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

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

(11) **1-0047430**

(51)[2020.01] **C08L 83/07**; C08K 3/28; C08K 7/00; C08L 83/04; C08L 83/05; C08K 3/22; C08K 7/18

(13) **B**

(21) 1-2022-00306
(22) 24/06/2020
(86) PCT/JP2020/024767 24/06/2020
(87) WO2020/262449 30/12/2020
(30) 2019-119025 26/06/2019 JP
(45) 25/06/2025 447
(43) 25/04/2022 409A
(73) MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS JAPAN LLC (JP)
2-20, Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 1076119 Japan
(72) SAKAMOTO Atsushi (JP); CONTE Sean (US).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) CHẾ PHẨM POLYSILOXAN DẪN NHIỆT

(21) 1-2022-00306

(57) Sáng chế đề xuất chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có độ dẫn nhiệt cao, trong khi có hiệu quả gia công tuyệt vời do các đặc tính phun cao. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt này chứa (A) chất độn dẫn nhiệt và (B) một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl và dimetylpolysiloxan, trong đó: thành phần (A) bao gồm (A-1) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình nằm trong khoảng từ 50μm đến 150μm và (A-2) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình bằng hoặc lớn hơn 10μm nhưng nhỏ hơn 50μm với lượng nằm trong khoảng từ 20% khối lượng đến 100% khối lượng so với tổng lượng của thành phần (A); và tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 95:5 tính theo khối lượng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị điện tử năm này qua năm khác trở nên có mức độ tích hợp và tốc độ cao hơn, và do đó, nhu cầu đối với các vật liệu tản nhiệt để giải quyết các vấn đề nhiệt ngày càng tăng lên. Trong các vật liệu tản nhiệt, các chế phẩm nhựa silicon được sử dụng rộng rãi. Bản thân nhựa silicon không thể làm tăng độ dẫn nhiệt, và do đó chất độn dẫn nhiệt và nhựa silicon được sử dụng kết hợp. Đã biết rằng, để làm chất độn dẫn nhiệt, vật liệu có độ dẫn nhiệt cao hơn so với độ dẫn nhiệt của nhựa silicon là chất kết dính, như bột silic oxit, nhôm oxit, bo nitrua, nhôm nitrua hoặc magie oxit, được bổ sung (tài liệu sáng chế 1).

Để làm tăng độ dẫn nhiệt của chế phẩm nhựa silicon, cần độn cho chế phẩm bằng chất độn dẫn nhiệt ở tỷ lệ độn cao hơn, nhưng việc làm tăng tỷ lệ độn bằng cách chỉ sử dụng một loại chất độn dẫn nhiệt có hạn chế, và do đó việc sử dụng nhiều chất độn dẫn nhiệt có đường kính hạt khác nhau kết hợp đã được làm thử. Ví dụ, nhằm mục đích đạt được độ lỏng tốt cho các đặc tính làm việc và tính năng tản nhiệt tuyệt vời, chế phẩm mỡ silicon dẫn nhiệt chứa chất độn dẫn nhiệt có đường kính hạt trung bình nằm trong khoảng từ 12 đến 100μm (tốt hơn là 15 đến 30μm) và chất độn dẫn nhiệt có đường kính hạt trung bình 0,1 đến 10μm (tốt hơn là 0,3 đến 5μm) đã được bộc lộ (tài liệu sáng chế 2). Ngoài ra, chế phẩm silicon dẫn nhiệt thuộc loại phản ứng cộng được tạo ra bằng cách trộn với tỷ lệ cụ thể nhôm oxit có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình nằm trong khoảng từ 10 đến 30μm, nhôm oxit hình cầu có đường kính hạt trung bình nằm trong khoảng từ 30 đến 85μm, và chất độn vô cơ cách nhiệt có đường kính hạt trung bình nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6μm đã được bộc lộ (tài liệu sáng chế 3). Ngoài ra, nhằm mục đích đạt được các đặc tính làm việc tốt do độ nhớt thấp và cải thiện độ dẫn nhiệt, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt mà chứa với tỷ lệ cụ thể các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 30μm và không lớn hơn 150μm, các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 30μm, và các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 1μm đã được bộc lộ (tài liệu sáng chế 4).

Danh mục tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2002-003831 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2009-096961 A

Tài liệu sáng chế 3: JP 2013-147600 A

Tài liệu sáng chế 4: WO 2018/016566 A1

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Đáng tiếc là các chế phẩm silicon theo các tài liệu sáng chế 2 và 3 có độ nhớt tăng và khả năng gia công kém khi được độn bằng các chất độn dẫn nhiệt ở tỷ lệ độn cao hơn. Đặc tính dẫn nhiệt đủ không thu được khi các chế phẩm silicon theo tài liệu sáng chế 2 và 3 được độn bằng lượng gia tăng của các chất độn dẫn nhiệt trong khi tránh được sự giảm khả năng gia công.

Mặt khác, khả năng phân phối cao hơn của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt là mong muốn theo quan điểm hiệu quả gia công. Mặc dù chế phẩm polysiloxan theo tài liệu sáng chế 4 đạt được khả năng gia công tuyệt vời do độ nhớt thấp và các đặc tính dẫn nhiệt, khả năng phân phối của chế phẩm này là không đủ.

Do đó, vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế là đề xuất chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có khả năng phân phối cao để tạo ra hiệu quả gia công tuyệt vời và còn có các đặc tính dẫn nhiệt cao, và đề xuất vật liệu tản nhiệt chứa chế phẩm này.

Giải pháp cho vấn đề

Tóm tắt sáng chế là như sau.

(1) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt chứa (A) chất độn dẫn nhiệt, và (B) ít nhất một thành viên được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl và dimetylpolysiloxan, thành phần (A) này bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 20 đến 100% khối lượng của (A-1) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm và (A-2) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm, tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-

2) tính theo khối lượng là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 95:5.

(2) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong mục (1), trong đó thành phần (A-2) có độ hấp thụ dầu nằm trong khoảng từ 5 đến 40g/100g như được xác định bằng phương pháp dầu lanh đun sôi theo JIS K5101-13-2.

(3) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong mục (1) hoặc (2), trong đó thành phần (A) còn bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 1 đến 80% khối lượng của (A-3) các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 10μm, và tổng lượng của các thành phần (A-1) đến (A-3) là nằm trong khoảng từ 80 đến 100% khối lượng của tổng khối lượng của thành phần (A).

(4) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong mục (3), trong đó thành phần (A-3) bao gồm (A-3a) các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 10μm và (A-3b) các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 1μm, và thành phần (A) bao gồm 1 đến 50% khối lượng của thành phần (A-3a) và 1 đến 50% khối lượng của thành phần (A-3b) tính theo tổng khối lượng của thành phần (A).

(5) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong mục (4), trong đó thành phần (A) bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 20 đến 60% khối lượng của thành phần (A-1), 2 đến 25% khối lượng của thành phần (A-2), 1 đến 40% khối lượng của thành phần (A-3a) và 1 đến 30% khối lượng của thành phần (A-3b).

(6) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong mục (4) hoặc (5), trong đó các hạt vô cơ của các thành phần (A-3a) và (A-3b) ít nhất là một thành viên được chọn từ nhóm bao gồm các hạt silic nitrua, các hạt nhôm nitrua và các hạt nhôm oxit tương ứng.

(7) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (6), còn bao gồm (C) polysiloxan hữu cơ chứa một hoặc nhiều nhóm không no béo cho một phân tử, (D) polyhydrosiloxan hữu cơ có hai hoặc nhiều nguyên tử hydro được liên kết với các nguyên tử silic cho một phân tử, và (E) chất xúc tác platin.

(8) Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (7), trong đó thành phần (B) bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl, và chế phẩm này còn bao gồm (F) chất xúc tác ngưng tụ.

(9) Vật liệu tản nhiệt chứa chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được mô tả trong

mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (8).

Các hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có khả năng phân phối cao để tạo ra hiệu quả gia công tuyệt vời và còn có các đặc tính dẫn nhiệt cao, và vật liệu tản nhiệt chứa chế phẩm này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt chứa (A) chất độn dẫn nhiệt và (B) ít nhất một thành viên được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl và dimetylpolysiloxan. Trong chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt này, thành phần (A) bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 20 đến 100% khối lượng của (A-1) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm và (A-2) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm, và tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) tính theo khối lượng là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 95:5.

Thành phần (A)

Thành phần (A) là chất độn dẫn nhiệt, và bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 20 đến 100% khối lượng của (A-1) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm và (A-2) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm. Tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) tính theo khối lượng là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 95:5.

Các tác giả sáng chế đã tập trung sự chú ý vào nhôm nitrua để làm vật liệu dẫn nhiệt, và đã thực hiện các nghiên cứu khác nhau về hình dạng hạt, đường kính hạt và tỷ lệ trộn. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện được rằng chế phẩm bao gồm các hạt nhôm nitrua hình cầu có khả năng phân phối tốt nhưng không có các đặc tính dẫn nhiệt cao có lẽ là do sự tiếp xúc giữa các hạt là sự tiếp xúc điểm. Các nghiên cứu thêm đã cho thấy rằng khả năng phân phối cao và các đặc tính dẫn nhiệt cao của chế phẩm này có thể thu được khi các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác

định hoặc hình đa diện cho phép hạt được tiếp xúc với nhau không phải thông qua các điểm mà thông qua các bề mặt trong một phạm vi diện tích nhất định được sử dụng, và khi ít nhất hai thành viên của các hạt này có đường kính hạt khác nhau được kết hợp ở tỷ lệ cụ thể.

Thành phần (A-1)

Thành phần (A-1) là các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm. Các hạt nhôm nitrua để làm thành phần (A-1) có thể làm tăng đáng kể độ dẫn nhiệt so với khi các hạt nhôm nitrua hình cầu có đường kính hạt trung bình tương tự được sử dụng với lượng để sẽ thu được cùng một hàm lượng. Do đó, việc sử dụng thành phần (A-1) cho phép chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt đạt được hiệu quả gia công tuyệt vời và các đặc tính dẫn nhiệt cao. Ngoài ra, thành phần (A-1) cho phép chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt đạt được độ dẫn nhiệt cao hơn so với khi các hạt nhôm oxit có đường kính hạt trung bình tương tự được sử dụng với lượng để sẽ thu được cùng một hàm lượng.

