

## MỤC LỤC

### **I. TỔNG QUAN VỀ KEO TẢN NHIỆT VÀ VẬT LIỆU SỬ DỤNG NHẪM TĂNG CƯỜNG HIỆU NĂNG GIẢI NHIỆT DÙNG TRONG ĐÈN LED VÀ CHIP ĐIỆN TỬ TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM .....2**

1. Tổng quan về keo tản nhiệt .....2

2. Một số vật liệu họ cacbon cải thiện tính năng của keo tản nhiệt nhằm tăng cường hiệu năng giải nhiệt dùng trong đèn led và chip điện tử .....13

### **II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT KEO TẢN NHIỆT SỬ DỤNG GỐM VÀ GRAPHEN TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ..... 14**

1. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo thời gian.....16

2. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo quốc gia .....16

3. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo các hướng nghiên cứu.....17

4. Các đơn vị dẫn đầu sở hữu sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen .....17

5. Sáng chế tiêu biểu .....18

6. Kết luận.....19

### **III. GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT KEO TẢN NHIỆT ỨNG DỤNG GỐM VÀ GRAPHEN TẠI TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU TRIỂN KHAI, KHU CÔNG NGHỆ CAO TP.HỒ CHÍ MINH .....20**

1. Giới thiệu công nghệ sản xuất keo tản nhiệt ứng dụng gốm và graphen.....20

2. So sánh hiệu năng của keo tản nhiệt gốm và graphen với các sản phẩm thương mại trên thị trường. ....23

3. Kết quả ứng dụng cho đèn led và chip điện tử.....24

TÀI LIỆU THAM KHẢO .....25

# XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG GÓM VÀ GRAPHEN TRONG SẢN XUẤT KEO TẢN NHIỆT

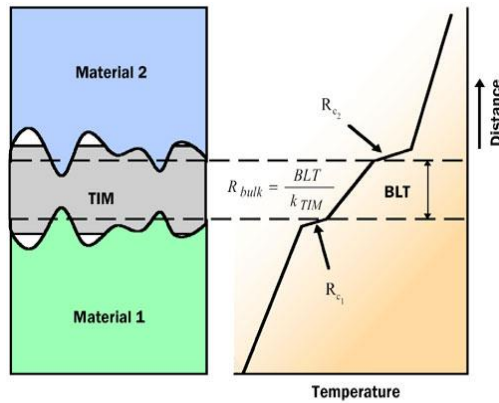
\*\*\*\*\*

## I. TỔNG QUAN VỀ KEO TẢN NHIỆT VÀ VẬT LIỆU SỬ DỤNG NHẪM TĂNG CƯỜNG HIỆU NĂNG GIẢI NHIỆT DÙNG TRONG ĐÈN LED VÀ CHIP ĐIỆN TỬ TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM

### 1. Tổng quan về keo tản nhiệt

Quản lý nhiệt là một phần quan trọng cho hàng loạt các thành phần và đóng gói linh kiện điện tử. Yêu cầu ngày càng cao về chức năng tích hợp phức tạp trong mạch điện tử cùng với sự đòi hỏi mỏng hơn, nhẹ hơn và hiệu suất làm việc của sản phẩm tăng lên cũng như tốc độ phát triển lớn mạnh của nền công nghiệp bán dẫn toàn cầu dẫn đến kết quả là sự gia tăng nhiệt của các thiết bị, hệ thống vì vậy cần phải làm mát. Yêu cầu là cung cấp một năng lượng làm mát thiết bị, hệ thống để cho chúng hoạt động hiệu quả. Và thách thức lớn nhất trong hệ làm mát là khả năng quản lý nhiệt tốt mà không làm ảnh hưởng đến hiệu suất làm việc của thiết bị, hệ thống. Như chúng ta đã biết khi mà công suất ngày càng gia tăng thì yêu cầu làm lạnh phải tương xứng. Hầu hết các hệ thống được thiết kế là tối thiểu sự nhiệt trở và tối đa sự tiêu tán nhiệt. Nhưng với sự thu nhỏ hệ thống ngày càng gia tăng và mật độ mạch cũng tăng, thiết bị điện tử ngày nay thì dễ bị ảnh hưởng và khuynh hướng sinh ra một lượng nhiệt đáng kể. Nếu mà nhiệt không được tiêu tán thì tuổi thọ và độ tin cậy của thiết bị điện tử sẽ là rủi ro lớn. Đây là vấn đề mà đòi hỏi việc giải quyết tản nhiệt bên trong thiết bị như vùng tản nhiệt (heat sink), quạt, chuyển đổi nhiệt (heat exchanger)... Mặc dù những giải pháp thì ngày càng nhiều, sử dụng để giữ nhiệt độ linh kiện, thiết bị tại mức thấp nhất nhưng vật liệu cũng đóng một vai trò hết sức quan trọng.

Đối với hệ lắp ráp, khi hai bề mặt được đưa lại tiếp xúc với nhau thì tại đó chỉ có vài điểm tiếp xúc. Những độ hở khí (air gap) tạo ra các vùng không tiếp xúc và trở thành rào cản nhiệt (thermal barrier). Kỹ thuật hiện tại để khắc phục sự cản trở này là làm giảm khoảng cách độ hở khí để tăng sự truyền nhiệt bằng cách làm ướt bề mặt sử dụng môi trường chất lỏng hoặc tăng cường quá trình dẫn nhiệt sử dụng vật liệu dẫn nhiệt như là vật liệu giao diện nhiệt (TIM\_ Thermal Interface Material). Những vật liệu này có độ dẫn nhiệt cao và cho phép truyền tải nhiệt hiệu quả tại bề mặt. Vật liệu giao diện nhiệt TIMs được sử dụng để nối những linh kiện và giao diện mặt với nắp (lids) và bộ phận tản nhiệt.( heat spreader). Do đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu sản xuất keo tản nhiệt làm vật liệu tản nhiệt cho các thiết bị điện tử như đèn LED, bộ vi xử lý...



Hình 1. Giải đồ các thành phần điện trở khác nhau của TIM.

### 1.1 Sơ lược về lịch sử vật liệu giao tiếp nhiệt TIM\_Thermal Interface Material

Hầu hết tất cả các công việc thuộc lĩnh vực vật liệu giao điện nhiệt trước năm 2000 chủ yếu là thực nghiệm. Thực tế là không có điểm nhấn cho bất cứ mô hình vật lý nào cho đặc tính nhiệt của TIMs. Phần lớn công việc thực nghiệm do nhà nghiên cứu Fletcher và các công sự thực hiện từ 1990-2000, đã công bố bài báo tổng quan các loại TIMs khác nhau mà bao gồm tấm kim loại (foils) và TIM polymer. Nhà nghiên cứu Mirmiraet đã đưa ra các loại chất kết dính khác nhau và dữ liệu liên quan theo kiểu kinh nghiệm. Ông cũng công bố sự định lượng thực nghiệm cho TIMs đàn hồi. Marotta và Fletcher thực hiện các thực nghiệm với các loại vật liệu polymer khác nhau và so sánh kết quả với mô hình biến dạng đàn hồi. Nhà nghiên cứu Marotta và Han đã đưa ra dữ liệu thực nghiệm cho các loại TIMs polymer. Nhà nghiên cứu Xu et đã chế tạo rất nhiều loại TIMs trên nền Sodium Silicate mà được bổ sung thêm hạt Boron Nitride. Trong tất cả các nghiên cứu này đều không có ý định tách rời nhiệt trở tiếp xúc và nhiệt trở khối của TIMs và không thể rút ra được vài quy luật từ một vài những nghiên cứu này.

### 1.2 Các đặc tính thỏa mãn của TIM

Như đã thảo luận ở trên, TIM hoạt động là để kết nối các phần khác nhau cho giải pháp tản nhiệt. Sau khi gắn TIM ở giữa các bề mặt rắn, thì trở nhiệt  $R_{TIM}$  tại bề mặt bao gồm hai thành phần là nhiệt trở khối  $R_{bulk}$  của TIM sinh ra khi dẫn nhiệt và nhiệt trở tiếp xúc  $R_c$  giữa TIM và chất rắn tiếp giáp.

$R_{TIM}$  có thể được biểu diễn như sau:

$$R_{TIM} = \frac{BLT}{k_{TIM}} + R_{c1} + R_{c2} \quad (1)$$

Ở đó  $BLT$  (*Bond Line Thickness*) là độ dày của TIM,

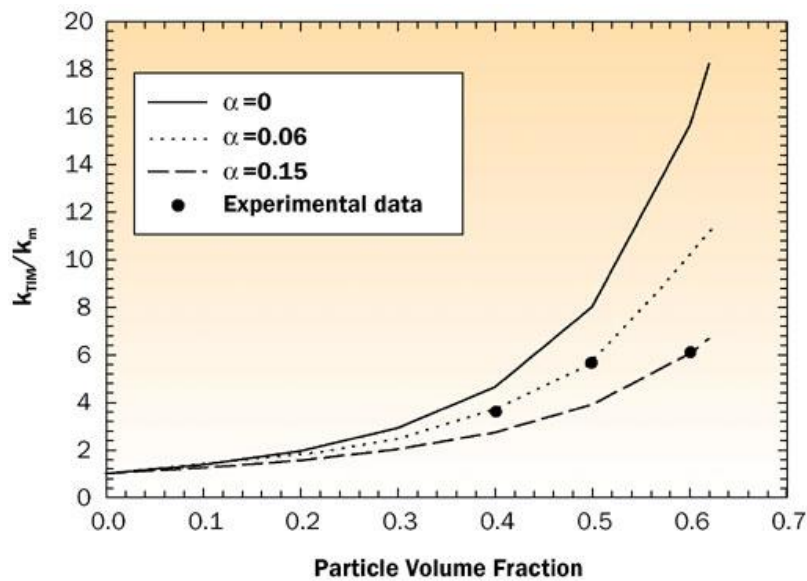
$k_{TIM}$  là độ dẫn nhiệt của TIM

$R_{c1}$  và  $R_{c2}$  là điện trở tiếp xúc của TIM tại hai bề mặt tiếp giáp.

Dựa vào công thức trên thì chúng ta sẽ phải giảm điện trở của TIM. Điều này có nghĩa là chúng ta giảm độ dày BLT, tăng độ dẫn nhiệt và giảm điện trở tiếp xúc  $R_{c1}$  và  $R_{c2}$ .

### Độ dẫn nhiệt (Thermal Conductivity)

Trong hầu hết các ứng dụng thì TIM đóng vai trò dẫn nhiệt. Độ dẫn nhiệt của một TIM tăng lên bằng cách thêm một thành phần mềm (soft) ví dụ như vật liệu polymer với các hạt rắn dẫn điện như hạt Al, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hoặc BN (Boron Nitride). Nếu yêu cầu thiết kế là TIM dẫn nhiệt nhưng cách điện thì các hạt dạng ceramic thì được chọn nhiều. Hình 2 cho thấy sự thay đổi độ dẫn nhiệt của mỡ (grease) trên nền Silicone là hàm số của phần (fraction) thể tích hạt Al cho vào.



