

公告本

## 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96105743

※ 申請日期：96.2.15

※IPC 分類：H01L 23/373, 23/361 (2006.01)  
H05K 7/60 (2006.01)

### 一、發明名稱：(中文/英文)

可調變熔點溫度的金屬熱界面材料及其應用 /  
MELTING TEMPERATURE ADJUSTABLE METAL  
THERMAL INTERFACE MATERIALS AND USE  
THEREOF

### 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人工業技術研究院/ INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH  
INSTITUTE

代表人：(中文/英文) 林信義 / LIN, HSIN-I

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號 / NO. 195, SECTION 4, CHUNG HSING  
ROAD, CHUTUNG, HSINCHU, TAIWAN, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

### 三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 范元昌 / FANN YUAN-CHANG
2. 黃振東 / HWANG JEN-DONG
3. 翁震灼 / WONG CHENG-CHOU

國 籍：(中文/英文) 1-3 中華民國/TW

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

2006/11/15 95142234

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種金屬熱界面材料(thermal interface material, TIM)，且特別是有關於一種可調變熔點溫度的(melting temperature adjustable)金屬熱界面材料及其應用，適用在電子構裝元件與導熱元件之間界面，輔助電子元件散熱。

### 【先前技術】

微電子元件，例如高亮度發光二極體、數位訊號處理器和中央處理器等因為晶片的發展朝向整合多功能、高速化、高功率和/或小型化等趨勢，晶片內部的熱流量越來越高，使得過晶片運作時的接面溫度可能會超過其安全操作溫度。為解決晶片過熱問題，新進發展電子元件朝向多核心、動態電壓/或頻率調整或積體線路微縮化，以解決諸如晶片的局部熱點的過熱問題。依據不同電子元件的設計差異以及其動態的運作功率，晶片的接面溫度(junction temperature)或其熱流量將隨時變化。前述不同晶片的散熱需求刺激了電子散熱材料、導熱元件的多樣化與技術創新。其中，熱界面材料使用於微電子元件與導熱元件的接合界面之間，藉由與前述界面的表面接觸來導出微電子元件的熱量，使熱傳遞至諸如基板、均熱片或散熱器等導熱元件。通常在前述的接合界面間常存在導熱不佳的氣孔或空洞，熱界面材料利用自身可流動或遇熱軟化或熔融的相變化特性，以填補前述元件間界面間的氣孔或空洞，減少

電子元件熱量傳遞至導熱元件的熱阻，以提高晶片散熱性。

上述熱界面材料通常是高分子化合物，如散熱膏(thermal grease)和相變化材料(phase change materials)，主要組成包含導熱不佳的高分子材料與無機粉體，如美國專利第5981641號、第5904796號和第6311769號所揭露。為進一步提高熱界面材料的散熱性能，以及排除該高分子化合物容易受到熱或室外紫外線照射而劣化的問題，近期已有將本質上導熱性相對較高分子材料優異、室溫下為固態、受熱可熱熔相變態的低熔點金屬，評估於高性能熱界面材料的研究和應用。

然而，不同電子元件的晶片熱通量不等，加上諸如隨時發生的動態功率運作特性，電子元件的接面溫度與熱流量是隨時動態變化。因為這樣的電子元件操作特性，實務上，相變化材料的相變溫度普遍被設定介於45至60°C之間以符合該散熱需求。起始熱熔溫度介於43至58°C之間、且由Bi、In、Pb、Sn、Cd等元素構成的低熔點合金雖然已經發展出來並且在之前已使用一段時間，不過前述材料均包含Pb、Cd等歐盟“電子電機設備禁用有毒物質指令(Restriction of the use of certain hazardous substance in EEE, ROHS)”之成分。

利用低熔點合金作為熱界面材料的想法首見於Cook和Token（請參考Journal of Spacecraft, Vol. 21, No.1 (1984) 122–124，標題為A Novel Concept For Reducing Thermal Resistance. 以及 U. S. Patent 4,384, 610, "Simple Thermal Joint",

1983），後續符合ROHS指令的低熔點合金應用於熱界面材料的相關智權，如美國專利第6,797,758號、第6,343,647號和第6,761,928號所揭露，其合金組成均不脫離錫焊合金研究的文獻資料，例如Sn-In-Bi合金研究（請參考H. Kabassis, J.W. Rutter, and W.C. Winegard : Metall. Trans.,A 1984, Vol. 15A,pp1515-17. 和 H. Kabassis, J.W. Rutter, and W.C. Winegard: Mater.Sci. Technol.,1986,Vol.2,p.985.）和Bi-In-Sn-Zn 合金（請參考Journal of Alloys and Compounds 360 (2003) 98–106，標題為Thermodynamic optimization of the lead-free solder system Bi-In-Sn-Zn），不過這些合金的最低熔解溫度（也就是共晶組成的共晶溫度）仍比含Pb、Cd等不符合ROHS指令之低熔點合金高約10°C。

現有成分符合ROHS、並且起始熱熔溫度約60°C的In-Bi-Sn共晶合金熱界面材料，需要在界面溫度高於60°C以上，才能產生液相以填補界面間氣孔或孔洞之條件下，有效發揮其散熱性能。換句話說，當界面溫度低於前述合金之熱界面材料之熔點時，反而因為界面間的氣孔未填補而形成熱傳導之瓶頸，導致其無法有效適用於新進發展並且具備動態功率變化的微電子元件上。雖然純金屬Ga以及Ga-In-Sn液態合金的熔點更低，但因為室溫下的液態流動行為而不易操作和使用，其實並不適合做為金屬熱界面材料。因此，開發並使用一能提供更廣溫度區間的優異散熱效能的金屬熱界面材料，以解決微電子元件散熱的瓶頸絕對有其需要。

括：20 至 70 wt% 銦(In)；以及 30 至 60 wt% 鋆(Bi)。

在本發明之另一實施例中，上述之金屬熱界面材料更包括至少一種非毒害環境元素，如銀、銅、鋅、鍺、鋁、鈰、鏽、矽和其內含的雜質元素。

在本發明之另一實施例中，上述之金屬熱界面材料的起始熱熔溫度低於 60°C，較佳是介於 40°C 至 57°C 之間。

本發明另提出一種如上所述之金屬熱界面材料的應用，包括以金屬箔片的形式或不規則形狀的形式使用於產生熱流量的電子元件與導熱元件之間的界面，以輔助該電子元件散熱。

本發明再提出一種構裝的裝置，其中至少包括一個發熱的電子元件、一個導熱元件以及上述之金屬熱界面材料，其中金屬熱界面材料是安裝在由發熱的電子元件表面與導熱元件表面的接合處的熱傳導的路徑上。

在本發明之再一實施例中，上述之構裝的裝置中發熱的電子元件是一種半導體元件。

在本發明之再一實施例中，上述之構裝的裝置中的導熱元件是一種熱交換器。

本發明又提出一種電力運作的設備，其中包含上述構裝的裝置。

在本發明之又一實施例中，上述電力運作的設備為電腦、遊戲機、電視、發光二極體燈、功率模組、高功率變壓器、高功率電晶體或雷射二極體。

本發明之特定合金組成具有熱熔相變態的特性，且其

起始熱熔溫度低於 60°C (較佳是在 40°C 至 57°C 之間)，所以和現有材料相較，具有更低的起始熱熔溫度，因此適用於具備動態功率運作或接面溫度隨時變化之晶片散熱。此外，本發明之金屬熱界面材料因為上述低起始熱熔溫度，故可促成更廣溫度區間的優異散熱性能，因此相當適合被應用於電子封裝元件與導熱元件之界面間。