Thuật ngữ "tròn" nghĩa là hạt có ít góc và có hình dạng tròn khi được quan sát tổng thể. Hình dạng "tròn" bao gồm hình cầu elip và tương tự, nhưng không bao gồm hình cầu. Trong hạt hình dạng tròn, một phần của hình dạng tròn có thể, ví dụ, có dạng phẳng, không đều hoặc tương tự.

Thuật ngữ "đa diện" nghĩa là hạt có hình dạng được xác định bằng nhiều mặt phẳng như lục diện, bát diện hoặc thập nhị diện. Trong các hình dạng này, các mặt phẳng không nhất thiết có hình dạng giống nhau, và các cạnh mà ở đó các mặt phẳng cắt nhau, và các đỉnh mà ở đó một số cạnh cắt nhau có thể có dạng tròn hoặc không đều. Các hạt nhôm nitrua đa diện tốt hơn là đa diện lồi.

Thuật ngữ "có hình dạng không xác định" nghĩa là hạt không có hình dạng đều như hình dạng "tròn" hoặc "đa diện".

Theo quan điểm khả năng phân phối của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt, thành phần (A-1) đặc biệt tốt hơn là các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn hoặc có hình dạng không xác định.

Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-1) là không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm. Thành phần (A-1) có đỉnh phân bố kích thước hạt trong khoảng

không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm. Do thành phần (A-1) có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có xu hướng đạt được độ ổn định cao mà không có các vấn đề như sa lắng của thành phần (A-1) ngay cả khi chế phẩm polysiloxan được độn bằng thành phần (A) ở tỷ lệ độn cao, và chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể đạt được khả năng phân phối cao và các đặc tính dẫn nhiệt cao. Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-1) tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 120μm, còn tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 100μm, và đặc biệt tốt hơn là không nhỏ hơn 55μm và không lớn hơn 85μm.

Theo sáng chế, các giá trị xác định được của đường kính hạt trung bình là đường kính trung bình (d50) được xác định bằng phương pháp tán xạ/nhiễu xạ laze.

Thành phần (A-2)

Thành phần (A-2) là các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm. Các hạt nhôm nitrua để làm thành phần (A-2) được trộn với thành phần (A-1) với tỷ lệ được xác định trước, và nhờ đó chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể đạt được khả năng phân phối gia tăng trong khi duy trì độ dẫn nhiệt cao. Khi được kết hợp với thành phần (A-1), các hạt nhôm nitrua để làm thành phần (A-2) có thể tạo ra các đặc tính dẫn nhiệt cao hơn so với khi các hạt nhôm nitrua hình cầu có đường kính hạt trung bình tương tự được sử dụng. Ngoài ra, thành phần (A-2) được kết hợp với thành phần (A-1) cho phép chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt đạt được độ dẫn nhiệt cao hơn so với khi các hạt nhôm oxit có đường kính hạt trung bình tương tự được sử dụng với lượng để sẽ thu được cùng một hàm lượng.

Theo quan điểm khả năng phân phối của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt, thành phần (A-2) đặc biệt tốt hơn là các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn hoặc có hình dạng không xác định.

Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-2) là không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm. Thành phần (A-2) có đỉnh phân bố kích thước hạt trong khoảng không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm. Do thành phần (A-2) có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có xu hướng đạt được độ ổn định cao hơn mà không có các vấn đề như sa lắng của thành phần (A-1)

ngay cả khi chế phẩm polysiloxan được độn bằng thành phần (A-1) và thành phần (A-2) ở tỷ lệ độn cao, và chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt này có thể đạt được khả năng phân phối cao và các đặc tính dẫn nhiệt cao. Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-2) tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 10μm và không lớn hơn 40μm, và đặc biệt tốt hơn là không nhỏ hơn 13μm và không lớn hơn 35μm.

Khả năng phân phối của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có lợi là được cải thiện hơn nữa khi thành phần (A-2) có độ hấp thụ dầu nằm trong khoảng từ 5 đến 40g/100g như được xác định bằng phương pháp dầu lanh đun sôi theo JIS K5101-13-2. Độ hấp thụ dầu của thành phần (A-2) tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 35g/100g, còn tốt hơn nữa là từ 15 đến 30g/100g, và đặc biệt tốt hơn là từ 15 đến 25g/100g.

Thành phần (A) bao gồm 20 đến 100% khối lượng của các thành phần (A-1) và (A-2) tính theo tổng khối lượng của thành phần (A). Hàm lượng của các thành phần (A-1) và (A-2) trong thành phần (A) có thể nhỏ hơn 100% khối lượng. Hàm lượng của các thành phần (A-1) và (A-2) tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 20% khối lượng và không lớn hơn 75% khối lượng, còn tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 25% khối lượng và không lớn hơn 70% khối lượng, và đặc biệt tốt hơn là không nhỏ hơn 30% khối lượng và không lớn hơn 65% khối lượng. Khi hàm lượng của các thành phần (A-1) và (A-2) là nhỏ hơn 20% khối lượng, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có các đặc tính dẫn nhiệt kém. Khả năng phân phối có xu hướng được tăng lên hơn nữa khi hàm lượng của thành phần (A-1) là bằng hoặc nhỏ hơn 75% khối lượng.

Tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 95:5 tính theo khối lượng. Tỷ lệ cao của thành phần (A-1) làm tăng các đặc tính dẫn nhiệt của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt, nhưng có xu hướng dẫn tới sự giảm khả năng phân phối. Theo quan điểm cân bằng giữa các đặc tính dẫn nhiệt và khả năng phân phối, tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 55:45 đến 85:15, còn tốt hơn nữa là từ 55:45 đến 75:25, và đặc biệt tốt hơn là từ 55:45 đến 65:35. Khi tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) là nhỏ hơn 50:50, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có các đặc tính dẫn nhiệt kém. Khi tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) là cao hơn 95:5, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có khả năng phân phối kém.

Các hạt nhôm nitrua của các thành phần (A-1) và (A-2) có thể được tổng hợp, ví dụ, bằng phương pháp được gọi là phương pháp nitro hóa trực tiếp, phương pháp nitro

hóa khử hoặc tương tự. Đường kính hạt của các hạt nhôm nitrua được tạo ra bằng phương pháp nitro hóa trực tiếp có thể được đưa tới khoảng mong muốn bằng cách xử lý sau như tán thành bột. Theo cách khác, các hạt nhôm nitrua để làm các thành phần (A-1) và (A-2) là có bán trên thị trường, và, ví dụ, TOYALNITE (nhãn hiệu đã đăng ký) TFZ-S20P, TFZ-N30P, TFZ-S30P, TFZ-N60P, TFZ-N80P và TFZ-N100P được sản xuất bởi Toyo Aluminium K.K. có thể được sử dụng.

Độ hấp thụ dầu của các hạt nhôm nitrua để làm thành phần (A-2) là giá trị được xác định bằng phương pháp dầu lanh đun sôi theo JIS K5101-13-2.

Các hạt nhôm nitrua để làm các thành phần (A-1) và (A-2) có thể là một loại hạt hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại hạt tương ứng.

Thành phần (A-3)

Để đảm bảo rằng chế phẩm nhựa polysiloxan dẫn nhiệt được độn bằng (A) chất độn dẫn nhiệt ở tỷ lệ độn cao và đạt được sự tăng hơn nữa khả năng phân phối và các đặc tính dẫn nhiệt, tốt hơn nếu thành phần (A) còn bao gồm chất độn dẫn nhiệt có đường kính hạt trung bình khác với các thành phần (A-1) và (A-2). Cụ thể, thành phần (A) tốt hơn là còn bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 1 đến 80% khối lượng của (A-3) các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 10μm. Thành phần (A-3) này có đỉnh phân bố kích thước hạt trong khoảng không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 10μm. Do thành phần (A) còn bao gồm thành phần (A-3), chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có xu hướng đạt được độ ổn định tăng hơn nữa mà không có các vấn đề như sa lắng của thành phần (A-1) ngay cả khi chế phẩm polysiloxan được độn bằng thành phần (A) ở tỷ lệ độn cao, và chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể đạt được khả năng phân phối cao và các đặc tính dẫn nhiệt cao.

Hàm lượng của thành phần (A-3) tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 70% khối lượng, còn tốt hơn nữa là từ 20 đến 60% khối lượng, và đặc biệt tốt hơn là từ 35 đến 55% khối lượng tính theo tổng khối lượng của thành phần (A). Tổng lượng của các thành phần (A-1) đến (A-3) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 80 đến 100% khối lượng, tốt hơn nữa là từ 90 đến 100% khối lượng, và đặc biệt tốt hơn là từ 95 đến 100% khối lượng của tổng khối lượng của thành phần (A).

Tốt hơn nữa nếu thành phần (A-3) bao gồm (A-3a) các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 10μm và (A-3b) các hạt vô cơ có đường

kính hạt trung bình không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 1μm, và thành phần (A) bao gồm 1 đến 50% khối lượng của thành phần (A-3a) và 1 đến 50% khối lượng của thành phần (A-3b) tính theo tổng khối lượng của thành phần (A).

Các tác giả sáng chế đã phát hiện được rằng khi chế phẩm này được điều chế bằng cách sử dụng thành phần (A-1), thành phần (A-2) và còn sử dụng thành phần (A-3), đặc biệt là các thành phần (A-3a) và (A-3b), thành phần (A) được trộn vào thành phần (B) với hiệu quả gia tăng và chế phẩm thu được có xu hướng đồng nhất và đạt được khả năng phân phối cao hơn, so với khi chế phẩm được điều chế bằng cách sử dụng hệ hai thành phần bao gồm các thành phần (A-1) và (A-2).

Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-3a) là không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 10μm. Thành phần (A-3a) có đỉnh phân bố kích thước hạt trong khoảng không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 10μm. Do thành phần (A-3a) có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 10μm, các thành phần (A-1) đến (A-3) có thể được trộn vào thành phần (B) với hiệu quả vẫn gia tăng, và chế phẩm thu được có lợi là có xu hướng đồng nhất và đạt được khả năng phân phối vẫn gia tăng. Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-3a) tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 9μm, và đặc biệt tốt hơn là không nhỏ hơn 2μm và nhỏ hơn 8μm.

Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-3b) là không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 1μm. Thành phần (A-3b) có đỉnh phân bố kích thước hạt trong khoảng không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 1μm. Thành phần (A-3b) có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 1μm có các ưu điểm về các đặc tính dẫn nhiệt. Đường kính hạt trung bình của thành phần (A-3) tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 0,15μm và không lớn hơn 0,9μm, và đặc biệt tốt hơn là không nhỏ hơn 0,2μm và không lớn hơn 0,8μm.

Để thu được tính đồng nhất, khả năng phân phối cao và các đặc tính dẫn nhiệt cao của chế phẩm nhựa polysiloxan dẫn nhiệt, tỷ lệ trộn của các thành phần (A-1), (A-2), (A-3a) và (A-3b) tính theo tổng khối lượng của thành phần (A) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 đến 60% khối lượng của thành phần (A-1), 2 đến 25% khối lượng của thành phần (A-2), 1 đến 40% khối lượng của thành phần (A-3a) và 1 đến 30% khối lượng của thành phần (A-3b), tốt hơn nữa là 20 đến 42% khối lượng của thành phần (A-1), 3 đến 22% khối lượng của thành phần (A-2), 5 đến 40% khối lượng của thành phần (A-3a) và 5 đến 30% khối lượng của thành phần (A-3b), còn tốt hơn nữa là 22 đến 35%

khối lượng của thành phần (A-1), 10 đến 20% khối lượng của thành phần (A-2), 20 đến 35% khối lượng của thành phần (A-3a) và 10 đến 25% khối lượng của thành phần (A-3b), và đặc biệt tốt hơn là 22 đến 30% khối lượng của thành phần (A-1), 15 đến 20% khối lượng của thành phần (A-2), 25 đến 35% khối lượng của thành phần (A-3a) và 15 đến 25% khối lượng của thành phần (A-3b).

Các hạt vô cơ để làm thành phần (A-3a) và thành phần (A-3b) có thể là các hạt vô cơ bất kỳ mà không có hạn chế miễn là các hạt vô cơ này có các đặc tính dẫn nhiệt. Để làm các hạt vô cơ, ví dụ, các oxit kim loại như nhôm oxit, kẽm oxit, magie oxit và silic oxit; các nitrua như nhôm nitrua, silic nitrua và bo nitrua; các kim loại như nhôm, đồng, bạc và vàng; và hạt dạng lõi vỏ kim loại/kim loại oxit có thể được sử dụng.

Để thu được tính đồng nhất, khả năng phân phối cao và các đặc tính dẫn nhiệt cao của chế phẩm nhựa polysiloxan dẫn nhiệt, các hạt vô cơ để làm các thành phần (A-3a) và (A-3b) tốt hơn là các hạt silic nitrua, các hạt nhôm nitrua hoặc các hạt nhôm oxit tương ứng.

Các ví dụ về hình dạng hạt của các thành phần (A-3a) và (A-3b) bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, hình cầu, hình dạng tròn, hình dạng không xác định và hình đa diện.

Các thành phần (A-3a) và (A-3b) có thể là một loại hạt hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại hạt tương ứng.

Các hạt hữu cơ hoặc vô cơ khác với các thành phần (A-1) đến (A-3) có thể được bổ sung vào chế phẩm nhựa polysiloxan dẫn nhiệt trong khi vẫn đảm bảo rằng các hiệu quả có lợi của sáng chế không bị giảm đi.

Thành phần (B)]

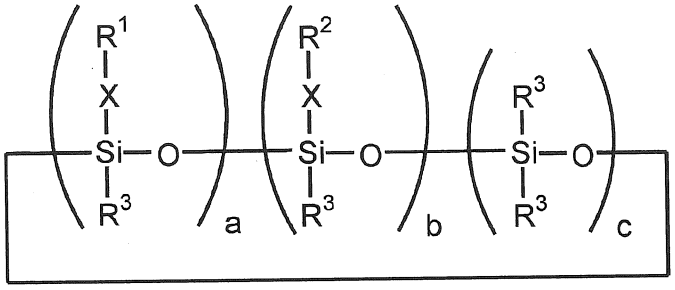
Thành phần (B) ít nhất là một thành viên được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl và dimetylpolysiloxan.

Các hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl để làm thành phần (B) tốt hơn là các hợp chất mà trong phân tử có ít nhất là nhóm alkoxysilyl được thể hiện bằng công thức chung sau đây: $-SiR^{11}_{3-z}(OR^{12})_z$ (I)

trong đó R^{11} là nhóm C1-C6 alkyl, tốt hơn là nhóm metyl, R^{12} là nhóm C1-C6 alkyl, tốt hơn là nhóm metyl, và chữ cái z là 1, 2 hoặc 3. Các ví dụ về thành phần (B) bao gồm các thành phần (B-1) đến (B-5) là các hợp chất được mô tả dưới đây.

Thành phần (B-1)

Các hợp chất có nhóm alkoxysilyl có công thức chung (I) có thể là các hợp chất được thể hiện bằng công thức chung (1) dưới đây. Cần hiểu rằng trong các hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl này, các đơn vị chứa R^1, các đơn vị chứa R^2, và các đơn vị được biểu diễn bằng $SiR^3{}_2O$ là không nhất thiết được sắp xếp như thể hiện trong công thức chung (1) dưới đây, và, ví dụ, đơn vị được biểu diễn bằng $SiR^3{}_2O$ có thể có mặt ở giữa đơn vị chứa R^1 và đơn vị chứa R^2.

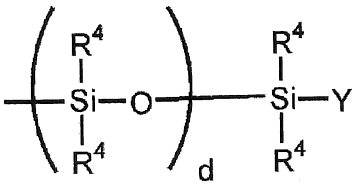


(1)

trong đó:

R^1 là nhóm có nhóm C1-C4 alkoxysilyl;

R^2 là nhóm C6-C18 hydrocacbon hóa trị một hoặc nhóm chứa đơn vị siloxan được thể hiện bằng công thức chung sau đây (2):



(2)

trong đó R^4 độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm C1-C12 hydrocacbon hóa trị một, Y là nhóm được chọn từ nhóm bao gồm R^1, R^4 và nhóm không no béo, và chữ cái d là số nguyên nằm trong khoảng từ 2 đến 500, tốt hơn là số nguyên nằm trong khoảng từ 4 đến 400, tốt hơn nữa là số nguyên nằm trong khoảng từ 10 đến 200 và đặc biệt tốt hơn là số nguyên nằm trong khoảng từ 10 đến 60;

X độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm C2-C10 hydrocacbon hóa trị hai;

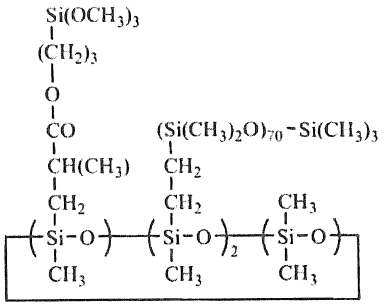
mỗi chữ cái a và b độc lập là số nguyên bằng hoặc lớn hơn 1;

chữ cái c là số nguyên bằng hoặc lớn hơn 0;

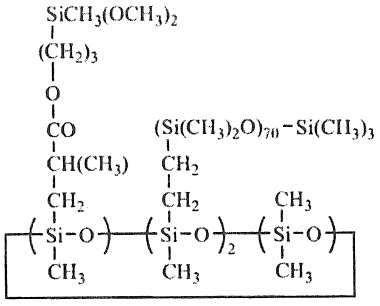
a + b + c là số nguyên bằng hoặc lớn hơn 4; và

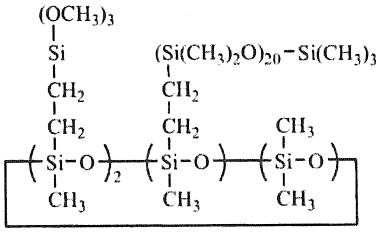
R^3 độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm C1-C6 hydrocacbon hóa trị một hoặc nguyên tử hydro.

Để làm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl để làm thành phần (B-1), các hợp chất được biểu diễn bằng các công thức cấu trúc sau đây có thể tốt hơn là được sử dụng. Tuy nhiên, các hợp chất này không bị giới hạn ở đó.

