



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

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



1-0047368

(51)^{2020.01} **G02B 6/44**; C03C 25/285; C08F 290/06; (13) **B**
C03C 25/1065; C03C 25/48

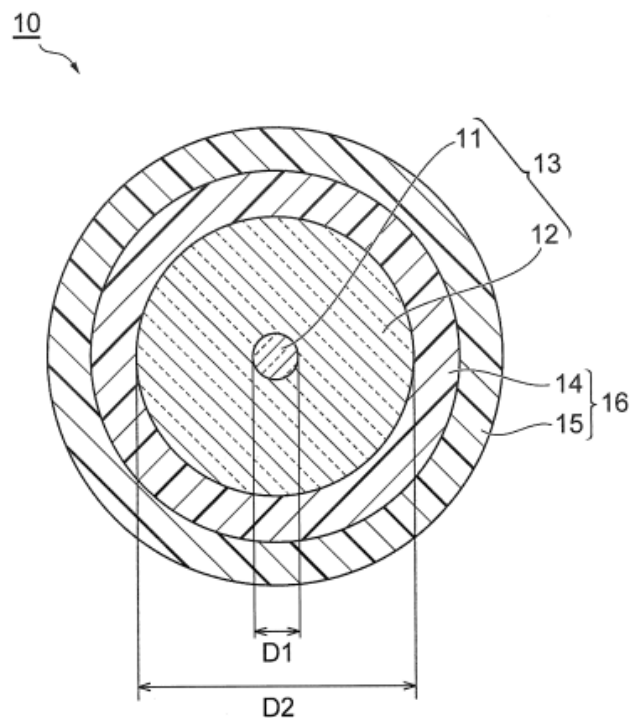
(21) 1-2020-05730	(22) 16/04/2019
(86) PCT/JP2019/016342 16/04/2019	(87) WO 2019/203236 A1 24/10/2019
(30) 2018-078261 16/04/2018 JP	
(45) 25/06/2025 447	(43) 25/02/2021 395A
(73) SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. (JP) 5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0041 Japan	
(72) HAMAKUBO Katsushi (JP); HOMMA Yuya (JP).	
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)	

(54) SỢI QUANG

(21) 1-2020-05730

(57) Sáng chế đề cập đến sợi quang bao gồm sợi thủy tinh bao gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao quanh sợi thủy tinh này, và lớp nhựa thứ cấp bao quanh lớp nhựa sơ cấp, trong đó môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là lớn hơn hoặc bằng 0,04MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 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 quá trình quang trùng hợp và các hạt oxit vô cơ kỵ nước, và hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng dựa trên tổng lượng chế phẩm nhựa.

Fig.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sợi quang.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sợi quang thường có lớp nhựa bao để bảo vệ sợi thủy tinh vốn là môi trường truyền quang. Sợi quang được yêu cầu làm giảm ứng suất giữa sợi thủy tinh và lớp nhựa bao để ngăn chặn sự tạo ra khuyết tật như các khoảng trống, đặc biệt là khi được sử dụng ở nhiệt độ thấp.

Lớp nhựa bao bao gồm, ví dụ, lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp. Ở Tài liệu sáng chế 1, đã nghiên cứu việc ngăn ngừa sự bong ra giữa sợi thủy tinh và lớp nhựa sơ cấp ở nhiệt độ thấp bằng cách làm giảm sự chênh lệch về hệ số giãn nở tuyến tính hiệu dụng giữa lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp. Ở Tài liệu sáng chế 2, đã nghiên cứu việc tạo ra lớp hóa rắn mà gần như không tạo ra ứng suất dư trong màng hóa rắn và dễ dàng hấp thụ các tải trọng ngoài bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa lỏng có thể hóa rắn được chứa uretan (met)acrylat và monome đơn chức có thể trùng hợp được.

