



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



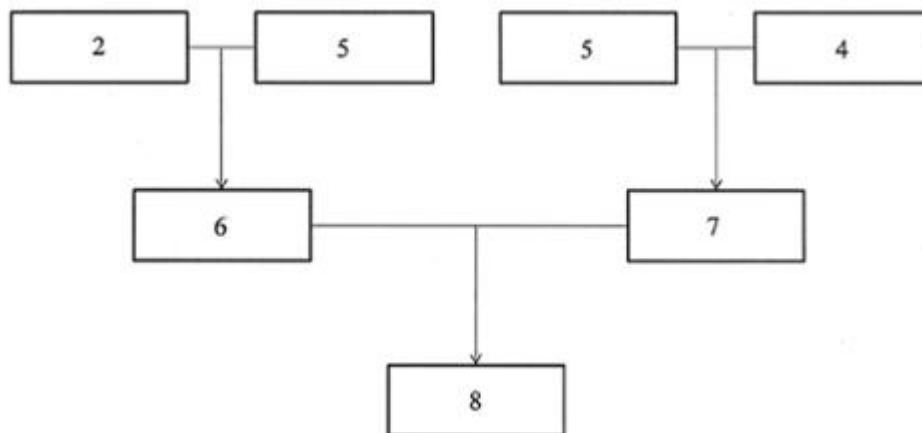
1-0027931

(51)⁷ C09K 5/00; F28D 15/00 (13) B

(21) 1-2018-00260 (22) 18/01/2018
(45) 25/04/2021 397 (43) 25/12/2018 369A
(73) Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
18 Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội
(72) Bùi Hùng Thắng (VN); Vũ Đình Lãm (VN); Phan Ngọc Minh (VN).

(54) QUY TRÌNH CHẾ TẠO CHẤT LỒNG TẢN NHIỆT CHỨA VẬT LIỆU
GRAPHEN VÀ ỚNG NANO CÁC BÓN

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt có hệ số dẫn nhiệt cao chứa thành phần graphen và ống nano cacbon nhằm mục đích thay thế chất lỏng tản nhiệt thông thường. Hỗn hợp vật liệu graphen và ống nano cacbon với hệ số dẫn nhiệt cao giúp tăng tính dẫn nhiệt của chất lỏng tản nhiệt và nâng cao hiệu quả cho các linh kiện điện tử và các thiết bị công suất lớn. Quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon bao gồm các bước: vật liệu graphen (1) được biến tính để tạo thành vật liệu graphen biến tính (2); vật liệu CNTs (3) được biến tính để tạo thành vật liệu CNTs biến tính (4); khuếch tán sơ bộ vật liệu graphen biến tính (2) vào chất lỏng nền (5) và vật liệu CNTs biến tính (4) vào chất lỏng nền (5) bằng thiết bị rung siêu âm hoặc máy khuấy từ với thời gian và nhiệt độ thích hợp để tạo thành chất lỏng chứa vật liệu graphen (6) và chất lỏng chứa vật liệu CNTs (7); tiến hành phân tán đều hỗn hợp chất lỏng thành chất lỏng chứa vật liệu graphen (6) với chất lỏng chứa vật liệu CNTs (7) bằng thiết bị rung siêu âm hoặc máy khuấy từ với thời gian và nhiệt độ phù hợp để tạo thành chất lỏng tản nhiệt chứa thành phần vật liệu graphen và ống nano cacbon (8).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập đến quy trình chế tạo chất lỏng chứa thành phần graphen và ống nano cacbon có độ dẫn nhiệt cao để thay thế cho chất lỏng tản nhiệt thông thường. Vật liệu graphen và ống nano cacbon với độ dẫn nhiệt cao giúp cải thiện tính chất nhiệt của chất lỏng đặc chủng, qua đó làm tăng tính ổn định của chất lỏng thông thường nâng cao hiệu quả tản nhiệt cho các linh kiện điện tử và các thiết bị công suất lớn.