Hình 2. Hình biểu diễn độ dẫn nhiệt với phần trăm thể tích hạt Al của loại mỡ nhiệt trên nền Si

Độ dẫn nhiệt của TIMs có thể được biểu diễn như sau:

$$k_{TIM} = f(k_f, k_m, \phi, R_b) \quad (2)$$

Với  $k_f$  là độ dẫn nhiệt của hạt cho vào

$\phi$  là phần thể tích hạt cho vào

$R_b$  là điện trở tiếp xúc giữa hạt cho vào và polymer

Đối với hạt cầu thì một trong những mô hình nổi bật là mô hình Maxell. Mô hình này phù hợp cho hạt cầu với  $\phi$  lên đến 30-35% sau khi quá trình lọc xảy ra. Mô hình Maxell không sử dụng để dự đoán độ dẫn nhiệt với phần thể tích hạt cho vào cao hơn do sự giả định trong quá trình xây dựng nên mô hình này. Nhà nghiên cứu Prasher đã thay đổi mô hình Bruggeman để có thể dự đoán khả năng dẫn nhiệt cho phần thể tích hạt cho vào từ thấp đến cao bằng cách thêm vào ảnh hưởng của điện trở giao diện giữa hạt cho vào và khuôn (matrix) polymer tác động lên độ dẫn nhiệt của composite.

Mô hình Bruggeman chỉnh sửa (với giả thuyết  $k_f/k_m \gg 1$ ) sẽ là:

$$\frac{k_{TIM}}{k_m} = \frac{I}{(1-\phi)^{3(1-\alpha)/(1+2\alpha)}} \quad (3)$$

Với  $\alpha$  là số Biot và được cho bởi:

$$\alpha = \frac{R_b k_m}{d} \quad (4)$$

Trong đó  $R_b$  là điện trở giao diện giữa vùng không gian và các hạt cho vào  
 $d$  là đường kính của hạt

### **Độ dày liên kết (BLT Bond-Line Thickness)**

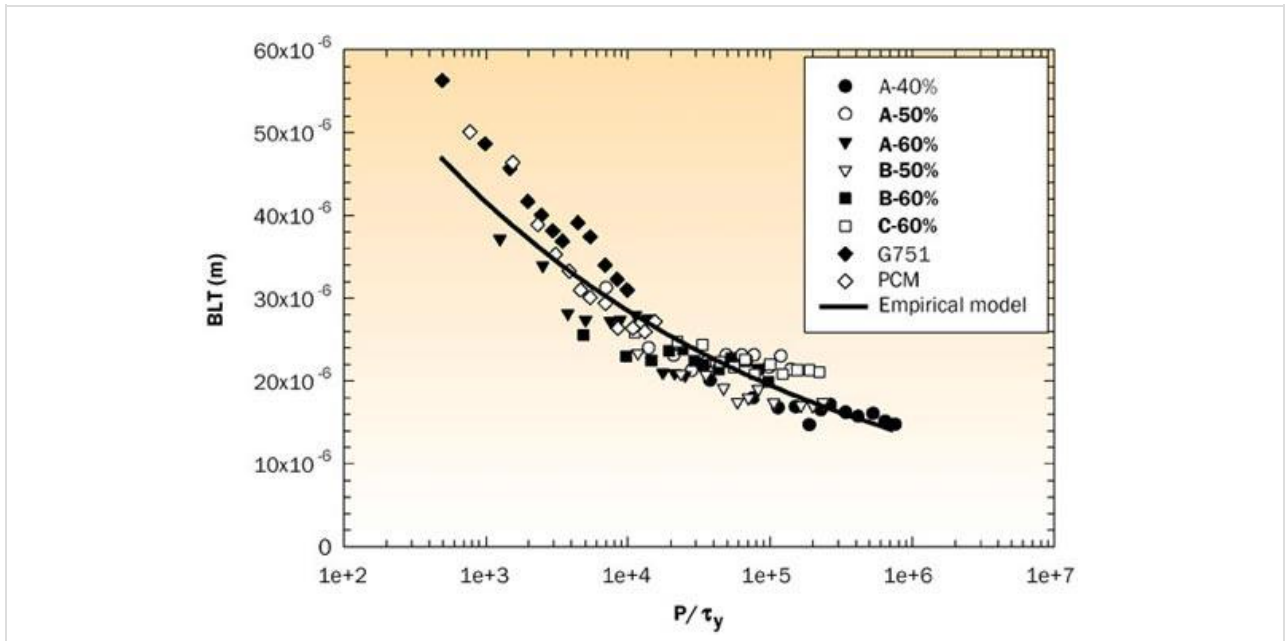
Giảm độ dày liên kết BLT cũng là một mục tiêu cần đạt được trong việc xây dựng giải pháp tản nhiệt. BLT là hàm của rất nhiều tham số ví dụ như áp lực ép (là ép đưa vào để kết dính hai bề mặt rắn lại với nhau) và phần thể tích hạt cho vào. Nhà nghiên cứu Prasher đã đưa ra mô hình thực nghiệm cho BLT cho vật liệu tản nhiệt dạng polymer với các hạt thêm vào. Ông đề xuất mối liên quan BLT:

$$BLT = 1.31 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\tau_y}{P} \right)^{0.166} \quad (5)$$

Trong đó  $\tau_y$  là ứng suất uốn của TIM

$P$  là áp lực.

Mối liên quan chỉ có giá trị trong khoảng áp lực từ 25-200 psi. Hình 4 cho thấy kết quả là khi ứng suất uốn của TIM tăng đồng nghĩa với vùng lấp đầy càng tăng thì BLT sẽ cao. Do đó có hai ảnh hưởng lên vùng lấp đầy đối với điện trở nhiệt của TIM là  $k_{TIM}$  tăng và  $BLT$  cũng tăng với sự gia tăng vùng lấp đầy tại cùng áp lực mà đưa ra kết quả vùng lấp đầy tốt nhất để thu được  $RTIM$  là nhỏ nhất.



Hình 3. Hình cho thấy mối tương quan giữa BLT và  $P/\tau_y$  cho các vật liệu TIM khác nhau

### Nhiệt trở tiếp xúc (Contact Resistance)

Nhà nghiên cứu Prasher đã đưa ra điện trở tiếp xúc vật liệu TIM với hai bề mặt như sau:

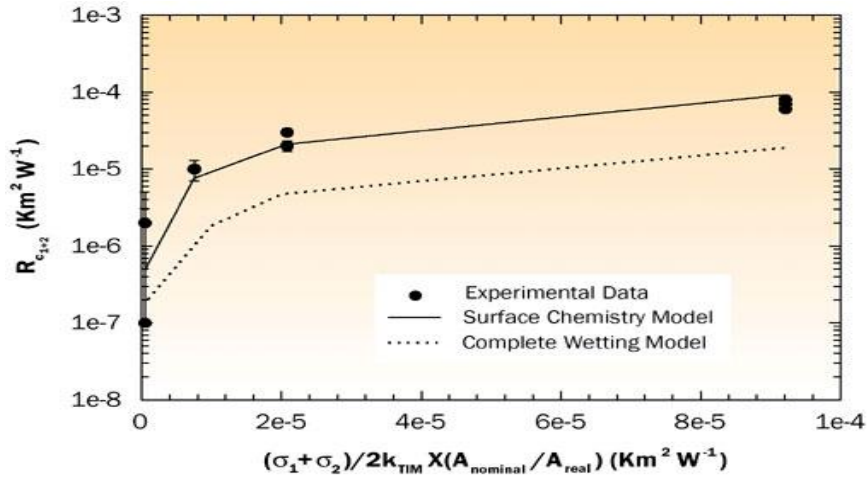
$$R_{c_{1+2}} = \left( \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2k_{TIM}} \right) \left( \frac{A_{nominal}}{A_{real}} \right) \quad (6)$$

Trong đó  $\sigma_1$  và  $\sigma_2$  là độ gồ ghề bề mặt của đế

$A_{nominal}$  là vùng truyền nhiệt tổng thể

$A_{real}$  là vùng truyền nhiệt thực sự

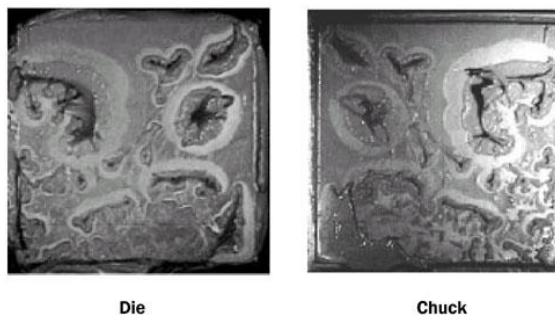
Vùng truyền nhiệt thực sự (real) thì nhỏ hơn vùng truyền nhiệt tổng thể (nominal) bởi vì khí bị giữ lại ở các khe (valleys) của bề mặt gồ ghề. Theo nhà nghiên cứu Prasher thì vùng diện tích truyền nhiệt thực sự được tính toán dựa vào 1) lực áp, 2) lực mao dẫn do sức căng bề mặt của TIM và 3) áp lực phản hồi (back pressure) của khí bị giữ lại. Đồng thời ông cũng so sánh mô hình TIM loại chuyển pha và loại mỡ (grease). Hình 4 cho thấy sự so sánh số liệu giữa mô hình và thực nghiệm cho vật liệu chuyển pha. Dựa trên số liệu đó thì đã đề xuất một vài giải pháp để giảm điện trở tiếp xúc xuống thấp nhất có thể như 1) tăng áp lực, 2) giảm độ gồ ghề bề mặt, 3) tăng độ dẫn nhiệt của TIM và 4) tăng lực mao dẫn bằng cách thay đổi bề mặt hóa học.



