



(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)



1-0037688

(51)^{2022.01} C08G 59/18; B29C 70/30; C08J 5/24; (13) B
C08G 59/26; B29C 70/16

-
- (21) 1-2019-03893 (22) 21/12/2017
(86) PCT/JP2017/045922 21/12/2017 (87) WO 2018/117214 28/06/2018
(30) 2016-247300 21/12/2016 JP; 2017-159015 22/08/2017 JP
(45) 25/12/2023 429 (43) 25/09/2019 378A
(73) Mitsubishi Chemical Corporation (JP)
1-1, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8251, Japan
(72) USHIYAMA Hisaya (JP); DEGUCHI Nao (JP); WATANABE Kenichi (JP);
FUJIMOTO Juichi (JP).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)
-

(54) VẬT LIỆU TẮM TRƯỚC CHỨA SỢI CACBON VÀ NHỰA NỀN, VÀ VẬT LIỆU
DẪO ĐƯỢC GIA CƯỜNG BẰNG SỢI

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu tấm trước chứa sợi cacbon và nhựa nền, trong đó nhựa nền là chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chứa nhựa bisphenol epoxy, thành phần (C) và (D) sau đây:

thành phần (C): hợp chất (met)acrylat hai hoặc nhiều hơn hai chức, và

thành phần (D): chất lưu hóa chứa thành phần (d1) là dixyandiamit và thành phần (d2) là chất khơi mào polyme hóa gốc,

trong đó chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa có môđun uốn nằm trong khoảng từ 3,7 đến 6 GPa, và độ giãn dài khi đứt nằm trong khoảng từ 7 đến 15%, mỗi giá trị được đo đối với tấm nhựa dày 2 mm được sản xuất bằng phương pháp trong đó chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được đổ vào giữa hai tấm thủy tinh, được đúc thành tấm, được gia nhiệt tại 2°C/phút, được lưu hóa nhiệt tại nhiệt độ không khí lò bằng 135°C trong 90 phút. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa, và màng, sản phẩm đúc, vật liệu tấm trước và vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi sử dụng chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa này, được sử dụng phù hợp cho các ứng dụng thể thao và giải trí, ứng dụng công nghiệp nói chung, ứng dụng vật liệu máy bay, và các ứng dụng tương tự.

Quyền ưu tiên được yêu cầu dựa trên đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2016-247300, nộp ngày 21 tháng 12 năm 2016 và đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2017-159015, nộp ngày 22 tháng 8 năm 2017, nội dung được kết hợp vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi, là một trong các vật liệu composit được gia cường bằng sợi, được sử dụng trong nhiều lĩnh vực từ các ứng dụng thể thao và giải trí đến các ứng dụng công nghiệp như ô tô và máy bay vì trọng lượng nhẹ, độ bền cao và độ cứng cao.

Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi được sản xuất, ví dụ, bằng phương pháp sử dụng vật liệu trung gian, cụ thể là vật liệu tấm trước trong đó vật liệu gia cường được tạo thành từ các sợi dài (sợi liên tục) như sợi gia cường, được tấm nhựa nền. Phương pháp này có ưu điểm là lượng sợi gia cường trong vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có thể dễ dàng được kiểm soát, và lượng sợi gia cường lớn hơn có thể được kết hợp vào vật liệu dẻo. Phương pháp này cũng cho phép sản xuất sản phẩm đúc bằng cách cán mỏng nhiều vật liệu tấm trước và lưu hóa nhiệt các vật liệu tấm trước dạng tấm.

Trong nhiều trường hợp, sợi cacbon có độ bền đặc trưng và mô đun đàn hồi đặc trưng rất tốt được sử dụng làm sợi gia cường để đáp ứng nhu cầu giảm khối lượng, và nhựa epoxy có độ dính kết rất tốt với sợi cacbon được sử dụng làm nhựa nền.

Tuy nhiên, do nhựa epoxy thường có xu hướng trở nên giòn khi lưu hóa và có độ dẻo thấp, vấn đề kỹ thuật là cần cải thiện độ dẻo đứt gãy và độ cứng của vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi. Do đó, trong những năm gần đây, đã có nghiên cứu để cải thiện độ dẻo bằng cách thêm chất cải biến như copolyme khối để sử dụng cấu trúc phân tách pha được tạo ra trong quá trình lưu hóa nhựa; tuy nhiên, T_g và mô đun đàn hồi có xu hướng giảm trong hệ cải biến này.

Hơn thế nữa, mặc dù việc làm dẻo nhựa epoxy được thực hiện một cách thông dụng bằng phương pháp cải biến sử dụng vật liệu dẻo kỹ thuật như polyete sulfon, sự gia tăng đáng kể độ nhớt là không thể tránh khỏi.

Để giải quyết vấn đề này, đã cố gắng đồng thời tạo thành chất cải biến và lưu hóa nhựa nền bằng cách polyme hóa monome mà là nguồn của chất cải biến trong hệ bằng “phương pháp polyme hóa tại chỗ” (tài liệu non-patent 1).

Trong nỗ lực này, polyme vinyl được tạo ra bằng việc polyme hóa gốc được sử dụng làm chất cải biến. Cũng trong lĩnh vực vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi, sự phát triển công nghệ đang theo cách tạo ra vật liệu trung gian bằng việc sử dụng kết hợp nhựa epoxy và quá trình polyme hóa gốc (Tài liệu patent 1, 2 và 3).

Danh sách tài liệu viện dẫn

Tài liệu non-patent

Tài liệu non-patent 1: Oyama Toshiyuki, Network Polymer, 36, 211 (2015)

Tài liệu patent

Tài liệu patent 1: Công bố Patent Nhật Bản được cấp số 3669090

Tài liệu patent 2: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản, công bố lần đầu tiên số Hei 11-43547

Tài liệu patent 3: Công bố Patent Nhật Bản được cấp số 5424021

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, không có tài liệu kỹ thuật trước đây nào, nghiên cứu đầy đủ nào được thực hiện đối với nhựa cho vật liệu tấm trước hữu dụng để tạo ra vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có độ bền cao và độ dẻo cao. Trong chế phẩm của mỗi tài liệu non-patent 1 và tài liệu patent 3, độ nhớt của chế phẩm quá thấp để sử dụng làm vật liệu tấm trước. Việc sử dụng các chế phẩm khó khăn và độ bền uốn không đủ. Mặc dù tài liệu patent 1 và 2 đề cập đến các ví dụ sử dụng các chế phẩm nhựa epoxy khác nhau làm nhựa nền cho vật liệu tấm trước, đối tượng của các tài liệu patent này đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu tấm trước sử dụng quá trình polyme hóa gốc làm phương pháp làm tăng độ nhớt, và vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi tạo thành bằng cách sử dụng vật liệu tấm trước thu được bằng phương pháp trên cũng có độ bền uốn không đủ.

Sáng chế được thực hiện khi xem xét tình trạng kỹ thuật ở trên, và được tạo ra dựa trên phát hiện rằng việc sử dụng nhựa epoxy cụ thể và monome có thể polyme hóa gốc làm nhựa nền cho phép tạo thành sản phẩm lưu hóa nhựa mà vượt trội về tất cả đặc tính độ bền, mô đun đàn hồi và độ dẻo, và sản xuất vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có tính chất cơ học rất tốt. Sáng chế đề xuất chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa có thể thể hiện độ bền chống đứt gãy rất tốt, đặc biệt là khi được phủ lên vật liệu composit có hình ống, vật liệu tấm trước sử dụng chế phẩm nhựa này, và vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi được tạo thành nhờ sử dụng vật liệu tấm trước này.

Giải pháp kỹ thuật

Là kết quả của các nghiên cứu chuyên sâu, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc sử dụng nhựa epoxy có cấu trúc đặc trưng và monome có khả năng polyme hóa gốc có cấu trúc đặc trưng có thể giải quyết vấn đề trên, và cho phép sản xuất vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có tính năng mong muốn.

Nghĩa là, sáng chế là như sau.

[1] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chứa thành phần (A), (B), (C) và (D)

sau đây:

thành phần (A): nhựa bisphenol epoxy có điểm làm mềm là 80°C hoặc cao hơn,

thành phần (B): nhựa bisphenol epoxy mà là dạng lỏng ở 25°C,

thành phần (C): hợp chất (met)acrylat hai hoặc nhiều hơn hai chức, và

thành phần (D): chất lưu hóa.

[2] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục [1], còn chứa thành phần (H): nhựa epoxy chứa vòng oxazolidon.

[3] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục [1] hoặc [2], trong đó thành phần (D) bao gồm ít nhất một thành phần (d1) được chọn từ nhóm bao gồm dixyandiamit, ure, imidazol, và amin thơm, và ít nhất một thành phần (d2) là chất khơi mào polyme hóa gốc.

[4] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục [3], trong đó thành phần (d1) được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 15 phần khối lượng tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

[5] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục [3], trong đó thành phần (d2) được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5 phần khối lượng tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy và tất cả các hợp chất (met)acrylat được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

[6] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5], trong đó thành phần (A) được chứa với lượng bằng 20 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 80 phần khối lượng hoặc ít hơn tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

[7] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6], trong đó thành phần (B) được chứa với lượng bằng 20 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 80 phần khối lượng hoặc ít hơn tương ứng với 100 phần khối lượng

tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

[8] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [7], trong đó thành phần (C) được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 5 đến 45 phần khối lượng tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

[9] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [8], còn chứa thành phần (E): nhựa dẻo nhiệt.

[10] Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục [9], trong đó thành phần (E) được chứa với lượng bằng 1 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 15 phần khối lượng hoặc ít hơn tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

[11] Màng được tạo thành từ chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [10].

[12] Sản phẩm đúc được tạo thành từ chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [10].

[13] Vật liệu tấm trước bao gồm sợi gia cường được tẩm chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [10].

[14] Vật liệu tấm trước bao gồm sợi gia cường và nhựa nền, trong đó nhựa nền này là chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chứa thành phần (A), (B), (C) và (D) sau đây:

thành phần (A): nhựa bisphenol epoxy có điểm làm mềm là 80°C hoặc cao hơn,

thành phần (B): nhựa bisphenol epoxy mà là dạng lỏng ở 25°C,

thành phần (C): hợp chất (met)acrylat hai hoặc nhiều hơn hai chức, và

thành phần (D): chất lưu hóa.

[15] Vật liệu tấm trước theo mục [14], còn chứa thành phần (H): nhựa epoxy chứa vòng oxazolidon.

[16] Vật liệu tấm trước theo mục bất kỳ trong số các mục từ [13] đến [15], là vật liệu tấm trước đơn hướng bao gồm sợi gia cường đã căn thẳng hàng một cách đơn hướng được tấm chế phẩm nhựa,

trong đó vật liệu tấm trước có độ bền uốn bằng 1750 MPa hoặc lớn hơn, môđun uốn bằng 125 GPa hoặc lớn hơn, và độ giãn dài khi đứt bằng 1,2 % hoặc lớn hơn, mỗi giá trị được đo đối với tấm dẻo được gia cường bằng sợi được sản xuất bằng cách sử dụng vật liệu tấm trước theo phương pháp bao gồm việc cắt vật liệu tấm trước ở trạng thái chưa lưu hóa thành 24 tấm, mỗi tấm có kích cỡ 300 mm × 300 mm, xếp chồng 24 tấm này sao cho hướng sợi của các tấm này giống nhau để thu được tấm nhiều lớp, gia nhiệt tấm nhiều lớp này trong nồi hấp với tốc độ gia nhiệt 2°C/phút trong áp suất 0,04 MPa, giữ tấm nhiều lớp này trong nồi hấp ở 80°C trong 60 phút, gia nhiệt tấm nhiều lớp này trong nồi hấp với tốc độ gia nhiệt 2°C/phút trong áp suất 0,6 MPa, và giữ tấm nhiều lớp này trong nồi hấp ở 130°C trong 90 phút, nhờ đó lưu hóa nhiệt tấm nhiều lớp này để thu được tấm dẻo được gia cường bằng sợi có độ dày bằng 2,1 mm.

[17] Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi chứa sản phẩm lưu hóa của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [10] và sợi gia cường.

[18] Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo mục [17], có hình ống.

[19] Sản phẩm đúc vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi bao gồm: nhựa nền bao gồm nhựa bisphenol epoxy và (met)acrylat mà cùng nhau tạo ra cấu trúc hải đảo; và sợi gia cường, trong đó sản phẩm đúc vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi này có độ bền uốn bằng 1800 MPa hoặc lớn hơn, môđun uốn bằng 65 GPa hoặc lớn hơn, và độ giãn dài khi đứt bằng 8% hoặc lớn hơn.

Hiệu quả có thể đạt được của sáng chế

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế có thể tạo ra nhựa lưu hóa có độ bền cao, môđun đàn hồi cao và độ dẻo cao, và việc sử dụng chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế làm nhựa nền của vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi cho

phép sản xuất vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có tính chất cơ học rất tốt. Đặc biệt là, việc sử dụng chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế cho phép sản xuất ống dẻo được gia cường bằng sợi có độ bền chống đứt gãy rất tốt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Từ đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Theo sáng chế, thuật ngữ “nhựa epoxy” có nghĩa là hợp chất có hai hoặc nhiều hơn hai nhóm epoxy trong một phân tử, và thuật ngữ “hợp chất (met)acrylat hai hoặc nhiều hơn hai chức” có nghĩa là hợp chất acrylat (acrylic este) và/hoặc hợp chất metacrylat (metacrylic este), mỗi hợp chất có hai hoặc nhiều hơn hai liên kết đôi trong một phân tử.

Ngoài ra, thuật ngữ “chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa” có nghĩa là chế phẩm nhựa chứa nhựa epoxy, hợp chất (met)acrylat, chất lưu hóa, chất xúc tiến lưu hóa, và tùy ý là nhựa dẻo nhiệt, chất phụ gia, v.v.

Ngoài ra, theo sáng chế, sản phẩm lưu hóa thu được bằng cách lưu hóa chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được đề cập đến là “sản phẩm nhựa lưu hóa”, và sản phẩm lưu hóa được tạo dạng tấm cụ thể có thể được đề cập đến là “tấm nhựa”.

Theo sáng chế, điểm làm mềm, đương lượng epoxy và đương lượng hydro hoạt tính là các giá trị được đo trong các điều kiện sau.

1) Điểm làm mềm: giá trị được đo theo JIS-K7234: 2008 (phương pháp vòng và bi).

2) Đương lượng epoxy: giá trị được đo theo JIS K-7236: 2001.

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế (sau đây cũng được đề cập đến là “chế phẩm nhựa theo sáng chế”) chứa thành phần (A), thành phần (B), thành phần (C) và thành phần (D). Chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể còn chứa thành phần tùy ý, như thành phần (H), thành phần (E), thành phần (F), thành phần (G), và chất phụ

gia.

Thành phần (A)

Thành phần (A) là nhựa bisphenol epoxy có điểm làm mềm là 80°C hoặc cao hơn, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 82 đến 150°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 85 đến 145°C. Khi điểm làm mềm của thành phần (A) không thấp hơn giá trị giới hạn dưới nêu trên, sản phẩm nhựa lưu hóa thu được từ chế phẩm nhựa theo sáng chế có độ dẻo rất tốt. Mặt khác, khi điểm làm mềm của thành phần (A) không cao hơn giới hạn trên nêu trên, độ bền nhiệt của sản phẩm nhựa lưu hóa trở nên có thể được duy trì thích hợp, và vật liệu tấm trước có độ dính khi chưa khô và xếp nếp rất tốt (tính phù hợp với hình dạng khuôn (tính mềm dẻo)) cũng như vật liệu composit được gia cường bằng sợi không có lỗ rỗng có thể thu được.