Danh mục tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

[Tài liệu sáng chế 1] JP 2001-240433 A

[Tài liệu sáng chế 2] JP 2004-161991 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sợi quang theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm sợi thủy tinh bao gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao quanh sợi thủy tinh này, và lớp nhựa thứ cấp bao quanh lớp nhựa sơ cấp, trong đó mô đun Young của lớp nhựa sơ cấp là lớn hơn hoặc bằng 0,04MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 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 quá trình quang trùng hợp, và các hạt oxit vô cơ kỵ nước, và hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng dựa trên tổng lượng

chế phẩm nhựa.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện ví dụ về sợi quang theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Có thể hiểu được rằng sự chênh lệch về các mức độ co khi hóa rắn của chế phẩm nhựa mà tạo ra lớp nhựa sơ cấp và chế phẩm nhựa mà tạo ra lớp nhựa thứ cấp là một trong các yếu tố phổ biến đối với sự tạo ra các khoảng trống trong sợi quang. Một mục đích của sáng chế là đề xuất sợi quang mà làm giảm mức độ co do hóa rắn của lớp nhựa thứ cấp và ngăn chặn thích đáng sự tạo ra các khoảng trống.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế có thể tạo ra sợi quang mà làm giảm mức độ co do hóa rắn của lớp nhựa thứ cấp và ngăn chặn thích đáng sự tạo ra các khoảng trống.

Trước tiên, nội dung phương án của sáng chế sẽ được mô tả bằng cách liệt kê chúng. Sợi quang theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm sợi thủy tinh bao gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao quanh sợi thủy tinh này, và lớp nhựa thứ cấp bao quanh lớp nhựa sơ cấp, trong đó môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là lớn hơn hoặc bằng 0,04MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 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 quá trình quang trùng hợp, và các hạt oxit vô cơ kỵ nước, và hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng dựa trên tổng lượng chế phẩm nhựa.

Việc sử dụng chế phẩm nhựa chứa các hạt oxit vô cơ trong khoảng cụ thể có thể làm giảm mức độ co khi hóa rắn để tạo ra lớp nhựa thứ cấp có độ dẻo tuyệt vời. Việc kết hợp lớp nhựa thứ cấp với lớp nhựa sơ cấp có môđun Young trong khoảng nêu trên có thể ngăn chặn thích đáng sự tạo ra các khoảng trống trong sợi quang.

Do các tính chất phân tán tuyệt vời trong chế phẩm nhựa và sự dễ dàng hình thành màng bao cứng, các hạt oxit vô cơ trên đây có thể là ít nhất một loại được chọn

từ nhóm gồm silic dioxit, ziricon dioxit, nhôm oxit, magie oxit, titan oxit, thiếc oxit, và kẽm oxit.

Do sự dễ dàng hình thành lớp nhựa thứ cấp có độ dẻo vượt trội, hàm lượng của các hạt oxit vô cơ có thể lớn hơn hoặc bằng 5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng dựa trên tổng lượng chế phẩm nhựa. Từ quan điểm làm giảm hơn nữa mức độ co khi hóa rắn, cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 500nm.

Từ quan điểm tạo ra độ bền thích hợp cho lớp nhựa bao, môđun Young của lớp nhựa thứ cấp có thể là lớn hơn hoặc bằng 1300MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Mô tả chi tiết phương án của sáng chế

Các ví dụ cụ thể về chế phẩm nhựa và sợi quang theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ nếu cần. Sáng chế không bị giới hạn trong các phần minh họa này, mà sáng chế sẽ được chỉ ra bởi phần yêu cầu bảo hộ, và được dự định bao gồm các ý nghĩa tương đương với phần yêu cầu bảo hộ và tất cả các biến thể trong phần yêu cầu bảo hộ này. Trong phần mô tả sau đây, các số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng cho các chi tiết giống nhau trong phần mô tả các hình vẽ và các phần giải thích dài dòng sẽ được loại bỏ.

