



(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)



1-0043531

(51)^{2020.01} C03C 25/10; G02B 6/02; C03C 25/42; (13) B
C03C 25/47; C03C 25/1065; C03C
25/285

(21) 1-2021-01357

(22) 21/08/2019

(86) PCT/JP2019/032703 21/08/2019

(87) WO 2020/040223 A1 27/02/2020

(30) 2018-155181 22/08/2018 JP

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/05/2021 398A

(73) SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. (JP)

5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0041 Japan

(72) HAMAKUBO Katsushi (JP).

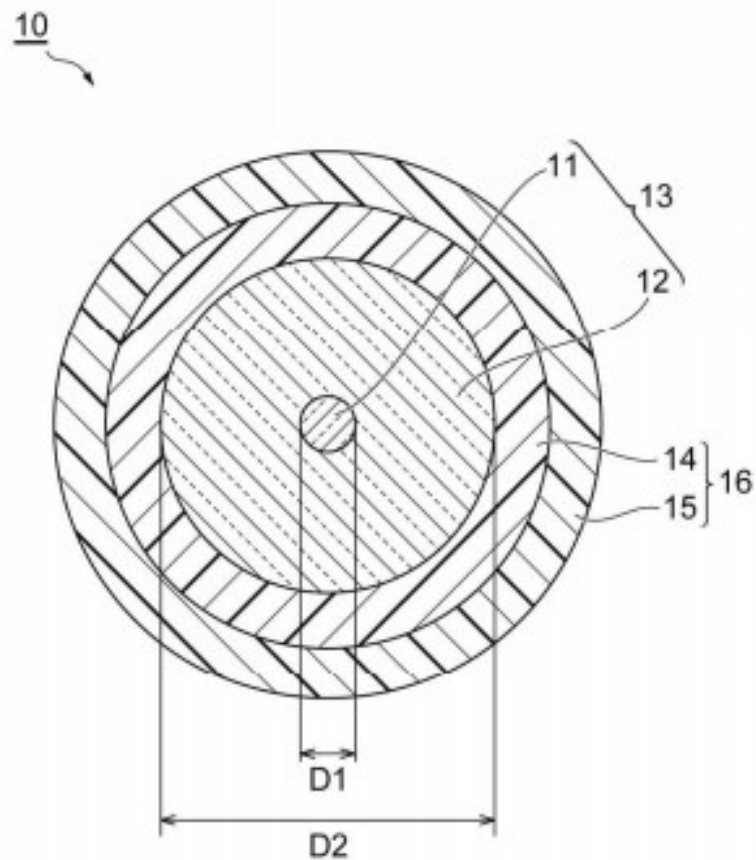
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) SỢI QUANG HỌC

(21) 1-2021-01357

(57) Sáng chế đề cập đến sợi quang học (10) bao gồm sợi thủy tinh (13) gồm lõi (11) và lớp bọc (12), lớp nhựa sơ cấp (14) tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao lấy sợi thủy tinh này, và lớp nhựa thứ cấp (15) bao lấy lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa thứ cấp gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa và các hạt oxit vô cơ kỵ nước, hàm lượng của các hạt oxit vô cơ này là lớn hơn hoặc bằng 1% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng theo tổng lượng chế phẩm nhựa, và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 60°C và nhỏ hơn hoặc bằng 120°C.

Fig.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sợi quang học.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các sợi quang học nói chung có lớp nhựa phủ dùng để bảo vệ sợi thủy tinh mà là môi trường truyền dẫn quang học, và lớp nhựa phủ này bao gồm lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp. Để làm giảm sự gia tăng tổn thất truyền do vi uốn cong được hình thành khi áp suất bên được tác dụng lên sợi quang học gây ra, sợi quang học này được yêu cầu phải có các đặc tính áp suất bên tuyệt vời.

Ví dụ, trong Tài liệu sáng chế 1, người ta đã nghiên cứu để làm giảm tổn thất uốn cong của sợi quang học bằng cách gia tăng mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp (lớp phủ thứ hai). Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ rằng để ngăn ứng suất dư trong lớp nhựa phủ không phải là nguyên nhân gây tổn thất truyền của sợi quang học, nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp được làm giảm bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa chứa uretan (met)acrylat đặc hiệu.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2009-510520 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2003-277453 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sợi quang học theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm sợi thủy tinh gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao lấy sợi thủy tinh này, và lớp nhựa thứ cấp bao lấy lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa thứ cấp gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa, và các hạt oxit vô cơ kỵ nước, hàm lượng của các hạt oxit vô cơ này là lớn hơn hoặc bằng 1% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng theo tổng lượng chế phẩm nhựa, và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 60°C và nhỏ hơn hoặc bằng 120°C.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ mặt cắt giản lược thể hiện ví dụ về sợi quang học theo phương án hiện tại.

Mô tả chi tiết sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Để cải thiện các đặc tính áp suất bên, quan trọng là cần phải gia tăng môđun Young của lớp nhựa thứ cấp, nhưng nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp trở nên quá cao. Kết quả là, ứng suất dư tác dụng lên lớp nhựa sơ cấp được gia tăng, và các lỗ rỗng dễ dàng được hình thành trong sợi quang học. Do đó, lớp nhựa thứ cấp cần phải triệt tiêu sự hình thành các lỗ rỗng trong sợi quang học trong khi duy trì môđun Young cần có để cải thiện các đặc tính áp suất bên.