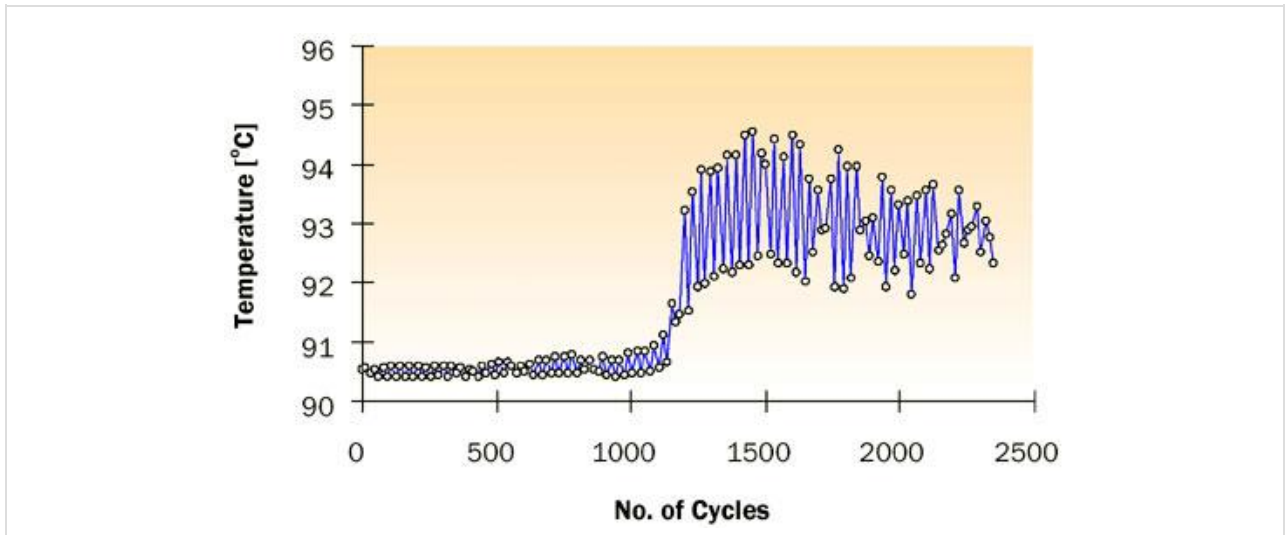
**Hình 4. Sự so sánh kết quả bề mặt hóa học giữa mô hình và thực nghiệm đối với vật liệu chuyển pha**

**Độ tin cậy của TIMs theo chu trình làm việc (Reliability of TIMs in temperature cycling)**

Trong phần đóng gói (packages) sử dụng mỡ (grease) nhiệt là môi trường dẫn giữa die và giải pháp nhiệt, mỡ nhiệt thường chảy (pump-out) trong quá trình hoạt động thì sẽ gây hư linh kiện. Theo cách truyền thống thì kiểm tra chu kỳ công suất (power cycle test) là phương pháp trực tiếp để đánh giá độ tin cậy của mỡ nhiệt. Tuy nhiên quá trình này sẽ gây mất thời gian do thời gian nâng nhiệt và làm lạnh. Để đánh giá nhanh về chất lượng của mỡ nhiệt (thermal grease) thì phương pháp thử cơ học gia tốc được phát triển để đánh giá sự thoái hóa (degradation) giao diện. Một thiết bị cơ sử dụng để gây ra sự co rút (squeeze) mỡ nhiệt, tạo ra sự thay đổi trên die. Hình 5a và 5b cho thấy mỡ nhiệt bị chảy ra và khuynh hướng nhiệt độ được thể hiện trong quá trình kiểm tra nhanh tương ứng. Bằng cách sử dụng phương pháp kiểm tra gia tốc này thì quá trình mỡ nhiệt bị chảy (pump-out) có thể dự đoán được để mà thời gian thiết kế sản phẩm được rút ngắn.



**Hình 5a. Mẫu mỡ nhiệt bị chảy sau quá trình kiểm tra nhanh**



Hình 5b. Khuynh hướng nhiệt độ trong trường hợp mỡ nhiệt bị chảy ra

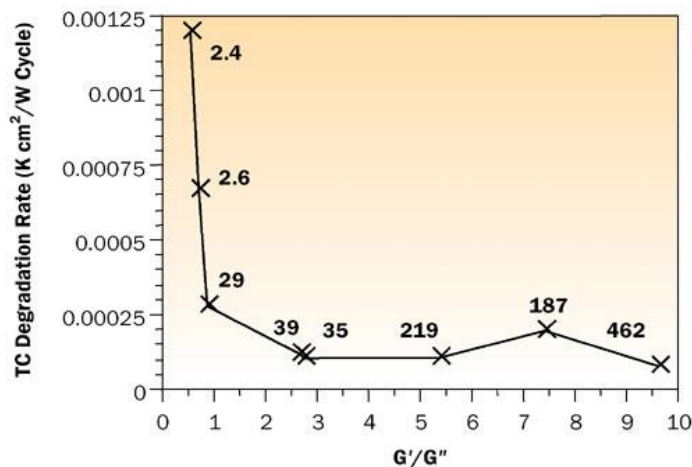
Để giải quyết vấn đề chảy ra của mỡ nhiệt thì keo TIMs (gel) được phát triển. Gels cũng là loại mỡ nhiệt nhưng mà được lưu hóa (cure) ở nhiệt độ cao. Gần đây thì hai nhà nghiên cứu Prasher và Matayabas đã đề xuất ra quy tắc chế tạo công thức TIMs tránh vấn đề chảy (pump-out) và cũng đạt được điện trở nhiệt thấp:

(a) Sự tối thiểu hóa  $G$  với  $G'$  cho bởi:

$$G = \sqrt{G'^2 + G''^2} \quad (7)$$

Trong đó  $G'$  và  $G''$  là module lưu trữ và mất mát của TIM dạng polymer.

(b) Giữ tỉ số  $G'$  và  $G''$  lớn hơn hoặc bằng 1. Hình 6 cho thấy sự thay đổi của điện trở nhiệt trên chu kỳ đối với 8 loại mẫu khác nhau.



Hình 6. Ảnh hưởng của của  $G'/G''$  đến tỉ lệ thoái hóa của TIMs dạng Gel tương ứng với chu kỳ nhiệt độ.

### Khả năng tái hoạt động (Re-workability)

Một yêu cầu nữa của TIMs là khả năng tái hoạt động. Bởi vì trong rất nhiều ứng dụng, thì vùng tản nhiệt (heat sink) được gắn trong linh kiện, thiết bị bởi nhà sản



xuất do đó khả năng tái hoạt động là một yêu cầu để tránh làm giảm hiệu suất. Khả năng tái hoạt động ám chỉ là vùng tản nhiệt (heat sink) dễ dàng tháo rời và TIMs dễ vệ sinh để mà vùng tản nhiệt (heat sink) có thể được gắn lại nếu cần thiết.

### **1.3 Phân loại TIMs**

Tùy vào các ứng dụng mà chọn lựa vật liệu tản nhiệt phù hợp với yêu cầu. Người ta phân chia vật liệu tản nhiệt thành 5 loại khác nhau:

#### **a. Vật liệu dạng mỡ (Grease)**

Mỡ nhiệt là bao gồm các hạt cho vào (filler) dẫn điện như  $Al_2O_3$ , BN, ZnO... phân tán trong dầu Silicone hoặc Hydro các bon để tạo thành dạng hồ (paste). Mỡ nhiệt thì không cần quy trình xử lý sau khi phân tán và có độ dẫn nhiệt cao so với các dạng vật liệu tản nhiệt khác. Mỡ nhiệt được sử dụng rất thành công trong rất nhiều phần đóng gói và cho thấy hiệu suất tốt.

#### **b. Tấm tản nhiệt (Thermal pad)**

Để vượt qua những giới hạn của mỡ nhiệt, tấm nhiệt được đưa ra mà bao gồm keo Silicon kết hợp với một môi trường nhiệt. Những tấm nhiệt này dễ dàng lắp ráp, ổn định hơn vật liệu chuyển pha và nhiệt độ làm việc cao hơn, do đó tấm nhiệt cho thấy hiệu năng tốt hơn so với mỡ nhiệt.

#### **c. Vật liệu chuyển pha (PCMs\_Phase Change Materials)**

Vật liệu chuyển pha do có khả năng lưu trữ cao và giải phóng lượng nhiệt lớn, được chú ý trong những năm gần đây. PCMs được phân chia theo thành phần vô cơ và hữu cơ. Hầu hết PCMs với mật độ lưu trữ năng lượng cao nhưng khả năng dẫn nhiệt lại tương đối thấp. Vì vậy hiệu suất tản nhiệt của PCMs có thể cải thiện bằng cách trộn PCM với polymer và các hạt có độ dẫn nhiệt cao. Tuy nhiên tất cả các vật liệu chuyển pha hợp kim được phát triển dựa trên hợp kim có độ nóng chảy thấp và hình dạng hợp kim. Một cách tổng quát thì vật liệu chuyển pha được chọn có điểm nóng chảy thấp hơn nhiệt độ hoạt động cao nhất của linh kiện điện tử.

#### **d. Chất hàn (Solder)**

Chất hàn là một hợp kim sử dụng để gắn kết các bề mặt kim loại với nhau và có điểm nóng chảy nhỏ hơn kim loại được gắn.

Chất hàn mềm (soft solder) có giới hạn nóng chảy từ  $90-450^{\circ}C$ . Nó thường được sử dụng trong lĩnh vực điện tử và lắp ráp các bộ phận tấm kim loại với nhau. Hàn tay thường sử dụng súng hàn để hàn. Hợp kim nóng chảy tại nhiệt độ  $180-190^{\circ}C$  thì hay được sử dụng. Nếu sử dụng chất hàn với nhiệt độ nóng chảy trên  $450^{\circ}C$  thì được gọi là hàn cứng (hard soldering). Trong lĩnh vực điện và điện tử thì dây hàn thường được sử dụng có các độ dày khác nhau. Cũng có sẵn dạng keo (paste) hoặc dạng foil phù hợp với vật cần hàn. Chúng chỉ thuận tiện cho quá trình hàn tay. Những chất hàn không chứa chì thường được sử dụng để tránh làm ô nhiễm môi trường. Với sự thu nhỏ kích thước các chi tiết bo mạch điện tử dẫn đến kích cỡ chất nối cũng thu nhỏ

xuống. Đối với mật độ dòng điện trên  $10^4 \text{ A/cm}^2$  thì hiện tượng di cư điện tử là một vấn đề. Tại những dòng điện cao như vậy thì chất hàn như  $\text{Sn}_{63}\text{Pb}_{37}$  thường được sử dụng để tránh hiện tượng trên.

**Bảng 1. Bảng tóm tắt đặc tính các loại vật liệu TIMs**

Loại vật liệu	Thành phần	Ưu điểm	Nhược điểm	Độ dày BLT (mil)	Độ dẫn nhiệt (W/mK)
<b>Mỡ (grease)</b>	AlN, Ag, ZnO, dầu Silicon	Độ dẫn nhiệt khối cao Tương thích với bề mặt gồ ghề Không cần lưu hóa Tái sử dụng	Chảy (pump-out) và phân tách pha	0.02 - 0.1	1-5
<b>Tám (Pads)</b>	Al, Ag, Dầu Silicone, Olefin	Độ dẫn nhiệt khối cao Tương thích với bề mặt gồ ghề trước khi lưu hóa Không chảy (Pump-out) Tái sử dụng	Yêu cầu lưu hóa Độ dẫn nhiệt thấp hơn mỡ nhiệt	0.5 - 1.5	1-4
<b>Vật liệu chuyển pha PCM (Phase Change Materia)</b>	Polyolefins, Epoxies, Polyesters, Acrylics, BN, Alumina, Al, Than ống nano	Tương thích với bề mặt gồ ghề Không cần lưu hóa Dễ dàng sử dụng Tái sử dụng	Độ dẫn nhiệt thấp hơn mỡ nhiệt Độ dày đường nối BLT không đồng đều	1.5-2	0.5-5
<b>Vật liệu chuyển pha hợp kim</b>	In nguyên chất, In/Ag, Sn/Ag/Cu, In/Sn/Bi	Độ dẫn nhiệt cao Dễ dàng sử dụng	Có thể nóng chảy hết	2-5	30-50

<b>PCMA (Phase Change Material Alloy)</b>		dụng Tái sử dụng			
<b>Chất hàn (Solder)</b>	In nguyên chất, In/Ag,Sn/Ag/Cu, In/Sn/Bi	Độ dẫn nhiệt cao Dễ dàng sử dụng Không chảy (Pump-out)	Dễ bị nứt vỡ Không tái sử dụng	2-5	30-50



*Hình 7. Keo tản nhiệt ứng dụng cho a) chip máy tính và b) đèn LED.*

## 1.4 Tình hình nghiên cứu keo tản nhiệt (Thermal Paste)

### 1.4.1 Tình hình thế giới

Các nhà khoa học nhận thấy rằng rất nhiều hiện tượng khác nhau liên quan đến mỡ nhiệt như là:

1) Số vòng hoạt động (sự mất mát vật liệu do sự chuyển động giữa die và vùng tản nhiệt – heat sink).