Sợi quang

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện ví dụ về sợi quang theo phương án của sáng chế. Sợi quang 10 bao gồm sợi thủy tinh 13 gồm có lõi 11 và lớp bọc 12, và lớp nhựa bao 16 gồm có lớp nhựa sơ cấp 14 được bố trí ở chu vi 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 gồm có thủy tinh như thủy tinh thạch anh, silic oxit được bổ sung germani có thể được sử dụng, ví dụ, trong lõi 11, và silic oxit nguyên chất hoặc silic oxit được bổ sung flo có thể được sử dụng trong lớp bọc 12.

Trên Fig.1, ví dụ, đường kính ngoài (D2) của sợi thủy tinh 13 bằng khoảng $125\mu\text{m}$, và đường kính (D1) của lõi 11 tạo ra sợi thủy tinh 13 nằm trong khoảng từ 7 đến $15\mu\text{m}$.

Độ dày của lớp nhựa bao 16 thường nằm trong khoảng từ 55 đến 70 μm . Độ dày của mỗi lớp trong số lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 10 đến 50 μm , và ví dụ, độ dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể bằng 35 μm và độ dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể bằng 25 μm . Đường kính ngoài của sợi quang 10 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 235 đến 265 μm .

Độ dày của lớp nhựa bao 16 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 27 đến 48 μm . Trong trường hợp này, độ dày của mỗi lớp trong số lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 10 đến 38 μm , và ví dụ, độ dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể bằng 25 μm và độ dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể bằng 10 μm . Đường kính ngoài của sợi quang 10 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 180 đến 220 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 quá trình quang trùng hợp và các hạt oxit vô cơ kỵ nước.

(Met)acrylat dùng để chỉ acrylat hoặc metacrylat tương ứng với nó. Điều tương tự sẽ áp dụng với axit (met)acrylic và chất tương tự.

Các hạt oxit vô cơ

Các hạt oxit vô cơ theo phương án của sáng chế là các hạt hình cầu và có bề mặt được đưa vào xử lý kỵ nước. Việc xử lý kỵ nước theo phương án của sáng chế là việc đưa nhóm kỵ nước lên bề mặt của các hạt oxit vô cơ. Các hạt oxit vô cơ có nhóm kỵ nước được đưa vào có khả năng phân tán tuyệt vời trong chế phẩm nhựa. Nhóm kỵ nước có thể là nhóm phản ứng như nhóm (met)acryloyl, hoặc có thể là nhóm không phản ứng như nhóm hydrocarbon (ví dụ, nhóm alkyl) hoặc nhóm aryl (ví dụ, nhóm phenyl). Trong trường hợp các hạt oxit vô cơ có nhóm phản ứng, lớp nhựa có mô đun Young cao dễ dàng tạo ra.

Các hạt oxit vô cơ theo phương án của sáng chế được phân tán trong môi trường phân tán. Sử dụng các hạt oxit vô cơ được phân tán trong môi trường phân tán cho phép sự phân tán đều của các hạt oxit vô cơ trong chế phẩm nhựa và tiếp theo, sự cải thiện độ ổn định khi bảo quản của chế phẩm nhựa. Môi trường phân tán không bị giới hạn cụ thể miễn là sự hóa rắn của chế phẩm nhựa không bị cản trở. Môi trường

phân tán có thể là môi trường phản ứng hoặc môi trường không phản ứng.

Monome 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 gồm có 1,6-hexandiol di(met)acrylat, bisphenol A di(met)acrylat được cải biến bằng EO, polyetylen glycol di(met)acrylat, bisphenol A di(met)acrylat được cải biến bằng PO, polypropylen glycol di(met)acrylat, và polytetrametylen glycol di(met)acrylat. Để dùng làm hợp chất (met)acryloyl, các hợp chất được minh họa bằng các monome được mô tả dưới đây có thể được sử dụng.