Mục đích của sáng chế là đề xuất sợi quang học trong đó sự hình thành các lỗ rỗng được triệt tiêu và các đặc tính áp suất bên là tuyệt vời.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế có thể tạo ra sợi quang học trong đó sự hình thành các lỗ rỗng được triệt tiêu và các đặc tính áp suất bên là tuyệt vời.

Mô tả các phương án của sáng chế

Đầu tiên, các nội dung của phương án theo sáng chế sẽ được mô tả bằng cách liệt kê chúng. Sợi quang học theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm sợi thủy tinh gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao lấy sợi thủy tinh này, và lớp nhựa thứ cấp bao lấy lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa thứ cấp gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa, và các hạt oxit vô cơ kỵ nước, hàm lượng của các hạt oxit vô cơ này là lớn hơn hoặc bằng 1% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng theo tổng lượng chế phẩm nhựa, và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 60°C và nhỏ hơn hoặc bằng 120°C.

Sợi quang học theo một khía cạnh của sáng chế là sợi quang học bao gồm sợi thủy tinh gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh ở trên và bao lấy sợi thủy tinh này, và lớp nhựa thứ cấp bao lấy lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa thứ cấp bao gồm các hạt oxit vô cơ, hàm lượng của các hạt oxit vô cơ này là lớn hơn hoặc bằng 1% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng theo tổng lượng của lớp nhựa thứ cấp, và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của

lớp nhựa thứ cấp này là lớn hơn hoặc bằng 60°C và nhỏ hơn hoặc bằng 120°C .

Bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa chứa các hạt oxit vô cơ trong khoảng cụ thể có thể tạo ra lớp nhựa thứ cấp có môđun Young cao trong khi giữ nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh ở trong khoảng nhất định. Nhờ đó, sự hình thành các lỗ rỗng có thể được triệt tiêu một cách đầy đủ và các đặc tính áp suất bên có thể được cải thiện trong sợi quang học.

Do các đặc tính phân tán tuyệt vời trong chế phẩm nhựa và việc dễ dàng tạo ra lớp nhựa có môđun Young cao, nên các hạt oxit vô cơ ít nhất có thể là một loại được lựa chọn từ nhóm gồm silic dioxit, ziriconi dioxit, nhôm oxit, magiê oxit, titan oxit, thiếc oxit, và kẽm oxit.

Do tạo ra lớp nhựa có môđun Young cao, nên cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ có thể nhỏ hơn hoặc bằng 500 nm.

Từ khía cạnh truyền độ bền thích hợp cho lớp nhựa phủ, môđun Young của lớp nhựa thứ cấp có thể lớn hơn hoặc bằng 1150 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700 MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Chi tiết về phương án của sáng chế

Các ví dụ cụ thể về chế phẩm nhựa và sợi quang học theo các phương án của sáng chế khi cần sẽ được mô tả dựa vào hình vẽ. Sáng chế không bị giới hạn ở hình minh họa này nhưng được thể hiện bằng bộ yêu cầu bảo hộ và nhằm mục đích bao gồm các nghĩa tương đương với bộ yêu cầu bảo hộ và tất cả các cải biến nằm trong bộ yêu cầu bảo hộ này. Trong phần mô tả sau đây, các số chỉ dẫn giống nhau được gán cho các chi tiết giống nhau trong phần mô tả về hình vẽ, và việc giải thích không cần thiết sẽ được bỏ qua.

Sợi quang học

FIG.1 là sơ đồ mặt cắt giản lược thể hiện ví dụ về sợi quang học theo phương án hiện tại. Sợi quang học 10 bao gồm sợi thủy tinh 13 gồm lõi 11 và lớp bọc 12, và lớp nhựa phủ 16 bao gồm lớp nhựa sơ cấp 14 được bố trí trên trên ngoại vi phía ngoài của sợi thủy tinh 13 và lớp nhựa thứ cấp 15.

Lớp bọc 12 bao quanh lõi 11. Lõi 11 và lớp bọc 12 chủ yếu bao gồm thủy tinh chẳng hạn như thủy tinh thạch anh, silic oxit được bổ sung germani có thể được sử dụng, ví dụ, trong lõi 11, và silic oxit tinh khiết hoặc silic oxit được bổ sung flo có thể được sử dụng trong lớp bọc 12.

Trên FIG.1, ví dụ, đường kính bên ngoài (D2) của sợi thủy tinh 13 là khoảng 125 μm , và đường kính (D1) của lõi 11 cấu thành sợi thủy tinh 13 là khoảng 7 đến 15 μm .

Độ dày của lớp nhựa phủ 16 thông thường là khoảng 60 đến 70 μm . Độ dày của mỗi trong số lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là khoảng 10 đến 50 μm , và ví dụ, độ dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể là 35 μm và độ dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là 25 μm . Đường kính bên ngoài của sợi quang học 10 có thể là khoảng 245 đến 265 μm .

Độ dày của lớp nhựa phủ 16 có thể là khoảng 27 đến 48 μm . Độ dày của mỗi trong số lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là khoảng 10 đến 38 μm , và ví dụ, độ dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể là 25 μm và độ dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là 10 μm . Đường kính bên ngoài của sợi quang học 10 có thể là khoảng 179 đến 221 μm .

Ngoài ra, đường kính bên ngoài (D2) của sợi thủy tinh 13 có thể là khoảng 100 μm , và độ dày của lớp nhựa phủ 16 có thể là khoảng 22 đến 37 μm . Độ dày của mỗi trong số lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là khoảng 5 đến 32 μm , và ví dụ, độ dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể là 25 μm và độ dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể là 10 μm . Đường kính bên ngoài của sợi quang học 10 có thể là khoảng 144 đến 174 μm .