Tình trạng kỹ thuật sáng chế

Ngày nay, sự phát triển của công nghệ vi điện tử, nano điện tử cho phép các linh kiện điện tử và quang điện tử tăng mạnh cả về mật độ linh kiện, công suất và tốc độ hoạt động. Tuy nhiên các thiết bị linh kiện điện tử, nhất là các linh kiện điện tử công suất cao như điốt phát quang công suất cao High Brightness LED (HB-LED) hay vi xử lý máy tính (CPU) khi hoạt động trong một thời gian đủ dài sẽ tiêu tốn năng lượng và giải phóng nhiệt lượng lớn. Do vậy, việc cải tiến nâng cao hiệu quả tản nhiệt sẽ giúp kéo dài tuổi thọ, tăng hiệu suất và công suất phát quang của LED, nâng cao tốc độ hoạt động của CPU nói riêng và các linh kiện điện tử công suất khác.

Sự phát triển của công nghệ nano là bước tiến vượt bậc của nền khoa học góp phần giải quyết bài toán tản nhiệt trong công nghệ vi điện tử với nhiều loại vật liệu nano mới được nghiên cứu chế tạo và đưa vào ứng dụng. Một trong số các vật liệu có tiềm năng ứng dụng lớn phải kể đến graphen và ống nano cacbon.

Vật liệu graphen là vật liệu tạo thành từ các nguyên tử cacbon sắp xếp thành hình lục giác ở trên mặt phẳng gọi là cấu trúc tổ ong. Các trạng thái $2s$, $2p$ đóng vai trò quan trọng trong hình thành lên trạng thái sp giữa các nguyên tử. Mỗi một trạng thái sp của nguyên tử này đan xen nguyên tử kia hình thành

lên liên kết cộng hóa trị (liên kết σ) bền vững do đó độ cứng graphen lớn hơn rất nhiều so với các loại vật liệu khác (cứng hơn cả kim cương và gấp khoảng 200 lần so với thép). Độ dẫn nhiệt của graphen rất cao (cỡ 5000 W/mK). Điều này có được là nhờ liên kết cacbon – cacbon trong graphen cũng như sự vắng mặt của bất cứ khiếm khuyết nào trong liên kết phân tử của lớp màng graphen dẫn đến graphen cho phép nhiệt lượng đi qua và phát tán rất nhanh.

Vật liệu ống nano cacbon (CNTs) được nghiên cứu chế tạo lần đầu vào năm 1991 với cấu trúc giống như sự cuộn lại của một lớp hay nhiều lớp graphen để tạo thành hình trụ liên và được khép kín ở mỗi đầu nhỏ một nửa phân tử fullerenes. Đây là loại vật liệu có độ bền cơ học, mô đun ứng suất cao, dẫn nhiệt và dẫn điện tốt. Ống nano cacbon được tạo thành bởi các liên kết σ nên có độ bền cao. Ngoài ra, độ bền trong môi trường khí trơ lên đến 2800°C. Độ dẫn nhiệt của vật liệu CNTs tương đối cao (2000 - 3000 W/mK) và là một trong số các loại vật liệu có hệ số dẫn nhiệt cao nhất hiện nay, do vậy mà CNTs có tiềm năng lớn trong ứng dụng tản nhiệt và truyền dẫn nhiệt.

Như đã nêu ở trên, tản nhiệt là vấn đề quan trọng trong công nghệ vi điện tử và nano điện tử. Giải quyết tốt bài toán tản nhiệt sẽ mở rộng cho việc tiếp tục tăng mật độ linh kiện và đặc biệt là mở rộng khả năng ứng dụng thực tế các linh kiện điện tử, quang điện tử nói chung và linh kiện điện tử, quang điện tử công suất lớn nói riêng.