為讓本發明之上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

### 【實施方式】

以下為本發明之可調變熔點溫度的金屬熱界面材料的數個實施例，主要是用來證實本發明的功效，而不是用來限制其中的組成含量。而且，以下實施例中的金屬熱界面材料均以金屬箔片的形式來進行測試。本發明之金屬熱界面材料大致上是包括銦(In)、鉍(Bi)、錫(Sn)和鎵(Ga)，其中鎵的含量為 0.01 wt% 至 3 wt%。至於銦(In)、鉍(Bi)、錫(Sn)可分別為 20 wt% 至 70wt% 的銦(In)、30 wt% 至 60 wt% 的鉍(Bi)以及 0.01 wt% 至 30 wt% 的錫(Sn)。另外，本發明之金屬熱界面材料也可不含錫。

除了以下實施例以外，本發明之金屬熱界面材料中還可包含諸如銀、銅、鋅、鍺、鋁、鈰、鑭或矽等非毒害環境元素與內含雜質元素之組合。

實施例所揭示之金屬箔片的熱熔溫度量測是使用Du Pont Instruments 910示差掃瞄熱卡計；金屬箔片樣品壓入

零件編號 032090和022692鋁製坩鍋內，然後從室溫加熱至120°C再降溫至室溫，其中的升溫與降溫速率為每分鐘10°C。不同合金的金屬箔片之熱熔溫度量測包含起始熱熔溫度(initial melting temperature,  $T_{initial}$ )和外插熱熔溫度(extrapolated onset melting temperature,  $T_{onset}$ )，前者是指熔解反應吸熱曲線顯示出開始熔解的溫度，後者是由熔解反應吸熱曲線之基線延長線與通過吸熱曲線反曲點之切線的交點所制定。

至於熱界面材料的性能指標，熱傳導( $\kappa$ )的單位是W/m·K，表示在一個材料厚度 $\Delta\chi$ 和截面積A的條件下，熱流量Q在材料內部熱傳導的能力，並在此材料厚度形成一個溫度差 $\Delta T$ ，以數學式表示如下：

$$Q = \kappa \cdot A \cdot \Delta T / \Delta\chi.$$

熱界面材料的另一性能指標，熱阻抗(thermal impedance)的單位是°C·cm<sup>2</sup>/W，表示是跨越不同材料界面的熱傳導的效益，以數學式表示如下：

$$R = A \cdot \Delta T / Q = \Delta\chi / \kappa.$$

熱阻抗量測是使用瑞領科技熱阻抗量測設備依循ASTM D5470標準進行測試；並在3.1 kg/cm<sup>2</sup>壓力和35.3°C環境溫度條件下量測各種熱界面材料在不同加熱功率的上界面、下界面溫度。熱阻抗測試的載台長、寬分別為31mm和31mm，並與待測試的樣品長、寬尺寸相同。

為比較本發明之箔片形式的金屬熱界面材料之散熱性

能，參考用的金屬熱界面材料除了習知的重量組成比為 In51-Bi32.5-Sn16.5 共晶合金箔片外，還有被廣泛使用於電腦散熱的日本信越化學（Shin-Etsu Chemical）公司製造、主要由矽油混合氧化鋅粉末和鋁粉所構成、編號 7762 的散熱膏。

### 【實施例一】

在本發明之實施例一中，熔煉配置三個銻鈮錫鎵合金，其所配置不同銻鈮錫鎵合金組成之重量組成分別如表一所示。這三種合金分別簡稱 0.3Ga-modified LMA、0.1Ga-modified LMA 和 0.05Ga-modified LMA；分別取樣前述合金 55.6 mg、35.0 mg 和 35.6 mg，並以 DuPont Instruments 910 示差掃瞄熱卡計進行分析。

表一

合金組成	銻	鈮	錫	鎵
	(單位：wt%)			
0.3Ga- MLMA	50.8	32.4	16.5	0.3
0.1Ga- MLMA	50.9	32.5	16.5	0.1
0.05Ga- MLMA	50.95	32.5	16.5	0.05

圖 1 顯示前述 0.3Ga- MLMA 的熔解反應與凝固反應之熱流量變化。由熔解反應吸熱曲線所量測之外插熱熔溫度 ( $T_{onset}$ ) 和起始熱熔溫度 ( $T_{initial}$ ) 分別為 55.5°C 和 49.2°C；凝固反應之放熱曲線則呈現尖峰溫度高於液相線溫度之特殊現象，導因於含有鎵之合金溶液與鋁質坩鍋之化學反應。實施例其它含有鎵之合金溶液皆有相似的結果。

圖2顯示0.1Ga- MLMA的熔解反應與凝固反應之熱流量變化。由熔解反應吸熱峰所量測之外插熱熔溫度( $T_{onset}$ )和起始熱熔溫度( $T_{initial}$ )分別為57.3°C和54.6°C。

圖3顯示0.05Ga- MLMA的熔解反應與凝固反應之熱流量變化，同樣方式量測熔解吸熱峰之外插熱熔溫度( $T_{onset}$ )和起始熱熔溫度( $T_{initial}$ )分別為59.0°C和57.0°C。

圖4則為比較添加0.3 wt%鎔之銻鉍錫鎔合金、習知重量組成比為In51-Bi32.5-Sn16.5共晶合金(以下簡稱Eutectic In-Bi-Sn)和組成48.2wt%銻、35.4wt%鉍、15.9wt%錫、0.5wt%鋅(Zn)合金(以下簡稱In-Bi-Sn-Zn)之熔解反應與凝固反應之熱流量變化曲線圖。在圖4中，熔解反應吸熱曲線的差異清楚顯現添加0.3 wt%鎔之銻鉍錫鎔合金在降低起始熱熔溫度之效果。

表二條列前述合計五種合金在熔解反應之外插熱熔溫度和起始熱熔溫度的數值。其中，本發明不同組成的銻鉍錫鎔合金之外插熱熔溫度和起始熱熔溫度均隨著鎔的含量增加而降低。

表二

合金組成	銻	鉍	錫	鋅	鎔	$T_{onset}$	$T_{initial}$
	(單位：wt%)					(單位：°C)	
In-Bi-Sn-Zn	48.2	35.4	15.9	0.5		59.5	58.7
Eutectic In-Bi-Sn	51	32.5	16.5			60.7	59.7
0.3Ga- MLMA	50.8	32.4	16.5	-	0.3	55.5	49.2
0.1Ga- MLMA	50.9	32.5	16.5	-	0.1	57.3	54.6
0.05Ga- MLMA	50.95	32.5	16.5	-	0.05	59.0	57.0

## 【實施例二】

實施例二則分別配置添加1wt%鎔、0.5wt%鎔的銦鉍錫鎔合金，分別簡稱1Ga-MLMA和0.5Ga-MLMA；合金組成如表三。表三中的兩種合金進行與實施例相同的示差掃瞄熱卡熱分析。