2) Nung nhiệt (tại nhiệt độ nung cao, công thức hóa học sử dụng trong trường hợp mỡ nhiệt này và gây ra sự phân tách polymer và các hạt cho vào mà dẫn đến khả năng thấm ướt kém tại bề mặt giao diện).

3) Sốc (shock) cơ và độ dao động: Số liệu thu thập được về sự sốc cơ và dao động của vùng tản nhiệt (heat sink) trong khoảng 200-250g cho thấy rằng cần duy trì vùng tản nhiệt với bộ xử lý (processor) ở giới hạn để tránh làm hư hỏng bề mặt.

Nhà nghiên cứu Salerno đã đo độ dẫn nhiệt tiếp xúc mà sử dụng mỡ nhiệt Apiezon-N. Phép đo thực hiện trong dải nhiệt độ từ 1.6-6.0 K và lực áp vào từ 22-670 N. Ông đã báo cáo rằng khi cho mỡ nhiệt vào giữa bề mặt tiếp xúc thì khả năng dẫn nhiệt tăng lên so với bề mặt không phủ là 3 lần. Nhà khoa học Xie đã cho vào 4.25% thể tích Graphene vào hệ keo tản nhiệt chứa dầu Silicone và bột nhôm ôxít và ông đã công bố độ dẫn nhiệt tăng lên 668%. Nhà khoa học Baladin đã cho thêm 10% thể tích Graphene vào hệ keo tản nhiệt và độ dẫn nhiệt tăng lên 2300%...

#### **1.4.2 Tình hình nghiên cứu ở Việt Nam**

Nghiên cứu vật liệu nano tại Việt Nam từ lâu đã thu hút rất nhiều nhà khoa học tại các trường, viện và trung tâm. Vật liệu nano nói chung, cũng như ống nano carbon nói riêng, từ lâu đã trở thành đề tài nghiên cứu có tính hấp dẫn đối với nhiều nhà khoa học Việt Nam. Điều này thể hiện rõ trong suốt 10 năm gần đây, lần lượt nhiều cơ sở khoa học ở Việt Nam đã chế tạo thành công ống nanocarbon, như Viện Khoa học Vật liệu (IMS) thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST) thuộc nhóm của GS.TS Phan Ngọc Minh, Trung tâm ITIMS (Đại Học Bách Khoa Hà Nội), Viện Vật lý Kỹ thuật (Đại Học Bách Khoa Hà Nội) và Trung tâm R&D (khu Công Nghệ Cao Tp.Hồ Chí Minh) do TS.Nguyễn Chánh Khê đứng đầu và Khoa Công Nghệ Vật Liệu thuộc Đại Học Bách Khoa TP.HCM do PGS.TS Lê Văn Thăng chủ trì. Hiện nay, có hai đơn vị trong cả nước đang làm chủ công nghệ sản xuất CNTs với khối lượng lớn và tiến tới thương mại hóa loại sản phẩm này tại Việt Nam là: phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Vật liệu & Linh kiện điện tử - Viện Khoa học Vật liệu (thuộc Viện khoa học Công nghệ Việt Nam) và Phòng Thí Nghiệm Trọng Điểm Công Nghệ Vật Liệu – Đại Học Quốc Gia TP.HCM.

Tại TP.HCM hiện nay cũng có nhiều nhóm nghiên cứu về các vấn đề có liên quan, nhóm nghiên cứu của PGS.TS Huỳnh Kỳ Phương Hạ và TS.Nguyễn Hữu Hiếu nghiên cứu về graphene chế tạo màng lọc nâng cao nồng độ cồn (ĐH Bách Khoa TpHCM), nhóm TS.Đình Sơn Thạch (Viện CN Hóa học – Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam) sử dụng phương pháp bóc tách (transfer) graphene trên đế Cu lên đế Si hường tới ứng dụng cảm biến sinh học, nhóm của PGS.TS Trần Quang Trung (Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM) sử dụng phương pháp hóa học chế tạo Graphen từ Graphite hướng tới ứng dụng làm cảm biến khí, nhóm của PGS.TS Hà Thúc Huy (Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM) ứng dụng Graphen làm chất độn cho composites, nhóm của TS.Phạm Hải Định (ĐH Công nghiệp TP.HCM) nghiên cứu chế tạo và sử dụng Graphen làm điện cực cho pin, siêu tụ ...

Hiện tại Việt Nam thì chỉ có nhóm thầy Phan Ngọc Minh Viện Khoa học Vật liệu (IMS) thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST) sử dụng than ống nano làm chất độn cho hệ dung dịch tản nhiệt EG (EthyleneGlycol), tản nhiệt cho vi xử lý Core i5 máy tính. Nhóm thầy Phan Ngọc Minh còn cho than ống nano làm chất độn trong keo tản nhiệt thương mại Stars để tản nhiệt cho vi xử lý Pentium IV và báo cáo khả năng tản nhiệt đạt kết quả tốt và giảm nhiệt độ 4-5°C. Ngoài ra nhóm của thầy còn làm hệ dung dịch tản nhiệt cho đèn LED với công suất 50W và

450W làm khả năng tản nhiệt giảm xuống  $10^{\circ}\text{C}$  và tuổi thọ của đèn tăng gấp đôi. Nhìn chung thì nghiên cứu vật liệu tản nhiệt ở Việt Nam chỉ dừng lại ở chế tạo và khảo sát cũng như đo đạc ở quy mô nhỏ. Do đó, để phát triển công nghệ cũng như sản phẩm tản nhiệt hoàn chỉnh thì cần nhiều nghiên cứu sâu về vật liệu, quy trình công nghệ và đánh giá hoàn chỉnh. Hơn nữa, so với mỡ tản nhiệt, công nghệ tản dán tản nhiệt có giá trị cao gấp nhiều lần thì vẫn chưa được nghiên cứu phát triển để đáp ứng nhu cầu rất lớn của thị trường.

## **2. Một số vật liệu họ cacbon cải thiện tính năng của keo tản nhiệt nhằm tăng cường hiệu năng giải nhiệt dùng trong đèn led và chip điện tử**

Chúng tôi tập trung vào một số vật liệu thuộc họ cacbon sử dụng nhằm tăng cường hiệu năng giải nhiệt dùng trong đèn led và chip điện tử vì vật liệu cấu thành từ cacbon (than ống nano\_CNT, sợi than nano\_CNF, tấm graphite\_Graphite Flakes)... có tính chất điện và nhiệt tuyệt vời, module lớn và độ cứng cao. Những vật liệu này được tổng hợp bằng rất nhiều phương pháp khác nhau mà trong đó có phương pháp lắng đọng hơi màng hóa học CVD.

### **Các loại TIMs trên nền cacbon như sau:**

#### **- Sợi các bon/Sợi than nano (Fiber carbon/Nanofiber carbon)**

Sợi các bon/Sợi than nano (CNFs) có độ cứng cao, module lớn và khá là rẻ nên đang được gây chú ý trong các ứng dụng tiềm năng trong quá trình gia cường polymer.

#### **- Tấm graphite (Graphite sheet)**

Các tấm graphite được ép lại với nhau mà không cần chất kết dính (binder) để tạo thành các tấm có thể uốn được. Những tấm uốn này xấp và được sử dụng làm vật liệu TIMs bằng cách nhúng trong polymer như chất khoáng, dầu để cải thiện hiệu năng hoạt động tản nhiệt.

#### **- Than ống nano (Carbon nanotubes) và Graphene**

Than ống nano là than bột tinh khiết, dạng ống. CNTs có cấu trúc một chiều với đường kính từ 1 nm đến vài trăm nm và độ dài từ 100 nm đến hàng chục cm. Than ống nano có độ dẫn nhiệt khá cao khoảng  $3000\text{ W/mK}$  đối với một đơn vị than ống nano và Graphene thì khoảng trên  $6000\text{ W/mK}$ . Tuy nhiên khi than ống nano kết dính lại với nhau thì độ dẫn nhiệt giảm xuống còn khoảng  $200\text{ W/mK}$ . Một số báo cáo khác thì công bố độ dẫn nhiệt đám than ống nano đa thành chỉ còn  $15\text{ W/mK}$  hoặc  $27\text{ W/mK}$ . Sự thay đổi nhiều này là do độ sai hỏng than ống nano đa thành quá trình hình thành trong phương pháp lắng đọng hơi màng hóa học.

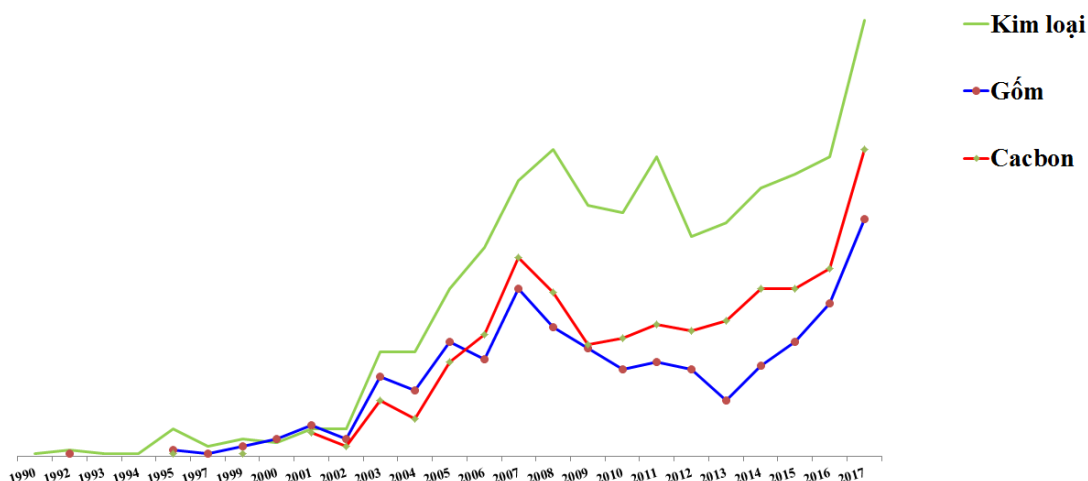
Sợi các bon/Sợi than nano (CNFs) có độ cứng cao, module lớn và khá là rẻ nên đang được gây chú ý trong các ứng dụng tiềm năng trong quá trình gia cường polymer. Một số keo tản nhiệt trên nền Silicone như Epoxy được tăng cường với sợi than nano và kết quả là vật liệu tại bề mặt không bị chảy ra (pump-out) và nhiệt trở nhiệt có thể so sánh với keo (pads) tốt nhất trên thị trường. Vật liệu với độ dẫn nhiệt cao như than chì giá trị nhiệt trở giao diện mặt gần tương đương với chất hàn (solder)

mà không gây ứng suất dư. Như chúng ta đã biết than chì (Graphite) có cấu trúc lớp với liên kết hóa trị mạnh trong lớp và liên kết Van Der Waals yếu giữa các lớp. Than chì có những tính chất vật lý dị hướng theo báo cáo nghiên cứu của nhà khoa học Burrows. Độ dẫn nhiệt của than chì trong mặt phẳng (in plane) là 1000 W/mK nhưng chỉ đạt 5 W/mK khi sắp xếp lại với nhau, có thể làm bộ phận phân tán nhiệt (heat spreader) và cũng có thể làm chất cách điện. Đối với loại than chì tự nhiên thì độ dẫn nhiệt là 140-500 W/mK trong cùng mặt phẳng (in plane) và sản phẩm thương mại là 320 W/mK và chỉ đạt 3-10 W/mK đối với than chì sắp xếp với nhau.