Chẳng hạn khi ứng dụng linh kiện laze có công suất lớn cho mục đích gia công vật liệu hay làm nguồn kích quang học thì một trong những trở ngại là laze sẽ tỏa ra một lượng nhiệt lớn trong quá trình hoạt động điều này làm ảnh hưởng đến độ chính xác, giảm hiệu suất hoạt động và làm hư hại linh kiện do nhiệt gây ra. Một ví dụ khác là với các máy tính điện tử, tốc độ hoạt động của máy tính phụ thuộc vào mật độ transistor trong bộ vi xử lý, bộ nhớ, ... Tuy nhiên khi hoạt động các linh kiện sẽ tỏa ra một lượng nhiệt lớn làm ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động của thiết bị. Việc tìm được vật liệu và cấu hình

tản nhiệt thích hợp sẽ trực tiếp tăng cường phẩm chất và tốc độ hoạt động của máy tính điện tử.

Như vậy, để mở rộng khả năng ứng dụng của các linh kiện điện tử công suất lớn cho các mục tiêu kể trên, cần phải giải quyết tốt bài toán tản nhiệt cho các linh kiện này. Việc kiểm soát nhiệt độ của các hệ thống, đặc biệt là các hệ thống điện tử công suất lớn đang là một trong những yêu cầu, thách thức lớn đối với các nhà phát triển công nghệ. Phát triển các kỹ thuật tản nhiệt mới không những phải đảm bảo yêu cầu nhỏ gọn mà còn phải đạt được hiệu suất cao.

Các giải pháp công nghệ tản nhiệt như mở rộng diện tích tản nhiệt, sử dụng các vi kênh hay vây tản nhiệt đã và đang đạt đến giới hạn do hạn chế về diện tích bề mặt. Vì vậy, những công nghệ tản nhiệt mới như sử dụng chất lỏng đang nhận sự quan tâm rất lớn của các nhà nghiên cứu, phát triển và sản xuất... do có lợi ích lớn về mặt giá thành và hiệu suất truyền nhiệt cao. Các chất lỏng truyền thống như nước, ethylene glycol (EG) và dầu thường có độ dẫn nhiệt kém ($< 1 \text{ W/mK}$) trong khi graphen, ống nano cacbon có hệ số dẫn nhiệt cao ($k_{Gr} = 5000 \text{ W/mK}$, $k_{CNTs} = 2000 \div 3000 \text{ W/mK}$). Do vậy việc đưa vật liệu graphen và ống nano cacbon vào trong chất lỏng có vai trò quan trọng trong việc nâng cao hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng, qua đó làm tăng hiệu quả tản nhiệt, độ bền và tuổi thọ cho các linh kiện và thiết bị điện tử công suất lớn.

Mặt khác, vật liệu graphen với cấu trúc 2D dẫn điện tốt trên mặt phẳng trong khi CNTs dẫn nhiệt tốt dọc theo trục ống nên sự kết hợp của 2 loại vật liệu này trong chất lỏng giúp nâng cao số chiều truyền nhiệt, tạo thành mạng lưới với sự tương tác và truyền dẫn nhiệt tốt hơn.

Vì vậy, sáng chế này đề xuất quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon để ứng dụng trong tản nhiệt cho các linh kiện và thiết bị điện tử công suất lớn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon nhằm giải quyết vấn đề tản nhiệt, cải tiến nâng cao hiệu quả tản nhiệt sẽ giúp kéo dài tuổi thọ, tăng độ bền và nâng cao hiệu suất cho các linh kiện, thiết bị điện tử công suất lớn.

Phương pháp tản nhiệt bằng chất lỏng là một bước tiến mới trong công nghệ tản nhiệt. Nó khắc phục một số nhược điểm của các loại vật liệu tản nhiệt thông thường như về diện tích bề mặt, khả năng linh động về các dải nhiệt độ hoạt động và môi trường áp suất khác nhau. Chất lỏng tản nhiệt thông thường, thường có tính dẫn nhiệt kém trong khi vật liệu nano có nhiều tính chất ưu việt, vì vậy cần pha thêm các hạt nano có tính dẫn nhiệt tốt sẽ giúp nâng cao khả năng dẫn nhiệt của chất lỏng. Graphen và ống nano cacbon là vật liệu đứng đầu trong danh sách các vật liệu nano có độ dẫn nhiệt cao ($k_{Gr} = 5000 \text{ W/m.K}$, $k_{CNTs} = 2000 \div 3000 \text{ W/m.K}$), trong khi chất lỏng có độ dẫn nhiệt thấp ($k < 1 \text{ W/m.K}$), vì vậy khi đưa thêm graphen, ống nano cacbon sẽ làm tăng độ dẫn nhiệt của chất lỏng, qua đó giải quyết tốt hơn bài toán tản nhiệt cho linh kiện và thiết bị điện tử công suất lớn.