Lớp nhựa thứ cấp

Lớp nhựa thứ cấp 15 có thể được tạo ra bằng cách hóa rắn chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa và các hạt oxit vô cơ kỵ nước. Tức là, lớp nhựa thứ cấp 15 bao gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa gồm nhựa nền chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa và các hạt oxit vô cơ kỵ nước.

(Met)acrylat có nghĩa là acrylat hoặc metacrylat tương ứng với nó. Điều tương tự áp dụng cho axit (met)acrylic và tương tự.

Các hạt oxit vô cơ

Các hạt oxit vô cơ theo phương án hiện tại có bề mặt được đưa vào xử lý kỵ nước. Xử lý kỵ nước theo phương án hiện tại là đưa nhóm kỵ nước lên trên bề mặt của các hạt oxit vô cơ. Các hạt oxit vô cơ có nhóm kỵ nước được đưa vào có

độ phân tán tuyệt vời trong chế phẩm nhựa. Nhóm kỵ nước có thể là nhóm phản ứng chẳng hạn như nhóm (met)acryloyl hoặc nhóm vinyl, hoặc có thể là nhóm không phản ứng chẳng hạn như nhóm hydrocacbon (ví dụ, nhóm alkyl) hoặc nhóm aryl (ví dụ, nhóm phenyl). Trong trường hợp các hạt oxit vô cơ có nhóm phản ứng, dễ dàng tạo ra lớp nhựa có môđun Young cao.

Các hạt oxit vô cơ theo phương án hiện tại được phân tán trong môi trường phân tán. Việc sử dụng các hạt oxit vô cơ được phân tán trong môi trường phân tán cho phép phân tán đồng nhất các hạt oxit vô cơ trong chế phẩm nhựa và sau đó cải thiện tính ổn định lưu trữ của chế phẩm nhựa này. Môi trường phân tán không bị giới hạn cụ thể miễn là không cản trở chế phẩm nhựa hóa rắn. Môi trường phân tán có thể là phản ứng hoặc không phản ứng.

Monome chẳng hạn như hợp chất (met)acryloyl và hợp chất epoxy có thể được sử dụng làm môi trường phân tán phản ứng. Các ví dụ về hợp chất (met)acryloyl bao gồm 1,6-hexanediol di(met)acrylat, bisphenol A di(met)acrylat được cải biến EO, polyetylen glycol di(met)acrylat, bisphenol A di(met)acrylat được cải biến PO, polypropylen glycol di(met)acrylat, polytetrametylen glycol di(met)acrylat, 2-hydroxy-3-phenoxypropyl (met)acrylat, sản phẩm cộng axit (met)acrylic của propylen glycol diglycidyl ete, sản phẩm cộng axit (met)acrylic của tripropylen glycol diglycidyl ete, và sản phẩm cộng axit (met)acrylic của glyxerin diglycidyl ete. Đối với hợp chất (met)acryloyl, các hợp chất được lấy làm ví dụ bằng các monome được mô tả dưới đây có thể được sử dụng.

Dung môi keton chẳng hạn như metyl etyl keton (MEK), dung môi rượu chẳng hạn như metanol (MeOH) hoặc propylen glycol monometyl ete (PGME), hoặc dung môi este chẳng hạn như propylen glycol monometyl ete axetat (PGMEA) có thể được sử dụng làm môi trường phân tán không phản ứng. Trong trường hợp của môi trường phân tán không phản ứng, chế phẩm nhựa có thể được điều chế bằng cách trộn nhựa nền và các hạt oxit vô cơ được phân tán trong môi trường phân tán và loại bỏ một phần môi trường phân tán này. Khi môi trường phân tán bao gồm các hạt oxit vô cơ được cải biến bề mặt được quan sát bằng kính hiển vi điện tử và không có các hạt kết tụ nào được quan sát, các hạt oxit vô cơ được cải biến bề mặt được phân tán làm các hạt sơ cấp.

Các hạt oxit vô cơ được phân tán trong môi trường phân tán còn lại sẽ được phân tán trong lớp nhựa sau khi chế phẩm nhựa hóa rắn. Khi môi trường phân tán

phản ứng được sử dụng, các hạt oxit vô cơ được trộn với môi trường phân tán này trong chế phẩm nhựa và được tích hợp trong lớp nhựa với điều kiện phân tán được duy trì. Khi môi trường phân tán không phản ứng được sử dụng, ít nhất một phần của môi trường phân tán này bay hơi và biến mất khỏi chế phẩm nhựa, nhưng các hạt oxit vô cơ vẫn còn trong chế phẩm nhựa với điều kiện phân tán còn lại và cũng có mặt trong lớp nhựa được hóa rắn với điều kiện phân tán còn lại. Quan sát bằng kính hiển vi điện tử cho thấy các hạt oxit vô cơ có mặt trong lớp nhựa ở điều kiện phân tán của hạt sơ cấp.

Do các đặc tính phân tán tuyệt vời trong chế phẩm nhựa và dễ dàng tạo ra lớp nhựa dai, nên tốt hơn là các hạt oxit vô cơ ít nhất là một loại được lựa chọn từ nhóm gồm silic dioxit (silica), zirconi dioxit (zirconia), nhôm oxit (alumina), magiê oxit (magnesia), titan oxit (titania), thiếc oxit, và kẽm oxit. Từ khía cạnh giá rẻ tuyệt vời, dễ dàng xử lý bề mặt, tính thấm tia cực tím, dễ dàng bố trí lớp nhựa với độ cứng thích hợp, và tương tự, tốt hơn là các hạt silic oxit kỵ nước được sử dụng làm các hạt oxit vô cơ theo phương án hiện tại.