表三

合金組成	銦	鉍	錫	鎔
	(單位：wt%)			
1Ga- MLMA	50.5	32.0	16.5	1.0
0.5Ga- MLMA	50.8	32.3	16.5	0.5

前述兩種合金銦鉍錫共晶合金的溶解反應與凝固反應之熱流量變化如圖5和圖6所示；由個別合金的熱流量變化所量測的外插熱熔溫度( $T_{onset}$ )分別為52.4°C和55°C；起始熱熔溫度( $T_{initial}$ )分別約40°C和45°C。

本實施例添加0.5wt%鎔及實施例一添加0.1wt%鎔的銦鉍錫鎔合金與參考用的In51-Bi32.5-Sn16.5共晶合金(簡稱Eutectic In-Bi-Sn)的溶解反應與凝固反應之熱流量變化如圖7所示；圖中顯示鎔的添加量越高，起始熱熔溫度越低之趨勢；鎔的添加量越高，開始溶解的縱軸熱流量變化量與橫軸溫度變化量的斜率數值越小。

表四則是實施例二的各個銦鉍錫鎔合金的組成及其外插熱熔、起始熱熔的溫度數值。顯示添加1wt%鎔的銦鉍錫鎔合金的外插熱熔溫度降低至52.4°C，起始熱熔溫度降低至約40°C；同時，添加的鎔含量越高，起始熱熔溫度越低。

綜合上述結果，本發明的In-Bi-Sn-Ga金屬熱界面材料

的起始熱熔溫度均低於60°C，且較佳是介於40°C至57°C之間。

表四

合金組成	銦	鉻	錫	鎵	$T_{onset}$	$T_{initial}$
	(單位：wt%)				(單位：°C)	
Eutectic In-Bi-Sn	51	32.5	16.5	-	60.7	59.7
1Ga-MLMA	50.5	32.0	16.5	1.0	52.4	~40
0.5Ga-MLMA	50.8	32.3	16.5	0.5	55.0	45

### 【實施例三】

為比對不同起始熱熔溫度之低熔點合金箔片在實際熱界面材料散熱應用之差異性，分別製作兩種不同合金組成的金屬箔片，分別是添加 0.3 wt% 鎵之銦鉻錫鎵合金、重量組成為 In51-Bi32.5-Sn16.5 共晶合金(簡稱 Eutectic In-Bi-Sn)，另外再以日本信越化學 7762 散熱膏（簡稱 Grease）作為散熱性能的比較基準。前述不同組成的合金經加工成型為 0.05mm 厚度的金屬箔片，金屬箔片與散熱膏分別在瑞領科技公司的熱阻抗量測設備進行測試，並個別量測、計算不同加熱功率之界面溫度與熱阻抗數值。前述測試相關數據如表五。圖 8 顯示前述不同熱界面材料在不同加熱功率下的熱阻抗數值關係曲線圖，而圖 9 是前述不同熱界面材料在不同界面溫度與熱阻抗數值之關係曲線圖，其中橫向座標的界面溫度是表五條列界面溫度  $T_A$ 、 $T_D$  的平均值。

在達到各自不同的界面溫度後，前述兩種低熔點合金

箔片的熱阻抗數值雖然皆能達到約僅有散熱膏數值的 1/5，然這兩種低熔點合金熱界面材料仍有許多差異。因為低起始熱熔溫度特性，添加 0.3 wt% 銻之銦鉻錫鎔合金箔片尤其在較低的加熱功率和較低的界面溫度的條件下，熱阻抗數值皆遠低於 In51-Bi32.5-Sn16.5 共晶合金箔片。當界面溫度接近添加 0.3 wt% 銻之銦鉻錫鎔合金的起始熔解溫度時，添加 0.3 wt% 銻之銦鉻錫鎔合金箔片的熱阻抗數值約略高於數值變化不明顯的散熱膏；但是 In51-Bi32.5-Sn16.5 共晶合金箔片在相近的界面溫度之熱阻抗數值卻約略是散熱膏數值的 5 倍。此外，本發明的添加 0.3 wt% 銻之銦鉻錫鎔合金箔片在 53°C 的界面溫度展現了比散熱膏優越的散熱效能；相對地，In51-Bi32.5-Sn16.5 共晶合金箔片卻需在 63°C 才能達到相近的散熱性能。總結而論，本發明的銦鉻錫鎔合金熱界面材料經實驗證明在微電子元件可能變化的界面溫度範圍內之優異散熱應用潛力。

表五

Eutectic In-Bi-Sn			信越化學Grease			0.3Ga- MLMA		
加熱 功率 W	界面溫度 $T_A$ 、 $T_D$ °C	熱阻抗 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$	加熱 功率 W	界面溫度 $T_A$ 、 $T_D$ °C	熱阻抗 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$	加熱 功率 W	界面溫度 $T_A$ 、 $T_D$ °C	熱阻抗 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$
65.3	52.3、46.7	0.82	61.6	48.3、47.2	0.16	64.20	50.4、48.5	0.28
72.6	52.9、49.1	0.50	69.7	51.5、50.3	0.16	71.0	52.1、51.1	0.13
80.1	54.3、51.4	0.35	78.4	54.8、53.6	0.15	78.0	54.0、53.4	0.08
88.4	56.1、53.8	0.25	87.4	57.8、56.4	0.15	86.6	56.6、56.0	0.07
97.1	58.3、56.4	0.19	96.9	60.8、59.3	0.15	95.8	59.3、58.6	0.07
106.6	60.7、59.0	0.15	106.7	62.4、60.8	0.15	105.6	62.1、61.4	0.06
115.9	62.8、61.6	0.09	116.5	64.6、62.8	0.15	116.1	64.9、64.3	0.05
126.5	66.1、65.4	0.05	127.6	68.1、66.2	0.14	127.0	67.9、67.2	0.05

從上述實施例的結果可知，本發明之低起始熱熔溫度的金屬熱界面材料所表現之散熱特性，與習知的 In-Bi-Sn 合金箔片熱界面材料相比，展現更優異散熱、更低接面溫度適用之技術進步性。因此，當本發明之可調變熔點溫度的金屬熱界面材料以金屬箔片的形式應用於電子封裝元件與導熱元件之間界面時，能在更大範圍的界面溫度傳導出熱流量，增加如中央處理器、數位訊號處理器或高亮度發光二極體等微電子元件運作之可靠性，可更廣泛地適用於不同工作溫度特性之發熱晶片。

舉例來說，本發明可應用於一種構裝的裝置，其中至少包括一個發熱的電子元件、一個導熱元件以及上述金屬熱界面材料，且金屬熱界面材料是安裝在由發熱的電子元

件表面與導熱元件表面的接合處的熱傳導的路徑上。而上述之構裝的裝置中發熱的電子元件例如是一種半導體元件，上述導熱元件則可以是一種熱交換器。

再者，本發明還可應用於一種電力運作的設備，其中包含上述構裝的裝置，且上述電力運作的設備例如是電腦、遊戲機、電視、發光二極體燈、功率模組、高功率變壓器、高功率電晶體或雷射二極體。