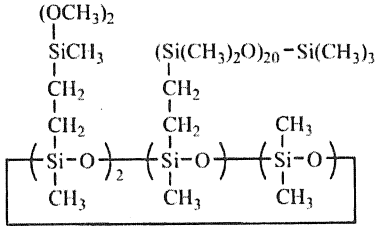


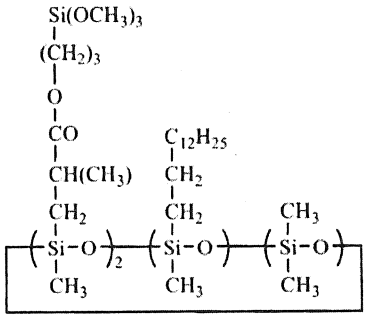
,



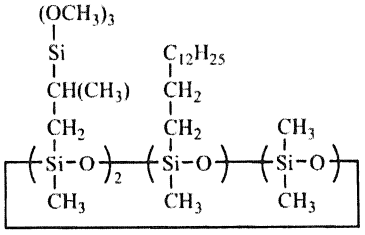


,

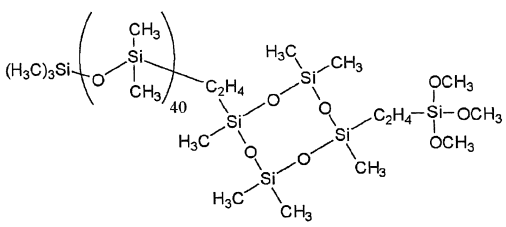


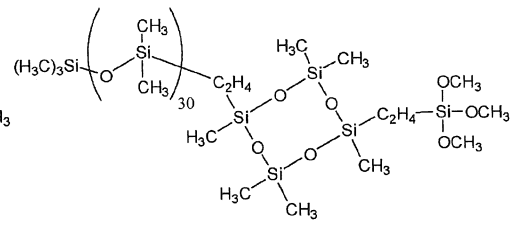


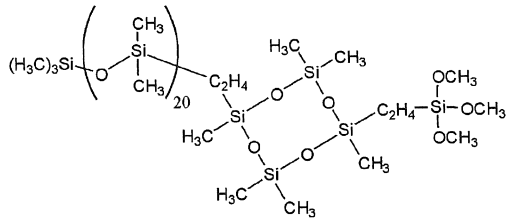
,

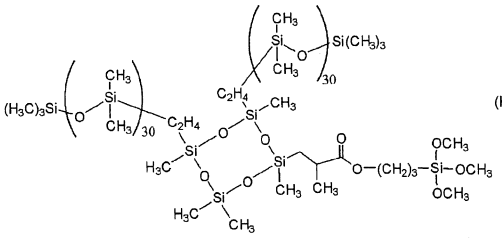


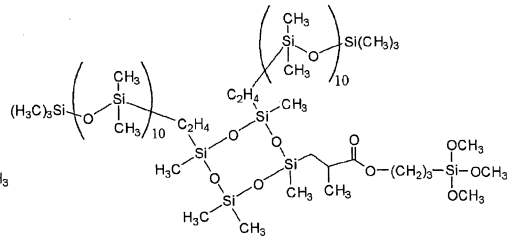
Các ví dụ được ưu tiên về hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl để làm thành phần (B-1) còn bao gồm các hợp chất được biểu diễn bằng các công thức cấu trúc sau đây.

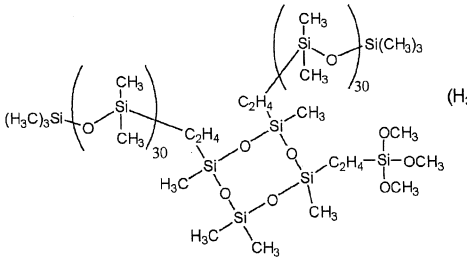


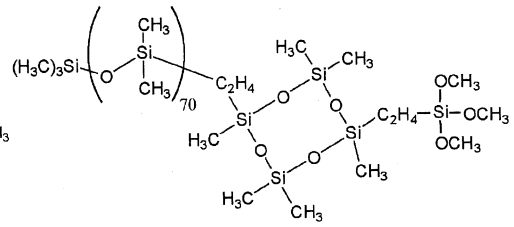


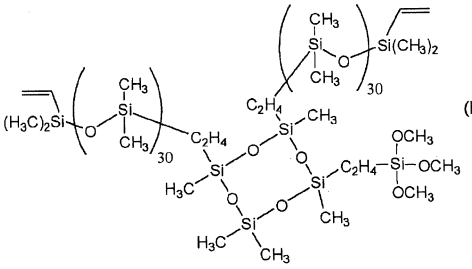


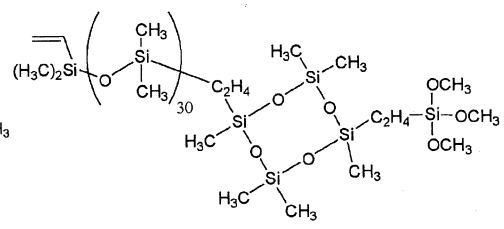












Thành phần (B-2)

Để làm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl để làm thành phần (B), các hợp chất được thể hiện bằng công thức chung (3) sau đây có thể được sử dụng.

$R^{21}_eR^{22}_fSi(OR^{23})_{4-(e+f)}$ (3)

trong đó R^{21} độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm C6-C15 alkyl, R^{22} độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm C1-C12 hydrocacbon hóa trị một, được thế hoặc không được thế (trừ nhóm C6-C12 alkyl), R^{23} độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm C1-C6 alkyl, chữ cái e là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 3, tốt hơn là 1, chữ cái f là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 2, và e + f là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 3.

Các ví dụ về R^{21} bao gồm nhóm hexyl, nhóm octyl, nhóm nonyl, nhóm dexyl, nhóm dodexyl và nhóm tetradexyl. Do R^{21} là nhóm C6-C15 alkyl, thành phần (B) là chất lỏng ở nhiệt độ trong phòng và dễ dàng thao tác, và có xu hướng có đặc tính thấm ướt tốt đối với thành phần (A).

Các ví dụ về R^{22} bao gồm các nhóm alkyl như nhóm metyl, nhóm etyl, nhóm propyl, nhóm isopropyl, nhóm butyl, nhóm isobutyl và nhóm tert-butyl; các nhóm xycloalkyl như nhóm xyclopentyl, nhóm xyclohexyl và nhóm xyclobutyl; nhóm không no béo như nhóm vinyl và nhóm alyl; nhóm aryl như nhóm phenyl, nhóm tolyl, nhóm xylyl và nhóm naphtyl; các nhóm aralkyl như nhóm benzyl, nhóm 2-phenyletyl, nhóm 2-metyl-2-phenyletyl và nhóm phenylpropyl; và các nhóm thu được từ việc thế một phần hoặc toàn bộ các nguyên tử hydro của các nhóm hydrocacbon nêu trên bằng, ví dụ, nguyên tử halogen như clo, flo hoặc brom, hoặc nhóm xyano, với các ví dụ cụ thể bao gồm các nhóm hydrocacbon halogen hóa như nhóm clometyl, nhóm triflopropyl, nhóm 3,3,3-triflopropyl, nhóm 2-(nonaflobutyl)etyl, nhóm 2-(heptadecaflooctyl)etyl, nhóm clophenyl, nhóm bromophenyl, nhóm dibromophenyl, nhóm tetraclophenyl, nhóm flophenyl và nhóm diflophenyl, và các nhóm xyanoalkyl như nhóm α-xyanoetyl, nhóm β-xyanopropyl và nhóm γ-xyanopropyl. Các nhóm được ưu tiên là nhóm metyl và nhóm etyl.

Các ví dụ về R^{23} bao gồm nhóm metyl, nhóm etyl, nhóm propyl, nhóm butyl, nhóm pentyl và nhóm hexyl, với nhóm metyl và nhóm etyl là được ưu tiên.

Các ví dụ về hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl có công thức chung (3) trong đó e = 1 bao gồm các hợp chất sau đây:

$C_6H_{13}Si(OCH_3)_3$

$C_{10}H_{21}Si(OCH_3)_3$

$C_{12}H_{25}Si(OCH_3)_3$

$C_{12}H_{25}Si(OC_2H_5)_3$

$C_{10}H_{21}Si(CH_3)(OCH_3)_2$

$C_{10}H_{21}Si(C_6H_5)(OCH_3)_2$

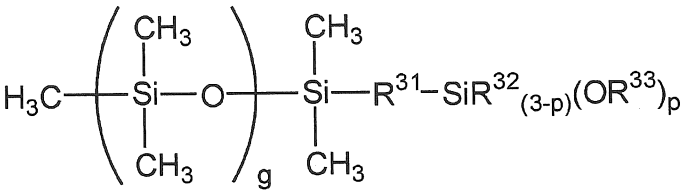
$C_{10}H_{21}Si(CH_3)(OC_2H_5)_2$

$C_{10}H_{21}Si(CH{=}CH_2)(OCH_3)_2$

$C_{10}H_{21}Si(CH_2CH_2CF_3)(OCH_3)_2$.

Thành phần (B-3)

Để làm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl để làm thành phần (B), các dimetylpolysiloxan có công thức chung (4) dưới đây mà được khóa bằng nhóm alkoxysilyl ở một đầu của mạch phân tử, có thể được sử dụng.



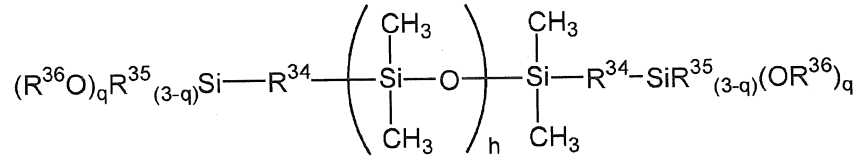
(4)

trong đó R^{31} là -O- hoặc $-CH_2CH_2-$; R^{32} độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm hydrocacbon hóa trị một được thế hoặc không được thế, cụ thể, có thể là nhóm bất kỳ trong số các nhóm được nêu là các ví dụ về R^{22} trong công thức chung (3), và tốt hơn là nhóm alkyl hoặc nhóm aryl, tốt hơn nữa là nhóm metyl hoặc nhóm phenyl; R^{33} độc lập ở mỗi lần xuất hiện là nhóm C1-C6 alkyl, tốt hơn là nhóm metyl, nhóm etyl, nhóm propyl, nhóm butyl hoặc nhóm hexyl; chữ cái g là số nguyên nằm trong khoảng từ 5 đến 100, tốt hơn là 5 đến 70, đặc biệt tốt hơn là 10 đến 50; và chữ cái p là số nguyên nằm trong khoảng từ 1 đến 3, tốt hơn là 2 hoặc 3.