## II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT KEO TẢN NHIỆT SỬ DỤNG GỐM VÀ GRAPHEN TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ

Theo tài liệu “*Electrically nonconductive thermal pastes with carbon as the thermally conductive component*” của nhóm tác giả Chuangang Lin đăng trong tạp chí Electronic Materials (vol 36, số 6, 2007, 10tr.), có 3 nhóm vật liệu dùng trong sản xuất keo tản nhiệt là:

- Kim loại (niken, kẽm, đồng, nhôm, bạc).
- Gốm (nitrit boron, oxit kẽm, nitrit nhôm).
- Cacbon (cacbon đen, graphite, kim cương). Graphen thuộc nhóm vật liệu cacbon.



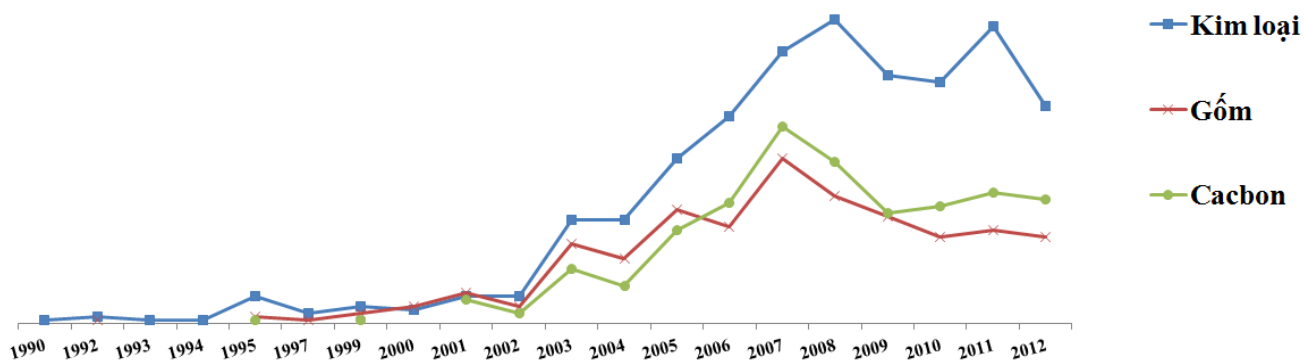
**Biểu đồ 1. Tình hình công bố sáng chế các nhóm vật liệu dùng trong sản xuất keo tản nhiệt**

Trên cơ sở phân tích sáng chế cho thấy, nhóm vật liệu kim loại có 1103 sáng chế, nhóm vật liệu gốm có 509 sáng chế và nhóm vật liệu cacbon có 622 sáng chế.

- Nhóm vật liệu kim loại có sáng chế đầu tiên được công bố vào năm 1990 và được công bố liên tục cho đến hiện nay.
- Nhóm vật liệu gốm có sáng chế đầu tiên được công bố vào năm 1992, nhưng giai đoạn 1992 – 1997 có số lượng sáng chế được công bố không liên tục.
- Nhóm vật liệu cacbon có sáng chế được công bố đầu tiên vào năm 1995, trong giai đoạn 1995 – 1999 chỉ có 2 sáng chế được công bố.

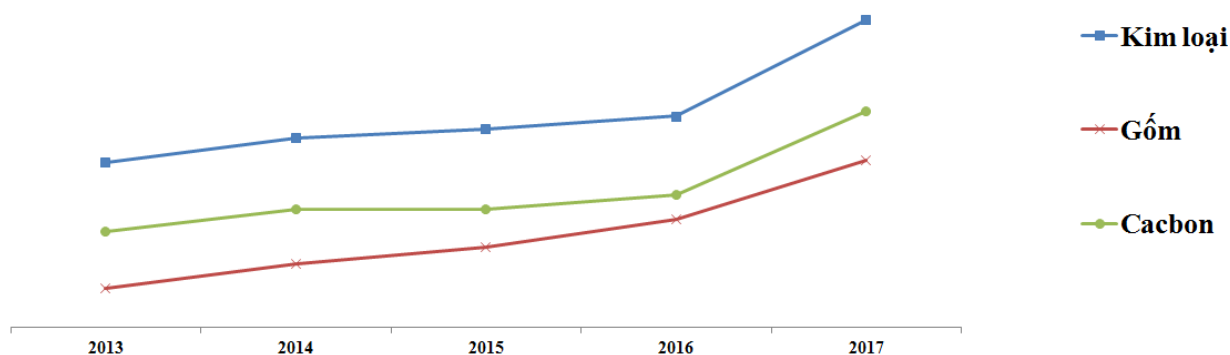
Về tình hình tăng trưởng của 3 nhóm vật liệu dùng trong sản xuất keo tản nhiệt có thể chia thành 2 giai đoạn.

- **Giai đoạn 1990 – 2012:** nhóm vật liệu kim loại có 677 sáng chế, nhóm vật liệu gốm có 322 sáng chế, nhóm vật liệu cacbon có 345 sáng chế. Ở giai đoạn này, số lượng sáng chế không đồng đều qua các năm, đặc biệt, những năm về sau số lượng sáng chế ngày càng giảm. Dẫn đầu trong giai đoạn này là nhóm vật liệu kim loại, sau đó là nhóm vật liệu cacbon và gốm.



**Biểu đồ 2. Số lượng sáng chế công bố nghiên cứu và ứng dụng các nhóm vật liệu dùng trong sản xuất keo tản nhiệt từ năm 1990 đến năm 2012**

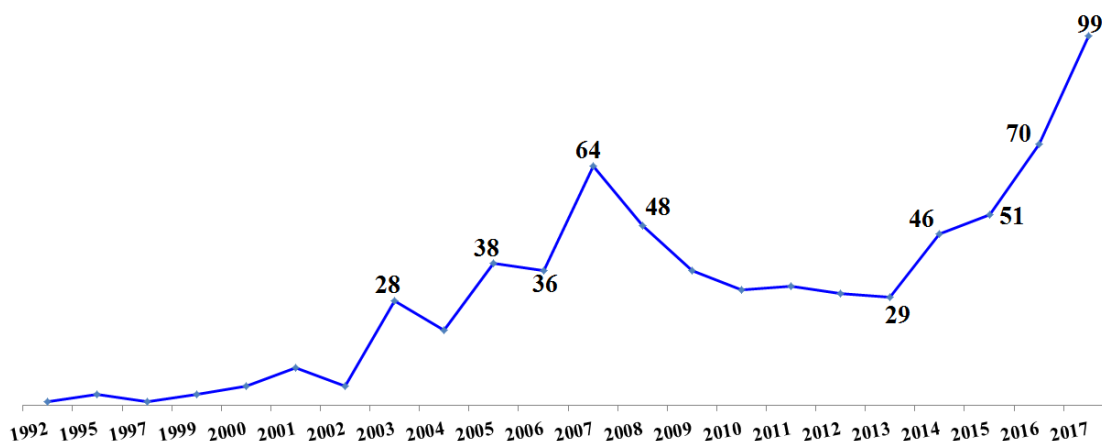
- **Giai đoạn 2013 – 2017:** đây là giai đoạn phát triển mạnh mẽ của các nhóm vật liệu dùng trong sản xuất keo tản nhiệt. Số lượng sáng chế của các nhóm vật liệu tăng liên tục qua các năm. Giai đoạn này nhóm vật liệu kim loại có 436 sáng chế, nhóm vật liệu cacbon có 277 sáng chế và nhóm vật liệu gốm có 187 sáng chế.



**Biểu đồ 3. Số lượng sáng chế công bố nghiên cứu và ứng dụng các nhóm vật liệu dùng trong sản xuất keo tản nhiệt từ năm 2013 đến năm 2017**

Nhìn chung, các nhóm vật liệu dùng trong sản xuất keo tản nhiệt phát triển mạnh từ giai đoạn 2013 – 2017. Bên cạnh việc dùng vật liệu kim loại trong sản xuất keo tản nhiệt thì gốm và cacbon cũng được các nhà sáng chế quan tâm sử dụng.

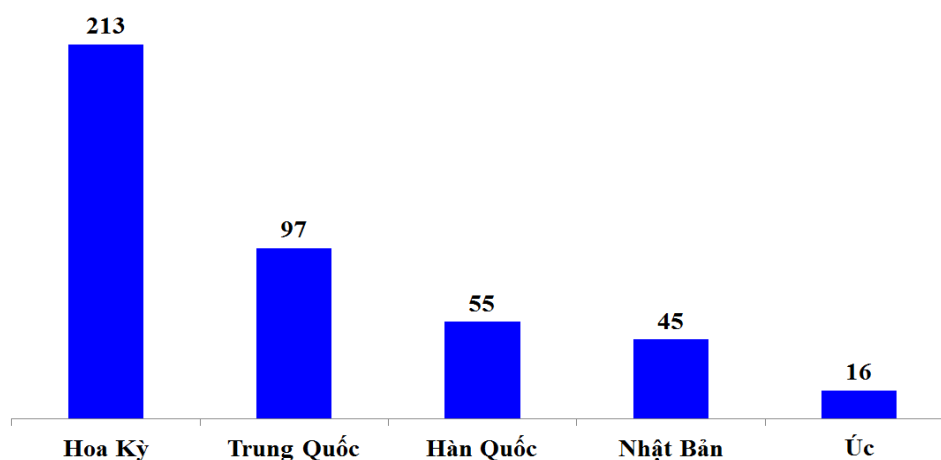
## 1. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo thời gian



**Biểu đồ 4. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo thời gian**

Đến 12/2017, có 686 sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng gốm và graphen dùng trong sản xuất keo tản nhiệt đã được công bố. Sáng chế đầu tiên được công bố vào năm 1992 tại Đức của tác giả Anonymous, đề cập đến việc dùng nitrit boron (một loại vật liệu gốm) để nghiên cứu chế tạo keo tản nhiệt. Giai đoạn 1992 – 2007, số lượng sáng chế về việc dùng gốm và graphen để sản xuất keo tản nhiệt ngày càng tăng theo thời gian. Tuy nhiên, giai đoạn 2008 – 2012, số lượng sáng chế được công bố ngày càng giảm. Trong 5 năm trở lại đây (2013 – 2017), xu hướng này hiện đang phát triển trở lại. Đặc biệt, 2017 là năm có số lượng sáng chế được công bố cao nhất so với các năm. Qua đó có thể kết luận rằng, trong những năm gần đây, nghiên cứu và ứng dụng gốm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt đang nhận được sự quan tâm trên thế giới.