Dung môi keton như metyl etyl keton (MEK), dung môi rượu như propylen glycol monometyl ete (PGME), hoặc dung môi este như propylen glycol monometyl ete axetat (PGMEA) có thể được sử dụng làm môi trường phân tán không phản ứng. Trong trường hợp 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 tách một phần môi trường phân tán. Khi môi trường phân tán gồm có các hạt oxit vô cơ được quan sát bằng kính hiển vi quang học (độ phóng đại khoảng 100 lần) và không quan sát được hạt nào, thì các hạt oxit vô cơ được phân tán ở dạng các hạt sơ cấp.

Các hạt oxit vô cơ được phân tán trong môi trường phân tán vẫn được phân tán trong lớp nhựa sau quá trình hóa rắn của lớp nhựa. Khi môi trường phân tán phản ứng được sử dụng, các hạt oxit vô cơ được trộn với môi trường phân tán trong chế phẩm nhựa và được kết hợp trong lớp nhựa với trạng thái phân tán được duy trì. Khi môi trường phân tán không phản ứng được sử dụng, ít nhất một phần môi trường phân tán bay hơi và biến mất khỏi chế phẩm nhựa, nhưng các hạt oxit vô cơ vẫn còn trong chế phẩm nhựa với trạng thái phân tán được duy trì và cũng có mặt trong lớp nhựa hóa rắn với trạng thái phân tán được duy trì. Quá trình quan sát bằng kính hiển vi điện tử cho thấy rằng các hạt oxit vô cơ có mặt trong lớp nhựa là ở trạng thái phân tán của hạt sơ cấp.

Do các tính chất phân tán tuyệt vời trong chế phẩm nhựa và sự dễ dàng hình thành của màng bao cứng, tốt hơn là các hạt oxit vô cơ là ít nhất một loại được chọn từ nhóm gồm silic dioxit (silica), ziricon dioxit (zirconia), nhôm oxit (alumina), magie oxit (magnesia), titan oxit (titania), thiếc oxit, và kẽm oxit. Từ quan điểm chi phí rất rẻ, xử lý bề mặt dễ dàng, khả năng thấm tia tử ngoại, sự tạo ra dễ dàng lớp nhựa với

độ cứng phù hợp, và các lý do tương tự, tốt hơn nữa là các hạt silic oxit kỵ nước được sử dụng làm các hạt oxit vô cơ theo phương án của sáng chế.

Từ quan điểm gây ra độ dẻo phù hợp cho lớp nhựa thứ cấp, cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 500nm, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 200nm, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 100nm, và còn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 50nm. Từ quan điểm làm giảm mức độ co khi hóa rắn của lớp nhựa thứ cấp, cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 5nm, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 10nm. Đường kính hạt sơ cấp trung bình có thể được đo bằng cách phân tích hình ảnh của các ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử, phương pháp tán xạ ánh sáng hoặc phương pháp BET, chẳng hạn. Môi trường phân tán trong đó hạt sơ cấp của oxit vô cơ được phân tán dường như trong suốt về mặt thị giác khi đường kính của hạt sơ cấp là nhỏ. Khi đường kính của hạt sơ cấp là tương đối lớn (lớn hơn hoặc bằng 40nm), môi trường phân tán trong đó hạt sơ cấp được phân tán dường như bị vẩn đục, nhưng không quan sát được kết tủa.

Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 1% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng, và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 8% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng, dựa trên tổng lượng chế phẩm nhựa. Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ lớn hơn hoặc bằng 1% khối lượng cho phép dễ dàng giảm độ co do hóa rắn. Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng cho phép dễ dàng hình thành của lớp nhựa thứ cấp có độ dẻo tuyệt vời.

Nhựa nền

Chế phẩm nhựa theo phương án của sáng chế chứa uretan (met)acrylat oligome. Để dùng làm uretan (met)acrylat oligome, oligome thu được bằng cách cho hợp chất polyol, hợp chất polyisoxyanat, và hợp chất (met)acrylat chứa nhóm hydroxyl phản ứng thì có thể được sử dụng.