Một hoặc nhiều nhóm metyl trong công thức chung (4) có thể được thế bằng nhóm hydrocacbon hóa trị một khác với nhóm metyl. Các ví dụ về các nhóm thế này bao gồm các nhóm alkyl như nhóm etyl, nhóm propyl, nhóm hexyl và nhóm octyl; các nhóm xycloalkyl như nhóm xyclopentyl và nhóm xyclohexyl; các nhóm aryl như nhóm phenyl và nhóm tolyl; các nhóm aralkyl như nhóm 2-phenyletyl và nhóm 2-metyl-2-phenyletyl; và các nhóm C1-C10 hydrocacbon halogen hóa như nhóm 3,3,3-triflopropyl, nhóm 2-(nonaflobutyl)etyl, nhóm 2-(heptadecaflooctyl)etyl và nhóm p-clophenyl.

Thành phần (B4)

Để làm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl để làm thành phần (B), các hợp chất có công thức chung (5) dưới đây được khóa bằng các nhóm alkoxysilyl ở cả hai đầu của mạch phân tử, có thể được sử dụng.



(5)

trong đó R^{34}, R^{35}, R^{36} và q độc lập được xác định theo cách giống như R^{31}, R^{32},

R^{33} và p trong công thức chung (4) tương ứng, và chữ cái h là số nguyên sao cho độ nhớt ở 23°C là nằm trong khoảng từ 10 đến 10000 mPa·s, tốt hơn nữa là 20 đến 5000 mPa·s.

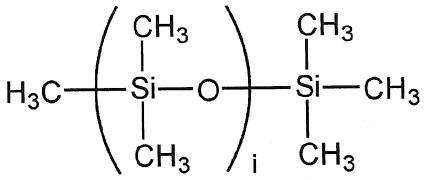
Theo sáng chế, độ nhớt là giá trị được đo bằng nhớt kế quay ở 23°C theo JIS K6249.

Một hoặc nhiều nhóm metyl trong công thức chung (5) có thể được thế bằng nhóm hydrocacbon hóa trị một khác với nhóm metyl. Các ví dụ về các nhóm thế này bao gồm các nhóm được nêu là các ví dụ về các nhóm thế thay cho nhóm metyl trong công thức chung (4).

Các ví dụ về hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl được thể hiện bằng công thức chung (5) bao gồm các dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm metyldimetoxy và các dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm trimetoxy.

Thành phần (B-5)

Để làm dimetylpolysiloxan để làm thành phần (B), các hợp chất mạch thẳng được thể hiện bằng công thức chung (6) sau đây có thể được sử dụng.



(6)

trong đó chữ cái i là số nguyên sao cho độ nhớt ở 23°C là nằm trong khoảng từ 10 đến 10000 mPa·s, tốt hơn nữa là 20 đến 5000 mPa·s.

Một hoặc nhiều nhóm metyl trong công thức chung (6) có thể được thế bằng nhóm hydrocacbon hóa trị một khác với nhóm metyl. Các ví dụ về các nhóm thế này bao gồm các nhóm được nêu là các ví dụ về các nhóm thế thay cho nhóm metyl trong công thức chung (4).

Để đạt được khả năng gia công gia tăng, thành phần (B) tốt hơn là thành phần (B-1).

Hàm lượng của thành phần (B) trong chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 30 phần khối lượng, tốt hơn nữa là 0,5 đến 20 phần khối lượng, và còn tốt hơn nữa là 1 đến 10 phần khối lượng cho 100 phần khối lượng của thành phần (A).

Thành phần (B) có thể là một loại thành phần hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại thành phần.

Các thành phần khác

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể chứa thành phần khác với thành phần (A) và thành phần (B) theo, ví dụ, mục đích sử dụng của chế phẩm và phương pháp sử dụng chế phẩm.

Thành phần (C)

Để làm thành phần (C) là polysiloxan hữu cơ (khác với thành phần (B)) chứa một hoặc nhiều nhóm không no béo cho một phân tử, các hợp chất được biểu diễn bằng công thức thành phần trung bình (II) dưới đây có thể được sử dụng.

$R^{41}_jR^{42}_kSiO_{[4-(j+k)]/2}$ (II)

trong đó R^{41} là nhóm không no béo, R^{42} là nhóm hydrocacbon hóa trị một được thế hoặc không được thế, không chứa các liên kết không no béo, và các chữ cái j và k là các số dương thỏa mãn $0 < j < 3$, $0 < k < 3$, và $1 < j + k < 3$.

R^{41} tốt hơn là nhóm C2-C8 không no béo như, ví dụ, nhóm vinyl, nhóm alyl, nhóm propenyl, nhóm 1-butenyl hoặc nhóm 1-hexenyl, và tốt hơn là nhóm vinyl. Một hoặc nhiều, tốt hơn là hai hoặc nhiều nhóm không no béo được chứa trong phân tử. Nhóm không no béo có thể được liên kết với nguyên tử silic ở đầu của mạch phân tử, có thể được liên kết với nguyên tử silic ở giữa của mạch phân tử, hoặc có thể được liên kết với cả hai nguyên tử silic này.

Các ví dụ cụ thể về R^{42} bao gồm các nhóm được nêu là các ví dụ về R^{22} trong công thức chung (3) trừ các nhóm không no béo như nhóm vinyl và nhóm alyl. Trong số các nhóm này, các nhóm alkyl và nhóm aryl là được ưu tiên, và nhóm metyl và nhóm phenyl là được ưu tiên hơn.

Các chữ cái j và k tốt hơn là các số thỏa mãn $0,0005 \leq j \leq 1$, $1,5 \leq k < 2.4$ và $1,5 < j + k < 2,5$, tốt hơn nữa là $0,001 \leq j \leq 0,5$, $1,8 \leq k \leq 2,1$ và $1,8 < j + k \leq 2,2$.

Cấu trúc phân tử của thành phần (C) có thể là mạch thẳng, mạch nhánh hoặc mạch vòng, và tốt hơn là mạch thẳng hoặc mạch nhánh. Thành phần (C) tốt hơn là dimetylpolysiloxan có nhóm không no béo ở một đầu hoặc cả hai đầu của mạch phân tử, và đặc biệt tốt hơn là dimetylpolysiloxan có các nhóm vinyl ở một đầu hoặc cả hai đầu của mạch phân tử.

Độ nhớt của thành phần (C) ở 23°C tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 10000 mPa·s, và tốt hơn nữa là 20 đến 5000 mPa·s.

Khi chế phẩm chứa thành phần (C), tổng lượng của thành phần (B) và thành phần (C) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1,5 đến 35 phần khối lượng, tốt hơn nữa là 1,5 đến 30 phần khối lượng, còn tốt hơn nữa là 1,5 đến 28 phần khối lượng, và đặc biệt tốt hơn là 3,0 đến 10 phần khối lượng cho 100 phần khối lượng của thành phần (A). Thành phần (B) và thành phần (C) được bổ sung sao cho tỷ lệ của thành phần (C) trong tổng lượng của thành phần (B) và thành phần (C) là nằm trong khoảng từ 15 đến 98% khối lượng, tốt hơn là 18 đến 98% khối lượng, và tốt hơn nữa là 20 đến 98% khối lượng.

Thành phần (C) có thể là một loại thành phần hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại thành phần.

Thành phần (D)

Thành phần (D) là polyhydrosiloxan hữu cơ (khác với thành phần (B)) có hai hoặc nhiều nguyên tử hydro được liên kết với các nguyên tử silic cho một phân tử, và dùng làm chất liên kết ngang cho thành phần (C) và còn dùng cho thành phần (B) khi thành phần (B) là hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl có ít nhất một nhóm không no béo (ví dụ, hợp chất có công thức chung (1) trong đó Y trong R^2 là nhóm không no béo, hợp chất có công thức chung (3) trong đó R^{22} là nhóm không no béo, hợp chất có công thức chung (4) trong đó R^{32} là nhóm không no béo, hoặc hợp chất có công thức chung (5) trong đó R^{35} là nhóm không no béo). Thành phần (D) có hai hoặc nhiều, tốt hơn là ba hoặc nhiều nguyên tử hydro được liên kết với các nguyên tử silic cho một phân tử. Các nguyên tử hydro này có thể được liên kết với nguyên tử silic ở đầu của mạch phân tử, có thể được liên kết với nguyên tử silic ở giữa của mạch phân tử, hoặc có thể được liên kết với cả cả hai nguyên tử silic này. Polyhydrosiloxan hữu cơ mà có các nguyên tử hydro được liên kết chỉ với cả hai nguyên tử silic ở đầu mạch có thể được sử dụng. Cấu trúc phân tử của thành phần (D) có thể là mạch thẳng, mạch nhánh, mạch vòng hoặc mạng lưới ba chiều. Thành phần (D) có thể là một loại thành phần hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại thành phần.

Để làm thành phần (D), các hợp chất được biểu diễn bằng công thức thành phần trung bình (III) dưới đây có thể được sử dụng.

$$R^{51}{}_mH_nSiO_{[4-(m+n)]/2} \qquad (III)$$

trong đó R^{51} là nhóm hydrocacbon hóa trị một được thế hoặc không được thế, không chứa các liên kết không no béo, và các chữ cái m và n là các số thỏa mãn $0,5 \leq m \leq 2$, $0 < n \leq 2$ và $0,5 < m + n \leq 3$.

Các ví dụ cụ thể về R^{51} bao gồm các nhóm được nêu là các ví dụ về R^{22} trong công thức chung (3) trừ các nhóm không no béo như nhóm vinyl và nhóm alyl. Trong số các nhóm này, các nhóm alkyl là được ưu tiên xét về khả năng dễ tổng hợp và chi phí, và nhóm metyl là được ưu tiên hơn.

Các chữ cái m và n tốt hơn là các số thỏa mãn $0,6 \leq m \leq 1,9$, $0,01 \leq n \leq 1,0$ và $0,6 \leq m + n \leq 2,8$.

Độ nhớt của thành phần (D) ở 23°C tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 500 mPa·s.