Mặt khác, vật liệu graphen được biết đến với cấu trúc dạng màng nên vật liệu graphen dẫn nhiệt tốt trên mặt phẳng. Còn ống nano cacbon có cấu trúc dạng ống nên nó dẫn nhiệt tốt dọc theo chiều ống. Do vậy sự kết hợp của hai loại vật liệu graphen và ống nano cacbon sẽ giúp nâng cao số chiều truyền nhiệt và tạo thành mạng lưới truyền dẫn và trao đổi nhiệt hiệu quả hơn trong chất lỏng.

Vì vậy trong sáng chế này, chúng tôi đưa ra quy trình chế tạo chất lỏng chứa thành phần vật liệu graphen và ống nano cacbon có hệ số dẫn nhiệt cao nhằm tăng hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng tản nhiệt nano qua đó nâng cao hiệu quả tản nhiệt, ứng suất, hiệu suất, độ bền và tuổi thọ cho các thiết bị linh kiện điện tử công suất lớn.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1: Sơ đồ thể hiện quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa thành phần graphen và ống nano cacbon.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được minh họa trên hình 1, quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon theo sáng chế được thực hiện theo một trong số những cách sau đây:

1. Vật liệu graphen 1 được biến tính gắn với một trong số các nhóm chức -COOH, -OH, -NH₃ để tạo thành vật liệu graphen biến tính 2. Vật liệu CNTs 3 được biến tính gắn với một trong số các nhóm chức -COOH, -OH, -NH₃ để tạo thành vật liệu CNTs biến tính 4, sao cho nhóm chức của vật liệu CNTs và nhóm chức của vật liệu graphen theo một trong bốn trường hợp sau đây: graphen gắn với nhóm chức -COOH và CNTs gắn với nhóm chức -OH, hoặc graphen gắn với nhóm chức -COOH và CNTs gắn với nhóm chức -NH₃, hoặc graphen gắn với nhóm chức -OH và CNTs gắn với nhóm chức -COOH, hoặc graphen gắn với nhóm chức -NH₃ và CNTs gắn với nhóm chức -COOH. Khuếch tán sơ bộ vật liệu graphen biến tính 2 vào chất lỏng nền 5 và vật liệu CNTs biến tính 4 vào chất lỏng nền 5 bằng thiết bị rung siêu âm hoặc máy khuấy từ với thời gian và nhiệt độ thích hợp để tạo thành chất lỏng chứa vật liệu graphen 6 và chất lỏng chứa vật liệu CNTs 7. Sau đó tiến hành phân tán đều hỗn hợp chất lỏng thành chất lỏng chứa vật liệu graphen 6 với chất lỏng chứa vật liệu CNTs 7 bằng thiết bị rung siêu âm hoặc máy khuấy từ với thời gian và nhiệt độ phù hợp để tạo thành chất lỏng tản nhiệt chứa thành phần vật liệu graphen và ống nano cacbon 8.

2. Quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon được mô tả như trên điểm 1, trong đó quá trình pha trộn có sử dụng thêm chất hoạt động bề mặt để tăng khả năng phân tán của các chất lỏng, chất hoạt động bề mặt là một trong số các chất như: natri dodecyl

sunfat, natri dodecyl benzen sunfonat, Tween 60, Tween 80 hoặc bất kỳ chất hoạt động bề mặt nào khác.

3. Quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon được mô tả theo một trong số những điểm nêu trên, trong đó chất lỏng nền 5 là một trong số các dung môi: nước cất, các chất lỏng gốc glycol hoặc bất kỳ hỗn hợp nào của chúng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế trở lên sáng tỏ hơn thông qua ví dụ sau:

Vật liệu graphene biến tính gắn nhóm chức – OH (Gr-OH) được khuếch tán sơ bộ vào chất lỏng nền ethylene glycol bằng thiết bị rung siêu âm trong 3 giờ ở nhiệt độ phòng để tạo thành chất lỏng chứa vật liệu graphene 0,07% về thể tích.

Mặt khác, ống nano cacbon biến tính gắn nhóm chức – COOH (CNTs-COOH), cũng được khuếch tán sơ bộ vào chất lỏng nền ethylene glycol bằng thiết bị rung siêu âm trong thời gian 5 giờ để tạo thành chất lỏng chứa vật liệu CNTs 0,07% về thể tích. Sau đó, chất lỏng chứa vật liệu CNTs được trộn đều với chất lỏng graphene bằng máy khuấy từ duy trì ở tốc độ khuấy 200 vòng / phút trong thời gian 1 giờ để tạo thành sản phẩm cuối cùng là chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphene và ống nano cacbon.

Hiệu quả của kỹ thuật sáng chế

Sáng chế này được đề ra nhằm thực hiện việc chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa thành phần graphen và ống nano cacbon để thay thế chất lỏng tản nhiệt thông thường. Đặc biệt sử dụng tính dẫn nhiệt cao của graphen và ống nano cacbon giúp tăng tính dẫn nhiệt của chất lỏng tản nhiệt hiệu quả cho các linh kiện điện tử và các thiết bị công suất lớn. Hiệu quả kỹ thuật sáng chế thể hiện ở các yếu tố chính sau:

Thứ nhất: sử dụng graphen, ống nano cacbon có tính dẫn nhiệt rất cao

($k_{Gr} = 5.000 \text{ W/m.K}$, $k_{CNTs} = 2000 \div 3000 \text{ W/m.K}$) để đưa vào chất lỏng tản nhiệt có độ dẫn nhiệt thấp ($k < 1 \text{ W/m.K}$) qua đó giúp tăng tính dẫn nhiệt của chất lỏng tản nhiệt và nâng cao hiệu quả tản nhiệt cho các linh kiện điện tử các thiết bị công suất lớn.

Thứ hai: sử dụng vật liệu graphen, ống nano cacbon được xử lý biến tính bề mặt có gắn các nhóm chức trái dấu nhau nhằm tăng khả năng tương tác hóa học giữa vật liệu và môi trường chất lỏng, nhằm nâng cao hiệu quả phân tán vật liệu graphen và ống nano cacbon vào trong chất lỏng nền, qua đó nâng cao hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và CNTs.

Thứ ba: sử dụng chất hoạt động bề mặt có vai trò làm giảm sức căng giữa bề mặt chất lỏng với vật liệu graphen và CNTs, góp phần vào việc ngăn cản sự tụ đám của vật liệu graphen và CNTs làm tăng khả năng khuếch tán của vật liệu graphen và CNTs vào trong hỗn hợp chất lỏng nền.

Thứ tư: sử dụng các thiết bị như: máy rung siêu âm, máy khuấy từ nhằm cung cấp năng lượng dạng nhiệt hoặc rung siêu âm để tăng tính linh động và khả năng dịch chuyển của các ống nano cacbon và graphen trong hỗn hợp chất lỏng nền, qua đó loại bỏ sự tụ đám và tăng cường khả năng phân tán của hỗn hợp graphen và CNTs trong hỗn hợp chất lỏng nền.