Từ khía cạnh truyền tính dẻo thích hợp cho lớp nhựa thứ cấp, cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ có thể nhỏ hơn hoặc bằng 500 nm, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 200 nm, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 100 nm, và còn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 50 nm. Từ khía cạnh về gia tăng môđun Young của lớp nhựa thứ cấp, cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 5 nm, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 10 nm. Đường kính hạt sơ cấp trung bình có thể được đo ví dụ bằng cách phân tích ảnh của các hình ảnh kính hiển vi được tử, phương pháp tán xạ ánh sáng hoặc phương pháp BET. Môi trường phân tán trong đó hạt sơ cấp của các hạt oxit vô cơ được phân tán xuất hiện cần phải trong suốt về mặt thị giác khi đường kính của hạt sơ cấp là nhỏ. Khi đường kính của đường kính hạt sơ cấp là tương đối lớn (lớn hơn hoặc bằng 40 nm), môi trường phân tán trong đó hạt sơ cấp được phân tán xuất hiện sẽ bị làm đục, nhưng không quan sát thấy chất kết tủa.

Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 1% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 3% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 5% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 50% theo khối lượng theo tổng lượng chế phẩm nhựa (tổng lượng của nhựa nền và các hạt oxit vô cơ). Hàm

lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 1% theo khối lượng cho phép dễ dàng tạo ra lớp nhựa có các đặc tính áp suất bên tuyệt vời. Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng cho phép tạo ra lớp nhựa có tính dẻo tuyệt vời. Tổng lượng chế phẩm nhựa và tổng lượng sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa này có thể được coi là bằng nhau. Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 1% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 3% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 5% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 50% theo khối lượng theo tổng lượng của lớp nhựa thứ cấp (tổng lượng của chế phẩm nhựa hóa rắn cấu thành lớp nhựa thứ cấp).

Nhựa nền

Nhựa nền theo phương án hiện tại chứa uretan (met)acrylat oligome, monome và chất khơi mào quang polyme hóa.

Đối với uretan (met)acrylat oligome, oligome thu được bằng cách phản ứng hợp chất polyol, hợp chất polyisoxyanat, và hợp chất (met)acrylat chứa nhóm hydroxyl có thể được sử dụng.

Các ví dụ về hợp chất polyol bao gồm polytetrametylen glycol, polypropylen glycol và diol cộng etylen oxit bisphenol A. Số lượng trọng lượng phân tử trung bình của hợp chất polyol có thể là 400 đến 1000. Các ví dụ về hợp chất polyisoxyanat bao gồm 2,4-tolylen diisoxyanat, 2,6-tolylen diisoxyanat, isophoron diisoxyanat, và dixyclohexylmetan 4,4'-diisoxyanat. Các ví dụ về hợp chất (met)acrylat chứa nhóm hydroxyl bao gồm 2-hydroxyetyl (met)acrylat, 2-hydroxybutyl (met)acrylat, 1,6-hexanediol mono(met)acrylat, pentaerythritol tri(met)acrylat, 2-hydroxypropyl (met)acrylat, và tripropylen glycol mono(met)acrylat.

Đối với chất xúc tác dùng để tổng hợp uretan (met)acrylat oligome, hợp chất hữu cơ thiếc thông thường được sử dụng. Các ví dụ về hợp chất hữu cơ thiếc này bao gồm dibutyltin dilaurat, dibutyltin diacetat, dibutyltin maleat, dibutyltin bis(2-etylhexyl mercaptoacetat), dibutyltin bis(isooctyl mercaptoacetat), và dibutyltin oxit. Từ khía cạnh dễ dàng sẵn có hoặc đặc tính chất xúc tác, tốt hơn là dibutyltin dilaurat hoặc dibutyltin diacetat được sử dụng làm chất xúc tác.

Khi uretan (met)acrylat oligome được tổng hợp, các rượu thấp có nguyên

tử cacbon nhỏ hơn hoặc bằng 5 có thể được sử dụng. Các ví dụ về các rượu thấp này bao gồm metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 2-butanol, 2-metyl-2-propanol, 1-pentanol, 2-pentanol, 3-pentanol, 2-metyl-1-butanol, 3-metyl-1-butanol, 2-metyl-2-butanol, 3-metyl-2-butanol, và 2,2-dimetyl-1-propanol.

Đối với monome, monome đơn chức có một nhóm có thể polyme hóa hoặc monome đa chức có hai hoặc nhiều nhóm có thể polyme hóa có thể được sử dụng. Monome có thể được sử dụng bằng cách trộn hai hoặc nhiều monome.