Chế phẩm nhựa theo sáng chế tốt hơn là chứa thành phần (A) với lượng bằng 20 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 80 phần khối lượng hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 25 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 75 phần khối lượng hoặc ít hơn, và tốt hơn nữa là 30 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 70 phần khối lượng hoặc ít hơn, tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa. Trong bản mô tả sáng chế, tổng của tất cả các nhựa epoxy có nghĩa là tổng của nhựa epoxy làm thành phần (A) và thành phần (B), hoặc tổng của nhựa epoxy làm thành phần (F) và/hoặc thành phần (H) được mô tả sau đây cũng như thành phần (A) và thành phần (B), khi chế phẩm nhựa còn chứa thành phần (F) và/hoặc thành phần (H).

Giới hạn dưới của lượng thành phần (A) tốt hơn là 25 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, và tốt hơn nữa là 30 phần khối lượng hoặc nhiều hơn. Giới hạn trên của lượng thành phần (A) tốt hơn là 75 phần khối lượng hoặc ít hơn, và tốt hơn nữa là 70 phần khối lượng hoặc ít hơn.

Khi lượng thành phần (A) trong chế phẩm nhựa theo sáng chế bằng 20 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, có xu hướng thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có độ dẻo rất tốt. Mặt khác, khi lượng thành phần (A) bằng 80 phần khối lượng hoặc ít hơn, độ bền

nhệt của sản phẩm nhựa lưu hóa trở nên có thể được duy trì thích hợp, và vật liệu tấm trước có độ dính khi chưa khô và xếp nếp rất tốt (tính phù hợp với hình dạng khuôn (tính mềm dẻo)) cũng như vật liệu composit được gia cường bằng sợi không có lỗ rỗng có thể thu được.

Thành phần (A) có thể là sản phẩm có bán trên thị trường.

Ví dụ không giới hạn của nhựa bisphenol A epoxy có bán trên thị trường (thành phần (A)) có điểm làm mềm là 80°C hoặc cao hơn bao gồm jER1055, jER1004, jER1007 và jER1009 (mỗi loại là tên sản phẩm của sản phẩm được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation); EPICLON 2050, EPICLON 3050, EPICLON 4050, EPICLON 7050, EPICLON HM-091 và EPICLON HM-101 (mỗi loại là tên sản phẩm của sản phẩm được sản xuất bởi DIC Corporation); YD-902, YD-903N, YD-904, YD-907, YD-7910 và YD-6020 (mỗi loại là tên sản phẩm của sản phẩm được sản xuất bởi Nippon Steel & Sumikin Chemical Co., Ltd.); và tương tự.

Ví dụ không giới hạn của nhựa bisphenol F epoxy có bán trên thị trường (thành phần (A)) có điểm làm mềm là 80°C hoặc cao hơn bao gồm jER4004P, jER4005P, jER4007P và jER4010P (mỗi loại là tên sản phẩm của sản phẩm được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation); YDF2004 và YDF-2005RD (mỗi loại là tên sản phẩm của sản phẩm được sản xuất bởi Nippon Steel & Sumikin Chemical Co., Ltd.); và tương tự.

Bất kỳ trong số các nhựa epoxy nêu trên có thể tốt hơn là được sử dụng theo sáng chế làm thành phần (A), và có thể sử dụng một trong các nhựa này riêng lẻ, hoặc có thể sử dụng kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai nhựa.

Thành phần (B)

Thành phần (B) là nhựa bisphenol epoxy mà là dạng lỏng ở 25°C. Thành phần (B) chủ yếu góp phần cải thiện độ bền, mô đun đàn hồi và độ bền nhiệt của sản phẩm nhựa lưu hóa thu được từ chế phẩm nhựa theo sáng chế. Thuật ngữ “dạng lỏng” ở trên chỉ ra rằng nhựa bisphenol epoxy có tính lỏng. Độ nhớt của nhựa epoxy tốt hơn là 500

Pa·giây hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 300 Pa·giây, ở 25°C. Khi độ nhớt nằm trong khoảng này, tính dễ gia công của chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể được cải thiện.

Chế phẩm nhựa theo sáng chế tốt hơn là chứa thành phần (B) với lượng bằng 20 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 80 phần khối lượng hoặc ít hơn tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa theo sáng chế.

Giới hạn dưới của lượng thành phần (B) tốt hơn nữa là 25 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 30 phần khối lượng hoặc nhiều hơn. Giới hạn trên của lượng thành phần (B) tốt hơn nữa là 75 phần khối lượng hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 70 phần khối lượng hoặc ít hơn.

Khi lượng thành phần (B) bằng 20 phần khối lượng hoặc nhiều hơn trong chế phẩm nhựa theo sáng chế, có khả năng thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có độ bền và môđun đàn hồi rất tốt. Mặt khác, khi lượng thành phần (B) bằng 80 phần khối lượng hoặc ít hơn, có khả năng thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có độ dẻo rất tốt.

Thành phần (B) có thể là sản phẩm có bán trên thị trường.

Ví dụ không giới hạn của nhựa bisphenol A epoxy có bán trên thị trường (thành phần (B)) là dạng lỏng ở 25°C bao gồm jER 827 (đương lượng epoxy 185 g/eq) và jER 828 (đương lượng epoxy 189 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation); YD-127 (đương lượng epoxy 185 g/eq) và YD-128 (đương lượng epoxy 189 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Nippon Steel & Sumikin Chemical Co., Ltd.); EPICLON 840 (đương lượng epoxy 185 g/eq) và EPICLON 850 (đương lượng epoxy 189 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi DIC Corporation); D.E.R331 (đương lượng epoxy 187 g/eq) và D.E.R332 (đương lượng epoxy 173 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi THE DOW CHEMICAL COMPANY); và tương tự.

Ví dụ không giới hạn của nhựa bisphenol F epoxy có bán trên thị trường (thành phần (B)) có đương lượng epoxy bằng 250 hoặc nhỏ hơn bao gồm jER 806 (đương

lượng epoxy 165 g/eq) và jER 807 (đương lượng epoxy 170 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation); YDF-170 (đương lượng epoxy 170 g/eq) (được sản xuất bởi Nippon Steel & Sumikin Chemical Co., Ltd.); EPICLON 830 (đương lượng epoxy 170 g/eq) và EPICLON 835 (đương lượng epoxy 172 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi DIC Corporation); D.E.R354 (đương lượng epoxy 170 g/eq) (được sản xuất bởi THE DOW CHEMICAL COMPANY); và tương tự. Có thể sử dụng một trong số các loại này riêng lẻ, hoặc có thể sử dụng kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai loại.

Thành phần (C)

Thành phần (C) là hợp chất (met)acrylat hai hoặc nhiều hơn hai chức. Thành phần (C) góp phần cải thiện độ bền, mô đun đàn hồi, và độ dẻo của sản phẩm nhựa lưu hóa thu được từ chế phẩm nhựa theo sáng chế.

Ví dụ của hợp chất (met)acrylat hai chức bao gồm các diol như etylen glycol, dietylen glycol, trietylen glycol, tetraetylen glycol, propylen glycol, dipropylen glycol, tripropylen glycol, tetrapropylen glycol, 1,3-butylen glycol, 1,4-butandiol, 1,5-pentandiol, neopentyl glycol, 3-metyl-1,5-pentandiol, 2,4-dietyl-1,5-pentandiol, 1,6-hexandiol, 1,9-nonandiol, 2-metyl-1,8-octandiol, 1,10-decandiol, neopentyl glycol hydroxypivalat, trixyclodecandimetanol, xyclohexandimetanol, bisphenol A, bisphenol A hydro hóa, dioxan glycol, và bisphenoxyfloreten etanol; và di(met)acrylat thu được bằng phản ứng este hóa của diol (thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào bất kỳ trong số các diol ví dụ ở trên) với axit (met)acrylic.

Ví dụ của hợp chất (met)acrylat ba chức bao gồm tri(met)acrylat thu được bằng cách este hóa rượu thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit, caprolacton hoặc tương tự vào triol hoặc tetraol như trimetylolpropan, tris (2-hydroxyetyl) isoxyanurat, glyxerol, pentaerythritol, và tương tự.

Ví dụ của hợp chất (met)acrylat bốn hoặc nhiều hơn bốn chức bao gồm poly(met)acrylat thu được bằng cách este hóa polyol bằng phản ứng của nó với axit

(met)acrylic. Ví dụ của polyol bao gồm ditrimetylolpropan, pentaerythritol, dipentaerythritol, tripentaerythritol và polyol thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào bất kỳ trong số các polyol ví dụ ở trên.

Các ví dụ khác bao gồm uretan poly(met)acrylat thu được bằng cách bổ sung trực tiếp hydroxyetyl (met)acrylat, hydroxypropyl (met)acrylat, pentaerythritol triacrylat hoặc tương tự vào ít nhất một loại polyisoxyanat, như 1,3- và 1,4-diisoxyanatoxyclohexan, 3-isoxyanatometyl-3,5,5-trimetylxyclohexyl isoxyanat, 4,4'-metylendixyclohexyl diisoxyanat, 2,4-metylendixyclohexyl diisoxyanat, 2,2'-metylendixyclohexyl diisoxyanat, tolylen diisoxyanat, diphenylmetan diisoxyanat, và hexametylen diisoxyanat.

Chúng có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai chất.

Chế phẩm nhựa theo sáng chế tốt hơn là chứa thành phần (C) với lượng bằng 5 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 45 phần khối lượng hoặc ít hơn tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa theo sáng chế.

Giới hạn dưới của lượng thành phần (C) tốt hơn nữa là 10 phần khối lượng hoặc nhiều hơn. Giới hạn trên của lượng thành phần (B) tốt hơn nữa là 40 phần khối lượng hoặc ít hơn.

Khi lượng thành phần (C) bằng 5 phần khối lượng hoặc nhiều hơn trong chế phẩm nhựa theo sáng chế, có khả năng thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có độ bền và môđun đàn hồi rất tốt. Mặt khác, khi lượng thành phần (C) bằng 45 phần khối lượng hoặc ít hơn, có khả năng thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có độ ổn định kích thước rất tốt.

Thành phần (D)

Thành phần (D) là chất lưu hóa. Chất lưu hóa được sử dụng làm thành phần (D) không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là sử dụng, kết hợp, thành phần (d1) để lưu hóa thành phần (A) và (B), và thành phần (d2) để lưu hóa thành phần (C). Dixyandiamit,

ure, imidazol, amin thơm, các chất lưu hóa gốc amin khác, anhydrit axit, phức hợp bo clorua amin, v.v. có thể được sử dụng làm thành phần (d1), nhưng cụ thể tốt hơn là sử dụng ít nhất một chất lưu hóa được chọn từ dixyandiamit, ure, imidazol và amin thơm.

Dixyandiamit được ưu tiên vì nó có điểm nóng chảy cao và triệt tiêu tính tương thích với nhựa epoxy trong khoảng nhiệt độ thấp, do đó có khả năng thu được chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa có thời gian sau khi trộn rất tốt là kết quả của việc sử dụng nó làm chất lưu hóa (d1). Ngoài ra, việc sử dụng dixyandiamit làm chất lưu hóa (d1) cũng tốt hơn ở chỗ khi có mặt dixyandiamit làm chất lưu hóa (d1) trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa có xu hướng cải thiện tính chất cơ học của sản phẩm nhựa lưu hóa.

Về lượng dixyandiamit trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế, lượng này tốt hơn là sao cho số mol hydro hoạt tính của dixyandiamit tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1 lần tổng số mol của nhóm epoxy thuộc về nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa. Khi lượng này bằng 0,4 lần hoặc nhiều hơn, có xu hướng thu được sản phẩm lưu hóa có độ bền nhiệt tốt và tính chất cơ học tốt (nghĩa là, độ bền và mô đun đàn hồi cao). Ngoài ra, với số này bằng 1 lần hoặc nhỏ hơn, có ưu điểm là có xu hướng thu được sản phẩm lưu hóa có tính chất cơ học tốt (nghĩa là, khả năng biến dạng dẻo và độ chống va đập rất tốt). Ngoài ra, số mol của hydro hoạt tính của dixyandiamit này tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,8 lần do sản phẩm nhựa lưu hóa có xu hướng vượt trội hơn về độ bền nhiệt.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm dixyandiamit có bán trên thị trường bao gồm DICY7 và DICY15 (mỗi loại được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation); DICYANEX1400F (được sản xuất bởi Air Products and Chemicals Inc.); và tương tự.

Về ure có thể sử dụng làm thành phần (d1), không có giới hạn cụ thể miễn là nó có nhóm dimethylureido trong phân tử của nó, và tạo nhóm isoxyanat và dimethylamin khi được gia nhiệt ở nhiệt độ cao, mà hoạt hóa nhóm epoxy của thành phần (A) và thành phần (B) hoặc các nhựa epoxy khác được sử dụng kết hợp. Ví dụ của ure bao gồm dimethylurea thơm có nhóm dimethylureido được liên kết với vòng thơm của nó, và

dimethyl ure béo có nhóm dimethylureido được liên kết với hợp chất béo. Trong số các chất này, dimethyl ure thơm tốt hơn ở chỗ tốc độ lưu hóa tăng và độ bền nhiệt và độ bền uôn của sản phẩm lưu hóa có xu hướng cải thiện.

Ví dụ, phenyldimethylure, metylen bis(phenyldimethylure), và tolylen bis(dimethylure) có thể phù hợp được sử dụng làm dimethyl ure thơm. Ví dụ cụ thể của chúng bao gồm 4,4'-metylenbis (phenyldimethylure) (MBPDMU), 3-phenyl-1,1-dimethylure (PDMU), 3-(3,4-diclophenyl)-1,1-dimethylure (DCMU), 3-(3-clo-4-metylphenyl)-1,1-dimethylure, 2,4-bis(3,3-dimethylureido) toluen (TBDMU), và dimethylure thu được từ m-xylylen diisoxyanat và dimethylamin. Trong số các chất này, DCMU, MBPDMU, TBDMU, và PDMU được ưu tiên hơn về khả năng xúc tiến lưu hóa và truyền độ bền nhiệt cho sản phẩm nhựa lưu hóa.

Có thể sử dụng chỉ một trong các chất này, hoặc có thể sử dụng kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai chất trong số các chất này.

Ví dụ của dimethylure béo bao gồm dimethylure thu được từ isophoron diisoxyanat và dimethylamin, và dimethylure thu được từ hexametylen diisoxyanat và dimethylamin.

Ure có thể là sản phẩm có bán trên thị trường.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của DCMU bao gồm DCMU-99 (được sản xuất bởi Hodogaya Chemical Industry Co., Ltd.) và tương tự.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của MBPDMU bao gồm Technicure MDU-11 (được sản xuất bởi A & C Catalysts Inc.), Omicure 52 (được sản xuất bởi PTI Japan, Ltd.) và tương tự.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của PDMU bao gồm Omicure 94 (được sản xuất bởi PTI Japan, Ltd.) và tương tự.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của TBDMU bao gồm Omicure 24 (được sản xuất bởi PTI Japan, Ltd.), U-CAT 3512T (được sản xuất bởi San-Apro

Ltd.) và tương tự.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của dimethylure béo bao gồm U-CAT 3513N (được sản xuất bởi San-Apro Ltd.) và tương tự.

Lượng ure tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 15 phần khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2 đến 10 phần khối lượng, tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế. Khi lượng ure bằng 1 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, ure đủ lưu hóa và xúc tiến quá trình lưu hóa nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa epoxy, nhờ đó tính chất cơ học và độ bền nhiệt có khả năng cải thiện. Mặt khác, khi lượng ure bằng 15 phần khối lượng hoặc ít hơn, độ dẻo của sản phẩm nhựa lưu hóa có khả năng được duy trì ở mức cao.

Imidazol có thể sử dụng làm thành phần (d1) có thể là imidazol, hoặc có thể là sản phẩm cộng imidazol, imidazol clathrat, imidazol vi nang hoặc hợp chất imidazol được ổn định bằng sự kết hợp với chất làm ổn định.