Yêu cầu bảo hộ

1. Quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon (CNTs) được thực hiện theo các bước sau:

biến tính vật liệu graphen (1) bằng cách gắn vật liệu này với một trong số các nhóm chức -COOH, -OH, -NH₃ để tạo thành vật liệu graphen biến tính (2);

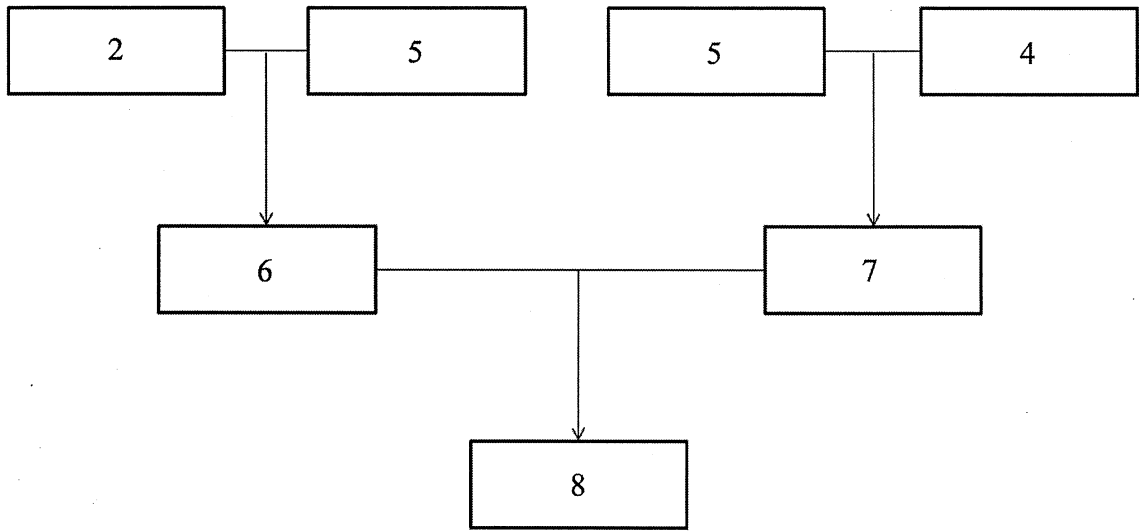
biến tính vật liệu CNTs (3) bằng cách gắn vật liệu này với một trong số các nhóm chức -COOH, -OH, -NH₃ để tạo thành vật liệu CNTs biến tính (4), sao cho nhóm chức của vật liệu CNTs và nhóm chức của vật liệu graphen theo một trong bốn trường hợp sau đây: graphen gắn với nhóm chức -COOH và CNTs gắn với nhóm chức -OH, hoặc graphen gắn với nhóm chức -COOH và CNTs gắn với nhóm chức -NH₃, hoặc graphen gắn với nhóm chức -OH và CNTs gắn với nhóm chức -COOH, hoặc graphen gắn với nhóm chức -NH₃ và CNTs gắn với nhóm chức -COOH;

khuếch tán sơ bộ vật liệu graphen biến tính (2) vào chất lỏng nền (5) và vật liệu CNTs biến tính (4) vào chất lỏng nền (5) bằng thiết bị rung siêu âm hoặc máy khuấy từ với thời gian và nhiệt độ thích hợp để tạo thành chất lỏng chứa vật liệu graphen (6) và chất lỏng chứa vật liệu CNTs (7);

tiến hành phân tán đều hỗn hợp chất lỏng thành chất lỏng chứa vật liệu graphen (6) với chất lỏng chứa vật liệu CNTs (7) bằng thiết bị rung siêu âm hoặc máy khuấy từ với thời gian và nhiệt độ phù hợp để tạo thành chất lỏng tản nhiệt chứa thành phần vật liệu graphen và ống nano cacbon (8).

2. Quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon theo điểm 1, trong đó quá trình pha trộn có sử dụng thêm chất hoạt động bề mặt (9) để tăng khả năng phân tán của các chất lỏng, chất hoạt động bề mặt (9) là một trong số các chất như: natri dodecyl sunfat, natri dodecyl benzen sunfonat, Tween 60, Tween 80 hoặc bất kỳ chất hoạt động bề mặt nào khác.

3. Quy trình chế tạo chất lỏng tản nhiệt chứa vật liệu graphen và ống nano cacbon theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó chất lỏng nền (5) là một trong số các dung môi: nước cất, các chất lỏng gốc glycol hoặc bất kỳ hỗn hợp nào của chúng.



Hình 1