Các ví dụ về monome đơn chức bao gồm các monome (met)acrylat chẳng hạn như metyl (met)acrylat, etyl (met)acrylat, propyl (met)acrylat, n-butyl (met)acrylat, sec-butyl (met)acrylat, tert-butyl (met)acrylat, isobutyl (met)acrylat, n-pentyl (met)acrylat, isopentyl (met)acrylat, hexyl (met)acrylat, heptyl (met)acrylat, isoamyl (met)acrylat, 2-ethylhexyl (met)acrylat, n-octyl (met)acrylat, isooctyl (met)acrylat, isodexyl (met)acrylat, lauryl (met)acrylat, 2-phenoxyetyl (met)acrylat, 3-phenoxybenzyl (met)acrylat, phenoxydietylen glycol (met)acrylat, phenoxy polyetylen glycol (met)acrylat, nonylphenoxy polyetylen glycol (met)acrylat, 4-tert-butylxyclohexanol (met)acrylat, tetrahydrofurfuryl (met)acrylat, benzyl (met)acrylat, dicyclopentenyl (met)acrylat, dicyclopentenyl oxyetyl (met)acrylat, dicyclopentanyl (met)acrylat, nonylphenol polyetylen glycol (met)acrylat, nonylphenoxy polyetylen glycol (met)acrylat, và isobornyl (met)acrylat; các monome chứa nhóm carboxyl chẳng hạn như axit (met)acrylic, dime axit (met)acrylic, carboxyetyl (met)acrylat, carboxypentyl (met)acrylat, và ω -carboxy-polycaprolacton (met)acrylat; các (met)acrylat chứa dị vòng chẳng hạn như N-acryloyl morpholin, N-vinyl pyrrolidon, N-vinyl caprolactam, N-acryloylpiperidin, N-metacryloylpiperidin, N-acryloylpyrrolidin, 3-(3-pyridin) propyl (met)acrylat, và trimetylolpropan formal acrylat vòng; các monome maleimit chẳng hạn như maleimit, N-xyclohexyl maleimit, và N-phenyl maleimit; các amit monome được thế N chẳng hạn như (met)acrylamit, N, N-dimetyl (met)acrylamit, N, N-dietyl (met)acrylamit, N-hexyl (met)acrylamit, N-metyl (met)acrylamit, N-isopropyl (met)acrylamit, N-butyl (met)acrylamit, N-metylol (met)acrylamit, và N-metylolpropan (met)acrylamit; các monome aminoalkyl (met)acrylat chẳng hạn như aminoetyl (met)acrylat, aminopropyl (met)acrylat, N, N-dimetyl aminoetyl (met)acrylat, và tert-butyl aminoetyl (met)acrylat; và các monome suxinimit chẳng hạn như N-

(met)acryloyloxymetylen suxinimit, N-(met)acryloyl-6-oxyhexametylen suxinimit, và N- (met)acryloyl-8-oxyoctametylen suxinimit.

Từ khía cạnh điều chỉnh môđun Young, nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh (T_g), và độ nhớt của lớp nhựa, isobornyl (met)acrylat, 2-phenoxyetyl (met)acrylat, hoặc 4-tert-butylxyclohexanol (met)acrylat tốt hơn là làm monome đơn chức, và tốt hơn là isobornyl (met)acrylat và 2-phenoxyetyl (met)acrylat được sử dụng kết hợp.

Các ví dụ về monome đa chức bao gồm etylen glycol di(met)acrylat, polyetylen glycol di(met)acrylat, polypropylen glycol di(met)acrylat, neopentyl glycol di(met)acrylat, tripropylen glycol di(met)acrylat, di(met)acrylat của sản phẩm cộng alkylen oxit của bisphenol A, tetraetylen glycol di(met)acrylat, neopentyl glycol di(met)acrylat axit hydroxypivalic, 1,4-butanediol di(met)acrylat, 1,6-hexanediol di(met)acrylat, 1,9-nonanediol di(met)acrylat, 1,12-dodecanediol di(met)acrylat, 1,14-tetradecanediol di(met)acrylat, 1,16-hexadecanediol di(met)acrylat, 1,20-eicosanediol di(met)acrylat, isopentyl diol di(met)acrylat, 3-etyl-1, 8-octandiol di(met)acrylat, sản phẩm cộng EO của bisphenol A di(met)acrylat, trimetylol propan tri(met)acrylat, trimetylol octan tri(met)acrylat, trimetylol propan polyetoxi tri(met)acrylat, trimetylol propan polypropoxy tri(met)acrylat, trimetylol propan polyetoxi polypropoxy tri(met)acrylat, tris[(met)acryloyloxyetyl] isoxyanurat, pentaerythritol tri(met)acrylat, pentaerythritol polyetoxi tetra(met)acrylat, pentaerythritol polypropoxy tetra(met)acrylat, pentaerythritol tetra(met)acrylat, ditrimetylol propan tetra(met)acrylat, dipentaerythritol tetra(met)acrylat, dipentaerythritol penta(met)acrylat, dipentaerythritol hexa(met)acrylat, và tris[(met)acryloyloxyetyl] isoxyanurat được cải biến caprolacton.

Từ khía cạnh tạo ra lớp nhựa có môđun Young mong muốn, tripropylen glycol di(met)acrylat, 1,6-hexanediol di(met)acrylat, và trimetylolpropan tri(met)acrylat có thể được sử dụng làm monome đa chức. Trong số chúng, tripropylen glycol di(met)acrylat tốt hơn là làm monome đa chức.

Chất khơi mào quang polyme hóa có thể được lựa chọn một cách thích hợp từ các chất khơi mào quang polyme hóa gốc đã biết và được sử dụng. Các ví dụ về chất khơi mào quang polyme hóa này bao gồm 1-hydroxyxyclohexyl phenyl keton, 2,2-dimetoxy-2-phenylaxetophenon, 1-(4-isopropylphenyl)-2-hydroxy-2-metylpropan-1-on, bis(2,6-dimetoxybenzoyl)-2,4,4-

trimethylpentylphosphin oxit, 2-metyl-1-[4-(metylthio)phenyl]-2-morpholino-propan-1-on (Omnirad 907 do IGM Resins sản xuất), 2,4,6-trimethylbenzoyldiphenylphosphin oxit (Omnirad TPO do IGM Resins sản xuất), và bis(2,4,6-trimethylbenzoyl) phenylphosphin oxit (Omnirad 819, do IGM Resins sản xuất).