Mỗi hợp chất trong số các hợp chất này có nguyên tử nitơ có cặp electron không chia sẻ trong cấu trúc của nó, mà có thể hoạt hóa nhóm epoxy của thành phần (A) hoặc thành phần (B), hoặc cũng hoạt hóa các nhựa epoxy khác được sử dụng, để nhờ đó xúc tiến quá trình lưu hóa.

Ví dụ cụ thể không giới hạn của imidazol bao gồm 2-metylimidazol, 2-etyl-4-metylimidazol, 2-undexylimidazol, 2-heptadecylimidazol, 1,2-dimetylimidazol, 2-phenylimidazol và 2-phenyl-4-metylimidazol, 1-benzyl-2-phenylimidazol, 1-benzyl-2-metylimidazol, 1-xyanoetyl-2-metylimidazol, 1-xyanoetyl-2-etyl-4-metylimidazol, 1-xyanoetyl-2-undexylimidazol, 1-xyanoetyl-2-phenylimidazol, 1-xyanoetyl-2-etyl-4-metylimidazolium trimellitrat, 1-xyanoetyl-2-undexylimidazolium trimellitrat, 1-xyanoetyl-2-phenylimidazolium trimellitrat, 2,4-diamino-6-(2'-metylimidazolyl-(1'))-etyl-s-triazin, 2,4-diamino-6-(2'-undexylimidazolyl-(1'))-etyl-s-triazin, 2,4-diamino-6-(2'-etyl-4-metylimidazolyl-(1'))-etyl-s-triazin, sản phẩm cộng 2,4-diamino-6-(2'-

metylimidazolyl-(1'))-ethyl-s-triazin-axit isoxyanuric, sản phẩm cộng 2-phenylimidazol-axit isoxyanuric, sản phẩm cộng 2-metylimidazol-axit isoxyanuric, 1-xyanoethyl-2-phenyl-4,5-di(2-xyanoetoxy) metylimidazol, 2-phenyl-4,5-dihydroxymetylimidazol, 2-phenyl-4-metyl-5-hydroxymetyl imidazol, và tương tự.

Sản phẩm cộng imidazol, imidazol clathrat bao gồm các phân tử khác, imidazol vi nang và hợp chất imidazol kết hợp với chất làm ổn định là sản phẩm được cải biến của imidazol được mô tả ở trên. Việc xử lý sản phẩm cộng, tạo mắt lưới với các phân tử khác, tạo vi nang và kết hợp với chất làm ổn định có thể làm giảm hoạt tính của imidazol, cho phép chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa thể hiện thời gian sau khi trộn rất tốt trong khoảng nhiệt độ thấp trong khi thể hiện khả năng lưu hóa hoặc xúc tiến lưu hóa cao.

Imidazol có thể là sản phẩm có bán trên thị trường.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của imidazol bao gồm 2E4MZ, 2P4MZ, 2PZ-CN, C11Z-CNS, C11Z-A, 2MZA-PW, 2MA-OK, 2P4MHZ-PW và 2PHZ-PW (mỗi loại được sản xuất bởi Shikoku Chemicals Corporation).

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của sản phẩm cộng imidazol bao gồm PN-50, PN-50J, PN-40, PN-40J, PN-31, PN-23 và PN-H, tất cả có cấu trúc được tạo thành bằng cách bổ sung mở vòng hợp chất imidazol vào nhóm epoxy của nhựa epoxy (mỗi loại được sản xuất bởi Ajinomoto Fine-Techno Co.,Inc.).

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của imidazol clathrat bao gồm TIC-188, KM-188, HIPA-2P4MHZ, NIPA-2P4MHZ, TEP-2E4MZ, HIPA-2E4MZ và NIPA-2E4MZ (mỗi loại được sản xuất bởi Nippon Soda Co., Ltd.).

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của imidazol vi nang bao gồm Novacure HX3721, HX3722, HX3742 và HX3748 (mỗi loại được sản xuất bởi Asahi Kasei E-materials Corp.); và LC-80 (được sản xuất bởi A & C Catalysts Inc.).

Đối với hợp chất imidazol kết hợp với chất làm ổn định, ví dụ, hợp chất này có thể được điều chế bằng cách kết hợp Cureduct P-0505 (sản phẩm cộng bisphenol A

diglycidyl ete/2-ethyl-4-methylimidazol), là sản phẩm cộng imidazol được sản xuất bởi Shikoku Chemicals Corporation, với L-07N (hỗn hợp epoxy-phenol-borat), là chất làm ổn định được sản xuất bởi Shikoku Chemicals Corporation. Hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng các imidazol và hợp chất imidazol khác nhau nêu trên như sản phẩm cộng imidazol thay vì Cureduct P-0505 nêu trên. Bất kỳ hợp chất thể hiện độ hòa tan thấp đối với nhựa epoxy có thể phù hợp được sử dụng làm hợp chất imidazol trước khi được kết hợp với chất làm ổn định, và Cureduct P-0505 được ưu tiên từ quan điểm này.

Lượng imidazol tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 15 phần khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2 đến 10 phần khối lượng, tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế. Khi lượng imidazol bằng 1 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, imidazol có khả năng đủ lưu hóa và xúc tiến quá trình lưu hóa nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa epoxy, và có khả năng đạt được độ bền nhiệt ở mức đủ cao. Mặt khác, khi lượng imidazol bằng 15 phần khối lượng hoặc ít hơn, có khả năng thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có tính chất cơ học rất tốt.

Ví dụ không giới hạn của amin thơm có thể sử dụng làm thành phần (d1) bao gồm 3,3'-diisopropyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3'-di-t-butyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3'-diethyl-5,5'-dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3'-diisopropyl-5,5'-dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3'-di-t-butyl-5,5'-dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3', 5,5'-tetraethyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3'-diisopropyl-5,5'-diethyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3'-di-t-butyl-5,5'-diethyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3', 5,5'-tetraisopropyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3'-di-t-butyl-5,5'-diisopropyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 3,3', 5,5'-tetra-t-butyl-4,4'-diaminodiphenylmetan, 4,4'-diaminodiphenylmetan, 4,4'-diaminodiphenylsulfon, 3,3'-diaminodiphenylsulfon, m-phenyldiamin, m-xylyldiamin, diethyltoluendiamin và tương tự. Trong số các chất này, tốt hơn là sử dụng 4,4'-diaminodiphenylsulfon và 3,3'-

diaminodiphenylsulfon vì các chất này có độ bền nhiệt và môđun đàn hồi rất tốt và có thể tạo ra sản phẩm lưu hóa mà có hệ số giãn nở tuyến tính nhỏ và cho phép giảm độ bền nhiệt ít hơn do sự hấp thụ hơi ẩm. 4,4'-diaminodiphenylsulfon cũng thích hợp hơn ở chỗ độ dính khi chưa khô của vật liệu tẩm trước có thể được duy trì trong thời gian dài. 3,3'-diaminodiphenylsulfon kém hơn 4,4'-diaminodiphenylsulfon về độ dính khi chưa khô của vật liệu tẩm trước và độ bền nhiệt của sản phẩm lưu hóa; tuy nhiên, 3,3'-diaminodiphenylsulfon được ưu tiên bởi vì nó có thể làm tăng môđun đàn hồi và độ dẻo của sản phẩm lưu hóa. Ngoài ra, tốt hơn là trộn 4,4'-diaminodiphenylsulfon cùng với 3,3'-diaminodiphenylsulfon vì độ bền nhiệt và môđun đàn hồi của sản phẩm lưu hóa có thể dễ dàng được điều chỉnh. Các amin thơm này có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc kết hợp khi thích hợp.

Đối với lượng hỗn hợp của các amin thơm, đặc biệt là trong trường hợp diaminodiphenylsulfon, số đương lượng hydro hoạt tính của nhóm amino tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5 lần, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,6 đến 1,4 lần số đương lượng epoxy của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế. Bằng cách trộn chất lưu hóa nhựa epoxy này với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5 lần, môđun đàn hồi, độ dẻo và độ bền nhiệt của sản phẩm nhựa lưu hóa có khả năng nằm trong khoảng có lợi.

Amin thơm có thể là sản phẩm có bán trên thị trường.

Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của 4,4'-diaminodiphenyl sulfon bao gồm Seikacure S (đương lượng hydro hoạt tính 62 g/eq, được sản xuất bởi Wakayama Seika Kogyo Co., Ltd.), và Sumicure S (đương lượng hydro hoạt tính 62 g/eq, được sản xuất bởi Sumitomo Chemical Co., Ltd.). Ví dụ không giới hạn của sản phẩm thương mại của 3,3'-diaminodiphenyl sulfon bao gồm 3,3'-DAS (đương lượng hydro hoạt tính 62 g/eq, được sản xuất bởi Mitsui Fine Chemicals, Inc.).

Ví dụ không giới hạn của các sản phẩm thương mại khác của amin thơm bao gồm MDA-220 (đương lượng hydro hoạt tính 50 g/eq, được sản xuất bởi Mitsui

Chemicals Inc.); “JER Cure (nhãn hiệu đã được đăng ký)” W (đương lượng hydro hoạt tính 45 g/eq, Japan Epoxy Resin Co., Ltd.); và “Lonzacure (nhãn hiệu đã được đăng ký)” M-DEA (đương lượng hydro hoạt tính 78 g/eq), “Lonzacure (nhãn hiệu đã được đăng ký)” M-DIPA (đương lượng hydro hoạt tính 92 g/eq), “Lonzacure (nhãn hiệu đã được đăng ký)” M-MIPA (đương lượng hydro hoạt tính 78 g/eq), và “Lonzacure (nhãn hiệu đã được đăng ký)” DETDA 80 (đương lượng hydro hoạt tính 45 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Lonza, Inc.).

Ví dụ của chất lưu hóa gốc amin khác mà có thể được sử dụng làm thành phần (d1) bao gồm metaphenylen diamin, diaminodiphenylmetan, metaxylen diamin, isophoron diamin, trietylentetramin và tương tự.

Ngoài ra, ví dụ của anhydrit axit mà có thể được sử dụng làm thành phần (d1) bao gồm methyl nadic anhydrit hydro hóa, methyl hexahydrophthalic anhydrit và tương tự.

Hợp chất azo, hợp chất peroxit, chất khơi mào quang polyme hóa gốc và tương tự có thể được đề cập làm chất khơi mào polyme hóa gốc mà có thể được sử dụng làm thành phần (d2). Cụ thể là, tốt hơn nếu sử dụng ít nhất một chất lưu hóa được chọn từ các hợp chất peroxit.

Ví dụ của hợp chất azo bao gồm 2,2-azobis(isobutyronitril), 2,2-azobis(2,4-dimethylvaleronitril), dimethyl 2,2-azobis(2-methylpropionat), 2,2-azobis(2-methylbutyronitril), 1,1-azobis(xyclohexan-1-carbonitril), 2,2-azobis(N-butyl-2-methylpropionamit), dimethyl 1,1-azobis(1-xyclohexancarboxylat) và tương tự.

Ví dụ của hợp chất peroxit bao gồm methyl ethyl keton peroxit, methyl xyclohexanon peroxit, methyl axetoaxetat peroxit, axetylaxeton peroxit, 1,1-bis(t-butylperoxy)3,3,5-trimethylxyclohexan, 1,1-bis(t-hexylperoxy)xyclohexan, 1,1-bis(t-hexylperoxy)3,3,5-trimethylxyclohexan, 1,1-bis(t-butylperoxy)xyclohexan, 2,2-bis(4,4-di-t-hexylperoxyxyclohexyl)propan, 1,1-bis(t-butylperoxy)xyclododecan, n-butyl 4,4-bis(t-butylperoxy)valerat, 2,2-bis(t-butylperoxy)butan, 1,1-bis(t-butylperoxy)-2-methylxyclohexan, t-butyl hydroperoxit, P-mentan hydroperoxit, 1,1,3,3-tetramethylbutyl

hydroperoxit, t-hexyl hydroperoxit, dicumyl peroxit, 2,5-dimetyl-2,5-bis(t-butyl)peroxy)hexan, α,α' -bis(t-butylperoxy)diisopropylbenzen, t-butylcumyl peroxit, di-t-butyl peroxit, 2,5-dimetyl-2,5-bis(t-butylperoxy)hexyn-3, isobutyryl peroxit, 3,5,5-trimetylhexanoyl peroxit, octanoyl peroxit, lauroyl peroxit, xinnamat peroxit, m-toluoyl peroxit, benzoyl peroxit, diisopropyl peroxydicacbonat, bis(4-t-butylxyclohexyl)peroxydicacbonat, di-3-metoxibutylperoxydicacbonat, di-2-etylhexylperoxydicacbonat, di-sec-butylperoxydicacbonat, di(3-metyl-3-metoxibutyl)peroxydicacbonat, di(4-t-butylxyclohexyl)peroxydicacbonat, α,α' -bis(neodecanoylperoxy)diisopropylbenzen, cumylperoxyneodecanoat, 1,1,3,3-tetrametylbutylperoxyneodecanoat, 1-xyclohexyl-1-metyletylperoxyneodecanoat, t-hexylperoxyneodecanoat, t-butylperoxyneodecanoat, t-hexyperoxypivalat, t-butylperoxypivalat, 2,5-dimetyl-2,5-bis(2-etylhexanoylperoxy)hexan, 1,1,3,3-tetrametylbutylperoxy-2-etylhexanoat, 1-xyclohexyl-1-metylperoxy-2-etylhexanoat, t-hexylperoxy-2-etylhexanoat, t-butylperoxy-2-etyl hexanoat, t-butylperoxyisobutytrat, axit t-butylperoxymaleic, t-butylperoxylaurat, t-butylperoxy-3,5,5-trimetylhexanoat, t-hexylperoxyisopropyl monocacbonat, t-butylperoxyisopropyl monocacbonat, t-butylperoxy-2-etylhexyl monocacbonat, 2,5-dimetyl-2,5-bis(benzoylperoxy)hexan, t-butylperoxyaxetat, t-hexylperoxybenzoat, t-butylperoxy-m-toluoylbenzoat, t-butylperoxybenzoat, bis(t-butylperoxy)isophthalat, t-butylperoxyalyl monocacbonat, 3,3', 4,4'-tetra(t-butylperoxycacbonyl)benzophenon, dibenzoyl peroxit, di-t-hexyl peroxit, diisopropylbenzen hydroperoxit, và tương tự.

Ví dụ của chất khơi mào quang trùng hợp gốc bao gồm benzophenon, 4,4-bis(diethylamino)benzophenon, 2,4,6-trimetylbenzophenon, metyl o-benzoylbenzoat, 4-phenylbenzophenon, 2-hydroxy-1-[4-[4-(2-hydroxy-2-metyl-propionyl)benzyl]phenyl]-2-metylpropan-1-on, t-butylantraquinon, 2-etylantraquinon, dietoxyaxetophenon, 2-hydroxy-2-metyl-1-phenylpropan-1-on, benzyldimetyl ketal, 1-hydroxyxyclohexyl-phenyl keton, benzoin metyl ete, benzoin etyl ete, benzoin isopropyl ete, benzoin

isobutyl ete, 2-metyl-4-(metylthio)phenyl]-2-morpholino-1-propanon, 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholinophenyl)-butanon-1, diethylthioxanthon, isopropylthioxanthon, 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenylphosphin oxit, bis(2,6-dimetoxybenzoyl)-2,4,4-trimetylpentylphosphin oxit, bis(2,4,6-trimetylbenzoyl)-phenylphosphin oxit, metyl benzoyl format, và tương tự.

Các hợp chất ở trên có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai hợp chất làm thành phần (d2), nhưng về mặt độ ổn định lưu trữ của vật liệu tấm trước, các hợp chất có nhiệt độ bán rã trong 10 giờ bằng 100°C hoặc cao hơn được ưu tiên.

Lượng thành phần (d2) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5 phần khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 3 phần khối lượng, tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy và tất cả các hợp chất (met)acrylat được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế. Khi lượng thành phần (d2) bằng 0,1 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, hợp chất (met)acrylat được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa có đủ khả năng lưu hóa. Mặt khác, khi lượng thành phần (d2) bằng 5 phần khối lượng hoặc ít hơn, có khả năng thu được chế phẩm nhựa có độ ổn định lưu trữ rất tốt.