Thành phần (D) được bổ sung sao cho tỷ lệ của số nguyên tử hydro liên kết với các nguyên tử silic trong thành phần (D) nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5, tốt hơn là 0,2 đến 1,2, so với số nhóm không no béo liên kết với các nguyên tử silic trong thành phần (C) và cũng trong thành phần (B) khi thành phần (B) là hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl có ít nhất một nhóm không no béo. Lượng này của thành phần (D) có xu hướng đảm bảo rằng chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt sẽ có độ ổn định tốt theo thời gian và sẽ được hóa rắn tới mức độ liên kết ngang đủ để tạo ra sản phẩm được hóa rắn có độ cứng thích hợp.

Thành phần (E)

Thành phần (E) là chất xúc tác platin, và thúc đẩy quá trình hóa rắn sau khi trộn thành phần (C) và thành phần (B) khi thành phần (B) là hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl có ít nhất một nhóm không no béo, với thành phần (D). Để làm thành phần (E), chất xúc tác đã biết rõ được sử dụng trong phản ứng hydrosilyl hóa có thể được sử dụng. Các ví dụ bao gồm bột đen platin, platin (IV) clorua, axit cloplatinic, các sản phẩm phản ứng của axit cloplatinic với rượu một lần, các phức chất của axit cloplatinic với olefin hoặc vinylsiloxan, các phức chất tetrame platin-vinyl và platin bisaxetoaxetat. Lượng được bổ sung của thành phần (E) có thể được điều chỉnh thích hợp theo, ví dụ, tốc độ hóa rắn mong muốn, và tốt hơn là trong khoảng 0,1 đến 1,000 ppm tính theo nguyên tố platin so với tổng lượng của thành phần (C), thành phần (B) khi thành phần (B) là hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl có ít nhất một nhóm không no béo, và thành phần (D). Thành phần

(E) có thể là một loại thành phần hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại thành phần.

Để thu được thời gian sống dài hơn, hoạt tính của chất xúc tác có thể được ngăn chặn bằng cách bổ sung (E-2) chất ức chế phản ứng. Các ví dụ về các chất ức chế phản ứng đã biết đối với các kim loại nhóm platin bao gồm các rượu axetylen như 2-metyl-3-butyn-2-ol, 1-etynyl-1-xyclohexanol và 1-etynyl-2-xyclohexanol.

Thành phần (F)

Thành phần (F) là chất xúc tác ngưng tụ, và thúc đẩy quá trình ngưng tụ và hóa rắn của thành phần (B) khi thành phần (B) bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl. Để làm thành phần (F), chất xúc tác ngưng tụ silanol đã biết có thể được sử dụng. Các ví dụ bao gồm các chất xúc tác kim loại, ví dụ, titan este như tetrabutyl titanat và tetrapropyl titanat; các hợp chất hữu cơ thiếc như dibutyl thiếc dilaurat, dibutyl thiếc maleat và dibutyl thiếc diaxetat; các muối thiếc carboxylat như thiếc octylat, thiếc naphtenat, thiếc laurat và thiếc versatat; các sản phẩm phản ứng của dibutyl thiếc oxit và este của axit phtalic; dibutyl thiếc diaxetyl axetonat; các hợp chất hữu cơ nhôm như nhôm triaxetyl axetonat, nhôm trisetylaxetoaxetat và nhôm diisopropoxy etyl axetoaxetat; các hợp chất chelat như diisopropoxy-bis(etyl axetoaxetat)titan, ziriconi tetraaxetyl axetonat và titan tetraaxetyl axetonat; chì octylat; sắt naphtenat; và các hợp chất bismut như bismut-tris(neodecanoat) và bismut-tris(2-etylhexoat). Ngoài ra, các chất xúc tác amin đã biết như laurylamin có thể được sử dụng. Trong số các chất xúc tác này, các chất xúc tác được ưu tiên đặc biệt là các muối thiếc carboxylat và các hợp chất hữu cơ thiếc như dibutyl thiếc dilaurat, dibutyl thiếc maleat, dibutyl thiếc diaxetat, thiếc octylat, thiếc naphtenat, thiếc laurat và thiếc versatat; các sản phẩm phản ứng của dibutyl thiếc oxit và este của axit phtalic; các chất xúc tác thiếc như dibutyl thiếc diaxetyl axetonat; và các hợp chất chelat như diisopropoxy-bis(etyl axetoaxetat)titan.

Lượng được bổ sung của thành phần (F) có thể được điều chỉnh thích hợp theo, ví dụ, tốc độ hóa rắn mong muốn, và có thể nằm trong khoảng từ 0,01 đến 20 phần khối lượng, tốt hơn là 0,05 đến 15 phần khối lượng, và tốt hơn nữa là 0,1 đến 12 phần khối lượng cho 100 phần khối lượng của hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl trong thành phần (B).

Thành phần (F) có thể là một loại thành phần hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều loại thành phần.

Thành phần (G)

Nếu cần, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể còn chứa, ví dụ, chất làm chậm ngọn lửa, chất cải thiện độ bền nhiệt, chất dẻo hóa, chất màu, chất tăng dính và chất pha loãng với lượng để mục đích của sáng chế không bị giảm đi.

Các phương án được ưu tiên của chế phẩm

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể là các chế phẩm theo các phương án được ưu tiên 1 đến 3 dưới đây chứa thành phần (A), thành phần (B) và còn chứa các thành phần khác được mô tả ở trên.

1. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt dạng mỡ

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể là chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt dạng mỡ bao gồm thành phần (A) và thành phần (B) một mình hoặc bao gồm thành phần (A), thành phần (B) và bao gồm thêm thành phần (C). Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo phương án này có thể được sử dụng để làm vật liệu tản nhiệt trực tiếp mà không được hóa rắn. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt dạng mỡ có thể còn chứa ít nhất một thành viên được chọn từ nhóm bao gồm các thành phần (D) đến (G), nhưng tốt hơn là không chứa các thành phần (D) đến (F).

2. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng bổ sung

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể chứa thành phần (A), thành phần (B) là hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl có ít nhất một nhóm không no béo (ví dụ, hợp chất có công thức chung (1) trong đó Y trong R^2 là nhóm không no béo, hợp chất có công thức chung (3) trong đó R^{22} là nhóm không no béo, hợp chất có công thức chung (4) trong đó R^{32} là nhóm không no béo, hoặc hợp chất có công thức chung (5) trong đó R^{35} là nhóm không no béo), thành phần (D) và thành phần (E). Ngoài ra, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể chứa thành phần (A), thành phần (B) và các thành phần (C), (D) và (E). Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo phương án này có thể được hóa rắn bằng phản ứng cộng và có lợi là các sản phẩm được hóa rắn của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt là có thể dùng làm các vật liệu tản nhiệt. Trong trường hợp này, thành phần (B) có thể có hoặc có thể không có nhóm không no béo. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng cộng có thể còn chứa ít nhất một thành viên được chọn từ nhóm bao gồm thành phần (F) và thành phần (G).

3. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng ngưng tụ

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể chứa thành phần (A), thành phần (B)

bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl, và còn chứa thành phần (F). Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo phương án này có thể được hóa rắn bằng phản ứng ngưng tụ và có lợi là các sản phẩm được hóa rắn của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt là có thể dùng làm các vật liệu tản nhiệt. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng ngưng tụ có thể còn chứa ít nhất một thành viên được chọn từ nhóm bao gồm các thành phần (C), (D), (E) và (G).

Theo một phương án của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng ngưng tụ, thành phần (B) bao gồm ít nhất hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl. Hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl để làm thành phần (B) tốt hơn là dimetylpolysiloxan chứa nhóm dialkoxysilyl hoặc nhóm trialkoxysilyl ở một đầu hoặc cả hai đầu của mạch phân tử, và đặc biệt tốt hơn là dimetylpolysiloxan chứa nhóm dialkoxysilyl hoặc nhóm trialkoxysilyl ở cả hai đầu của mạch phân tử.

Khả năng phân phối của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể được đánh giá dựa trên tốc độ dòng (g/phút) của chế phẩm. Tốc độ dòng của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể được đánh giá như sau.

(1) Bơm tiêm EFD dung tích 30cc được sản xuất bởi Nordson Corporation được nạp chế phẩm.

(2) Chế phẩm được phân phối ở 0,62 MPa trong 1 phút bằng cách sử dụng SDP400 được sản xuất bởi SAN-EI TECH Ltd. làm máy phân phối.

(3) Tốc độ dòng (g/phút) của chế phẩm được xác định từ việc cân lượng chế phẩm được phân phối.

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có lợi là có khả năng phân phối cao hơn với sự tăng tốc độ dòng của chế phẩm. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt là có thể sử dụng trong thực tế mà không có các vấn đề khi tốc độ dòng là bằng hoặc lớn hơn 20 g/phút. Khả năng phân phối cao có lợi là thu được khi tốc độ dòng là bằng hoặc lớn hơn 35 g/phút. Khả năng phân phối cao đặc biệt có lợi là thu được khi tốc độ dòng là bằng hoặc lớn hơn 70 g/phút.

Phương pháp tạo ra chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có thể thu được bằng cách trộn thành phần (A), thành phần (B) và các thành phần tùy ý khác nếu cần, bằng máy trộn như máy trộn hành tinh. Nếu cần, các thành phần có thể được trộn trong khi thực hiện gia nhiệt ở nhiệt độ

trong khoảng 50 đến 150°C. Để đạt được hỗn hợp đồng nhất, tốt hơn là hỗn hợp này được ngào trộn dưới lực cắt cao. Các ví dụ về thiết bị ngào trộn bao gồm máy nghiền ba trục, máy nghiền keo và máy nghiền cát, với máy nghiền ba trục là được đặc biệt ưu tiên.

Các phương pháp hóa rắn chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt

Ví dụ, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng cộng có thể được hóa rắn bằng cách phủ chế phẩm cho mặt bám cần tản nhiệt, và để chế phẩm ở nhiệt độ trong phòng hoặc gia nhiệt chế phẩm ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 200°C. Theo quan điểm hóa rắn nhanh, phương pháp trong đó chế phẩm được gia nhiệt tốt hơn là được sử dụng.