## 2. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo quốc gia

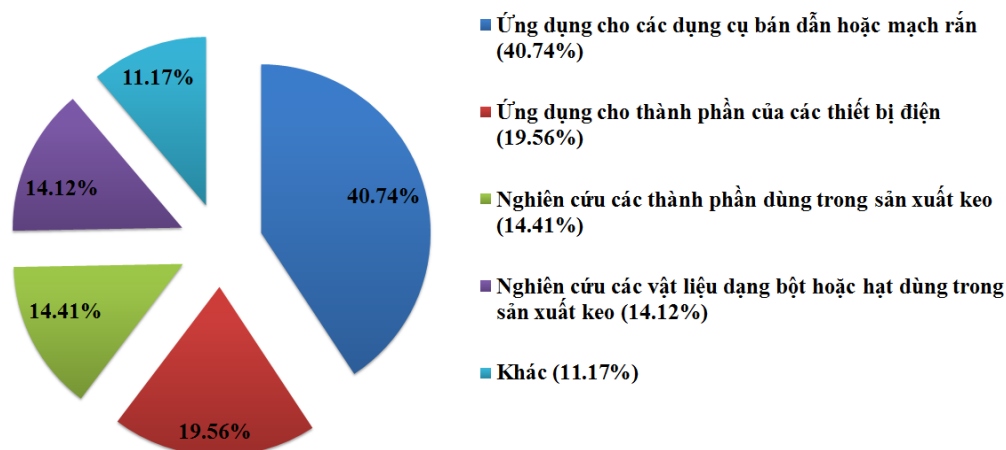


**Biểu đồ 5. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo quốc gia**



Sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng gốm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt được công bố tại 19 quốc gia và 2 tổ chức (WO và EP). Trong đó, Hoa Kỳ, Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản và Úc là 5 quốc gia dẫn đầu về vấn đề này. Qua đó cho thấy, nghiên cứu và ứng dụng gốm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt rất phát triển tại các quốc gia này.

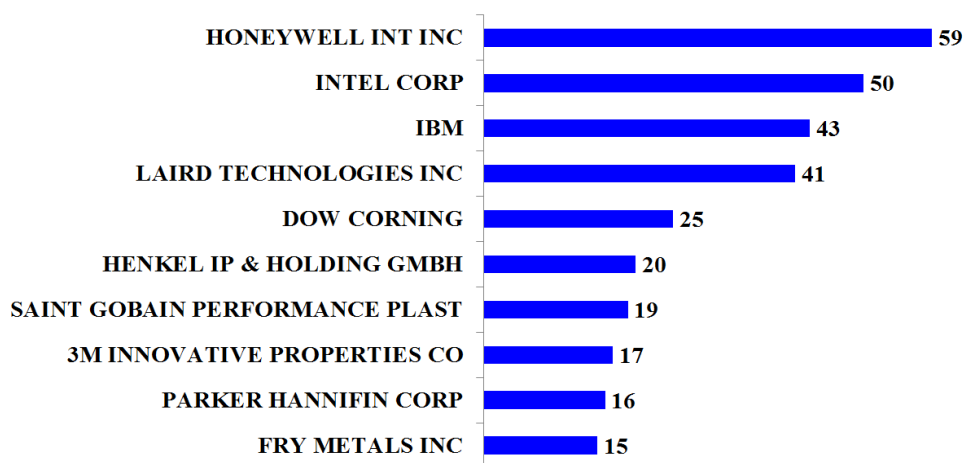
### 3. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo các hướng nghiên cứu



**Biểu đồ 6. Tình hình công bố sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen theo các hướng nghiên cứu**

Nghiên cứu và ứng dụng gốm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt gồm có 4 hướng chính, đó là: ứng dụng cho các dụng cụ bán dẫn hoặc mạch rắn, ứng dụng cho thành phần của các thiết bị điện, nghiên cứu các thành phần dùng trong sản xuất keo, nghiên cứu các vật liệu dạng bột hoặc hạt dùng trong sản xuất keo. Trong đó, ứng dụng cho các dụng cụ bán dẫn hoặc mạch rắn là hướng nghiên cứu và ứng dụng nhận được nhiều quan tâm nhất từ các nhà sáng chế.

### 4. Các đơn vị dẫn đầu sở hữu sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen



**Biểu đồ 7. Các đơn vị dẫn đầu sở hữu sáng chế về công nghệ sản xuất keo tản nhiệt sử dụng gốm và graphen**

Trong các đơn vị dẫn đầu sở hữu sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng gồm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt, xuất hiện các tên tuổi lớn trên thế giới như IBM, Intel,... Trong đó, Honeywell Int Inc là đơn vị có số lượng sáng chế được công bố nhiều nhất với 59 sáng chế. Các sáng chế công bố đa phần tập trung tại Hoa Kỳ.

## 5. Sáng chế tiêu biểu

### **Thermal interface material comprising ceramic composite fiber and manufacturing method thereof**

*(Phương pháp sản xuất keo tản nhiệt có dùng gốm tổng hợp)*

- Tác giả: Cho K Y; Kang M S; Kim T E; Lee O H; Lim H M
- Thời điểm công bố: 7/2015
- Số công bố: KR1537660B1
- Quốc gia công bố: Hàn Quốc
- Đơn vị sở hữu: Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology

Sáng chế đề cập đến keo tản nhiệt có chức năng làm mát các thiết bị có nguồn phát sáng, ví dụ như bảng điều khiển màn hình plasma. Thành phần sản xuất gồm có các sợi tổng hợp bằng gốm và chất kết dính nhựa.

### **Thermally conductive composition of graphene used as thermal paste for high wattage LED substrate**

*(Thành phần dẫn nhiệt của graphene được sử dụng làm keo dán nhiệt cho nền LED công suất cao)*

- Tác giả: Hsu Chih Neng, Chang Chen Hui
- Thời điểm công bố: 12/2017
- Số công bố: TW201742821A
- Nơi công bố: Đài Loan

Sáng chế đề cập đến chế phẩm dẫn nhiệt có chứa bột graphen và dung môi. Phần trăm bột graphene trong thành phần dẫn nhiệt là 70-90% trọng lượng, và dung môi của chế phẩm được chọn từ dầu silicon hoặc octadecan. Các thành phần dẫn nhiệt được sử dụng để dán nhiệt cho chất nền LED công suất cao.

### **A system and method for processing horizontally oriented graphite nanofibers in a thermal interface material used in 3D chip stacks**

*(Hệ thống và phương pháp xử lý các sợi nano graphite định hướng theo chiều ngang trong vật liệu keo tản nhiệt được sử dụng trong các ngăn xếp chip 3D)*

- Tác giả: Kuczynski J; Sinha A; Sinha A K; Splittstoesser K; Splittstoesser K A; Tofil T; Tofil T J
- Thời điểm công bố: 4/2014
- Số công bố: DE112012002633T5
- Quốc gia công bố: Đức

- Đơn vị sở hữu: International Business Machines Corp

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp liên quan đến việc tạo ra một con chip với mạch điện ở phía đầu tiên. Chip thứ hai được tạo ra và được ghép với chip đầu tiên bằng một mạng lưới các đầu nối. Keo tản nhiệt được đặt giữa chip đầu tiên và chip thứ hai. Keo tản nhiệt có các sợi nano liên kết song song với các bề mặt giao tiếp của chip đầu tiên và chip thứ hai.

## **6. Kết luận**

- Đến 2017, có 686 sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng gồm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt được công bố tại 19 quốc gia và 2 tổ chức. Số lượng sáng chế được công bố ngày càng tăng trong khoảng 5 năm trở lại đây, chứng tỏ hiện nay vấn đề này đang được quan tâm trên thế giới.

- Hoa Kỳ, Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản và Úc là những quốc gia dẫn đầu công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng gồm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt.

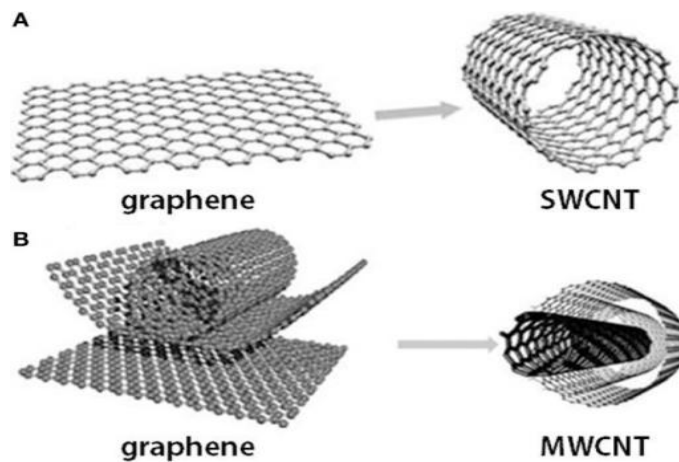
- Nghiên cứu và ứng dụng gồm và graphen trong sản xuất keo tản nhiệt tập trung vào 4 hướng chính, đó là ứng dụng cho các dụng cụ bán dẫn hoặc mạch rắn, ứng dụng cho thành phần của các thiết bị điện, nghiên cứu các thành phần dùng trong sản xuất keo, nghiên cứu các vật liệu dạng bột hoặc hạt dùng trong sản xuất keo. Trong đó, ứng dụng cho các dụng cụ bán dẫn hoặc mạch rắn là hướng nghiên cứu và ứng dụng nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà sáng chế.