Trong bản mô tả sáng chế, thuật ngữ “tất cả các hợp chất (met)acrylat” có nghĩa là hợp chất (met)acrylat làm thành phần (C), hoặc tổng của các hợp chất (met)acrylat làm thành phần (C) và thành phần (G) (được mô tả sau đây) khi chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế còn chứa thành phần (G).

Thành phần (E)

Nhựa dẻo nhiệt có thể, nếu cần, được trộn vào chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế làm thành phần (E) nhằm mục đích kiểm soát dòng nhựa trong khi đúc chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa và mang lại độ dẻo cho sản phẩm nhựa lưu hóa thu được. Nghĩa là, chế phẩm nhựa theo sáng chế tốt hơn là còn chứa nhựa dẻo nhiệt làm thành phần (E).

Chế phẩm nhựa theo sáng chế tốt hơn là chứa thành phần (E) với lượng bằng 1 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 15 phần khối lượng hoặc ít hơn, tốt hơn là 2 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 10 phần khối lượng hoặc ít hơn, tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa theo sáng chế.

Khi lượng thành phần (E) bằng 1 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, có khả năng đạt được đủ hiệu quả kiểm soát dòng nhựa và cải thiện tính chất vật lý, mà đây là việc có lợi. Mặt khác, khi lượng thành phần (E) bằng 15 phần khối lượng hoặc ít hơn, độ nhớt của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa, độ bền nhiệt và tính chất cơ học của sản phẩm nhựa lưu hóa, và độ dính khi chưa khô và xếp nếp của vật liệu tấm trước có khả năng được duy trì đủ, mà đây là việc có lợi.

Ví dụ không giới hạn của nhựa dẻo nhiệt bao gồm polyamit, polyeste, polycacbonat, polyete sulfon, polyphenylen ete, polyphenylen sulfua, polyeteeteketon, polyeteketon, polyimit, polytetrafloetylen, polyete, polyolefin, polyme tinh thể dạng lỏng, polyarylat, polysulfon, polyacrylonitril styren, polystyren, polyacrylonitril, polymetyl metacrylat, ABS (copolyme acrylonitril-butadien-styren), AES (copolyme acrylonitril-cao su etylen-propylen-styren), ASA (copolyme acrylonitril-cao su acrylat-styren), polyvinyl clorua, nhựa polyvinyl formal, nhựa phenoxy, và polyme khối.

Trong số chúng, nhựa phenoxy, polyete sulfon và nhựa polyvinyl formal được ưu tiên bởi vì chúng có khả năng kiểm soát dòng nhựa rất tốt và tương tự. Ngoài ra, nhựa phenoxy và polyete sulfon được ưu tiên từ quan điểm cải thiện độ bền nhiệt và tính làm chậm ngọn lửa hơn nữa của sản phẩm nhựa lưu hóa, và nhựa polyvinyl formal được ưu tiên từ quan điểm dễ kiểm soát độ dính khi chưa khô của vật liệu tấm trước thu được trong khoảng thích hợp mà không giảm độ bền nhiệt của sản phẩm lưu hóa và cải thiện sự dính kết giữa sợi gia cường và chế phẩm nhựa epoxy. Polyme khối được ưu tiên vì chúng cải thiện độ dẻo và độ chống va đập.

Có thể sử dụng một trong các nhựa dẻo nhiệt này riêng lẻ, hoặc có thể sử dụng

kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai loại trong số chúng.

Ví dụ không giới hạn của nhựa phenoxy bao gồm YP-50, YP-50S, YP70, ZX-1356-2, và FX-316 (mỗi loại được sản xuất bởi Nippon Steel & Sumikin Chemical Co., Ltd.).

Ví dụ không giới hạn của nhựa polyvinyl formal bao gồm Vinylec (nhãn hiệu đã được đăng ký) K (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 59.000), Vinylec L (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 66.000), Vinylec H (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 73.000), và Vinylec E (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 126.000), tất cả được sản xuất bởi JNC Corporation.

Ngoài ra, khi sản phẩm nhựa lưu hóa cần có độ bền nhiệt ở nhiệt độ lớn hơn 180°C, polyete sulfon và polyete imit tốt hơn là được sử dụng. Ví dụ cụ thể của polyete sulfon bao gồm Sumika Excel (nhãn hiệu đã được đăng ký) 3600P (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 16.400), Sumika Excel 5003 P (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 30.000), Sumika Excel 5200 P (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 35.000), và Sumika Excel 7600P (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 45.300), tất cả được sản xuất bởi Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Ví dụ không giới hạn của polyete imit bao gồm ULTEM 1000 (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 32.000), ULTEM 1010 (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 32.000), và ULTEM 1040 (khối lượng phân tử trung bình khối lượng: 20.000), tất cả được sản xuất bởi SABIC Innovative Plastics Co., Ltd.

Ví dụ không giới hạn của copolyme khối bao gồm Nanostrength M52, Nanostrength M52N, Nanostrength M22, Nanostrength M22N, Nanostrength 123, Nanostrength 250, Nanostrength 012, Nanostrength E20, và Nanostrength E40, được sản xuất bởi ARKEMA; và TPAE-23, TPAE-31, TPAE-38, TPAE-63, TPAE-100, và PA-260, được sản xuất bởi T & K TOKA Corporation.

Nhằm mục đích điều chỉnh độ nhót đàn hồi của chế phẩm nhựa theo sáng chế ở trạng thái chưa lưu hóa để cải thiện tính dễ gia công và cải thiện độ bền, môđun đàn hồi,

độ dẻo và độ bền nhiệt của sản phẩm nhựa lưu hóa, chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể bao gồm nhựa epoxy được mô tả sau đây làm thành phần (F).

Thành phần (F) không bị giới hạn cụ thể miễn là nó là nhựa epoxy khác với nhựa bisphenol epoxy được sử dụng làm thành phần (A) và thành phần (B) và thích hợp cho các mục đích trên, nhưng nhựa epoxy hai hoặc nhiều hơn hai chức tốt hơn là được sử dụng. Ví dụ về nhựa epoxy này bao gồm nhựa bisphenol S epoxy, nhựa bisphenol E epoxy, nhựa bisphenol Z epoxy, nhựa bisphenol AD epoxy, các nhựa bisphenol epoxy khác với nhựa được sử dụng làm thành phần (A) hoặc thành phần (B), nhựa biphenyl epoxy, nhựa naphtalen epoxy, nhựa dixyclopentadien epoxy, nhựa phenol novolac epoxy, nhựa cresol novolac epoxy, nhựa trisphenol metan epoxy, nhựa glyxidyl amin epoxy như tetraglyxyldiaminodiphenylmetan và triglyxydylaminophenol; nhựa glyxidyl ete epoxy khác với đã nêu ở trên, như tetrakis(glyxydyloxyphenyl)etan và tris(glyxydyloxy)metan, nhựa epoxy dưới dạng sản phẩm cải biến của các nhựa được lấy ví dụ ở trên, nhựa phenol aralkyl epoxy, và tương tự.

Nhựa epoxy ba hoặc nhiều hơn ba chức có thể tạo ra độ bền, môđun đàn hồi, và độ bền nhiệt rất tốt. Do đó, tốt hơn là sử dụng nhựa triglyxydyl para- hoặc meta-aminophenol epoxy, nhựa tetraglyxydyl diaminodiphenylmetan epoxy, nhựa phenol novolac epoxy, và nhựa cresol novolac epoxy.

Ví dụ không giới hạn của nhựa epoxy có bán trên thị trường có thể sử dụng làm thành phần (F) bao gồm jER1001 (đương lượng epoxy 475 g/eq), jER 1002 (đương lượng epoxy 650 g/eq), jER 604 (đương lượng epoxy 120 g/eq), jER 630 (đương lượng epoxy 98 g/eq), jER1032H60 (đương lượng epoxy 169 g/eq), jER 152 (đương lượng epoxy 175 g/eq), jER 154 (đương lượng epoxy 178 g/eq), YX-7700 (đương lượng epoxy 273 g/eq), và YX-4000 (đương lượng epoxy 186 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation); GAN (đương lượng epoxy: 125 g/eq), GOT (đương lượng epoxy: 135 g/eq), NC-2000 (đương lượng epoxy: 241 g/eq), và NC-3000 (đương lượng epoxy: 275 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Nippon Kayaku Co.,Ltd.);

YDPN-638 (đương lượng epoxy 180 g/eq), và TX-0911 (đương lượng epoxy 172 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Nippon Steel & Sumikin Chemical Co., Ltd.); Epon 165 (đương lượng epoxy 230 g/eq) (được sản xuất bởi Momentive Specialty Chemicals Inc.); MY-0500 (đương lượng epoxy 110 g/eq), MY-0600 (đương lượng epoxy 106 g/eq), và ECN-1299 (đương lượng epoxy 230 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi Huntsman Japan K.K.); HP-4032 (đương lượng epoxy 150 g/eq), HP-4700 (đương lượng epoxy 162 g/eq), HP-7200 (đương lượng epoxy 265 g/eq), và TSR-400 (mỗi loại được sản xuất bởi DIC Corporation); AER 4152, AER 4151, LSA 3301, và SA2102 (mỗi loại được sản xuất bởi Asahi Kasei E-materials Corp.); ACR1348 (đương lượng epoxy 350 g/eq) (được sản xuất bởi Adeka Corporation); DER 852 (đương lượng epoxy 320 g/eq), và DER 858 (đương lượng epoxy 400 g/eq) (mỗi loại được sản xuất bởi THE DOW CHEMICAL COMPANY); và tương tự.

Lượng thành phần (F) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 35 phần khối lượng, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 30 phần khối lượng, tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế. Khi lượng thành phần (F) bằng 5 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, có khả năng đạt được đủ hiệu quả cải thiện tính chất vật lý, mà đây là việc có lợi. Mặt khác, khi lượng thành phần (F) bằng 35 phần khối lượng hoặc ít hơn, đặc điểm của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế có khả năng được duy trì thỏa đáng, mà đây là việc có lợi.

Chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể chứa, làm thành phần (G), hợp chất (met)acrylat đơn chức sau đây nhằm mục đích kiểm soát cấu trúc liên kết ngang của chế phẩm nhựa theo sáng chế, giảm độ nhớt, và mang lại tính dính kết. Thuật ngữ “hợp chất (met)acrylat đơn chức” có nghĩa là hợp chất acrylat và/hoặc hợp chất metacrylat có một liên kết đôi trong một phân tử.

Ví dụ cụ thể của hợp chất mà có thể được sử dụng làm thành phần (G) bao gồm (met)acrylat, như 2-hydroxyethyl (met)acrylat, 2-hydroxypropyl (met)acrylat, 4-

hydroxybutyl (met)acrylat, tetrahydrofurfuryl (met)acrylat, phenoxyetyl (met)acrylat, xyclohexyl (met)acrylat, isobornyl (met)acrylat, norbornyl (met)acrylat, 2-(met)acryloyloxymetyl-2-metylbixycloheptan, adamantyl (met)acrylat, benzyl (met)acrylat, phenyl (met)acrylat, dixyclopentenyl (met)acrylat, dixyclopentanyl (met)acrylat, tetraxyclododecanyl (met)acrylat, xyclohexandimetanol mono (met)acrylat, 2-metoxetyl (met)acrylat, 3-metoxybutyl (met)acrylat, metoxytrietylen glycol (met)acrylat, butoxyetyl (met)acrylat, metoxydipropylen glycol (met)acrylat, 4-acryloyloxymetyl-2-metyl-2-etyl-1,3-dioxolan, 4-acryloyloxymetyl-2-metyl-2-isobutyl-1,3-dioxolan, o-phenylphenol (met)acrylat, o-phenylphenol (met)acrylat etoxyl hóa, N-(met) acryloyloxyetyl hexahydrophthalimit, paracumyl phenol (met)acrylat, paracumyl phenol (met)acrylat etoxyl hóa, và trimetylolpropan formal (met)acrylat; monome vinyl este như vinyl axetat, vinyl butyrat, N-vinylformamit, N-vinylaxetamit, N-vinyl-2-pyrolidon, N-vinylcaprolactam, và divinyl adipat; vinyl ete, như etyl vinyl ete, và phenyl vinyl ete; và acrylamit, như acrylamit, N,N-dimetyl acrylamit, N,N-dimetyl metacrylamit, N-metylol acrylamit, N-metoxymetyl acrylamit, N-butoxymetyl acrylamit, N-t-butyl acrylamit, acryloyl morpholin, hydroxyetyl acrylamit, và metylen bisacrylamit.

Có thể sử dụng một trong các chất này riêng lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chất này có thể được sử dụng kết hợp.

Trong số các chất này, hợp chất có cấu trúc vòng trong phân tử của nó được ưu tiên vì sự co khi lưu hóa của chế phẩm thu được là thấp và độ bền của sản phẩm lưu hóa thu được là rất tốt.

Theo sáng chế, lượng thành phần (G) không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5 phần khối lượng tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa theo sáng chế. Nếu lượng thành phần (G) bằng 0,1 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, có khả năng đạt được đủ hiệu quả cải thiện tính chất vật lý, mà đây là việc có lợi. Mặt khác, khi lượng thành

phần (G) bằng 5 phần khối lượng hoặc ít hơn, đặc điểm của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế có khả năng được duy trì thỏa đáng, mà đây là việc có lợi.

Thành phần (H)

Thành phần (H) là nhựa epoxy chứa vòng oxazolidon.

Nhựa epoxy chứa vòng oxazolidon là nhựa epoxy có cấu trúc vòng oxazolidon, cải thiện tính dễ gia công nhiệt độ bình thường của vật liệu tấm trước chứa chế phẩm nhựa epoxy chứa nhựa epoxy chứa vòng oxazolidon, và cũng cải thiện mô đun đàn hồi và độ bền nhiệt của sản phẩm lưu hóa của chế phẩm nhựa epoxy cũng như sự dính kết của nó với sợi gia cường.

Cấu trúc vòng oxazolidon được tạo ra thông qua phản ứng cộng của nhóm isoxyanat và nhóm epoxy. Phương pháp để sản xuất nhựa epoxy chứa khung oxazolidon theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, nhựa epoxy chứa khung oxazolidon có thể thu được với lượng xấp xỉ lý thuyết bằng cách phản ứng hợp chất isoxyanat và nhựa epoxy có khung biphenyl khi có mặt xúc tác hình thành vòng oxazolidon. Hợp chất isoxyanat và nhựa epoxy tốt hơn là được phản ứng với tỷ lệ đương lượng nằm trong khoảng từ 1:2 đến 1:10. Khi tỷ lệ nằm trong khoảng trên, sản phẩm lưu hóa của nhựa epoxy có khả năng còn được tăng cường độ bền nhiệt và độ chịu nước hơn nữa. Theo sáng chế, các hợp chất isoxyanat khác nhau có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô, nhưng để kết hợp cấu trúc vòng oxazolidon vào khung của nhựa epoxy, tốt hơn là sử dụng hợp chất isoxyanat có nhiều nhóm isoxyanat. Hơn thế nữa, để mang lại độ bền nhiệt cao hơn cho sản phẩm lưu hóa của chế phẩm nhựa epoxy chứa thành phần (H), tốt hơn là sử dụng diisoxyanat có cấu trúc cứng.