Do môđun Young của lớp nhựa thứ cấp trở nên dễ dàng điều chỉnh, nên nhựa nền theo phương án hiện tại có thể còn chứa epoxy (met)acrylat oligome. Đối với epoxy (met)acrylat oligome, oligome thu được bằng cách phản ứng hợp chất có nhóm (met)acryloyl với nhựa epoxy có hai hoặc nhiều nhóm glycidyl có thể được sử dụng.

Chế phẩm nhựa có thể còn chứa chất kết hợp silan, phần tử sinh quang axit, chất làm đều, chất chống tạo bọt, chất chống oxy hóa, và tương tự.

Chất kết hợp silan không bị giới hạn cụ thể miễn là nó không cản trở chế phẩm nhựa hóa rắn. Các ví dụ về chất kết hợp silan này bao gồm tetrametyl silicat, tetraetyl silicat, mercaptopropyl trimetoxysilan, vinyltriclosilan, vinyltriethoxysilan, vinyltris(β -metoxy-etoxy)silan, β -(3,4-epoxyxyclohexyl)-etyltrimetoxysilan, dimetoxydimetylsilan, dietoxydimetylsilan, 3-acryloxypropyltrimetoxysilan, γ -glyxidoxypropyltrimetoxysilan, γ -glyxidoxypropylmetyldietoxysilan, γ -metacryloxypropyltrimetoxysilan, N-(β -aminoetyl)- γ -aminopropyltrimetoxysilan, N-(β -aminoetyl)- γ -aminopropyltrimetyldietoxysilan, N-phenyl- γ -aminopropyltrimetoxysilan, γ -clopropyltrimetoxysilan, γ -mercaptopropyltrimetoxysilan, γ -aminopropyltrimetoxysilan, bis-[3-(triethoxysilyl)propyl]tetrasulfua, bis-[3-(triethoxysilyl)propyl]disulfua, γ -trimetoxysilylpropyldimetylthiocarbamyl tetrasulfua, và γ -trimetoxysilylpropyl benzothiazyl tetrasulfua.

Đối với phần tử sinh quang axit, muối oni có cấu trúc A^+B^- có thể được sử dụng. Các ví dụ về phần tử sinh quang axit này bao gồm các muối sulfoni chẳng hạn như UVACURE 1590 (do Daicel-Cytec sản xuất), CPI-100P, 110P, 210S (do San-Apro Ltd. sản xuất) và các muối iodoni chẳng hạn như IOmnicat 250 (do IGM Resins sản xuất), WPI-113 (do FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation sản xuất), Rp-2074 (do Rhodia Japan Ltd. sản xuất).

Sử dụng chế phẩm nhựa theo phương án hiện tại cho lớp nhựa thứ cấp, có thể sản xuất sợi quang học có môđun Young cao và tuyệt vời về các đặc tính áp

suất bên.

Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1150 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700 MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1200 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700 MPa, và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1300 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2500 MPa. Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp lớn hơn hoặc bằng 1150 MPa để đảm bảo cải thiện các đặc tính áp suất bên của sợi quang học, và môđun Young nhỏ hơn hoặc bằng 2700 MPa có thể tạo ra tính dẻo thích hợp cho lớp nhựa thứ cấp sao cho vết nứt hoặc tương tự trong lớp nhựa thứ cấp khó xuất hiện.

Từ khía cạnh làm giảm ứng suất dư và triệt tiêu sự hình thành các lỗ rỗng, Tg của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 60°C và nhỏ hơn hoặc bằng 120°C , tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 65°C và nhỏ hơn hoặc bằng 115°C , và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 70°C và nhỏ hơn hoặc bằng 110°C .

Lớp nhựa sơ cấp

Lớp nhựa sơ cấp 14 có thể được tạo ra bằng cách hóa rắn chế phẩm nhựa bao gồm uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và chất kết hợp silan. Tức là, lớp nhựa sơ cấp 14 có thể bao gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa, và chất kết hợp silan.

Các kỹ thuật trong lĩnh vực có thể được sử dụng cho chế phẩm nhựa đối với lớp nhựa sơ cấp. Uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và chất kết hợp silan có thể được lựa chọn một cách thích hợp từ các hợp chất được lấy làm ví dụ trong nhựa nền ở trên. Chế phẩm nhựa cấu thành lớp nhựa sơ cấp có thành phần khác với nhựa nền tạo ra lớp nhựa thứ cấp.

Đối với uretan (met)acrylat oligome, oligome thu được bằng cách phản ứng hợp chất polyol, hợp chất polyisoxyanat, hợp chất (met)acrylat chứa nhóm hydroxyl, và rượu có thể được sử dụng.

Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp có thể được điều chỉnh đến khoảng mục tiêu tùy thuộc vào tỷ lệ trộn giữa hợp chất (met)acrylat chứa nhóm hydroxyl và rượu được sử dụng khi tổng hợp uretan (met)acrylat oligome. Tỷ lệ trộn của rượu được gia tăng để giảm oligome có các nhóm (met)acryloyl phản ứng ở cả hai đầu, để đảm bảo làm giảm môđun Young. Ngoài ra, môđun Young của lớp nhựa sơ cấp 14

có thể được điều chỉnh đến khoảng mục tiêu tùy thuộc vào trọng lượng phân tử của hợp chất polyol được sử dụng khi tổng hợp uretan (met)acrylat oligome. Số lượng trọng lượng phân tử trung bình của hợp chất polyol tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 8000, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1200 và nhỏ hơn hoặc bằng 6500, và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1500 và nhỏ hơn hoặc bằng 6000.