綜上所述，本發明之特點在於這種材料具有熱熔相變態的特性，且其起始熱熔溫度低於 60°C (較佳是在 40°C 至 57°C 之間)，所以和現有材料相較，具有更低的起始熱熔溫度。同時，本發明之金屬熱界面材料相當適合被應用於電子封裝元件與導熱元件之界面間。而且，本發明的金屬熱界面材料未使用包含 Pb、Cd 等歐盟 ROHS 之成分，所以能提供一種無毒害環境的銻鉍錫鎵合金箔片界面材料。並可藉由不同組成變化獲得更低之起始熱熔溫度，應用於動態功率變化或工作溫度隨時改變的電子元件散熱。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

### 【圖式簡單說明】

圖1是依照本發明之實施例一的組成 50.8 wt% 銻(In)、32.4 wt% 鉍(Bi)、16.5 wt% 錫(Sn)和 0.3 wt% 鎵(Ga)合金之熔

解反應與凝固反應的熱流量變化曲線。

圖2是依照本發明之實施例一的組成50.9 wt%銻(In)、32.5 wt%鉍(Bi)、16.5 wt%錫(Sn)和0.1 wt%鎵(Ga)合金之熔解反應與凝固反應的熱流量變化曲線。

圖3是依照本發明之實施例一的組成50.95 wt%銻(In)、32.5 wt%鉍(Bi)、16.5 wt%錫(Sn)和0.05 wt%鎵(Ga)合金之熔解反應與凝固反應的熱流量變化曲線。

圖4是本發明之實施例一的材料與參考合金之熔解反應與凝固反應之熱流量變化曲線。

圖5是依照本發明之實施例二的組成50.5 wt%銻(In)、32.0 wt%鉍(Bi)、16.5 wt%錫(Sn)和1 wt%鎵(Ga)合金之熔解反應與凝固反應之熱流量變化曲線。

圖6是依照本發明之實施例二的組成50.8 wt%銻(In)、32.3 wt%鉍(Bi)、16.5 wt%錫(Sn)和0.5 wt%鎵(Ga)合金之熔解反應與凝固反應之熱流量變化曲線。

圖7是本發明之實施例二的銻鉍錫鎵合金與參考合金之熔解與凝固反應熱流量變化曲線。

圖8是本發明之實施例三的銻鉍錫鎵合金之金屬箔片與參考熱界面材料在不同加熱功率的熱阻抗數值曲線。

圖9是本發明之實施例三的銻鉍錫鎵合金之金屬箔片與參考熱界面材料在不同界面溫度之熱阻抗數值曲線。

### 【主要元件符號說明】

無。

## 五、中文發明摘要：

一種可調變熔點溫度的金屬熱界面材料，包括：銻(In)、鉍(Bi)、錫(Sn)和鎵(Ga)，其中鎵的含量為 0.05 wt% 至 3 wt%。這種金屬熱界面材料具有低於 60°C 的起始熱熔溫度且不含毒害環境元素。

## 六、英文發明摘要：

A melting temperature adjustable metal thermal interface material for facilitating heat transfer between two components is provided which includes In, Bi, Sn, and Ga, wherein the content of Ga is 0.05 wt% to 3 wt%. The metal thermal interface material has an initial melting temperature lower than 60°C and does not contain any element hazardous to the environment.

## 七、指定代表圖：

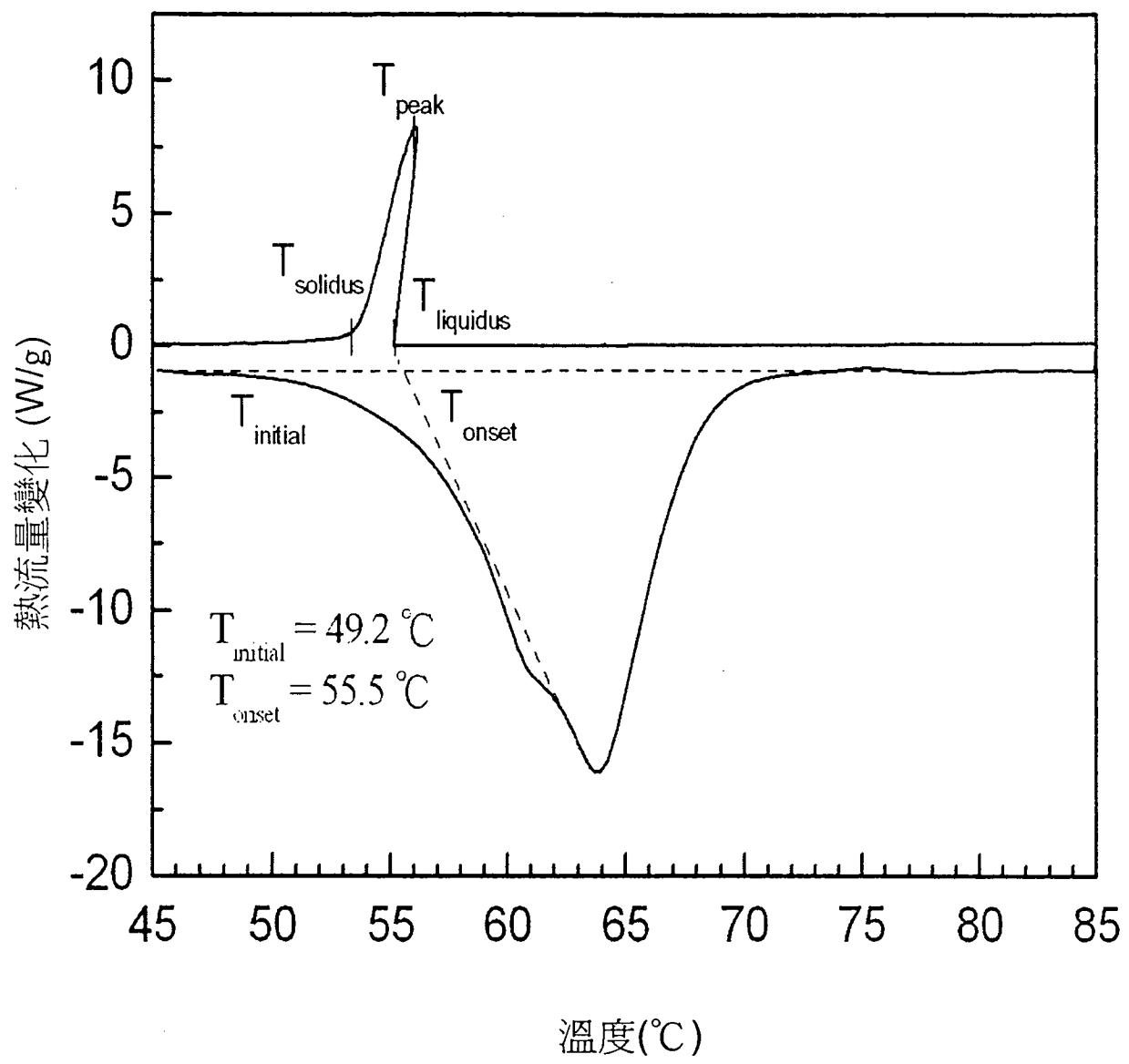
(一)本案之指定代表圖：圖 9。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無。

## 八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。



溫度( $^{\circ}\text{C}$ )