### III. GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT KEO TẢN NHIỆT ỨNG DỤNG GỐM VÀ GRAPHEN TẠI TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU TRIỂN KHAI, KHU CÔNG NGHỆ CAO TP.HỒ CHÍ MINH

#### 1. Giới thiệu công nghệ sản xuất keo tản nhiệt ứng dụng gốm và graphen

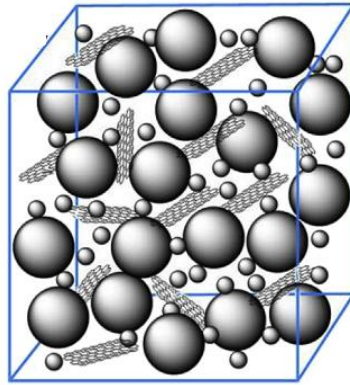
Than ống nano thuộc loại vật liệu nano tương đối mới, được nghiên cứu và ứng dụng hơn 20 năm qua. Than ống nano có nhiều tính chất ưu việt mà những vật liệu biết trước đây không có, điều này đã góp phần thu hút các nhà khoa học ở nhiều lĩnh vực khác nhau tập trung nghiên cứu những tính chất ưu việt của nó như tính chất điện tử, tính chất cơ, tính chất hóa học, tính chất phát xạ trường và đặc biệt tính chất nhiệt là ở nhiệt độ phòng, độ dẫn nhiệt khoảng  $3 \times 10^4$  W/m.K và đạt giá trị cao nhất  $4 \times 10^4$  W/m.K ở khoảng 100K.

Vật liệu Graphen được hai nhà khoa học Andre và Kostya tại trường đại học Manchester (Anh) khám phá và đang là ngôi sao sáng phát triển rất nhanh chóng trong chân trời khoa học vật liệu cũng như trong ứng dụng. Vật liệu hai chiều này có sức hút mãnh liệt đối với các nhà nghiên cứu trong những năm gần đây do những tính chất điện, cơ và nhiệt độc đáo. Chính nhờ những tính chất vượt trội đó mà rất nhiều nhóm nghiên cứu trên thế giới đã tập trung nghiên cứu, đưa ra các phương pháp chế tạo để tạo ra số lượng lớn và tính chất đồng đều phục vụ cho các ứng dụng năng lượng, điện tử....



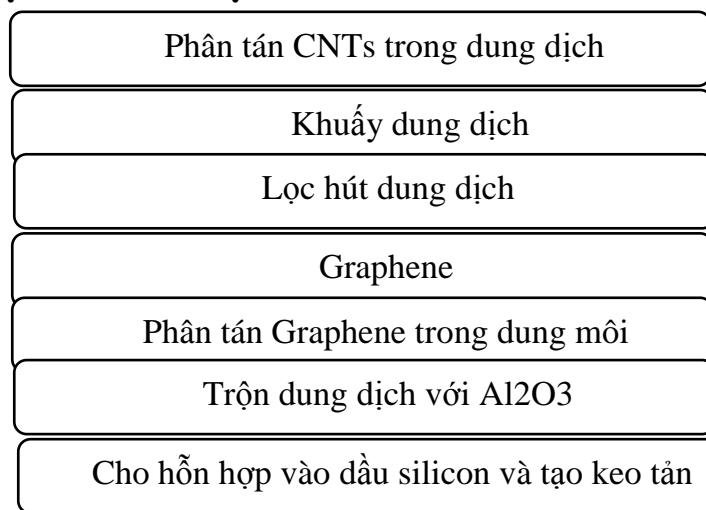
**Hình 8. Hình ảnh than ống nano và graphene**

Trong các phương pháp chế tạo Graphene thì chúng tôi lựa chọn phương pháp tách mở than ống nano vì đây là phương pháp dễ chế tạo, có khả năng kiểm soát sự hình thành Graphene, chế tạo số lượng lớn và phù hợp với các trang thiết bị tại Trung tâm nghiên cứu triển khai Khu công nghệ cao thành Phố Hồ Chí Minh. Với sản phẩm graphene chế tạo này chúng tôi sẽ sử dụng tính chất dẫn nhiệt ưu việt của nó và làm chất độn (filler) trong keo tản nhiệt ứng dụng tản nhiệt cho các thiết bị điện, điện tử như chip vi mạch, đèn LED.



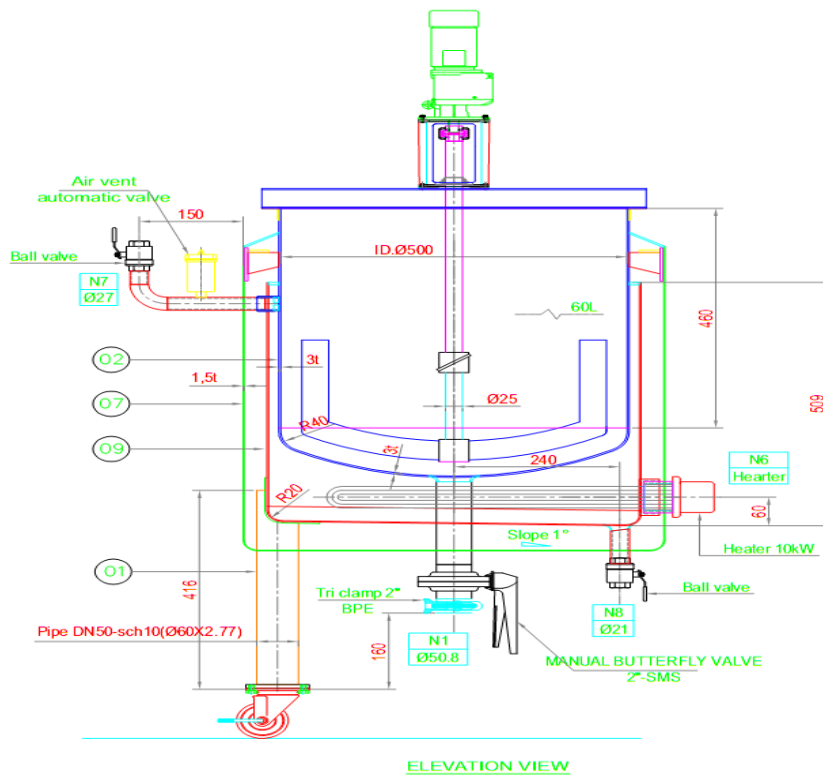
*Hình 9. Mô hình hóa hệ keo tản nhiệt Nano Gốm/Graphene/Silicone*

**Sơ đồ chế tạo keo tản nhiệt:**



**Quy trình chế tạo keo tản nhiệt bao gồm các bước sau:**

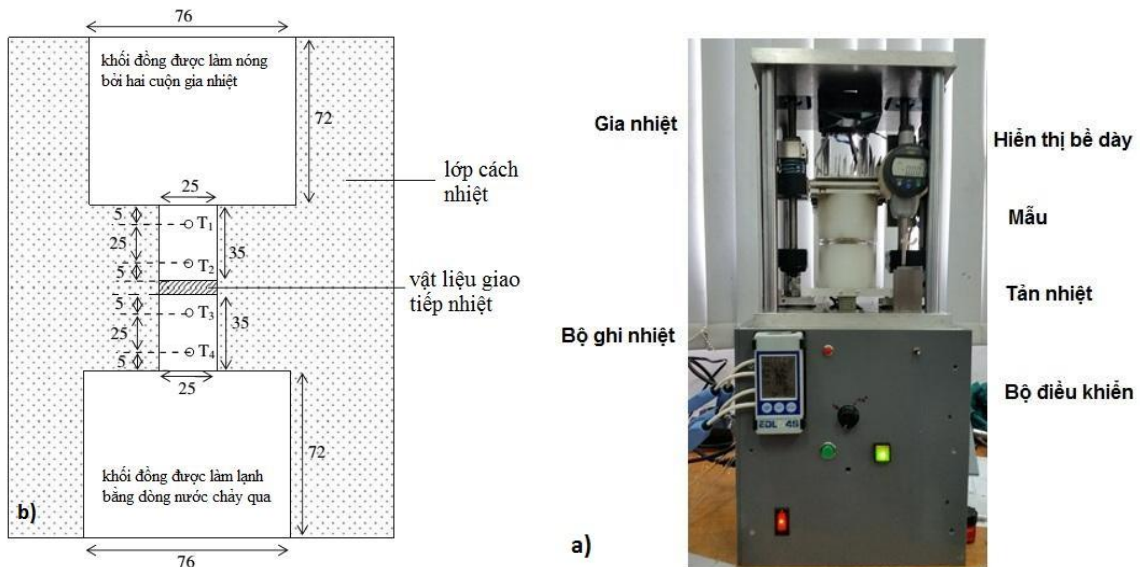
- Mẫu Graphene tổng hợp ở trên được phân tán trong dung môi như PA\_Isopropanol bằng phương pháp siêu âm (probe sonication).
- Sau đó mẫu phân tán trên được đưa vào hệ khuấy gia nhiệt.
- Cho từ từ bột oxít kim loại vào hệ trên và tiếp tục khuấy với nhiệt độ và thời gian khác nhau nhằm phân tán CNTs/Graphene đồng đều với bột oxít kim loại.
- Dầu Silicone được đưa vào hệ khuấy gia nhiệt.
- Cho từ từ hệ CNTs/Graphene/bột oxít kim loại vào và khuấy với nhiệt độ và thời gian khác nhau sau đó thu được hệ keo tản nhiệt.



**Hình 10. Mô hình thiết bị khuấy trộn chế tạo keo tản nhiệt**

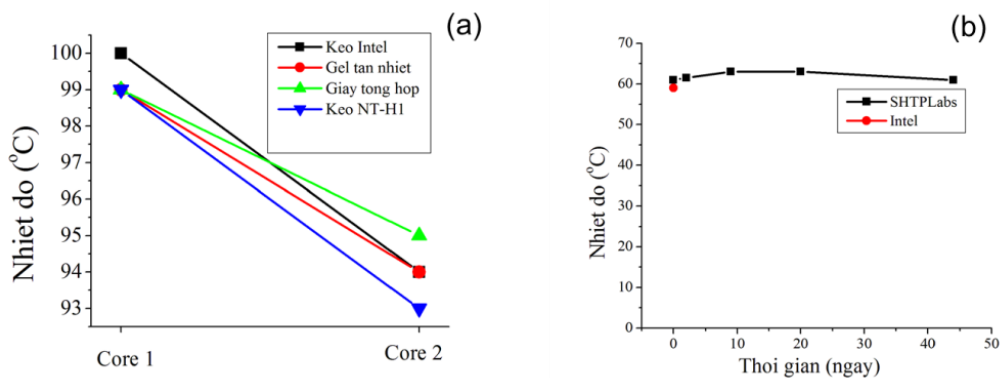
Công nghệ chế tạo keo tản nhiệt theo phương pháp khuấy trộn đã có từ rất lâu và đây là phương pháp đơn giản, hiệu quả, dễ thực hiện và phù hợp với quy mô số lượng lớn. Với khả năng làm chủ công nghệ nano chế tạo Graphen và kết hợp với công nghệ khuấy trộn này thì chúng tôi đã nắm giữ công nghệ và chế tạo hệ keo tản nhiệt tại Trung tâm nghiên cứu Triển khai Khu công nghệ cao TpHCM đủ khả năng để phát hành số lượng lớn cung cấp cho thị trường trong nước và quốc tế.

Sau khi thu được sản phẩm chúng tôi tiến hành kiểm tra và đánh giá các thông số nhiệt của hệ keo như độ dẫn nhiệt, nhiệt trở tiếp xúc bằng phương pháp ASTM D5470.