Các ví dụ về hợp chất polyol gồm có polytetrametylen glycol, polypropylen glycol và diol cộng bisphenol A-etylen oxit. Trọng lượng phân tử trung bình số của hợp chất polyol có thể nằm trong khoảng từ 400 đến 1000. Các ví dụ về hợp chất polyisoxyanat gồm có 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 gồm có 2-hydroxyetyl (met)acrylat, 2-hydroxybutyl (met)acrylat, 1,6-hexandiol mono(met)acrylat, pentaerythritol tri(met)acrylat, 2-hydroxypropyl (met)acrylat, và tripropylen glycol mono(met)acrylat.

Để dùng làm chất xúc tác để tổng hợp uretan (met)acrylat oligome, hợp chất hữu cơ - thiếc thường được sử dụng. Các ví dụ về hợp chất hữu cơ - thiếc gồm có dibutyl - thiếc dilaurat, dibutyl - thiếc diaxetat, dibutyl - thiếc maleat, dibutyl - thiếc bis(2-ethylhexyl mercaptoaxetat), dibutyl - thiếc bis(isooctyl mercaptoaxetat), và dibutyl-thiếc oxit. Từ quan điểm khả năng dễ tìm kiếm hoặc tính năng xúc tác, tốt hơn là dibutyl - thiếc dilaurat hoặc dibutyl - thiếc diaxetat được sử dụng làm chất xúc tác.

Khi uretan (met)acrylat oligome được tổng hợp, các rượu thấp có ít hơn hoặc bằng 5 nguyên tử cacbon có thể được sử dụng. Các ví dụ về các rượu thấp gồm có 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.

Để dùng làm monome, monome đơn chức có một nhóm có thể trùng hợp được hoặc monome đa chức có hai hoặc nhiều hơn hai nhóm có thể trùng hợp được có thể được sử dụng. Monome có thể được sử dụng bằng cách trộn hai hoặc nhiều hơn hai monome.

Các ví dụ về monome đơn chức gồm có các monome (met)acrylat 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, isodecyl (met)acrylat, lauryl (met)acrylat, 2-phenoxyetyl (met)acrylat, 3-phenoxybenzyl acrylat, phenoxydietylen glycol (met)acrylat, phenoxypolyetylen glycol (met)acrylat, nonylphenoxypolyetylen glycol (met)acrylat, 4-tert-butylxyclohexanol (met)acrylat, tetrahydrofurfuryl (met)acrylat, benzyl (met)acrylat, dixyclopentenyl (met)acrylat, dixyclopentenylloxyetyl (met)acrylat, dixyclopentanyl (met)acrylat, nonylphenol polyetylen glycol (met)acrylat, và isobornyl (met)acrylat; các monome chứa nhóm carboxyl 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 như N-acryloyl morpholin, N-vinyl pyrrolidon, N-vinyl caprolactam, N-acryloylpiperidin, N-metacryloylpiperidin, N-acryloylpyrolidin, 3-(3-pyridin) propyl (met)acrylat, và trimetylolpropan formal acrylat vòng; các monome maleimit như maleimit, N-xyclohexyl maleimit, và N-phenyl maleimit; các monome amit 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 như aminoetyl (met)acrylat, aminopropyl (met)acrylat, N, N-dimetylaminioetyl (met)acrylat, và tert-butylaminioetyl (met)acrylat; và các monome suxinimit như N-(met)acryloyloxyetylen suxinimit, N-(met)acryloyl-6-oxyhexametylen suxinimit, và N- (met)acryloyl-8-oxyoctametylen suxinimit.

Từ quan điểm điều chỉnh môđun Young của màng bao được tạo ra từ chế phẩm nhựa, isobornyl (met)acrylat hoặc 4-tert-butylxyclohexanol (met)acrylat được ưu tiên, và isobornyl (met)acrylat được ưu tiên hơn để dùng làm monome đơn chức.