圖 1

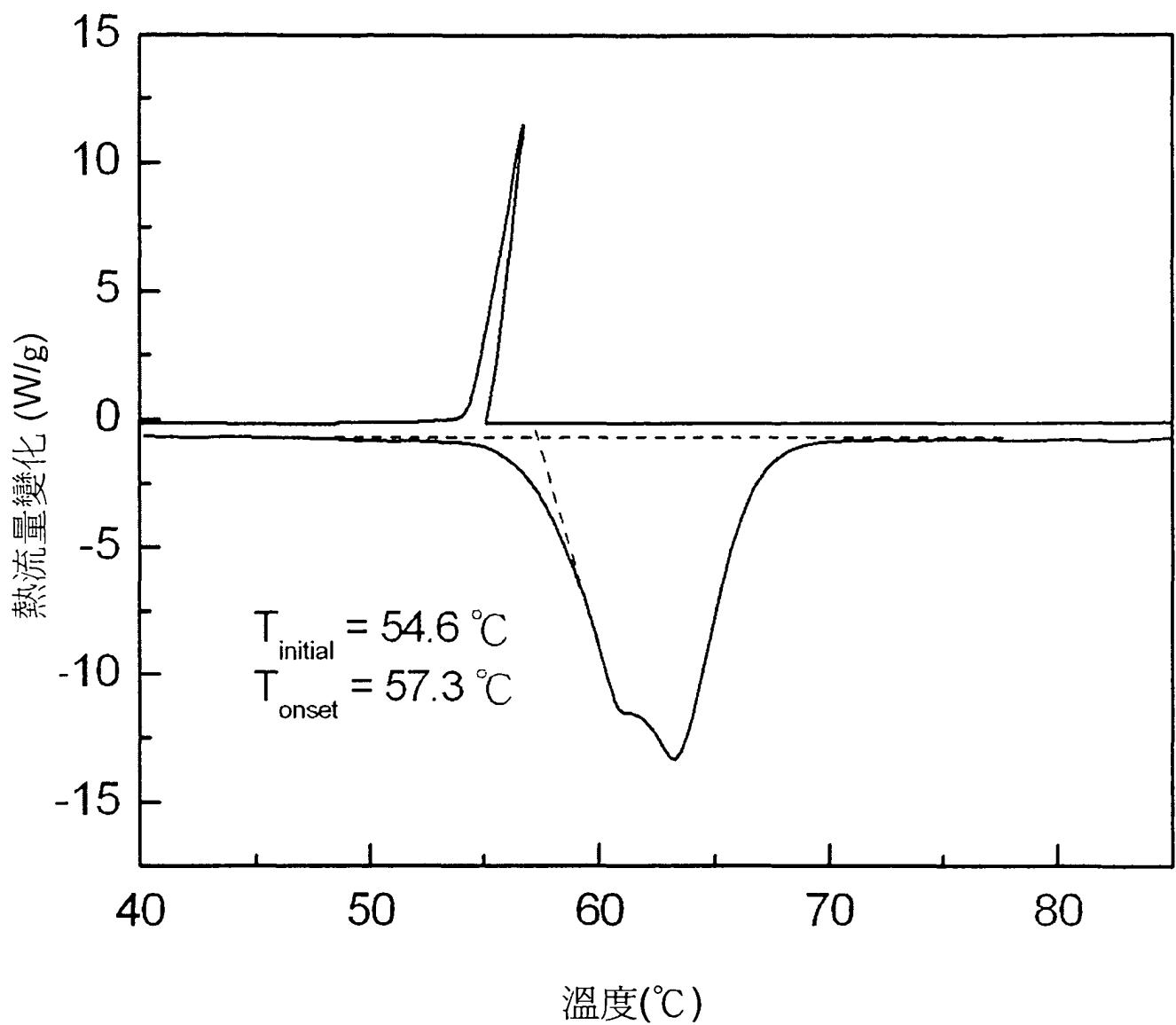


圖2

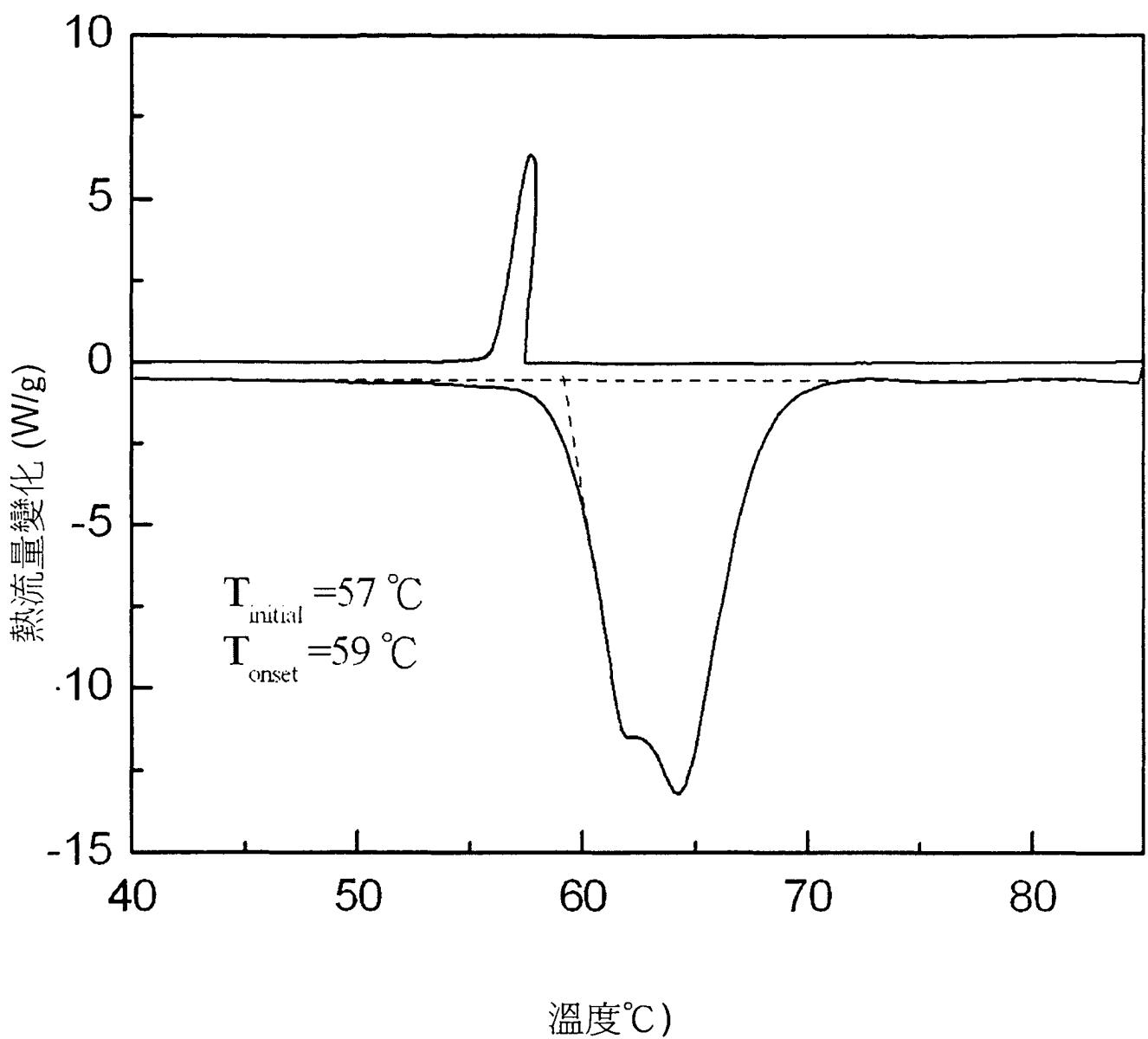


圖 3

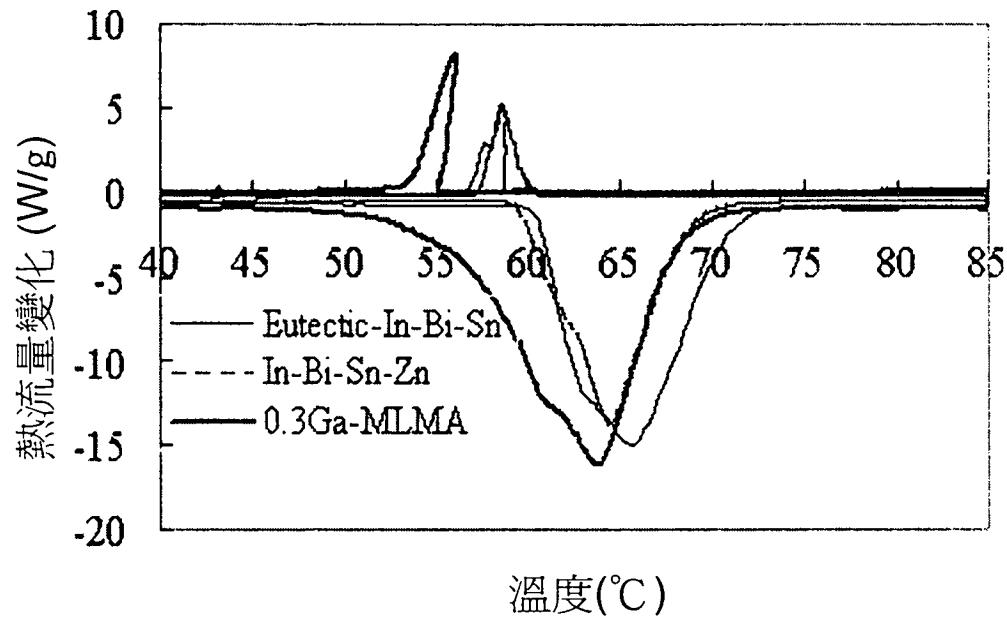


圖 4

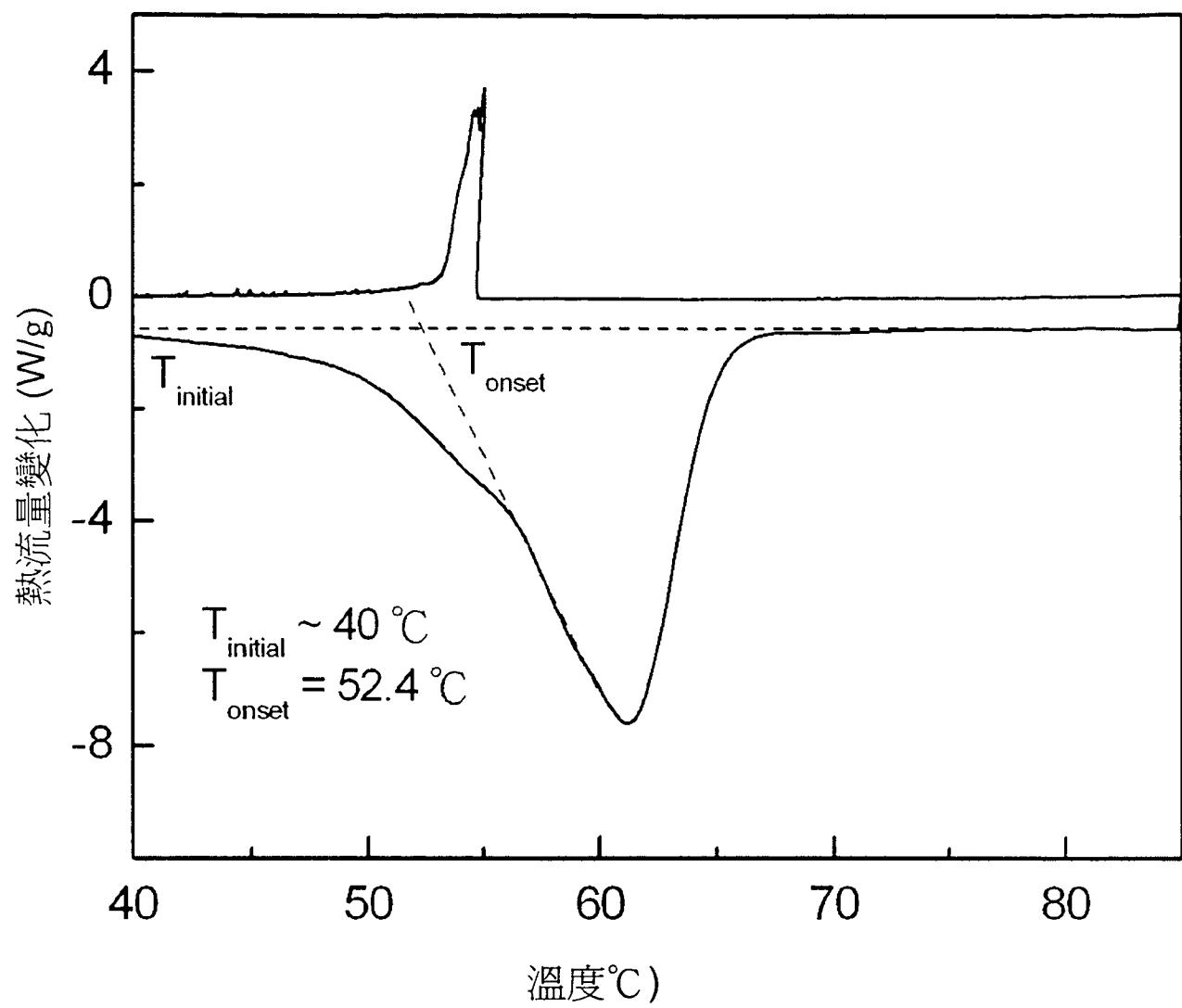


圖 5

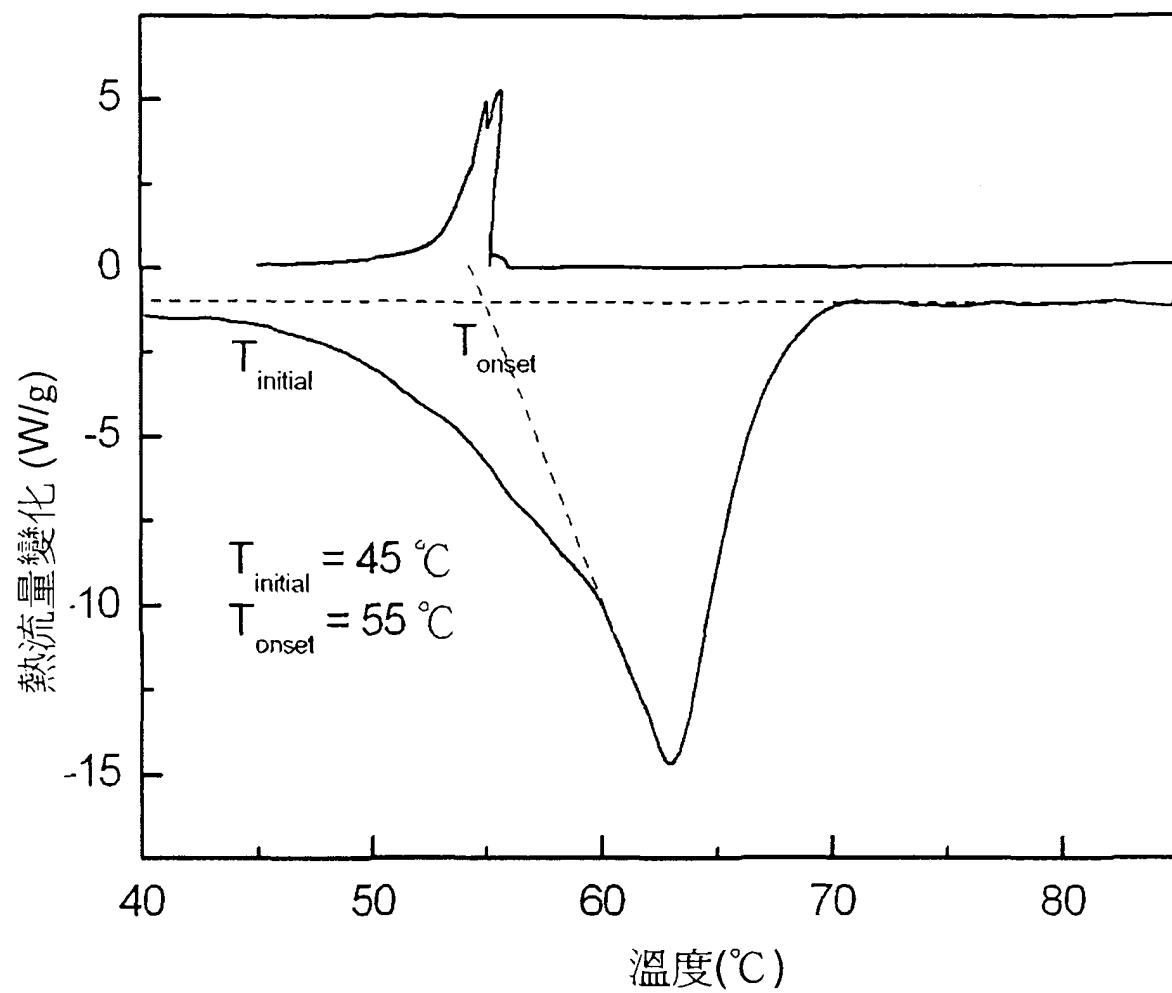


圖 6

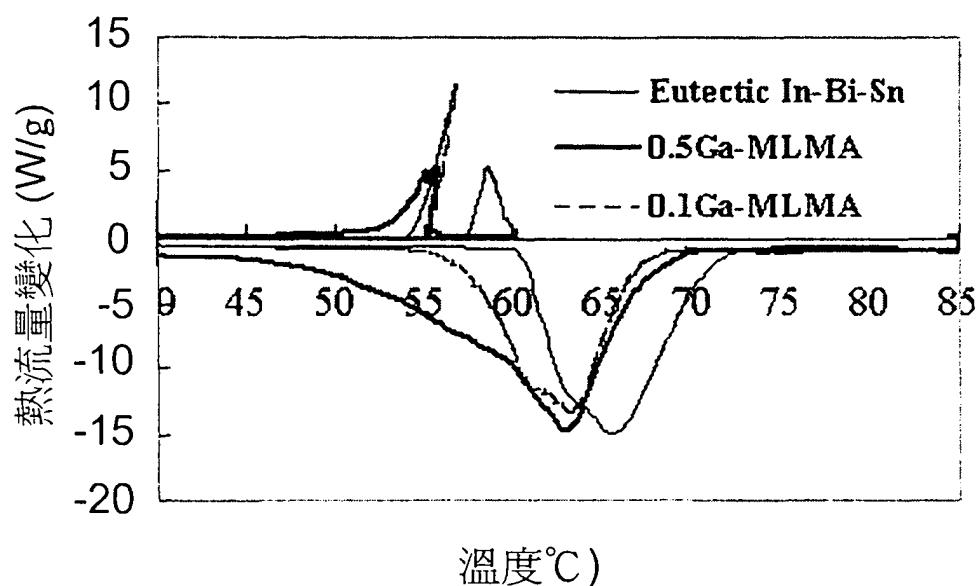


圖 7

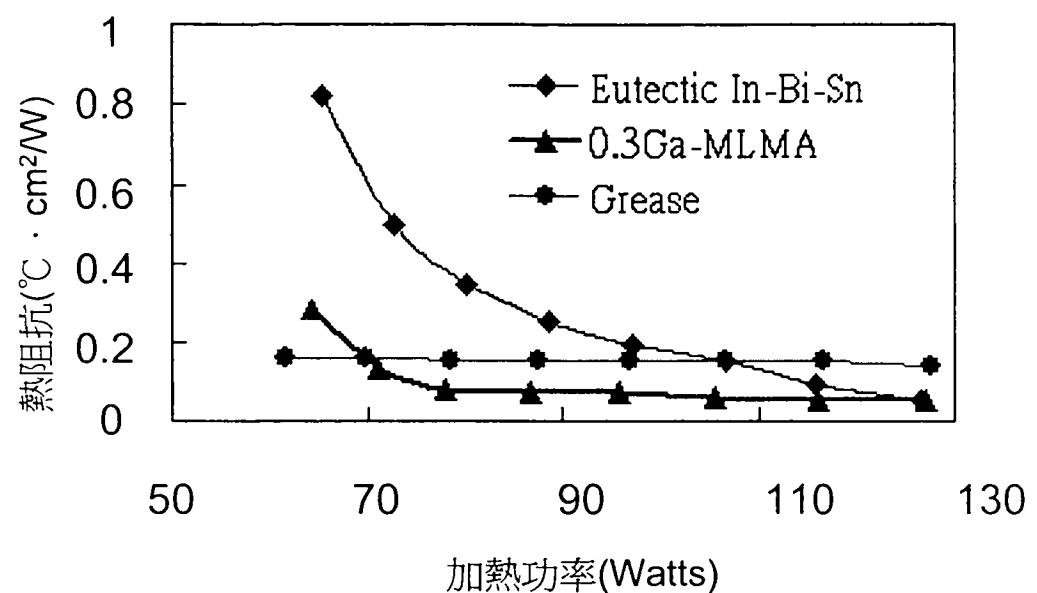


圖 8

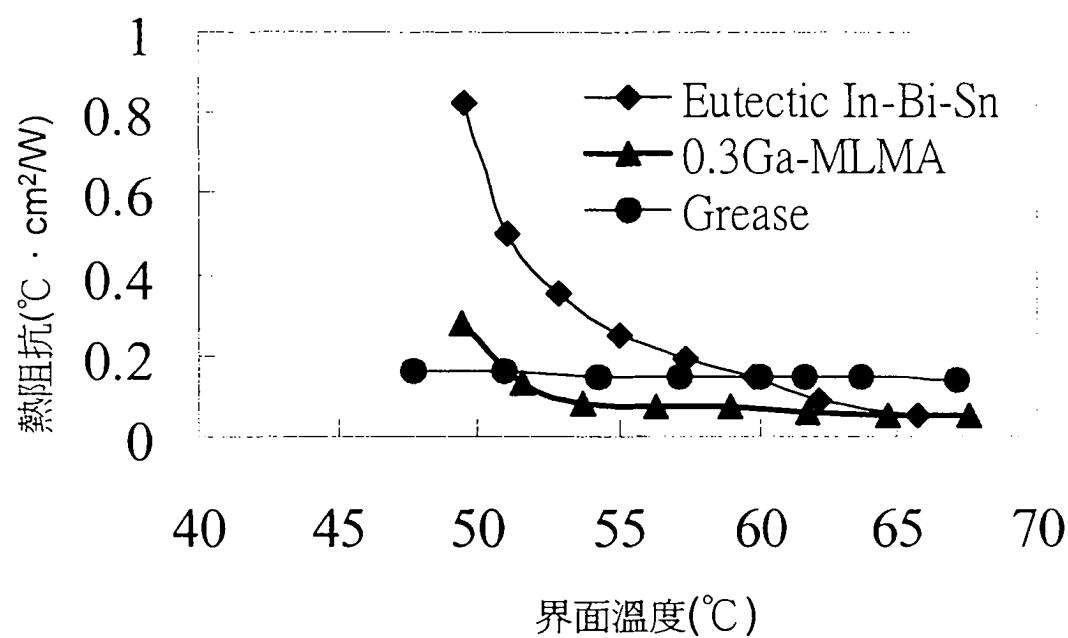


圖9

## 五、中文發明摘要：

一種可調變熔點溫度的金屬熱界面材料，包括：銻(In)、鉍(Bi)、錫(Sn)和鎵(Ga)，其中鎵的含量為 0.05 wt% 至 3 wt%。這種金屬熱界面材料具有低於 60°C 的起始熱熔溫度且不含毒害環境元素。

## 六、英文發明摘要：

A melting temperature adjustable metal thermal interface material for facilitating heat transfer between two components is provided which includes In, Bi, Sn, and Ga, wherein the content of Ga is 0.05 wt% to 3 wt%. The metal thermal interface material