Ví dụ cụ thể không giới hạn của hợp chất isoxyanat có thể sử dụng làm nguyên liệu thô bao gồm hợp chất isoxyanat hai chức như metan diisoxyanat, butan-1,1-diisoxyanat, etan-1,2-diisoxyanat, butan-1,2-diisoxyanat, transvinyliden diisoxyanat, propan-1,3-diisoxyanat, butan-1,4-diisoxyanat, 2-buten-1,4-diisoxyanat, 2-metylbuten-1,4-diisoxyanat, 2-metylbutan-1,4-diisoxyanat, pentan-1,5-diisoxyanat 2,2-

dimethylpentan-1,5-diisoxyanat, hexan-1,6-diisoxyanat, heptan-1,7-diisoxyanat, octan-1,8-diisoxyanat, nonan-1,9-diisoxyanat, decan-1,10-diisoxyanat, dimethylsilan diisoxyanat, diphenylsilan diisoxyanat, ω,ω' -1,3-dimethylbenzen diisoxyanat, ω,ω' -1,4-dimethylbenzen diisoxyanat, ω,ω' -1,3-dimethylxyclohexan diisoxyanat, ω,ω' -1,4-dimethylxyclohexan diisoxyanat, ω,ω' -1,4-dimethylnaphtalen diisoxyanat, ω,ω' -1,5-dimethylnaphtalen diisoxyanat, xyclohexan-1,3-diisoxyanat, xyclohexan-1, 4-diisoxyanat, 3-isocyanatometyl-3,5,5-trimethylxyclohexyl isoxyanat, dioxyclohexylmetan-4,4'-diisoxyanat, 1,3-phenylen diisoxyanat, 1,4-phenyn diisoxyanat, 1-methylbenzen-2,4-diisoxyanat, 1-methylbenzen-2,5-diisoxyanat, 1-methylbenzen-2,6-diisoxyanat, 1-methylbenzen-3,5-diisoxyanat, diphenyl ete-4, 4'-diisoxyanat, diphenylete-2,4'-diisoxyanat, naphtalen-1,4-diisoxyanat, naphtalen-1,5-diisoxyanat, biphenyl-4,4'-diisoxyanat, 3,3'-dimethylbiphenyl-4,4'-diisoxyanat, 2,3'-dimetoxybisphenyl-4,4'-diisoxyanat, diphenylmetan-4,4'-diisoxyanat, 3,3'-dimetoxydiphenylmetan-4,4'-diisoxyanat, 4,4'-dimethoydiphenylmetan-3,3'-diisoxyanat, norbornen diisoxyanat, diphenylsulfid-4,4'-diisoxyanat, và diphenylsulfon-4,4'-diisoxyanat; hợp chất isoxyanat đa chức như polymetylen polyphenyl isoxyanat, triphenylmetan triisoxyanat, và tris(4-phenylisoxyanat thiophosphat) -3,3',4,4'-diphenylmetan tetraisoxyanat; multime như dime và trime của hợp chất isoxyanat nêu trên; isoxyanat khuấy bị che bởi rượu hoặc phenol, và hợp chất bisuretan; và tương tự. Các hợp chất isoxyanat này có thể được sử dụng kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai hợp chất.

Trong số các hợp chất isoxyanat nêu trên, từ quan điểm xu hướng cải thiện độ bền nhiệt, ưu tiên là hợp chất isoxyanat hai chức hoặc ba chức, ưu tiên hơn là hợp chất isoxyanat hai chức, ưu tiên hơn nữa là hợp chất isoxyanat hai chức có khung được chọn từ isophoron, benzen, toluen, diphenylmetan, naphtalen, norbornen, polymetylen polyphenylen polyphenyl và hexametylen. Khi số nhóm chức của hợp chất isoxyanat quá lớn, độ ổn định lưu trữ của chế phẩm nhựa epoxy có xu hướng giảm. Khi số nhóm chức quá nhỏ, độ bền nhiệt của sản phẩm lưu hóa thu được từ chế phẩm nhựa epoxy có

xu hướng giảm.

Ngoài ra, khi nhựa epoxy được sử dụng làm nguyên liệu thô của thành phần (H), các nhựa epoxy khác nhau có thể được sử dụng. Tuy nhiên, để kết hợp hiệu quả cấu trúc vòng oxazolidon vào khung của nhựa epoxy, tốt hơn là sử dụng nhựa epoxy có nhóm epoxy tại cả hai đầu cuối của phân tử của nó. Ví dụ cụ thể không giới hạn của nhựa epoxy có thể sử dụng làm nguyên liệu thô của thành phần (H) bao gồm nhựa epoxy có nguồn gốc từ phenol dihydric như bisphenol A, bisphenol F, bisphenol AD, bisphenol S, tetrametyl bisphenol A, tetrametyl bisphenol F, tetrametyl bisphenol AD, tetrametylbisphenol S và tetrabromobisphenol A; nhựa epoxy có nguồn gốc từ tris(glycidylxyphenyl)alkan như 1,1,1-tris(4-hydroxyphenyl)metan, và 1,1,1-(4-hydroxyphenyl)etan, 4,4-[1-[4-[1-(4-hydroxyphenyl)-1-metyletyl]phenyl]etyliden]bisphenol; và nhựa epoxy có nguồn gốc từ novolak, như phenol novolak, cresol novolak và bisphenol A novolak. Nhựa bisphenol A epoxy, nhựa bisphenol F epoxy, nhựa biphenyl epoxy và tương tự được đặc biệt ưu tiên làm nhựa epoxy, vì độ nhớt của thành phần (H) không quá cao.

Làm hợp chất isoxyanat, được ưu tiên đặc biệt là sản phẩm phản ứng cộng thu được bằng cách trộn và phản ứng một phân tử của isoxyanat hai chức có khung toluen như tolylen diisoxyanat (ví dụ, 1-metylbenzen-2,4-diisoxyanat, 1-metylbenzen-2,5-diisoxyanat, 1-metylbenzen-2,6-diisoxyanat, hoặc 1-metylbenzen-3,5-diisoxyanat) làm hợp chất isoxyanat với hai phân tử bisphenol A diglycidyl ete làm nhựa epoxy, vì tính dễ gia công của vật liệu tẩm trước ở nhiệt độ bình thường và độ bền nhiệt của sản phẩm lưu hóa của chế phẩm nhựa epoxy có thể được tăng cường.

Ví dụ của sản phẩm thương mại của nhựa epoxy (thành phần (H)) có cấu trúc vòng oxazolidon bao gồm AER4152, AER4151, LSA3301, và LSA2102 (mỗi loại là tên sản phẩm của Asahi Kasei E-materials Corp.); ACR1348 (tên sản phẩm của ADEKA Co., Ltd.); DER 852 và DER 858 (mỗi loại là tên sản phẩm của THE DOW CHEMICAL COMPANY); và TSR-400 (tên sản phẩm của DIC, Incorporated), tất cả

các sản phẩm này tốt hơn là được sử dụng theo sáng chế. Trong số các sản phẩm này, AER4152 và TSR-400 được đặc biệt ưu tiên.

Hai hoặc nhiều hơn hai nhựa epoxy như được mô tả ở trên có thể được sử dụng kết hợp làm thành phần (H).

Lượng thành phần (H) tốt hơn là 5 phần khối lượng hoặc nhiều hơn và 60 phần khối lượng hoặc ít hơn tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa epoxy theo sáng chế. Khi lượng thành phần (H) bằng 5 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, có khả năng thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có độ bền nhiệt và tính chất cơ học rất tốt. Lượng thành phần (H) tốt hơn nữa là 10 phần khối lượng hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 15 phần khối lượng hoặc nhiều hơn. Mặt khác, khi lượng thành phần (H) bằng 60 phần khối lượng hoặc ít hơn, có thể thu được vật liệu tấm trước có độ dính khi chưa khô và xếp nếp rất tốt, và có thể thu được sản phẩm nhựa lưu hóa có độ dẻo đứt gãy cao và không có lỗ rỗng. Lượng thành phần (H) tốt hơn nữa là 55 phần khối lượng hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 50 phần khối lượng hoặc ít hơn. Lượng thành phần (H) tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 55 phần khối lượng, và cụ thể là tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15 đến 50 phần khối lượng.

Theo sáng chế, mỗi lượng (phần khối lượng) của thành phần (A), (B), (F) và (H) cũng có thể được hiểu là biểu diễn lượng về % khối lượng so với tổng khối lượng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa epoxy theo sáng chế.

Thành phần tùy ý

Chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể, nếu cần, chứa các chất phụ gia khác nhau đã biết miễn là hiệu quả theo sáng chế không bị suy yếu, và chất chống oxy hóa hoặc chất làm ổn định ánh sáng có thể được thêm vào chế phẩm nhựa để cải thiện độ ổn định lưu trữ của chế phẩm hoặc để ngăn chặn sự đổi màu và thoái biến của lớp sản phẩm lưu hóa.

Ví dụ cụ thể của chúng bao gồm Sumilizer BHT, Sumilizer S, Sumilizer BP-76, Sumilizer MDP-S, Sumilizer GM, Sumilizer BBM-S, Sumilizer WX-R, Sumilizer NW,

Sumilizer BP-179, Sumilizer BP-101, Sumilizer GA-80, Sumilizer TNP, Sumilizer TPP-R, và Sumilizer P-16 (mỗi loại được sản xuất bởi Sumitomo Chemical Co., Ltd.); Adeka Stab AO-20, Adeka Stab AO-30, Adeka Stab AO-40, Adeka Stab AO-50, Adeka Stab AO-60, Adeka Stab AO-70, Adeka Stab AO-80, Adeka Stab AO-330, Adeka Stab PEP-4C, Adeka Stab PEP-8, Adeka Stab PEP-24G, Adeka Stab PEP-36, Adeka Stab HP-10, Adeka Stab 2112, Adeka Stab 260, Adeka Stab 522A, Adeka Stab 329K, Adeka Stab 1500, Adeka Stab C, Adeka Stab 135A, và Adeka Stab 3010 (mỗi loại được sản xuất bởi Adeka Corporation); Tinuvin 770, Tinuvin 765, Tinuvin 144, Tinuvin 622, Tinuvin 111, Tinuvin 123, và Tinuvin 292 (mỗi loại được sản xuất bởi Ciba Specialty Chemicals); Fancryl FA-711M và FA-712HM (mỗi loại được sản xuất bởi Hitachi Chemical Company, Ltd.); và tương tự.

Lượng chất chống oxy hóa và chất làm ổn định ánh sáng không bị giới hạn cụ thể, và mỗi chất có thể nằm trong khoảng tốt hơn là từ 0,001 đến 5 phần khối lượng, tốt hơn nữa là từ 0,01 phần đến 3 phần khối lượng, tính theo tổng của tất cả các nhựa epoxy và tất cả các hợp chất (met)acrylat được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

Ví dụ về các chất phụ gia khác bao gồm các chất phụ gia đã biết, như chất đàn hồi, chất đàn hồi dẻo nhiệt, chất làm chậm ngọn lửa (ví dụ, nhựa epoxy chứa phospho, phospho đỏ, hợp chất phosphazen, muối phosphat, este phosphat, v.v.), dầu silicon, chất phân tán làm ướt, chất chống tạo bọt, chất khử bọt, sáp tự nhiên, sáp tổng hợp, muối kim loại của axit béo mạch thẳng, amit axit, este, chất tách khuôn như parafin, silic oxit tinh thể, silic oxit nung chảy, canxi silicat, nhôm oxit, canxi cacbonat, talc, bột bari sulfat hoặc tương tự, oxit kim loại, hydroxit kim loại, sợi thủy tinh, ống nano cacbon, chất độn vô cơ như fulleren, sợi cacbon, chất độn hữu cơ như sợi nano xenluloza, chất độn vô cơ thực hiện xử lý hữu cơ bề mặt, v.v., muối cacbon, chất tạo màu như Bengala, chất ghép cặp silan, và vật liệu dẫn điện. Ngoài ra, nếu cần, chất trượt, chất làm phẳng, chất ức chế polyme hóa như hydroquinon monometyl ete, chất hấp thụ ánh sáng cực tím

và tương tự cũng có thể được trộn.

Có thể sử dụng một trong các chất này riêng lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chất này có thể được sử dụng kết hợp.

Độ nhớt của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa

Giá trị giới hạn dưới của độ nhớt của chế phẩm nhựa theo sáng chế ở 30°C tốt hơn là 100 Pa·giây hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 300 Pa·giây hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 500 Pa·giây hoặc lớn hơn, từ quan điểm điều chỉnh độ dính khi chưa khô trên bề mặt của vật liệu tấm trước cần thu được và tính dễ gia công. Giá trị giới hạn trên của độ nhớt tốt hơn là 1.000.000 Pa·giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 900.000 Pa·giây hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 800.000 Pa·giây hoặc nhỏ hơn.

Độ nhớt của chế phẩm nhựa theo sáng chế ở 60°C tốt hơn là 10 Pa·giây hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 20 Pa·giây hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 30 Pa·giây hoặc lớn hơn, từ quan điểm chất lượng vật liệu tấm trước cần thu được. Ngoài ra, từ quan điểm tấm vào khối sợi gia cường và khả năng xử lý đúc của vật liệu tấm trước, độ nhớt tốt hơn là 1.000 Pa·giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 900 Pa·giây hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 800 Pa·giây hoặc nhỏ hơn.

Về độ nhớt tối thiểu của chế phẩm nhựa theo sáng chế, giá trị giới hạn dưới của nó tốt hơn là 0,05 Pa·giây, tốt hơn nữa là 0,07 Pa·giây, và tốt hơn nữa là 0,1 Pa·giây, từ quan điểm kiểm soát khả năng chảy của nhựa trong khi đúc (ngăn sự rối loạn cân bằng hàng của sợi gia cường). Giá trị giới hạn trên của độ nhớt tối thiểu tốt hơn là 50 Pa·giây, tốt hơn nữa là 40 Pa·giây, và tốt hơn nữa là 30 Pa·giây.

Độ nhớt tối thiểu được định nghĩa là điểm mà tại đó độ nhớt là thấp nhất trong đường cong độ nhớt thu được khi độ nhớt của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được đo trong chế độ tăng nhiệt độ.

Độ nhớt của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được xác định, ví dụ, bởi nhớt kế quay (tên sản phẩm “AR-G2”, được sản xuất bởi TA Instruments) sử dụng các tấm song song 25 mmφ trong các điều kiện sau: khoảng cách tấm bằng 500 μm, tốc độ gia

nhệt bằng $2^{\circ}\text{C}/\text{phút}$, vận tốc góc bằng $10\text{ rad}/\text{giây}$ và ứng suất bằng 300Pa .

Thời gian sau khi trộn của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa

Chế phẩm nhựa theo sáng chế có thời gian sau khi trộn rất tốt. Ví dụ, khi điểm chuyển hóa thủy tinh của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được đo ngay sau khi trộn lẫn và sau khi được lưu trữ trong 90 ngày tại nhiệt độ 20°C trong độ ẩm 50%, sự gia tăng điểm chuyển hóa thủy tinh sau 90 ngày có thể được ngăn chặn ở 20°C hoặc thấp hơn. Việc ngăn chặn sự gia tăng điểm chuyển hóa thủy tinh ở 20°C hoặc thấp hơn là có lợi ở chỗ, thậm chí khi chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế được tạo thành vật liệu tấm trước và sau đó được lưu trữ trong thời gian dài ở nhiệt độ bình thường, phản ứng của nhựa nền được ngăn chặn, độ dính khi chưa khô và xếp nếp của vật liệu tấm trước vẫn nằm trong khoảng được ưu tiên, và vật liệu tấm trước vẫn thích hợp để xử lý. Tốt hơn nữa là, sự gia tăng điểm chuyển hóa thủy tinh được ngăn chặn ở 15°C hoặc thấp hơn. Điểm chuyển hóa thủy tinh có thể được xác định bằng phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC).

Tính chất vật lý của tấm nhựa

Về chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế, môđun uốn của sản phẩm nhựa lưu hóa tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3,5 đến 6 GPa, và độ giãn dài khi đứt của sản phẩm nhựa lưu hóa tốt hơn là nằm trong khoảng từ 7 đến 15%. Tốt hơn nữa là, môđun uốn nằm trong khoảng từ 3,7 đến 5 GPa và độ giãn dài khi đứt nằm trong khoảng từ 8 đến 14%. Khi môđun uốn nhỏ hơn 3,5 GPa hoặc độ giãn dài khi đứt là hơn 15%, độ bền tĩnh của vật liệu composit được gia cường bằng sợi có thể trở nên không đủ. Khi môđun uốn vượt quá 6 GPa hoặc độ giãn dài khi đứt nhỏ hơn 7%, độ dẻo của vật liệu composit được gia cường bằng sợi có khả năng trở nên không đủ, và độ chống va đập của vật liệu composit được gia cường bằng sợi có thể trở nên không đủ.