Các ví dụ về monome đa chức gồm có 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, hydroxypivalic acid neopentyl glycol di(met)acrylat, 1,4-butandiol di(met)acrylat, 1,6-hexandiol di(met)acrylat, 1,9-nonandiol di(met)acrylat, 1,12-dodecandiol di(met)acrylat, 1,14-tetradecandiol di(met)acrylat, 1,16-hexadecandiol di(met)acrylat, 1,20-eicosandiol 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 polyetoxy tri(met)acrylat, trimetylol propan polypropoxy tri(met)acrylat, trimetylol propan polyetoxy polypropoxy tri(met)acrylat, tris[(met)acryloyloxyetyl] isoxyanurat, pentaerythritol tri(met)acrylat, pentaerythritol polyetoxy 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 bằng caprolacton.

Từ quan điểm tạo ra màng bao có môđun Young mong muốn, tripropylen glycol di(met)acrylat, 1,6-hexandiol 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 được ưu tiên sử dụng làm monome đa chức.

Tốt hơn, nếu chế phẩm nhựa trên đây chứa monome với lượng lớn hơn hoặc bằng 18% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 50% khối lượng dựa trên tổng lượng nhựa nền, tốt hơn nữa là chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 20% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 46% khối lượng, còn tốt hơn là chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 20% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 40% khối lượng, và đặc biệt tốt hơn là chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 20% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 30% khối lượng. Việc chứa monome trong khoảng nêu trên cho phép dễ dàng điều chế chế phẩm nhựa mà có sự cân bằng tốt hơn nhiều giữa các tính chất phủ và các tính chất màng bao.

Chất khơi mào quá trình quang trùng hợp có thể được chọn thích hợp từ các chất khơi mào quá trình quang trùng hợp gốc đã biết và được sử dụng. Các ví dụ về chất khơi mào quá trình quang trùng hợp gồm có 1-hydroxycyclohexyl phenyl keton, 2,2-dimethoxy-2-phenylacetophenon, 1-(4-isopropylphenyl)-2-hydroxy-2-methylpropan-1-on, 2,4,4-trimethylpentylphosphin oxit, 2,4,4-trimethylbenzoyldiphenylphosphin oxit, 2-methyl-1-[4-(methylthio)phenyl]-2-morpholino-propan-1-on (Omnirad 907 được sản xuất bởi IGM Resins), 2,4,6-trimethylbenzoyldiphenylphosphin oxit (Omnirad TPO được sản xuất bởi IGM Resins), và bis(2,4,6-trimethylbenzoyl) phenylphosphin oxit (Omnirad 819, được sản xuất bởi IGM Resins).

Do sự điều chỉnh môđun Young của lớp nhựa thứ cấp, chế phẩm nhựa có thể còn chứa epoxy (met)acrylat oligome. Để dùng làm epoxy (met)acrylat oligome, oligome thu được bằng cách cho hợp chất có nhóm (met)acryloyl phản ứng với nhựa epoxy có hai hoặc nhiều hơn hai nhóm glycidyl có thể được sử dụng.

Chế phẩm nhựa có thể còn chứa chất liên kết silan, chất tạo ra axit quang hoạt, chất tạo bằng, chất chống tạo bọt, chất chống oxy hóa, và chất tương tự.

Chất liên kết silan không bị giới hạn cụ thể miễn là nó không cản trở sự hóa rắn của chế phẩm nhựa. Các ví dụ về chất liên kết silan gồm có 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 -aminopropyltrimetyldimetoxysilan, N-phenyl- γ -aminopropyltrimetoxysilan, γ -clopropyltrimetoxysilan, γ -mercaptopropyltrimetoxysilan, γ -aminopropyltrimetoxysilan, bis-[3-(trietoxysilyl)propyl]tetrasulfua, bis-[3-(trietoxysilyl)propyl]disulfua, γ -trimetoxysilylpropyldimetylthiocarbamyl tetrasulfua, và γ -trimetoxysilylpropyl benzothiazyl tetrasulfua.