has an initial melting temperature lower than 60°C and does not contain any element hazardous to the environment.

## 七、指定代表圖：

(一)本案之指定代表圖：圖 9。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無。

## 八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。

## 【發明內容】

本發明提供一種金屬熱界面材料，應用於微電子封裝元件與導熱元件之間界面，利用其可調變熔點溫度，以克服先前低熔點金屬的熔解溫度不夠低所造成的散熱瓶頸問題。

本發明再提供一種金屬熱界面材料，以獲得更廣溫度區間之優異散熱性能。

本發明又提供一種金屬熱界面材料的應用，極適合用於具備動態功率運作或接面溫度隨時變化的微電子元件上，以增進電子封裝元件與導熱元件之間的散熱。

為解決上述問題，本發明提出一種金屬熱界面材料，包括：銦(In)、鉍(Bi)、錫(Sn)和鎵(Ga)，其中鎵的含量為0.01 wt%至3 wt%。

在本發明之一實施例中，上述之金屬熱界面材料更包括至少一種非毒害環境元素，如銀、銅、鋅、鍺、鋁、鈮、鑭、矽和其內含的雜質元素。

在本發明之一實施例中，上述之金屬熱界面材料的起始熱熔起始溫度低於60°C，較佳是介於40°C至57°C之間。

本發明再提出一種金屬熱界面材料，包括：銦(In)、鉍(Bi)和鎵(Ga)，其中鎵的含量為0.01 wt%至3 wt%。

在本發明之另一實施例中，上述之金屬熱界面材料包