Phương pháp sản xuất chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa và việc sử dụng chế phẩm này

Làm ví dụ không giới hạn về phương pháp sản xuất chế phẩm nhựa có khả

năng lưu hóa theo sáng chế, chế phẩm nhựa có thể được sản xuất bằng cách trộn các thành phần được mô tả ở trên.

Phương pháp sử dụng máy trộn như máy nghiền ba cuộn, máy trộn kiểu hành tinh, máy trộn, máy làm đồng nhất, máy phân tán đồng nhất, v.v. có thể được đề cập làm phương pháp trộn các thành phần.

Ví dụ, như được mô tả sau đây, chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể được sử dụng để tạo ra vật liệu tấm trước bằng cách tấm khối sợi gia cường với chế phẩm nhựa. Ngoài ra, màng của chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể thu được bằng cách áp dụng chế phẩm nhựa theo sáng chế lên giấy chống dính và lưu hóa chế phẩm nhựa.

Hiệu quả

Chế phẩm nhựa theo sáng chế được mô tả trên chứa thành phần (A), thành phần (B), thành phần (C) và thành phần (D) mà được mô tả ở trên, và, nếu cần, thành phần (H), thành phần (E), thành phần (F), thành phần (G) và các chất phụ gia khác; do đó, việc sử dụng chế phẩm nhựa theo sáng chế cho phép sản xuất vật liệu composit được gia cường bằng sợi có tính chất cơ học rất tốt.

Sản phẩm đúc

Sản phẩm đúc theo sáng chế được tạo thành từ sản phẩm lưu hóa của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế được mô tả ở trên.

Làm phương pháp đúc chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa, ví dụ, việc đúc có thể được thực hiện bằng phương pháp đúc áp lực (bao gồm đúc chèn sử dụng màng, tấm thủy tinh, v.v.), phương pháp đúc nén phun, phương pháp đúc ép đùn, phương pháp đúc thổi, phương pháp đúc chân không, phương pháp đúc dưới áp suất khí, phương pháp đúc cán láng, và phương pháp đúc bơm phòng. Trong số các phương pháp này, phương pháp đúc áp lực và phương pháp đúc nén phun được ưu tiên vì có thể thu được sản phẩm đúc có năng suất hàng loạt rất tốt và độ chính xác kích thước cao, nhưng sáng chế không giới hạn ở đó.

Do sản phẩm đúc theo sáng chế được tạo thành bằng cách đúc chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế, sản phẩm đúc này có tính chất cơ học rất tốt; do đó, ví dụ, sản phẩm đúc được áp dụng cho sản phẩm cho xe cộ, vỏ cho thiết bị di động, sản phẩm cho nội thất, vật liệu xây dựng và tương tự.

Màng được tạo thành từ chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa

Theo một phương án của sản phẩm đúc theo sáng chế, sản phẩm đúc ở dạng màng. Màng này hữu dụng làm vật liệu trung gian để sản xuất vật liệu tấm trước, và làm màng bảo vệ bề mặt hoặc màng dính kết khi được lưu hóa sau khi được gắn vào chất nền.

Ngoài ra, phương pháp sử dụng này không bị giới hạn, nhưng tốt hơn là áp dụng chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế lên bề mặt của chất nền như giấy chống dính. Lớp phủ thu được ở trạng thái chưa lưu hóa có thể được gắn vào chất nền khác, tiếp theo là lưu hóa để thu được màng, hoặc chính lớp phủ có thể được lưu hóa để được sử dụng dưới dạng màng.

Vật liệu tấm trước

Vật liệu tấm trước theo sáng chế được tạo thành từ khối sợi gia cường được tấm chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế nêu trên. Làm phương pháp tấm khối sợi gia cường với chế phẩm nhựa theo sáng chế, phương pháp đã biết có thể được sử dụng, ví dụ không giới hạn của nó bao gồm phương pháp ướn trong đó chế phẩm nhựa theo sáng chế được hòa tan trong dung môi như methyl ethyl keton hoặc metanol để hạ độ nhớt của nó và sau đó cho phép tấm khối sợi gia cường, và phương pháp nóng chảy (phương pháp khô) trong đó chế phẩm nhựa theo sáng chế được gia nhiệt để hạ độ nhớt của nó và sau đó cho phép tấm khối sợi gia cường.

Phương pháp ướn là phương pháp trong đó sợi gia cường được ngâm vào trong dung dịch của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa, sau đó rút ra khỏi dung dịch, và dung môi được làm bay hơi nhờ sử dụng lò hoặc thiết bị tương tự. Mặt khác, ví dụ về phương pháp nóng chảy bao gồm phương pháp trong đó sợi gia cường trực tiếp được

tẩm chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa với độ nhớt của nó giảm vì gia nhiệt, và phương pháp trong đó màng được tạo ra bằng cách phủ chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa lên giấy chống dính hoặc tương tự, sau đó được cán mỏng ở một hoặc cả hai phía của sợi gia cường, sau đó gia nhiệt và gia áp để tẩm sợi gia cường với nhựa.

Phương pháp nóng chảy được ưu tiên vì về cơ bản là không còn dung môi ở vật liệu tẩm trước.

Lượng chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa ở vật liệu tẩm trước theo sáng chế (sau đây được đề cập đến là “hàm lượng nhựa”) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15 đến 50% khối lượng, tốt hơn nữa là từ 20 đến 45% khối lượng, và tốt hơn nữa là từ 25 đến 40% khối lượng, tính theo tổng (100%) khối lượng vật liệu tẩm trước theo sáng chế. Khi hàm lượng nhựa bằng 15% khối lượng hoặc lớn hơn, có thể đạt được độ bền dính kết đủ giữa khối sợi gia cường và chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa. Khi hàm lượng nhựa bằng 50% khối lượng hoặc ít hơn, có thể duy trì được tính chất cơ học cao.

Sợi gia cường cấu thành khối sợi gia cường không bị giới hạn cụ thể, và các sợi đã biết là sợi gia cường cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi có thể được chọn một cách thích hợp tùy thuộc vào ứng dụng và tương tự. Ví dụ cụ thể về sợi gia cường có thể sử dụng bao gồm các sợi vô cơ hoặc sợi hữu cơ khác nhau như sợi cacbon, sợi aramid, sợi nylon, sợi polyeste độ bền cao, sợi thủy tinh, sợi bo, sợi nhôm oxit, sợi silic nitrua và tương tự. Trong số các sợi này, sợi cacbon, sợi aramid, sợi thủy tinh, sợi bo, sợi nhôm oxit và sợi silic nitrua được ưu tiên từ quan điểm độ bền đặc trưng và tính đàn hồi đặc trưng, và sợi cacbon được đặc biệt ưu tiên từ quan điểm tính chất cơ học và sự giảm khối lượng. Khi sợi cacbon được sử dụng làm sợi gia cường, sợi cacbon có thể được xử lý bề mặt bằng kim loại.

Có thể sử dụng một loại sợi gia cường riêng lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại sợi có thể được sử dụng kết hợp.

Từ quan điểm độ cứng của vật liệu composit được gia cường bằng sợi thu được bằng cách lưu hóa vật liệu tẩm trước theo sáng chế, độ bền kéo sợi của sợi cacbon tốt

hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 9 GPa, tốt hơn nữa là từ 1,5 đến 9 GPa, và môđun kéo sợi của sợi cacbon tốt hơn là nằm trong khoảng từ 150 đến 1.000 GPa, tốt hơn nữa là từ 200 đến 1.000 GPa.

Độ bền kéo sợi và môđun kéo sợi của sợi cacbon là các giá trị được đo theo JIS R 7601:1986.

Dạng của khối sợi gia cường không bị giới hạn cụ thể, và khối sợi gia cường có thể ở dạng bất kỳ được chấp nhận bởi vật liệu nền được sử dụng trong vật liệu tấm trước thông thường. Ví dụ, khối sợi gia cường có thể là khối trong đó sợi gia cường được định hướng theo một hướng (UD: Đơn hướng), sợi dệt hoặc không dệt, hoặc vãi không quần.

Do vật liệu tấm trước theo sáng chế được tạo thành bằng cách tấm khối sợi gia cường với chế phẩm nhựa epoxy theo sáng chế, vật liệu tấm trước có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô của vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có tính chất cơ học rất tốt. Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi

Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế bao gồm sản phẩm lưu hóa của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế nêu trên và sợi gia cường.

Làm ví dụ không giới hạn về phương pháp sản xuất vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế, ví dụ, vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có thể thu được bằng cách cán mỏng các lớp của vật liệu tấm trước theo sáng chế nêu trên, sau đó đúc tấm nhiều lớp thu được, ví dụ, bằng cách lưu hóa nhiệt nhựa có khả năng lưu hóa trong khi tác dụng áp suất đối với tấm nhiều lớp.

Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế tốt hơn là chứa sợi cacbon làm sợi gia cường vì vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi thu được có tính chất cơ học, tính làm chậm ngọn lửa, độ bền nhiệt, khả năng chắn sóng điện từ và tính chất tương tự rất tốt.

Ví dụ không giới hạn của phương pháp đúc để sản xuất vật liệu dẻo được gia

cường bằng sợi theo sáng chế bao gồm phương pháp đúc ép, phương pháp đúc nổi hấp, phương pháp đúc túi, phương pháp băng quấn, phương pháp đúc áp suất trong, phương pháp đúc bọc tấm, và phương pháp trong đó tơ hoặc phôi định hình trước của sợi gia cường được tẩm chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa, sau đó lưu hóa để tạo ra sản phẩm đúc, ví dụ, RTM (đúc truyền nhựa), VaRTM (đúc truyền nhựa hỗ trợ chân không: phương pháp sản xuất tẩm nhựa chân không), cuốn tơ, và RFI (truyền màng nhựa).

Phương pháp băng quấn là phương pháp tạo ra vật có hình ống làm từ vật liệu composit được gia cường bằng sợi bằng cách cuốn vật liệu tẩm trước quanh lõi như trục gá, và thích hợp để sản xuất vật giống như cái gậy như cán gậy gôn hoặc cần câu cá. Cụ thể hơn là, vật liệu tẩm trước được cuốn quanh trục gá, và băng quấn được tạo thành từ màng nhựa dẻo nhiệt được cuốn quanh vật liệu tẩm trước để cố định và gia áp vật liệu tẩm trước. Sau đó, chế phẩm nhựa epoxy được gia nhiệt và lưu hóa trong lò, và sau đó lõi được loại bỏ để thu được ống dẻo được gia cường bằng sợi.

Ngoài ra, theo phương pháp đúc áp suất trong, phôi định hình trước thu được bằng cách cuốn vật liệu tẩm trước quanh vật tác dụng áp suất trong như ống nhựa dẻo nhiệt được đặt trong khuôn và sau đó khí áp suất cao được đưa vào vật tác dụng áp suất bên trong để tác dụng áp suất, trong khi gia nhiệt khuôn cùng lúc, để nhờ đó thực hiện quá trình đúc. Phương pháp đúc áp suất bên trong có thể đặc biệt tốt hơn là được sử dụng trong trường hợp trong đó sản phẩm có hình dạng phức tạp như cán gậy gôn, gậy bóng chày hoặc vợt để chơi quần vợt hoặc cầu lông được sản xuất bằng cách đúc.

Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi sử dụng sản phẩm lưu hóa của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế làm nhựa nền phù hợp được sử dụng trong các ứng dụng thể thao, ứng dụng công nghiệp nói chung và ứng dụng hàng không vũ trụ. Cụ thể hơn, trong các ứng dụng thể thao, vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi phù hợp được sử dụng cho cán gậy gôn, cần câu, vợt quần vợt và cầu lông, gậy khúc côn cầu, v.v. và gậy trượt tuyết. Ngoài ra, trong các ứng dụng công nghiệp nói chung, vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi phù hợp dùng làm vật liệu kết cấu của các vật chuyển động

như ô tô, tàu, và phương tiện đường sắt, trục lái, lá nhíp, cánh quạt gió, bình chịu áp lực, bánh đà, con lăn giấy, vật liệu lọc, dây cáp, vật liệu gia cố sửa chữa, và vật liệu tương tự.

Vật có cấu trúc

Vật có cấu trúc có thể thu được từ vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế được mô tả ở trên. Vật có cấu trúc này có thể chỉ bao gồm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế, hoặc bao gồm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế và các vật liệu khác (ví dụ, kim loại, chi tiết nhựa dẻo nhiệt đúc áp lực, v.v.).

Vật có cấu trúc này bao gồm một phần hoặc toàn bộ vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế, nhờ đó vật có cấu trúc có tính làm chậm ngọn lửa và độ bền nhiệt vượt trội.

Vật có cấu trúc này cũng được ứng dụng cho, ví dụ, phần bên trong máy bay và ô tô, và vỏ cho các thiết bị điện và điện tử.

Ống dẻo được gia cường bằng sợi

Ống dẻo được gia cường bằng sợi là vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế mà có hình ống. Tức là, ống dẻo được gia cường bằng sợi là vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có hình ống thu được bằng cách cán mỏng, lưu hóa và đúc vật liệu tấm trước theo sáng chế nêu trên bằng phương pháp đúc đã biết như phương pháp băng quấn.

Do ống dẻo được gia cường bằng sợi theo sáng chế có độ bền chống đứt gãy và môđun đàn hồi rất tốt, nó có thể phù hợp dùng cho cán gậy gôn, cần câu cá và dụng cụ tương tự.

Ống dẻo được gia cường bằng sợi có thể thu được từ vật liệu tấm trước đơn hướng trong đó sợi gia cường đã căn thẳng hàng theo một hướng được tấm chế phẩm nhựa theo sáng chế. Hình dạng của ống không bị giới hạn, nhưng, ví dụ, ống vật liệu

composit có thể được sản xuất bằng cách cán mỏng 2 lớp mỏng của vật liệu tấm trước sao cho hướng sợi của vật liệu tấm trước đơn hướng là -45° và $+45^\circ$ so với hướng trục hình trụ, và cán mỏng thêm 1 lớp mỏng của vật liệu tấm trước sao cho hướng sợi của vật liệu tấm trước đơn hướng song song với hướng trục hình trụ, và ống vật liệu composit thu được có thể được đánh giá. Trục gá được sử dụng ở đây là thanh tròn bằng thép không gỉ.

Cụ thể, làm ví dụ không giới hạn của phương pháp sản xuất ống dẻo được gia cường bằng sợi, ống có thể được sản xuất bằng phương pháp được mô tả theo các bước (I) đến (V) sau.

(I) Hai tấm vật liệu tấm trước, mỗi tấm có kích thước chiều dài 200 mm $\times$ chiều rộng 72 mm, được cắt ra từ vật liệu tấm trước đơn hướng đã chuẩn bị sao cho hướng trục sợi là 45° so với hướng cạnh dài. Hai tấm vật liệu tấm trước được cán mỏng sao cho hướng sợi của hai tấm giao nhau và một cạnh của mỗi tấm nhô ra 9 mm theo hướng cạnh ngắn.

(II) Vật liệu tấm trước đã cán mỏng thu được ở trên được cuộn quanh trục gá đã xử lý tháo sao cho cạnh dài của vật liệu tấm trước đã cán mỏng và trục của trục gá được căn thẳng hàng theo cùng hướng.