Để triệt tiêu sự hình thành các lỗ rỗng trong sợi quang học, môđun Young của lớp nhựa sơ cấp tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,04 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,05 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 0,9 MPa, và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,05 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 MPa.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, các kết quả của thử nghiệm đánh giá bằng cách sử dụng các ví dụ và các ví dụ so sánh theo sáng chế sẽ được thể hiện, và sáng chế được mô tả chi tiết hơn. Sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa thứ cấp

Oligome

Đối với oligome, uretan acrylat oligome (UA) thu được bằng cách phản ứng polypropylen glycol có trọng lượng phân tử là 600, 2,4-tolylen diisoxyanat, và hydroxyetyl acrylat và epoxy acrylat oligome (EA) được điều chế.

Monome

Đối với monome, isobornyl acrylat (tên thương mại "IBXA" của Osaka Organic Chemical Industry Co., Ltd.), tripropylen glycol diacrylat (tên thương mại "TPGDA" của Daicel Ornex Co., Ltd.), và 2-phenoxyetyl acrylat (tên thương mại "Light Acrylat PO-A" của Kyoei Chemical Co., Ltd.) được điều chế.

Chất khơi mào quang polyme hóa

Đối với chất khơi mào quang polyme hóa, 1-hydroxycyclohexyl phenyl keton và 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenylphosphine oxit được điều chế.

Các hạt oxit vô cơ

Đối với các hạt oxit vô cơ, các hạt silic oxit kỵ nước được phân tán trong MEK, có các nhóm metacryloyl, và có cỡ hạt sơ cấp trung bình là 10 đến 15 nm

được điều chế.

Chế phẩm nhựa

Đầu tiên, nhựa nền được điều chế bằng cách trộn oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa ở trên. Tiếp theo, nhựa nền và các hạt silic oxit được trộn, và sau đó hầu hết MEK làm môi trường phân tán được loại bỏ dưới áp suất giảm để sản xuất chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa thứ cấp. Hàm lượng của MEK còn lại trong chế phẩm nhựa là nhỏ hơn hoặc bằng 5% theo khối lượng.

Trong Bảng 1 và Bảng 2, trị số của monome là hàm lượng theo tổng lượng của nhựa nền, trị số của oligome là hàm lượng theo tổng lượng của monome, oligome, và các hạt silic oxit, và trị số của các hạt silic oxit là hàm lượng theo tổng lượng chế phẩm nhựa.

Chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp

Oligome

Uretan acrylat oligome thu được bằng cách phản ứng polypropylen glycol có trọng lượng phân tử là 4000, isophoron diisoxyanat, hydroxyetyl acrylat, và metanol được điều chế.

Chế phẩm nhựa

75 phần theo khối lượng của uretan acrylat oligome, 12 phần theo khối lượng của acrylat được cải biến nonylphenol EO, 6 phần theo khối lượng của N-vinylcaprolactam, 2 phần theo khối lượng của 1,6-hexanediol diacrylat, 1 phần theo khối lượng của 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenylphosphin oxit, và 1 phần theo khối lượng của 3-mercaptopropyltrimetoxysilan được trộn để sản xuất chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp.

Sản xuất sợi quang học

Trên ngoại vi phía ngoài của sợi thủy tinh có đường kính 125 μm bao gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp có độ dày là 35 μm được tạo ra bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp, và lớp nhựa thứ cấp được tạo ra trên ngoại vi phía ngoài của nó bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa thứ cấp để sản xuất các sợi quang học trong các ví dụ và các ví dụ so sánh. Tốc độ thẳng là 1500 m/phút.

Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp

Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp được đo bằng phương pháp môđun kéo (POM- Pullout Modulus) ở 23°C. Hai phần của sợi quang học được cố định bằng hai thiết bị cặp, lớp nhựa phủ (lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp) ở giữa hai thiết bị cặp được loại bỏ, và sau đó một thiết bị cặp được cố định và thiết bị cặp còn lại được di chuyển chậm rãi theo chiều đối diện với thiết bị cố định. Khi chiều dài của phần được kẹp giữa các thiết bị kẹp được di chuyển trong sợi quang học là L , lượng di chuyển của kẹp là Z , đường kính bên ngoài của lớp nhựa sơ cấp là D_p , đường kính bên ngoài của sợi thủy tinh là D_f , hệ số Poisson của lớp nhựa sơ cấp là n , và tải khi di chuyển thiết bị kẹp là W , môđun Young của lớp nhựa sơ cấp được xác định từ công thức sau đây. Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là 0,5 MPa.

$$\text{Môđun Young (MPa)} = ((1+n)W/\pi LZ) \times \ln(D_p/D_f)$$

Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp

Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp được xác định từ 2,5% trị số cắt bằng cách sử dụng lớp nhựa phủ có dạng ống (độ dài: lớn hơn hoặc bằng 50 mm) thu được bằng cách lấy sợi thủy tinh ra khỏi sợi quang học để thực hiện thử nghiệm kéo (khoảng cách giữa các đường được đánh dấu: 25 mm) trong môi trường $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và $50 \pm 10\% \text{ RH}$. Các kết quả được thể hiện trong các bảng 1 và 2.