Ví dụ, chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng ngưng tụ có thể được hóa rắn bằng cách phủ chế phẩm cho mặt bám cần tản nhiệt, và để chế phẩm ở nhiệt độ trong phòng để cho chế phẩm hóa rắn bằng hơi ẩm trong không khí hoặc hóa rắn chế phẩm trong điều kiện được tạo ẩm.

Các vật liệu tản nhiệt

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt, hoặc các vật liệu tản nhiệt chứa chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt có độ dẫn nhiệt không nhỏ hơn 2,0 W/(m·K) khi được xác định bằng phương pháp đĩa nóng ở 23°C. Đối với các ứng dụng tản nhiệt cao, độ dẫn nhiệt tốt hơn là không nhỏ hơn 7,5 W/(m·K), tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 8,0 W/(m·K), và đặc biệt tốt hơn là không nhỏ hơn 8,5 W/(m·K). Để làm tăng các tác dụng tản nhiệt bằng cách kiểm soát độ dẫn nhiệt, hàm lượng của thành phần (A) trong chế phẩm tốt hơn là không nhỏ hơn 80% khối lượng, tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 85% khối lượng, và còn tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 90% khối lượng. Hàm lượng của thành phần (A) có thể được tăng hơn nữa theo độ dẫn nhiệt cần thiết.

Ví dụ, các vật liệu tản nhiệt có thể được sử dụng làm các vật liệu tản nhiệt cho PC/máy chủ có lắp CPU tạo ra lượng nhiệt lớn, các thiết bị điện tử có lắp môđun nguồn, mạch tích hợp quy mô rất lớn (very large scale integrated circuit, VLSI) hoặc bộ phận quang học (như đầu đọc quang học và LED), các thiết bị điện gia dụng (ví dụ, thiết bị AV như máy ghi DVD/HDD và máy quay đĩa, và FPD), các thiết bị ngoại vi PC, máy trò chơi viđeo gia đình, xe ô tô, và các thiết bị công nghiệp như bộ đổi điện và bộ nguồn chuyển mạch. Các vật liệu tản nhiệt có thể có dạng mỡ (bột nhão), gel, cao su hoặc tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thành phần được sử dụng

Thành phần (A-1)

Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định, đường kính hạt trung bình 80μm

Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định, đường kính hạt trung bình 60μm

Thành phần (A'): chất độn dẫn nhiệt khác

Các hạt nhôm nitrua hình cầu, đường kính hạt trung bình 80μm

Các hạt nhôm nitrua hình cầu, đường kính hạt trung bình 60μm

Thành phần (A-2)

Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định, đường kính hạt trung bình 30μm, độ hấp thụ dầu 41g/100g

Các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, đường kính hạt trung bình 20μm, độ hấp thụ dầu 19g/100g

Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định, đường kính hạt trung bình 20μm, độ hấp thụ dầu 30g/100g

Thành phần (A-3a)

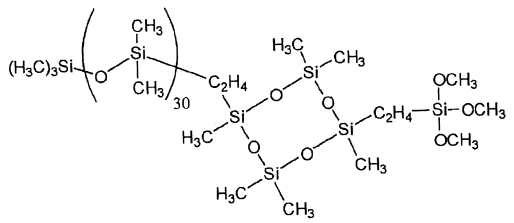
Các hạt nhôm oxit có dạng đa diện, đường kính hạt trung bình 5,0μm

Thành phần (A-3b)

Các hạt nhôm oxit có dạng đa diện, đường kính hạt trung bình 0,4μm

Thành phần (B-1)

Polysiloxan hữu cơ chứa nhóm trialkoxy:



Thành phần (B-2)

Metyltrimetoxysilan

Thành phần (B-4)

Dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm metyldimetoxy (độ nhớt: 30 mPa·s)

Thành phần (B-5)

Dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm trimetylsilyl: $MD_{40}M$ (độ nhớt: 30 mPa·s)

Thành phần (C)

Dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm vinyl: $M^{vi}D_{70}M^{vi}$ (độ nhớt: 130 mPa·s)

Dimetylpolysiloxan có một đầu được khóa bằng nhóm vinyl: $MD_{30}M^{vi}$ (độ nhớt: 25 mPa·s)

Thành phần (D)

Polyhydrosiloxan hữu cơ: $M^{H}D^{H}_{8}D_{42}M^{H}$ (độ nhớt: 45 mPa·s)

Độ nhớt của các thành phần (B) đến (D) ở 23°C được đo theo JIS K6249 bằng cách sử dụng rôto nhớt kế quay số 1 ở tốc độ quay 60 vòng/phút trong 1 phút.

Thành phần (E)

Chất xúc tác platin: phức chất tetrame vinyl có hàm lượng platin bằng 2%

Thành phần (E-2)

Chất ức chế phản ứng: 1-etynyl-1-xyclohexanol

Thành phần (F)

Chất xúc tác ngưng tụ: Diisopropoxy-bis(etyl axetoaxetat)titan

Các phương pháp đo

Đường kính hạt trung bình

Đường kính hạt trung bình (đường kính trung bình d50) của thành phần (A) được xác định bằng phương pháp tán xạ-nhiễu xạ laze.

Độ hấp thụ dầu

Độ hấp thụ dầu của thành phần (A-2) được xác định dựa trên phương pháp dầu lanh đun sôi theo JIS K5101-13-2.

Khả năng phân phối

Tốc độ dòng (g/phút) của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được xác định như sau và được sử dụng để đánh giá khả năng phân phối.

(1) Bơm tiêm EFD dung tích 30 cc được sản xuất bởi Nordson Corporation được nạp chế phẩm.

(2) Chế phẩm được phân phối ở 0,62 MPa trong 1 phút bằng cách sử dụng SDP400 được sản xuất bởi SAN-EI TECH Ltd. làm máy phân phối.

(3) Tốc độ dòng (g/phút) của chế phẩm được xác định từ việc cân lượng chế phẩm được phân phối này.

Đánh giá khả năng phân phối

Khả năng phân phối của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt được đánh giá dựa trên các tiêu chí sau.

◎: Tốc độ dòng là bằng hoặc lớn hơn 70 g/phút.

○: Tốc độ dòng là bằng hoặc lớn hơn 35 g/phút và nhỏ hơn 70 g/phút.

△: Tốc độ dòng là bằng hoặc lớn hơn 20 g/phút và nhỏ hơn 35 g/phút.

×: Tốc độ dòng là nhỏ hơn 20 g/phút.

Độ dẫn nhiệt

Độ dẫn nhiệt được xác định ở 23°C theo phương pháp đĩa nóng bằng cách sử dụng thiết bị đo các đặc tính lý nhiệt của đĩa nóng (TPS 1500 được sản xuất bởi KYOTO ELECTRONICS MANUFACTURING CO., LTD.) và được đánh giá dựa trên các tiêu chí sau.

◎: Độ dẫn nhiệt là bằng hoặc lớn hơn 8,5 W/(m·K).

○: Độ dẫn nhiệt là bằng hoặc lớn hơn 8,0 W/(m·K) và nhỏ hơn 8,5 W/(m·K).

△: Độ dẫn nhiệt là bằng hoặc lớn hơn 7,5 W/(m·K) và nhỏ hơn 8,0 W/(m·K).

×: Độ dẫn nhiệt là nhỏ hơn 7,5 W/(m·K).

Các ví dụ 1 đến 5 và các ví dụ so sánh 1 đến 4

Các thành phần (A), (B) và (C) được thể hiện trong bảng 1 lần lượt được cho vào máy trộn hành tinh (được sản xuất bởi DALTON Corporation) và được trộn với nhau bằng cách khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong 1 giờ và trộn thêm ở 120°C trong 1 giờ. Hỗn hợp thu được được làm nguội đến 25°C. Sau đó, các thành phần (D), (E) và (E-2) được bổ sung vào và được trộn với hỗn hợp thu được để tạo ra chế phẩm

polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng cộng. Tốc độ dòng của chế phẩm thu được này được xác định, và khả năng phân phối được đánh giá. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1.

Mỗi chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng cộng của các ví dụ 1 đến 5 và các ví dụ so sánh 1 đến 4 được hóa rắn nhiệt trong khuôn ở 150°C trong 1 giờ để tạo ra sản phẩm hóa rắn dày 6mm của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng cộng. Độ dẫn nhiệt của các sản phẩm được hóa rắn thu được này được xác định. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

Các nguyên liệu		Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4
(A-1)	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình bằng 80μm			31,16	26,71					
	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình bằng 60μm	40,07	26,71			26,71	44,52	17,81		
(A')	Các hạt nhôm nitrua hình cầu có đường kính hạt trung bình bằng 80μm									44,52
	Các hạt nhôm nitrua hình cầu có đường kính hạt trung bình bằng 60μm								44,52	
(A-2)	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình bằng 30μm (độ hấp thụ dầu: 41g/100g)			13,36						
	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn có đường kính hạt trung bình bằng 20μm (độ hấp thụ dầu: 19g/100g)	4,45	17,81		17,81			26,71		
	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình bằng 20μm (độ hấp thụ dầu: 30g/100g)					17,81				
(A-3 a)	Các hạt nhôm oxit có dạng hình đa diện có đường kính hạt trung bình bằng 5,0μm	31,06	31,06	31,06	31,06	31,06	31,06	31,06	31,06	31,06
(A-3 b)	Các hạt nhôm oxit có dạng hình đa diện có đường kính hạt trung bình bằng 0,4μm	18,12	18,12	18,12	18,12	18,12	18,12	18,12	18,12	18,12
(B -1)	Polysiloxan hữu cơ chứa nhóm trialkoxy	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50

(C)	Dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm vinyl: M^{vi} $D_{70}M^{vi}$ (độ nhớt: 130mPa.s)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
	Dimetylpolysiloxan có một đầu được khóa bằng nhóm vinyl: $MD_{30}M^{vi}$ (độ nhớt: 25mPa.s)	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48
(D)	Polyhydrosiloxan hữu cơ: $M^{H}D^{H}_{8}D_{42}M^{H}$ (độ nhớt: 45mPa.s)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
(E)	Phức chất tetrame platin-vinyl (2% platin)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
(E – 2)	1-etynyl-1-xyclohexanol	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Tổng cộng		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Hàm lượng (%) của thành phần (A)		93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%
Hàm lượng (%) của các thành phần (A-1) và (A-2) tính theo tổng khối lượng của thành phần (A)		47,5%	47,5%	47,5%	47,5%	47,5%	47,5%	47,5%	47,5%	47,5%
Thành phần (A-1): thành phần (A-2)		90:10	60:40	70:30	60:40	60:40	100:0	40:60	100:0	100:0
Tốc độ dòng (g/phút)		39	74	35	84	41	18	90	45	49
Đánh giá khả năng tháo		○	◎	○	◎	○	×	◎	○	○
Độ dẫn nhiệt W/mK		8,6	7,7	9,8	8,3	7,8	8,7	6,9	7,1	6,9
Đánh giá độ dẫn nhiệt		◎	△	◎	○	△	◎	×	×	×

Từ việc so sánh các ví dụ 1 đến 5 với các ví dụ so sánh 1 đến 4, khả năng phân phối tuyệt vời và các đặc tính dẫn nhiệt cao đã đạt được bằng chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt của các ví dụ 1 đến 5 trong đó chất độn dẫn nhiệt để làm thành phần (A) bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 20 đến 100% khối lượng của (A-1) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm và (A-2) các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm, và tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) tính theo khối lượng là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 95:5.