(III) Vật liệu tấm trước hình chữ nhật có chiều dài 200 mm và chiều rộng 153 mm được cắt ra từ vật liệu tấm trước đơn hướng đã chuẩn bị và được cuộn quanh trục gá sao cho hướng cạnh dài của vật liệu tấm trước được căn thẳng hàng với hướng sợi của vật liệu tấm trước, và hướng sợi được căn thẳng hàng với hướng trục của trục gá.

(IV) Phần thu được được bao phủ bằng cách quấn trên đó bằng màng chịu nhiệt như một băng quấn, và được tạo hình nóng trong lò lưu hóa tại 130°C trong 90 phút. Chiều rộng của băng quấn là 15 mm, lực căng là 3 N và bước cuộn (khoảng cách dịch chuyển trong quá trình cuộn) là 1 mm và băng quấn này được quấn sao cho có độ dày giống như tấm nhiều lớp.

(V) Sau đó, trục gá được loại bỏ và băng quấn được loại bỏ để thu được ống

đẻo được gia cường bằng sợi.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ở dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể bằng các ví dụ mà không nên được hiểu là giới hạn sáng chế. Nguyên liệu thô được sử dụng ở ví dụ và ví dụ so sánh được thể hiện dưới đây.

Điểm làm mềm và đương lượng epoxy được đo trong các điều kiện sau.

1) Điểm làm mềm: được đo theo JIS-K7234: 2008 (phương pháp vòng và bi).

2) Đương lượng epoxy: được xác định theo JIS-K 7236: 2001.

“Nguyên liệu thô”

Thành phần (A)

jER 1007: Nhựa bisphenol A epoxy rắn (điểm làm mềm 128°C, được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm “jER 1007”).

jER4007P: Nhựa bisphenol F epoxy rắn (điểm làm mềm: 108°C, được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm: “jER4007P”).

jER4004P: Nhựa bisphenol F epoxy rắn (điểm làm mềm 85°C, được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm “jER4004P”).

Thành phần (B)

jER 828: Nhựa bisphenol A epoxy lỏng (đương lượng epoxy 189 g/eq, được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm “jER 828”).

jER 807: Nhựa bisphenol F epoxy lỏng (đương lượng epoxy 170 g/eq, được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm “jER 807”).

Thành phần (C)

Neopentyl glycol diacrylat

Polyetylen glycol # 200 dimetacrylat

Trimethylolpropan trimetacrylat

Pentaerythritol tetraacrylat

Dipentaerythritol hexaacrylat

Dioxan glycol diacrylat

Di- và tri-acrylat cải biến axit isocyanuric EO

2-[5-etyl-5-[(acryloyloxy)metyl]-1,3-dioxan-2-yl]-2,2-dimetyletyl acrylat

Dimetylol-trixyclodecan diacrylat

Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacrylat toluen diisoxyanat uretan

Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacrylat hexametylen diisoxyanat uretan

Thành phần (d1)

DICY15: dixyandiamit (đương lượng hydro hoạt tính 21 g/eq, được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm “jER Cure DICY15”).

1400F: dixyandiamit (đương lượng hydro hoạt tính 21 g/eq, được sản xuất bởi Air Products and Chemicals, Inc., tên sản phẩm “DICYANEX 1400F”).

DCMU-99: 3-(3,4-diclophenyl)-1,1-dimetylure (Hodogaya Chemical Co.,Ltd., tên thương mại “DCMU-99”).

Omicure 94: N,N-dimetyl-N'-phenylure (được sản xuất bởi PTI Japan, Ltd., tên sản phẩm “Omicure 94”).

U-CAT 3513N: isophoron diamin dimetyl ure (được sản xuất bởi San-Apro Ltd., tên sản phẩm “U-CAT 3513N”).

Omicure 24: 2,4-bis(3,3-dimetylureido) toluen (được sản xuất bởi PTI Japan, Ltd., tên sản phẩm “Omicure 24”).

Thành phần (d2)

Di-t-hexyl peroxit (nhiệt độ bán rã 10 giờ 116,4°C).

Dicumyl peroxit (nhiệt độ bán rã 10 giờ 116,4°C).

Thành phần (E)

VINYLEC E: nhựa polyvinyl formal (được sản xuất bởi JNC Corporation, tên sản phẩm “VINYLEC E”).

Thành phần (H)

TSR-400: nhựa epoxy chứa vòng oxazolidon (đương lượng epoxy 338 g/eq, được sản xuất bởi DIC Corporation, tên sản phẩm “TSR-400”).

LSA 3301: nhựa epoxy chứa vòng oxazolidon (đương lượng epoxy 403 g/eq, được sản xuất bởi Asahi Kasei Corporation, tên sản phẩm “LSA 3301”).

Sợi cacbon

TR: được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm “PYROFIL TR50S15L”.

MR: được sản xuất bởi Mitsubishi Chemical Corporation, tên sản phẩm “PYROFIL MR70 12P”.

Ví dụ 1

Sử dụng jER4007P làm thành phần (A), jER807 làm thành phần (B), neopentyl glycol diacrylat làm thành phần (C), DICY15 và DCMU-99 làm thành phần (d1), di-t-hexyl peroxit làm thành phần (d2), chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được tạo ra như sau.

Đầu tiên, theo tỷ lệ chế phẩm được mô tả trong Bảng 1, thành phần (B) (dạng lỏng) và thành phần (d1) (dạng rắn) được cân vào bình chứa sao cho tỷ lệ khối lượng của thành phần rắn so với thành phần lỏng là 1:1, sau đó thêm hạt nhựa chứa thành phần (D). Phần thu được được khuấy để trộn các thành phần. Phần thu được còn được trộn mịn bằng máy nghiền ba cuộn để thu được hạt nhựa chứa chất lưu hóa.

Sau đó, từ các thành phần được mô tả trong Bảng 1, thành phần (A) và thành phần (B) khác với thành phần được sử dụng ở hạt nhựa chứa chất lưu hóa được cân vào bình, được gia nhiệt đến 140°C nhờ sử dụng bể dầu, và cho phép được hòa tan và trộn. Sau khi làm mát đến khoảng 65°C, thành phần (C), hạt nhựa chứa chất lưu hóa, và

thành phần (d2) được thêm và khuấy để thu được chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chưa lưu hóa.

“Sản xuất tấm nhựa”

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chưa lưu hóa được đổ vào giữa hai tấm thủy tinh, được đúc thành tấm, được gia nhiệt tại $2^{\circ}\text{C}/\text{phút}$, được lưu hóa nhiệt tại nhiệt độ không khí lò bằng 135°C trong 90 phút, để tạo ra tấm nhựa dày 2 mm.

“Sản xuất vật liệu tấm trước”

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chưa lưu hóa được tạo thành màng bởi máy phủ kiểu dấu phẩy (“M-500”, được sản xuất bởi Hirano Tecseed Co., Ltd.), và màng nhựa có khối lượng phủ nhựa bằng $16,7 \text{ g/m}^2$ được tạo ra. Vì vậy màng nhựa đã tạo ra được cán mỏng ở cả hai phía của tấm sợi cacbon với khối lượng cơ sở bằng 100 g/m^2 thu được bằng cách cân thẳng hàng các sợi cacbon, và phần thu được được nạp vào cuộn gia nhiệt để cho phép tấm sợi cacbon được tấm nhựa, để thu được vật liệu tấm trước đơn hướng chưa lưu hóa có khối lượng cơ sở bằng $133,4 \text{ g/m}^2$ và hàm lượng nhựa bằng 25% khối lượng.

“Sản xuất tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi”

Vật liệu tấm trước chưa lưu hóa có hàm lượng nhựa bằng 25% khối lượng thu được ở trên được cắt thành các tấm $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$, và 24 tấm được cán mỏng sao cho mối quan hệ giữa các góc của hướng sợi của tấm là $[0^{\circ} / 0^{\circ}]$, nhờ đó thu được tấm nhiều lớp. Tấm nhiều lớp được gia nhiệt ở nồi hấp tại $2^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ trong áp suất bằng 0,04 MPa, được giữ tại 80°C trong 60 phút, sau đó được gia nhiệt tại $2^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ trong áp suất bằng 0,6 MPa, và được giữ tại 130°C trong 90 phút, nhờ đó lưu hóa nhiệt nhựa để thu được tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có độ dày bằng 2,1 mm.

“Chế tạo ống dẻo được gia cường bằng sợi”

Ống dẻo được gia cường bằng sợi được sản xuất bằng phương pháp được mô tả ở các bước (I) đến (VI) sau đây.

(I) Hai tấm vật liệu tấm trước hình chữ nhật, mỗi tấm có kích thước chiều dài 200 mm $\times$ chiều rộng 72 mm, được cắt ra từ vật liệu tấm trước đơn hướng có hàm lượng nhựa bằng 25% khối lượng đã chuẩn bị ở trên sao cho hướng trục sợi là 45° so với hướng chiều dài. Hai tấm vật liệu tấm trước được cán mỏng sao cho hướng sợi của hai tấm giao nhau và một cạnh của mỗi tấm nhô ra 9 mm theo hướng cạnh ngắn.

(II) Vật liệu tấm trước đã cán mỏng thu được ở trên được cuộn quanh một trục gá đã xử lý tháo sao cho cạnh dài của vật liệu tấm trước đã cán mỏng và trục của trục gá được căn thẳng hàng theo cùng hướng. Trục gá được sử dụng là thanh tròn bằng thép không gỉ có đường kính 6 mm và chiều dài 300 mm.

(III) Vật liệu tấm trước hình chữ nhật có chiều dài 200 mm và chiều rộng 153 mm được cắt ra từ vật liệu tấm trước đơn hướng đã tạo ra và được cuộn quanh trục gá sao cho hướng cạnh dài của vật liệu tấm trước được căn thẳng hàng với hướng sợi của vật liệu tấm trước, và hướng sợi được căn thẳng hàng với hướng trục của trục gá.

(IV) Phần thu được được bao phủ bằng cách quấn trên đó bằng màng chịu nhiệt như một băng quấn, và được tạo hình nóng trong lò lưu hóa tại 130°C trong 90 phút. Chiều rộng của băng quấn là 15 mm, lực căng là 3 N và bước cuộn (khoảng cách dịch chuyển trong quá trình cuộn) là 1 mm và băng quấn này được quấn sao cho có độ dày giống như tấm nhiều lớp.

(V) Sau đó, trục gá được loại bỏ và băng quấn được loại bỏ để thu được ống dẻo được gia cường bằng sợi có đường kính trong 6 mm và chiều dài 200 mm.

Về tấm nhựa được sản xuất, vật liệu tấm trước và vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi, các phép đo và đánh giá khác nhau được thực hiện theo phương pháp đo và đánh giá được mô tả dưới đây. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

“Đo độ bền uốn, môđun uốn, độ giãn dài khi đứt (biến dạng đứt gãy) của tấm nhựa”

Tấm nhựa có độ dày bằng 2 mm thu được trong phần “Sản xuất tấm nhựa” được xử lý thành mẫu thử có chiều dài 60 mm x chiều rộng 8 mm. Về mẫu thử, độ bền uốn, môđun uốn và độ giãn dài khi đứt (biến dạng đứt gãy) của tấm nhựa được xác định sử dụng máy thử vạn năng (“INSTRON 5565”, được sản xuất bởi INSTRON) được trang bị khuôn gá lắp uốn 3 điểm (vết lõm $R = 3,2$ mm, giá đỡ $R = 3,2$ mm, khoảng cách giữa các giá đỡ (L) = 32 mm) tại nhiệt độ bằng 23°C trong độ ẩm 50% RH với tốc độ con trượt bằng 2 mm/phút.

“Đo độ bền uốn/môđun uốn 0° , và độ bền uốn/môđun uốn 90° của tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi”

Tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có độ dày bằng 2,1 mm được sản xuất trong phần “Sản xuất tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi” được xử lý thành mẫu thử có chiều dài 60 mm x chiều rộng 12,7 mm. Đối với mẫu thử, tính chất uốn của tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi về độ bền uốn/môđun uốn 0° , và độ bền uốn/môđun uốn 90° được đo bằng cách sử dụng máy thử vạn năng (“INSTRON 5565”, được sản xuất bởi INSTRON) được trang bị khuôn gá lắp uốn 3 điểm (vết lõm $R = 5,0$ mm, giá đỡ $R = 3,2$ mm) với $L/d = 16$ (L là khoảng cách giữa các giá đỡ và d là độ dày của mẫu thử) và tốc độ con trượt (mỗi phút) bằng $(L^2 \times 0,01)/(6 \times d)$.

“Đo độ bền uốn, môđun uốn và biến dạng tại trọng tải tối đa của ống dẻo được gia cường bằng sợi”

Đối với ống dẻo được gia cường bằng sợi có đường kính trong 6 mm và chiều dài 200 mm, thu được trong phần “Chế tạo ống dẻo được gia cường bằng sợi”, tính chất uốn của ống dẻo được gia cường bằng sợi về độ bền uốn, môđun uốn và biến dạng tại trọng tải tối đa được xác định bằng cách sử dụng máy thử vạn năng (“INSTRON 5565”, được sản xuất bởi INSTRON) được trang bị khuôn gá lắp uốn 3 điểm (vết lõm $R = 75$ mm, giá đỡ $R = 12,5$ mm, khoảng cách giữa các giá đỡ (L) = 150 mm) với tốc độ con trượt bằng 20 mm/phút.

Ví dụ 2 đến Ví dụ 24, Ví dụ so sánh 1

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được tạo ra theo cách tương tự như trong Ví dụ 1 ngoại trừ việc các tỷ lệ chế phẩm được thay đổi thành các tỷ lệ được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2, và tấm nhựa, vật liệu tấm trước, tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi, ống dẻo được gia cường bằng sợi được sản xuất, các phép đo và đánh giá khác nhau được thực hiện đối với chúng. Các kết quả đánh giá được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2. (Trong Bảng 1 và Bảng 2, mỗi lượng của thành phần (A) và thành phần (B) là lượng (phần khối lượng) tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy, lượng thành phần (d2) là lượng (phần khối lượng) tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy và tất cả các hợp chất (met)acrylat được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa, và lượng của các thành phần khác là lượng (phần khối lượng) tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy.)

Bảng 1

Chế phẩm (phần khối lượng)		Ví dụ												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Thành phần (A)	jER1007	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
	jER4007P	50	50	50	50	0	50	50	50	50	50	50	50	50
Thành phần (B)	jER828	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
	jER807	50	50	50	50	0	50	50	50	50	50	50	50	50
Thành phần (C)	Neopentyl glycol diacrylat	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polyetylen glycol # 200 dimetacrylat	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trimetylolpropan triacrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trimetylolpropan trimetacrylat	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pentaerythritol tetraacrylat	0	25	0	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dipentaerythritol hexaacrylat	0	0	0	0	0	25	0	5	15	15	35	35	45
	Di- và tri-acrylat cải biến axit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Thành phần (D)	(d1)	(d2)	isocyanuric EO															
2-[5-etyl-5-[(acryloyloxy)metyl] - 1,3-dioxan -2-yl] -2,2-dimetyletyl acrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacylat toluen diisoxyanat uretan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacylat hexametylen diisoxyanat uretan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DICY15	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
1400F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DCMU-99	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Omicure94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Di-t-hexyl peroxit	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2	0,7	0,5	0,8	0,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0

Thành phần (E)	VINYLEC E												
Tính chất vật lý của tấm nhựa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Độ bền uốn [MPa]	177	164	182	179	170	174	166	165	171	167	177	177	176
Modun uốn [GPa]	3,95	3,79	4,09	4,11	3,8	3,96	3,73	4,07	3,84	3,83	4,39	3,96	4,29
Độ giãn dài khi đứt [%]	12,8	13,9	7,4	10,2	11,4	10,1	13,7	14,1	13,5	109	7,7	11,9	8,4

Bảng 2

Chế phẩm (phần khối lượng)		Ví dụ											Ví dụ so sánh
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Thành phần (A)	jER1007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	jER4007P	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0
Thành phần (B)	jER828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
	jER807	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0

Thành phần (D)	(d1)	pentaerythritol triacrylat toluen diisoxyanat uretan																		
		Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacrylat hexametylen diisoxyanat uretan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
			DICY15	4,4	0	0	4,4	4,4	0	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4
			1400F	0	4,4	3,8	0	0	4,4	0	4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			DCMU-99	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(d2)	Omicure94	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Di-t-hexyl peroxit	1,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0	
		VINYLEC E	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Tính chất vật lý của tấm nhựa																		
		Độ bền uốn [MPa]	174	180	179	172	169	170	178	169	166	173	173	173	142					
Modun uốn [GPa]	3,80	4,23	4,17	4,12	4,02	3,81	4,07	4,0	3,94	4,02	3,96	3,15								
	Độ giãn dài khi đứt [%]	9,1	10,2	9,2	10,8	11,98	13,0	12,5	12,6	13,9	10,6	9,7	10,3							

Như thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2, mỗi Ví dụ vượt trội hơn so với Ví dụ so sánh 1 không có thành phần (C) ở chỗ tấm nhựa có độ bền và môđun đàn hồi rất tốt, trong khi duy trì độ dẻo. Hơn thế nữa, tính chất vật lý của tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi và ống dẻo được gia cường bằng sợi được cải thiện ở mỗi Ví dụ so với Ví dụ so sánh 1 không có thành phần (C).

