，其中，該聚合物係聚矽氧樹脂(silicone resin)。

9.一種導熱片，其係由申請專利範圍第1至8項中任一項之導熱片之製造方法製造。

10.如申請專利範圍第9項之導熱片，其中，導熱片外周部之微黏著性高於導熱片內部之微黏著性。

11.如申請專利範圍第9或10項之導熱片，其中，導熱片之切斷面之表面粗糙度Ra為 $9.9\mu m$ 以下。

12.如申請專利範圍第9項之導熱片，其含有聚矽氧樹脂、填充劑及碳纖維，該碳纖維配向於厚度方向，

於 $40\sim 55$ 體積%之範圍含有該填充劑，

於 $10\sim 25$ 體積%之範圍含有該碳纖維。

13.如申請專利範圍第12項之導熱片，其中，

含有 $40.4\sim 45.8$ 體積%之該填充劑，

含有 $13.3\sim 23.5$ 體積%之該碳纖維。

14.如申請專利範圍第13項之導熱片，其中，相對於該填充劑 $50g$ ，摻合有 $10g$ 以上之該碳纖維。

15.如申請專利範圍第14項之導熱片，其中，相對於該填充劑 $50g$ ，摻合有 $16g$ 以下之該碳纖維。

16.如申請專利範圍第12至15項中任一項之導熱片，

其中，該聚矽氧樹脂係藉由鉑觸媒使作為第 1 聚矽氧樹脂之聚烯基烷基矽氧烷 (polyalkenylalkylsiloxane) 與作為第 2 聚矽氧樹脂之聚烷基氫矽氧烷進行硬化反應，並以使壓縮率成為 3% 之方式較該第 2 聚矽氧樹脂摻合更多之該第 1 聚矽氧樹脂而成。

17. 如申請專利範圍第 16 項之導熱片，其中，該填充劑係氧化鋁、氮化鋁、氧化鋅、矽粉、金屬粉之任一者，或者該等之兩種以上的混合物。