Ngược lại, chế phẩm của ví dụ so sánh 1 trong đó thành phần (A) không bao gồm thành phần (A-2) có khả năng phân phối kém hơn. Chế phẩm của ví dụ so sánh 2 trong đó tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) tính theo khối lượng là nhỏ hơn 50:50 có các đặc tính dẫn nhiệt kém hơn. Các chế phẩm của các ví dụ so sánh 3 và 4 trong đó thành phần (A-1) được thay bằng các hạt nhôm nitrua hình cầu có đường kính hạt tương tự có các đặc tính dẫn nhiệt kém hơn.

Việc so sánh giữa các ví dụ 1 và 2 cho thấy rằng ví dụ 1 trong đó tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) tính theo khối lượng là 90:10 dẫn đến độ dẫn nhiệt cao, và ví dụ 2 trong đó tỷ lệ hàm lượng là 60:40 đạt được khả năng phân phối cao.

Từ việc so sánh các ví dụ 2, 4 và 5, chế phẩm trong các ví dụ 2 và 4, trong đó độ hấp thụ dầu của thành phần (A-2) là 19g/100g, có lợi là đạt được khả năng phân phối cao, so với ví dụ 5 trong đó độ hấp thụ dầu của thành phần (A-2) là 30g/100g.

Từ việc so sánh giữa các ví dụ 2 và 4, chế phẩm trong ví dụ 4, trong đó các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình 80μm được sử dụng làm thành phần (A-1), có các đặc tính dẫn nhiệt tuyệt vời và khả năng phân phối tuyệt vời, so với ví dụ 2 trong đó các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình 60μm được sử dụng.

Ví dụ 6

Các thành phần (A) và (B) được thể hiện trong bảng 2 được cho vào máy trộn

hành tinh (được sản xuất bởi DALTON Corporation) và được trộn với nhau bằng cách khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong 1 giờ và khuấy thêm ở 120°C trong 1 giờ. Hỗn hợp thu được được làm nguội đến 25°C để thu được chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt dạng mỡ. Tốc độ dòng của chế phẩm thu được này được xác định, và khả năng phân phối được đánh giá. Các kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Độ dẫn nhiệt của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt dạng mỡ của ví dụ 6 được đo với độ dày 6mm. Các kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2

Các nguyên liệu		Ví dụ 6
(A-1)	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình bằng 60μm	35,62
(A - 2)	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn có đường kính hạt trung bình bằng 20μm (độ hấp thụ dầu: 19g/100g)	12,00
(A - 3 a)	Các hạt nhôm oxit có dạng hình đa diện có đường kính hạt trung bình bằng 5,0μm	27,96
(A -3 b)	Các hạt nhôm oxit có dạng hình đa diện có đường kính hạt trung bình bằng 0,4μm	18,12
(B-1)	Polysiloxan hữu cơ chứa nhóm trialkoxy	1,50
(B-5)	Dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm trimetylsilyl: $MD_{40}M$ (độ nhớt: 30mPa-s)	4,80
Tổng cộng		100,0
Hàm lượng (%) của thành phần (A)		93,7%
Hàm lượng (%) của các thành phần (A-1) và (A-2) tính theo tổng khối lượng của thành phần (A)		50,8%
Thành phần (A-1): thành phần (A-2)		75:25
Tốc độ dòng (g/phút)		49,0
Đánh giá khả năng tháo		○
Độ dẫn nhiệt W/mK		8,2
Đánh giá độ dẫn nhiệt		○

Ví dụ 7

Các thành phần (A) và (B) được thể hiện trong bảng 3 được cho vào máy trộn hành tinh (được sản xuất bởi DALTON Corporation) và được trộn với nhau bằng cách khuấy ở nhiệt độ trong phòng trong 1 giờ và được khuấy thêm ở 120°C trong 1 giờ. Hỗn

hợp thu được được làm nguội đến 25°C. Sau đó, thành phần (F) được bổ sung vào và được trộn với hỗn hợp thu được để tạo ra chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng ngưng tụ. Tốc độ dòng của chế phẩm thu được này được xác định, và khả năng phân phối được đánh giá . Các kết quả được thể hiện trong bảng 3.

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng ngưng tụ của ví dụ 7 được nạp vào khuôn có độ dày 6mm và được để yên ở 23°C và độ ẩm tương đối 50% trong 14 ngày mà không đóng khuôn bằng nắp. Sản phẩm được hóa rắn của chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt loại phản ứng ngưng tụ đã thu được. Độ dẫn nhiệt của sản phẩm được hóa rắn thu được này được xác định. Các kết quả được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3

Các nguyên liệu		Ví dụ 7
(A-1)	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình bằng 80μm	35,89
(A-2)	Các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn có đường kính hạt trung bình bằng 20μm (độ hấp thụ dầu: 19g/100g)	12,00
(A - 3 a)	Các hạt nhôm oxit có dạng hình đa diện có đường kính hạt trung bình bằng 5,0μm	28,27
(A - 3 b)	Các hạt nhôm oxit có dạng hình đa diện có đường kính hạt trung bình bằng 0,4μm	18,12
(B- 1)	Polysiloxan hữu cơ chứa nhóm trialkoxy	4,38
(B-2)	Metyltrimetoxysilan	0,50
(B-4)	Dimetylpolysiloxan có cả hai đầu được khóa bằng các nhóm metyldimetoxy (độ nhớt: 30mPa-s)	0,34
(F)	Diisopropoxy-bis(etyl axetoaxetat)titan	0,50
Tổng cộng		100,0
Hàm lượng (%) của thành phần (A)		94,3%
Hàm lượng (%) của các thành phần (A-1) và (A-2) tính theo tổng khối lượng của thành phần (A)		50,8%
Thành phần (A-1): thành phần (A-2)		75:25
Tốc độ dòng (g/phút)		22
Đánh giá khả năng tháo		△
Độ dẫn nhiệt W/mK		10,1
Đánh giá độ dẫn nhiệt		◎

Khả năng áp dụng công nghiệp

Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo sáng chế có thể được sử dụng làm các vật liệu tản nhiệt cho các thiết bị khác nhau có bộ phận sinh nhiệt, ví dụ, các thiết bị điện tử như máy tính cá nhân.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt chứa (A) chất độn dẫn nhiệt, và (B) ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl và dimetylpolysiloxan,

thành phần (A) bao gồm, tính theo tổng khối lượng của thành phần (A), 20 đến 60% khối lượng của thành phần (A-1), 2 đến 25% khối lượng thành phần (A-2), 1 đến 40% khối lượng thành phần (A-3a) và 1 đến 30% phần khối lượng thành phần (A-3b),

tổng thành phần (A-1), (A-2), (A-3a) và (A-3b) là từ 80 đến 100% khối lượng của tổng khối lượng của thành phần (A),

tỷ lệ hàm lượng của thành phần (A-1) với thành phần (A-2) tính theo khối lượng là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 95:5,

thành phần (A-1) là các hạt nhôm nitrua có hình dạng không xác định có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 50μm và không lớn hơn 150μm,

thành phần (A-2) là các hạt nhôm nitrua có hình dạng tròn, hình dạng không xác định hoặc hình đa diện có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 10μm và nhỏ hơn 50μm,

thành phần (A-3a) là các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 1μm và nhỏ hơn 10μm, và

thành phần (A-3b) là các hạt vô cơ có đường kính hạt trung bình không nhỏ hơn 0,1μm và nhỏ hơn 1μm.

2. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo điểm 1, trong đó thành phần (A-2) có độ hấp thụ dầu nằm trong khoảng từ 5 đến 40g/100g như được xác định bằng phương pháp dầu lanh đun sôi theo JIS K5101-13-2.

3. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các hạt vô cơ của các thành phần (A-3a) và (A-3b) ít nhất là hạt được chọn từ nhóm bao gồm các hạt silic nitrua, các hạt nhôm nitrua và các hạt nhôm oxit tương ứng.

4. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chế phẩm này còn bao gồm (C) polysiloxan hữu cơ chứa một hoặc nhiều nhóm không no béo cho một phân tử, (D) polyhydrosiloxan hữu cơ có hai hoặc nhiều nguyên tử hydro được liên kết với các nguyên tử silic cho một phân tử, và (E) chất xúc tác platin.

5. Chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần (B) bao gồm hợp chất chứa nhóm alkoxysilyl, và chế phẩm này còn bao gồm (F) chất xúc tác ngưng tụ.

6. Vật liệu tản nhiệt chứa chế phẩm polysiloxan dẫn nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.