## 十、申請專利範圍：

1. 一種金屬熱界面材料，放置於兩個固體材料的接合面之間，以增進熱傳導效率，包括：銻(In)、鉍(Bi)、錫(Sn)和鎵(Ga)，其中鎵的含量為 0.01 wt% 至 3 wt%。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之金屬熱界面材料，更包括銀、銅、鋅、鍺、鋁、鈮及矽中至少一種元素。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之金屬熱界面材料，其起始熱熔溫度低於 60°C。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之金屬熱界面材料，其起始熱熔溫度介於 40°C 至 57°C 之間。
5. 一種如申請專利範圍第 1 項所述之金屬熱界面材料的應用，包括以箔片的形式或不規則形狀的形式使用於產生熱流量的一電子元件與一導熱元件之間的界面，以輔助該電子元件散熱。
6. 一種構裝的裝置，至少包括發熱的一電子元件、一導熱元件以及如申請專利範圍第 1 項所述之金屬熱界面材料，其中該金屬熱界面材料是安裝在由發熱的該電子元件表面與該導熱元件表面的接合處的熱傳導的路徑上。
7. 一種如申請專利範圍第 6 項所述之構裝的裝置，其中發熱的該電子元件是一種半導體元件。
8. 一種如申請專利範圍第 6 項所述之構裝的裝置，其中該導熱元件是一種熱交換器。
9. 一種電力運作的設備，其中包含如申請專利範圍第 7 項所述之構裝的裝置。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之電力運作的設備，其為電腦、遊戲機、電視、發光二極體燈、功率模組、高功率變壓器、高功率電晶體或雷射二極體。