Để dùng làm chất tạo ra axit quang hoạt, muối oni có cấu trúc A^+B^- có thể được sử dụng. Các ví dụ về chất tạo ra axit quang hoạt gồm có các muối sulfoni như UVACURE 1590 (được sản xuất bởi Daicel-Cytec), CPI-100P, 110P (được sản xuất bởi San-Apro Ltd.), 210S (được sản xuất bởi San-Apro Ltd.) và các muối iodon như Omnicat 250 (được sản xuất bởi IGM Regins), WPI-113 (được sản xuất bởi FUJIFILM Wako Pure Chemical Corporation), Rp-2074 (được sản xuất bởi Rhodia Japan Ltd.).

Tốt hơn, nếu môđun Young của lớp nhựa thứ cấp 15 là lớn hơn hoặc bằng 1300MPa ở $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1300MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700MPa, và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1300MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2500MPa. Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp mà lớn hơn hoặc bằng 1300MPa thì dễ dàng cải thiện các đặc tính áp lực bên của sợi quang, và môđun Young mà nhỏ hơn hoặc bằng 2700MPa thì có thể tạo ra độ dẻo phù hợp cho lớp nhựa thứ cấp sao cho khó xuất hiện vết nứt hoặc khuyết tật tương tự trong lớp nhựa thứ cấp.

Từ quan điểm ứng suất dư, nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh (T_g) của lớp nhựa thứ cấp có thể 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 , tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 70°C và nhỏ hơn hoặc bằng 110°C , và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 75°C và nhỏ hơn hoặc bằng 100°C .

Tốt hơn, nếu mức độ co khi hóa rắn khi tạo ra lớp nhựa thứ cấp nằm trong khoảng từ 2,0 đến 8,0%, tốt hơn nữa là từ 2,0 đến 7,5%, và còn tốt hơn là từ 2,5 đến 7,0%. Tốt hơn, nếu sự chênh lệch giữa mức độ co khi hóa rắn của lớp nhựa thứ cấp và

mức độ co khi hóa rắn của lớp nhựa sơ cấp là ở mức 3%. Phương pháp đo mức độ co do hóa rắn không bị giới hạn cụ thể và có thể được đo, ví dụ, bằng phương pháp sau đây. Vòng Teflon (nhãn hiệu đã đăng ký) (đường kính trong bằng 1cm) được đặt lên tấm thủy tinh, 1ml chế phẩm nhựa được đặt trong vòng này, và chế phẩm nhựa được hóa rắn bằng cách chiếu xạ nó bằng tia tử ngoại có cường độ 4000mJ/cm². Sau đó, mức độ co do hóa rắn được xác định từ các chiều cao của bề mặt nhựa trước và sau khi hóa rắn. Cụ thể, khi chiều cao của bề mặt nhựa trước khi hóa rắn là T_0 và chiều cao của bề mặt nhựa sau khi hóa rắn là T_D , mức độ co do hóa rắn được tính bằng cách sử dụng công thức sau đây.

$$\text{Mức độ co khi hóa rắn} = (T_0 - T_D)/T_0 \times 100$$

Lớp nhựa sơ cấp

Để ngăn chặn sự tạo ra các khoảng trống trong sợi quang, môđun Young của lớp nhựa sơ cấp 14 là lớn hơn hoặc bằng 0,04MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0MPa ở 23°C ± 2°C, và có thể là lớn hơn hoặc bằng 0,05MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 0,9MPa, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,05MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 0,8MPa.