T_g của lớp nhựa thứ cấp

Để đo T_g của lớp nhựa thứ cấp, độ nhớt đàn hồi động của lớp nhựa phủ được đo bằng cách sử dụng lớp nhựa phủ có dạng ống thu được bằng cách lấy sợi thủy tinh ra khỏi sợi quang học và bằng cách sử dụng "RSA 3" từ TA Instruments, Inc. theo điều kiện của chế độ kéo (khoảng cách giữa các đường được đánh dấu: 10 mm), tần số 11 Hz, tốc độ gia nhiệt 5°C/phút, và khoảng nhiệt độ là 30 đến 150°C. Nhiệt độ đầu đỉnh của tan δ được đo được xác định là T_g của lớp nhựa thứ cấp. Các kết quả được thể hiện trong các bảng 1 và 2.

Quan sát các lỗ rỗng

Sợi quang học 10 m được lưu trữ ở 85°C và độ ẩm 85% trong khoảng 120 ngày và sau đó để ở -40°C trong khoảng 16 giờ, và việc có hay không các lỗ rỗng có đường kính là lớn hơn hoặc bằng 10 μm được quan sát bằng kính hiển vi. Trường hợp trong đó số lượng các lỗ rỗng trên mỗi 1 m sợi quang học nhỏ hơn 1 được đánh giá là "A", và trường hợp trong đó số lượng các lỗ rỗng vượt quá 1 được đánh giá là "C". Các kết quả được thể hiện trong các bảng 1 và 2.

Các đặc tính áp suất bên

Tổn thất truyền của ánh sáng có bước sóng 1550 nm khi sợi quang học 10 được quấn thành một lớp trên ống dây với bề mặt của nó được bao lấy bằng giấy ráp có đường kính là 280 mm được đo bằng phương pháp OTDR (Optical Time Domain Reflectometer - phản xạ kế miền thời gian quang học). Ngoài ra, tổn thất truyền của ánh sáng có bước sóng là 1550 nm khi sợi quang học 10 được quấn thành một lớp trên ống dây có đường kính là 280 mm mà không cần giấy ráp được đo bằng phương pháp OTDR. Chênh lệch về tổn thất truyền được đo được thu và các đặc tính áp suất bên được đánh giá là "OK" khi chênh lệch tổn thất truyền là nhỏ hơn hoặc bằng 0,6 dB/km, và các đặc tính áp suất bên được đánh giá là "NG" khi chênh lệch tổn thất truyền là lớn hơn 0,6 dB/km. Trong ví dụ so sánh 6, các vết nứt xuất hiện trong lớp nhựa khi sợi quang học được quấn quanh ống dây, và các đặc tính áp suất bên có thể không được đánh giá. Các kết quả được thể hiện trong các bảng 1 và 2.

Bảng 1

Ví dụ		1	2	3	4	5	6	7	8
Oligome (% theo khối lượng)	UA	55	47,5	45,5	41,0	35,0	30,0	20,0	17,5
	EA	14,3	14,3	-	12,3	10,5	9,0	-	17,5
Monome (% theo khối lượng)		25,7	33,3	45,5	28,7	24,5	21,0	20,0	35
Các hạt silic oxit (% theo khối lượng)		5	5	5	18	30	40	60	30
Tg(°C)		70	80	90	80	80	80	85	110
Môđun Young (MPa)		1200	1300	1350	1600	1900	2300	2700	2000
Sự hình thành các lỗ rỗng		A	A	A	A	A	A	A	A
Các đặc tính áp suất bên		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Bảng 2

Ví dụ so sánh		1	2	3	4	5
Oligome (% theo khối lượng)	UA	60	50	30	17,5	-
	EA	5	15	33	-	45,5
Monome (% theo khối lượng)		35	35	35	17,5	45,5
Các hạt silic oxit (% theo khối lượng)		-	-	-	65	5
Tg(°C)		65	79	115	85	120
Môđun Young (MPa)		1100	1100	1600	2750	1800
Sự hình thành các lỗ rỗng		A	A	C	-	C
Các đặc tính áp suất bên		NG	NG	OK	-	OK

Danh mục các ký hiệu trích dẫn

10: Sợi quang học, 11: Lõi, 12: Lớp bọc, 13: Sợi thủy tinh, 14: Lớp nhựa sơ cấp, 15: Lớp nhựa thứ cấp, 16: Lớp nhựa phủ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Sợi quang học bao gồm sợi thủy tinh gồm lõi và lớp bọc; lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao lấy sợi thủy tinh này; và lớp nhựa thứ cấp bao lấy lớp nhựa sơ cấp,

trong đó lớp nhựa thứ cấp gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa; và các hạt oxit vô cơ kỵ nước,

trong đó hàm lượng của các hạt oxit vô cơ gồm silic dioxit là lớn hơn hoặc bằng 5 % theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% theo khối lượng theo tổng lượng chế phẩm nhựa,

nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 60°C và nhỏ hơn hoặc bằng 120°C, và

đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 200 nm.

2. Sợi quang học theo điểm 1, đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 100 nm.

3. Sợi quang học theo điểm 1, trong đó môđun Young của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 1150 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700 MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

4. Sợi quang học bao gồm:

sợi thủy tinh gồm lõi và lớp bọc;

lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao lấy sợi thủy tinh này; và lớp nhựa thứ cấp bao lấy lớp nhựa sơ cấp,

trong đó lớp nhựa thứ cấp bao gồm các hạt oxit vô cơ và hàm lượng của các hạt oxit vô cơ gồm silic dioxit là lớn hơn hoặc bằng 5% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60 % theo khối lượng theo tổng lượng của lớp nhựa thứ cấp,

nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 60°C và nhỏ hơn hoặc bằng 120°C, và

đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 200 nm.

5. Sợi quang học theo điểm 4, trong đó cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 100 nm.
6. Sợi quang học theo điểm 4, trong đó môđun Young của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 1150 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700 MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

1 / 1

Fig.1