Ví dụ 25

Sử dụng jER4007P làm thành phần (A), jER807 làm thành phần (B), neopentyl glycol diacrylat làm thành phần (C), DICY15 và DCMU-99 làm thành phần (d1), di-t-hexyl peroxit làm thành phần (d2), và TSR-400 làm thành phần (E), chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được tạo ra như sau.

Đầu tiên, theo tỷ lệ chế phẩm được mô tả trong Bảng 1, thành phần (B) (dạng lỏng) và thành phần (d1) (dạng rắn) được cân vào bình chứa sao cho tỷ lệ khối lượng của thành phần rắn với thành phần lỏng là 1:1, sau đó thêm hạt nhựa chứa thành phần (D). Phần thu được được khuấy để trộn các thành phần. Phần thu được còn được trộn mịn bằng máy nghiền ba cuộn để thu được hạt nhựa chứa chất lưu hóa.

Sau đó, từ các thành phần được mô tả trong Bảng 1, thành phần (A) và thành phần (B) khác với thành phần được sử dụng ở hạt nhựa chứa chất lưu hóa và thành phần (H) được cân vào bình, được gia nhiệt đến 140°C sử dụng bể dầu, và được phép được hòa tan và trộn. Sau khi làm mát đến khoảng 65°C, thành phần (C), hạt nhựa chứa chất lưu hóa, và thành phần (d2) được thêm và khuấy để thu được chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chưa lưu hóa.

Các phép đo và đánh giá khác nhau được thực hiện đối với tấm nhựa, vật liệu tấm trước và vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi được sản xuất nhờ sử dụng chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chưa lưu hóa thu được. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

Ví dụ 26 đến Ví dụ 52, Ví dụ so sánh 2 và Ví dụ so sánh 3

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được tạo ra theo cách tương tự như trong Ví dụ 25 ngoại trừ việc các tỷ lệ chế phẩm được thay đổi thành các tỷ lệ được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2, và tấm nhựa, vật liệu tấm trước, tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi, ống dẻo được gia cường bằng sợi được sản xuất, các phép đo và đánh giá khác nhau được thực hiện đối với chúng. Các kết quả đánh giá được thể hiện trong Bảng 3 và Bảng 4. (Trong Bảng 3 và Bảng 4, mỗi lượng thành phần (A), thành phần (B) và thành phần (H) là lượng (phần khối lượng) tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy, lượng thành phần (d2) là lượng (phần khối lượng) tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy và tất cả hợp chất (met)acrylat được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa, và lượng của các thành phần khác là lượng (phần khối lượng) tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy.)

Bảng 3

Chế phẩm (phần khối lượng)		Ví dụ															
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
Thành phần (A)	jER4007P	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	50	50	20	
Thành phần (B)	jER807	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	40	40	60	
Thành phần (H)	TSR-400	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	10	10	10	20	
	LSA3301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Thành phần (C)	Neopentyl glycol diacrylat	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Trimethylolpropan triacrylat	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pentaerythritol tetraacrylat	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dipentaerythritol hexaacrylat	0	0	0	25	0	0	0	0	25	25	25	25	25	25	25	
	Dioxan glycol diacrylat	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dimethylol-trixyclodecan diacrylat	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Thành phần (D)	(d1)	Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacrylat toluen diisoxyanat uretan												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacrylat hexametylen diisoxyanat uretan												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thành phần (D)	(d1)	1400F	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,8
		DCMU-99	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,9
		Omicure94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		U-CAT 3513N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thành phần (E)	(d2)	Di-t-hexyl peroxit	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		VINYLEC E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tính chất uốn của tấm nhựa		Độ bền uốn [MPa]	174	171	182	187	175	179	184	182	190	185	186	172	180	177	187									
		Modun uốn [GPa]	3,8	3,7	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	3,9	4,0	3,9	4,2	4,0	4,1	4,1	4,1									

		Độ giãn dài khi đứt [%]	9	9	9	11	12	11	8	8	8	8	9	9	9	8	8
Ống dẻo được gia cường bằng sợi	TR	Độ bền [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1835	-	-
		Modun uốn [GPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	-	-
		Biến dạng đứt gãy [%]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-
	MR	Độ bền [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2063	-	-
		Modun uốn [GPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-
		Biến dạng đứt gãy [%]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-

Bảng 4

		Ví dụ														Ví dụ so sánh	
Chế phẩm (phần khối lượng)		40	41	42	43	44	4	46	47	48	49	50	51	52	2	3	
Thành phần (A)	jER4007P	40	30	10	30	30	30	30	30	40	10	30	10	30	50	30	

Thành phần (B)	jER807	40	40	60	40	40	40	40	40	40	40	30	50	30	40	20	40	40
Thành phần (H)	TSR-400	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	0	0	30	0	50	10	30
	LSA3301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thành phần (C)	Neopentyl glycol diacrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trimethylolpropan triacrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pentaerythritol tetraacrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dipentaerythritol hexaacrylat	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	0	0
	Dioxan glycol diacrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dimethylol-trixyclodecan diacrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacrylat toluen diisoxyanat uretan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chất tiền trùng hợp pentaerythritol triacrylat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[illegible]

băng sợi	MR	Độ bền [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1813	2080
		Modun uốn [GPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	89
		Biến dạng đứt gãy [%]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9

Như thể hiện trong Bảng 3 và Bảng 4, mỗi Ví dụ vượt trội hơn so với Ví dụ so sánh 1 và Ví dụ so sánh 2 không có thành phần (C) trong đó tấm nhựa có độ bền và môđun đàn hồi rất tốt, trong khi duy trì độ dẻo. Hơn thế nữa, tính chất vật lý của tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi và ống dẻo được gia cường bằng sợi được cải thiện ở mỗi Ví dụ so với Ví dụ so sánh 1 không có thành phần (C).

Ví dụ 53 đến Ví dụ 57, Ví dụ so sánh 4 đến Ví dụ so sánh 6

Chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được tạo ra theo cách tương tự như trong Ví dụ 1 ngoại trừ việc các tỷ lệ chế phẩm được thay đổi thành các tỷ lệ được thể hiện trong Bảng 5, và tấm nhựa, vật liệu tấm trước, tấm vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi, ống dẻo được gia cường bằng sợi được sản xuất, các phép đo và đánh giá khác nhau được thực hiện đối với chúng. Các kết quả đánh giá được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5

Chế phẩm (phần khối lượng)		Ví dụ 53	Ví dụ 54	Ví dụ 55	Ví dụ 56	Ví dụ 57	Ví dụ 58	Ví dụ 59	Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 5	Ví dụ so sánh 6
Thành phần(A)	jER4004P	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	jER4007P	0	50	50	50	50	22	22	0	0	0
Nhựa epoxy khác với thành phần(A)	jER1001	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0
	jER1002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
Thành phần(B)	jER828	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50
	jER807	50	50	50	50	50	28	28	0	0	0
Thành phần(H)	TSR-400	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0
Thành phần(C)	Dipentaerythritol hexaacrylat	25	25	25	25	25	25	25	0	25	25
Thành phần (dI)	1400F	4,8	4,4	4,4	2,7	5,3	4,5	4,5	5,2	5,2	4,8

phần		3,2	0	1	3	3	2,9	2,9	3,5	3,5	3,2
(D)	DCMU-99										
	Omicure24	0	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0
	Di-t-hexyl peroxit	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0	0,8	0,8
(d2)	Dicumyl peroxit	0	0	0	0	0	0,4	0,8	0	0	0
Thành phần(E)	VINYLEC E	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0
	Độ bền uốn [MPa]	173	178	177	170	174	182	185	150	166	160
Tính chất uốn	Modun uốn [GPa]	3,9	3,8	3,9	3,7	3,7	3,8	4	3,3	3,3	3,5
của tấm nhựa	Độ giãn dài khi đứt [%]	10	7	7	9	8	8	9	14	9	14

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Việc sử dụng chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa theo sáng chế cho phép sản xuất ống dẻo được gia cường bằng sợi rất tốt. Do đó, sáng chế có thể tạo ra rất nhiều sản phẩm đúc dẻo được gia cường bằng sợi có tính chất cơ học rất tốt, từ, ví dụ, sản phẩm đúc cho các ứng dụng thể thao và giải trí như cán gậy gôn, đến sản phẩm đúc cho các ứng dụng công nghiệp như máy bay.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu tấm trước chứa sợi cacbon và nhựa nền, trong đó nhựa nền là chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa chứa nhựa bisphenol epoxy, thành phần (C) và (D) sau đây:

thành phần (C): hợp chất (met)acrylat hai hoặc nhiều hơn hai chức, và

thành phần (D): chất lưu hóa chứa thành phần (d1) là dixyandiamit và thành phần (d2) là chất khơi mào polyme hóa gốc,

trong đó chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa có môđun uốn nằm trong khoảng từ 3,7 đến 6 GPa, và độ giãn dài khi đứt nằm trong khoảng từ 7 đến 15%, mỗi giá trị được đo đối với tấm nhựa dày 2 mm được sản xuất bằng phương pháp trong đó chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa được đổ vào giữa hai tấm thủy tinh, được đúc thành tấm, được gia nhiệt tại 2°C/phút, được lưu hóa nhiệt tại nhiệt độ không khí lò bằng 135°C trong 90 phút.

2. Vật liệu tấm trước theo điểm 1, trong đó thành phần (C) là ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm di(met)acrylat thu được bằng phản ứng este hóa của axit (met)acrylic với etylen glycol, bisphenol A, hoặc diol thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào etylen glycol hoặc bisphenol A; tri(met)acrylat thu được bằng phản ứng este hóa của axit (met)acrylic với rượu thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào trimetylolpropan, tris (2-hydroxyetyl) isoxyanurat hoặc pentaerythritol; và poly(met)acrylat thu được bằng phản ứng este hóa của axit (met)acrylic với ditrimetylolpropan, pentaerythritol, dipentaerythritol, tripentaerythritol hoặc polyol thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào pentaerythritol, dipentaerythritol hoặc tripentaerythritol.

3. Vật liệu tấm trước theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần (d1) còn bao gồm ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm ure, imidazol, và amin thơm.

4. Vật liệu tấm trước theo điểm 3, trong đó thành phần (d1) được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 15 phần khối lượng tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của

tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

5. Vật liệu tẩm trước theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần (d2) được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5 phần khối lượng tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy và tất cả các hợp chất (met)acrylat được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

6. Vật liệu tẩm trước theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó thành phần (C) được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 5 đến 45 phần khối lượng tương ứng với 100 phần khối lượng tổng của tất cả các nhựa epoxy được chứa trong chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa.

7. Vật liệu tẩm trước theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó vật liệu này còn chứa thành phần (E): nhựa dẻo nhiệt.

8. Vật liệu tẩm trước theo điểm 7, trong đó độ nhớt của chế phẩm nhựa có khả năng lưu hóa ở 30°C là 100 Pa·giây hoặc lớn hơn và 1.000.000 Pa·giây hoặc nhỏ hơn.

9. Vật liệu tẩm trước theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó nhựa bisphenol epoxy là ít nhất một nhựa được chọn từ nhóm bao gồm nhựa bisphenol A epoxy và nhựa bisphenol F epoxy.

10. Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi thu được bằng cách lưu hóa vật liệu tẩm trước đơn hướng bao gồm nhựa nền và sợi cacbon, trong đó nhựa nền bao gồm dixyandiamit và chất khơi mào polyme hóa gốc, và vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi này có cấu trúc hải đảo được tạo thành bởi nhựa bisphenol epoxy và ít nhất một (met)acrylat được chọn từ nhóm bao gồm di(met)acrylat thu được bằng phản ứng este hóa của axit (met)acrylic với etylen glycol, bisphenol A, hoặc diol thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào etylen glycol hoặc bisphenol A; tri(met)acrylat thu được bằng phản ứng este hóa của axit (met)acrylic với rượu thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào trimetylolpropan, tris (2-hydroxyetyl) isoxyanurat hoặc pentaerythritol; và poly(met)acrylat thu được bằng phản ứng este hóa của axit (met)acrylic với ditrimetylolpropan, pentaerythritol,

dipentaerythritol, tripentaerythritol hoặc polyol thu được bằng cách bổ sung etylen oxit, propylen oxit hoặc caprolacton vào pentaerythritol, dipentaerythritol hoặc tripentaerythritol; và trong đó vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi có độ bền uốn bằng 1800 MPa hoặc lớn hơn, môđun uốn bằng 65 GPa hoặc lớn hơn, và độ giãn dài khi đứt bằng 8% hoặc lớn hơn, mỗi giá trị được đo đối với mẫu được tạo ra bằng phương pháp trong đó:

(I) hai tấm vật liệu tấm trước, mỗi tấm có kích thước chiều dài 200 mm × chiều rộng 72 mm, được cắt ra từ vật liệu tấm trước đơn hướng sao cho hướng trục sợi là 45° so với hướng cạnh dài, tiếp theo là cán mỏng hai tấm vật liệu tấm trước sao cho hướng sợi của hai tấm này giao nhau và một cạnh của mỗi tấm nhô ra 9 mm theo hướng cạnh ngắn;

(II) vật liệu tấm trước đã cán mỏng thu được được cuốn quanh trục gá đã xử lý tháo sao cho cạnh dài của vật liệu tấm trước đã cán mỏng và trục của trục gá được căn thẳng hàng theo cùng hướng, trong đó trục gá là thanh tròn bằng thép không gỉ có đường kính 6 mm và chiều dài 300 mm.

(III) qua trục gá thu được, vật liệu tấm trước hình chữ nhật có chiều dài 200 mm và chiều rộng 153 mm, được cắt ra từ vật liệu tấm trước đơn hướng sao cho hướng cạnh dài của vật liệu tấm trước được căn thẳng hàng với hướng sợi của vật liệu tấm trước, được cuốn sao cho hướng sợi của vật liệu tấm trước được căn thẳng hàng với hướng trục của trục gá.

(IV) phần thu được còn được bao phủ bằng cách quấn trên đó bằng màng chịu nhiệt dưới dạng băng quấn, và được tạo hình nóng trong lò lưu hóa tại 130°C trong 90 phút, trong đó chiều rộng của băng quấn là 15 mm, lực căng là 3 N và bước cuốn (khoảng cách dịch chuyển trong quá trình cuốn) là 1 mm và băng quấn này được quấn sao cho có độ dày giống như tấm nhiều lớp, và

(V) sau đó, trục gá được loại bỏ và băng quấn được loại bỏ để thu được ống dẻo được gia cường bằng sợi có đường kính trong là 6 mm và độ dài là 200 mm.

11. Vật liệu dẻo được gia cường bằng sợi theo điểm 10, trong đó vật liệu này có hình ống.