11. 一種金屬熱界面材料，包括：銦(In)、鉻(Bi)和鎵(Ga)，其中鎵的含量為 0.01 wt% 至 3 wt%。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之金屬熱界面材料，其中包括：
  - 20 至 70 wt% 銦(In)；以及
  - 30 至 60 wt% 鉻(Bi)。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之金屬熱界面材料，更包括銀、銅、鋅、鍺、鋁、鈰、鏽及矽中至少一種元素。
14. 如申請專利範圍第 11 項所述之金屬熱界面材料，其起始熱熔溫度低於 60°C。
15. 如申請專利範圍第 11 項所述之金屬熱界面材料，其起始熱熔溫度介於 40°C 至 57°C 之間。
16. 一種如申請專利範圍第 11 項所述之金屬熱界面材料的應用，包括以箔片的形式或不規則形狀的形式使用於產生熱流量的一電子元件與一導熱元件之間的界面，以輔助該電子元件散熱。
17. 一種構裝的裝置，至少包括發熱的一電子元件、一導熱元件以及如申請專利範圍第 11 項所述之金屬熱界面材料，其中該金屬熱界面材料是安裝在由發熱的該電子元件表面與該導熱元件表面的接合處的熱傳導的路徑上。
18. 一種如申請專利範圍第 17 項所述之構裝的裝置，

其中發熱的該電子元件是一種半導體元件。

19. 一種如申請專利範圍第 17 項所述之構裝的裝置，  
其中該導熱元件是一種熱交換器。

20. 一種電力運作的設備，其中包含如申請專利範圍第  
19 項所述之構裝的裝置。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述之電力運作的設備，  
其為電腦、遊戲機、電視、發光二極體燈、功率模組、高  
功率變壓器、高功率電晶體或雷射二極體。