**Hình 11. Phương pháp đo kiểm theo tiêu chuẩn ASTM D5470**

## 2. So sánh hiệu năng của keo tản nhiệt gốm và graphene với các sản phẩm thương mại trên thị trường.



**Hình 12. Kết quả so sánh khả năng làm mát máy tính của các sản phẩm chế tạo tại Trung tâm nghiên cứu triển khai (SHTPLabs) và các sản phẩm tản nhiệt tốt trên thị trường: (a) Thử nghiệm với máy tính 2 nhân tại công ty máy tính VENR, (b) Thử nghiệm tại máy tính phòng thí nghiệm bán dẫn, SHTPLabs**

Hiện nay, với sự phát triển nhanh chóng của các ngành công nghiệp điện, điện tử như Chip, đèn Led... thì cũng đồng nghĩa là nhu cầu sử dụng các vật liệu tản nhiệt như keo tản nhiệt cũng tăng lên. Nhưng thị trường keo tản nhiệt tại Việt Nam chủ yếu là keo tản nhiệt nhập từ Trung Quốc và Mỹ với giá thành cao. Với việc nghiên cứu, sản xuất thành công keo tản nhiệt DSA có chất lượng cao và giá thành cạnh tranh chúng tôi hy vọng trong thời gian tới sẽ nhân rộng sản xuất và đưa thương hiệu keo tản nhiệt DSA của Việt Nam đến gần hơn với người dùng trong và ngoài nước, đặc biệt là hợp tác với các công ty sản xuất đèn Led lớn như Rạng Đông, Điện Quang, Vinaled...

Figure 1: Vietnam: LED Lighting Market: Value Trends (in Billion US\$), 2010-2017

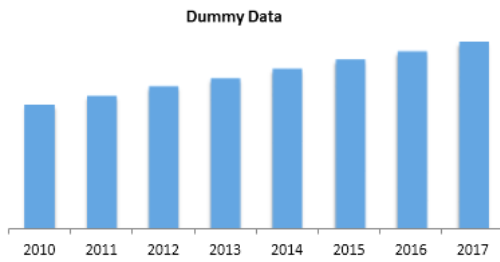
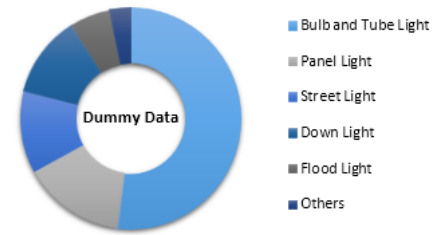
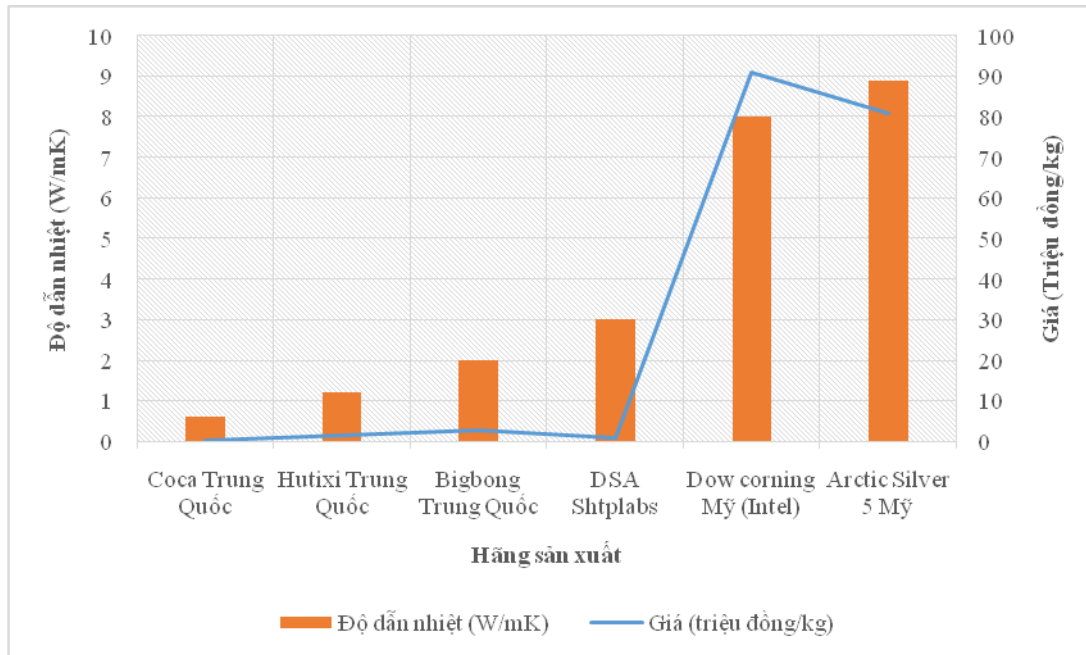


Figure 2: Vietnam: LED Lighting Market: Breakup by Product Type (in %), 2017



Hình 13. Thị trường đèn Led Việt Nam từ năm 2010-2017



Hình 14. Biểu đồ so sánh keo tản nhiệt DSA và các keo tản nhiệt khác trên thị trường

### 3. Kết quả ứng dụng cho đèn led và chip điện tử

Trong quá trình nghiên cứu sản xuất chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm trên các thiết bị như đèn Led và Chip máy tính tại trung tâm R&D để so sánh hiệu năng với các keo tản nhiệt phổ biến trên thị trường và đã thu được kết quả rất tốt:

- Nhiệt độ được giải phóng nhanh.
- Nhiệt độ giảm từ 3<sup>0</sup>C đến 15<sup>0</sup>C so với kem tản nhiệt thông thường.
- Duy trì khả năng hoạt động của máy tính và đèn led trong thời gian dài với năng suất tối đa.
- Tuổi thọ keo lên đến 21000 giờ, sau khi khô keo còn 85% khối lượng.

Qua những kết quả đạt được đã nêu ở trên thì chúng tôi hy vọng trong tương lai sẽ đưa dòng keo tản nhiệt DSA ứng dụng rộng rãi, xây dựng thị trường nội địa “Hàng Việt Nam chất lượng cao”, góp phần làm lành mạnh, nâng cao chất lượng thị trường nội địa về keo tản nhiệt nói riêng và sản phẩm điện, điện tử nói chung.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. G. R. Cunnington, Jr., B Thermal conductance of filled aluminum and magnesium joints in a vacuum environment, [presented at the ASME Winter Annu. Meeting, New York, 1964, ASME Paper No. 64-WA/HT-40.
2. Y. Xu, X. Luo, and D. D. L. Chung, B Sodium silicate based thermal interface material for high thermal contact conductance, ”. *J. Electron. Packag.*, vol. 122, pp. 128–131, 2000.
3. R. C. Getty and R. E. Tatro, B Spacecraft thermal joint conduction, [presented at the Thermophysics Specialist Conf., New Orleans, LA, 1967, AIAA Paper No. 67-316.
4. L. S. Fletcher, B A review of thermal enhancement techniques for electronics systems, ”. *IEEE Trans. Compon., Hybrids, Manuf. Technol.*, vol. 13, no. 4, pp. 1012–1021, Dec. 1990.
5. S. R. Mirmira, E. E. Marotta, and L. S. Fletcher, B Thermal contact conductance of adhesives for microelectronic systems, [ *J. Thermophys. Heat Transf.*, vol. 11, no. 2, pp. 141–145, 1997.
6. E. E. Marotta and L. S. Fletcher, B Thermal contact conductance of selected polymeric materials, ”. *J. Thermophys. Heat Transf.*, vol. 10, no. 2, pp. 334–342, 1996.
7. E. E. Marotta and B. Han, B Thermal control of interfaces for microelectronic packaging, [ *Proc. Material Research Soc. Symp.*, 1998, vol. 515, pp. 215–225.
8. Y. Xu, X. Luo, and D. D. L. Chung, B Sodium silicate based thermal interface material for high thermal contact conductance, ”. *J. Electron. Packag.*, vol. 122, pp. 128–131, 2000.
9. R. Prasher, B Surface chemistry and characteristic based model for the thermal contact resistance of fluidic interstitial thermal interface materials, ”. *J. Heat Transf.*, vol. 123, pp. 969–975, 2001.
10. A. Watwe and R. Prasher, B Spreadsheet tool for quick-turn 3-D numerical modeling of package thermal performance with non-uniform die heating, ” presented at the 2001 ASME Int. Mechanical Engineering Congr. and Exposition, New York, paper 2-16-7-5.
11. M. Matsukawa, F. Tatzaki, H. Ogasawara, K. Noto, and K. Yoshida, B Thermal transport and percolative transition in the Ag-BPSCCO composite system, ”. *J. Phys. Soc. Jpn.*, vol. 64, no. 1, pp. 164–169, 1995.
12. T. B. Lewis and L. E. Nielsen, B Dynamic mechanical properties of particulate-filled composites, ”. *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 14, pp. 1449–1471, 1970.
13. A. K. Das and S. S. Sadhal, B Analytical solution for constriction resistance with interstitial fluid, ”. *Heat Mass Transf.*, vol. 34, pp. 111–119, 1998.

14. E. Samson, S. Machiroutu, J.-Y. Chang, I. Santos, J. Hermarding, A. Dani, R. Prasher, D. Song, and D. Puffo, "Some thermal technology and thermal management considerations in the design of next generation Intel Centrino Mobile Technology platforms," *Intel Technol. J.*, vol. 9, no. 1, 2005.
15. A. V. Shenoy, *Rheology of Filled Polymer System*. Norwell, MA: Kluwer, 1999.
16. Xu J, Fisher TS. Enhancement of thermal interface materials with carbon nanotube arrays. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 2006; 49:1658–66.
17. Cross R, Cola BA, Fisher T, Xu X, Gall K, Graham S, et al. A metallization and bonding approach for high performance carbon nanotube thermal interface materials. *Nanotechnology* 2010; 21:445705 (8pp).
18. Thi Thanh Cao, Thi Thanh Tam Ngo, Van Chuc Nguyen, Xuan Tinh Than, Ba Thang Nguyen and Ngoc Minh Phan. *Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol*; 2011; 2: 035007 .
19. Cao Duy Vinh, Le Van Thang, Nguyen Thi Minh Nguyet. *Journal of chemistr* 2011; 49: 279-284.
20. Tam T. Mai, Chi Nhan Ha Thuc and Huy Ha Thuc. *Nanotubes and Carbon Nanostructures* 2014; 23: 742-749.
21. HD Pham, VH Pham, TV Cuong, TD Nguyen-Phan, JS Chung, EW Shin, SW Kim. *Chemical Communications* 2011; 47: 9672-9674.
22. Bui Hung Thang, Phan Ngoc Hong, Pham Van Trinh and Phan Ngoc Minh. *Computational Materials Science* 2010; 49.
23. Manh Hong Nguyen, Hung Thang Bui, Van Trinh Pham, Ngoc Hong Phan, Tuan Hong Nguyen, Van Chuc Nguyen, Dinh Quang Le, Hong Khoi Phan and Ngoc Minh Phan *Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol* 2016;7.