Lớp nhựa sơ cấp 14 có thể được tạo ra bằng cách hóa rắn chế phẩm nhựa gồm có uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quá trình quang trùng hợp và chất liên kết silan. Điều đó nghĩa là, lớp nhựa sơ cấp 14 có thể gồm có sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa chứa uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quá trình quang trùng hợp, và chất liên kết silan. Tốt hơn, nếu hàm lượng của uretan (met)acrylat oligome trong chế phẩm nhựa là lớn hơn hoặc bằng 35% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 90%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 50% và nhỏ hơn hoặc bằng 85%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 60% và nhỏ hơn hoặc bằng 80%, dựa trên tổng lượng chế phẩm nhựa.

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

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

nên dễ dàng làm giảm môđun Young. Ngoài ra, môđun Young của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể được điều chỉnh đến khoảng đích phụ thuộc vào trọng lượng phân tử của hợp chất polyol được sử dụng khi tổng hợp uretan (met)acrylat oligome. Tốt hơn, nếu trọng lượng phân tử trung bình số của hợp chất polyol nằm trong khoảng từ 1000 đến 8000, tốt hơn nữa là từ 1200 đến 6500, và còn tốt hơn là từ 1500 đến 6000.

Uretan (met)acrylat oligome, monome, chất khơi mào quá trình quang trùng hợp và chất liên kết silan có thể được chọn thích hợp từ các hợp chất được ví dụ trong nhựa nền trên đây. Lưu ý rằng chế phẩm nhựa mà tạo ra lớp nhựa sơ cấp có thành phần khác với nhựa nền mà tạo ra lớp nhựa thứ cấp.

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

Để dùng làm oligome, uretan acrylat oligome (UA) thu được bằng cách cho polypropylen glycol có trọng lượng phân tử bằng 600, 2,4-tolylen diisoxyanat, và hydroxyetyl acrylat và epoxy acrylat oligome (EA) phản ứng được chuẩn bị.

Monome

Để dùng làm 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 chuẩn bị.

Chất khơi mào quá trình quang trùng hợp

Để dùng làm chất khơi mào quá trình quang trùng hợp, 1-hydroxycyclohexyl phenyl keton và 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenylphosphin oxit được chuẩn bị.

Các hạt oxit vô cơ

Để dùng làm 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 nằm trong

khoảng từ 10 đến 15nm được chuẩn bị.

Chế phẩm nhựa

Trước tiên, nhựa nền được điều chế bằng cách trộn oligome, monome, và chất khơi mào quá trình quang trùng hợp trên đây. Tiếp theo, nhựa nền và các hạt silic oxit được trộn, và sau đó phần lớn MEK ở dạng môi trường phân tán được tách trong điều kiện áp suất giảm để tạo ra 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% khối lượng.

Trong Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3, giá trị của monome là hàm lượng dựa trên tổng lượng nhựa nền, giá trị của oligome là hàm lượng dựa trên tổng lượng monome, oligome, và các hạt silic oxit, và giá trị của các hạt silic oxit là hàm lượng dựa trên tổng lượng chế phẩm nhựa.

Sự đánh giá sau đây được thực hiện bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa thu được dùng cho lớp nhựa thứ cấp. Các kết quả được thể hiện trong các Bảng từ 1 đến 3.

Mức độ co khi hóa rắn

Vòng Teflon (đường kính trong: 1 cm) được đặt lên tấm thủy tinh, 1 ml chế phẩm nhựa được đặt trong vòng này, và chế phẩm nhựa được hóa rắn bằng cách chiếu xạ nó bằng tia tử ngoại có cường độ 4000 mJ/cm². Mức độ co do hóa rắn được xác định từ các chiều cao của bề mặt nhựa trước và sau khi hóa rắn.

Chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp

Oligome

Uretan acrylat oligome a1, a2, và a3 thu được bằng cách cho polypropylen glycol với trọng lượng phân tử bằng 4000, isophoron diisoxyanat, hydroxyetyl acrylat, và metanol phản ứng được điều chế. Đối với các uretan acrylat oligome a1, a2, và a3, tỷ lệ của oligome có các nhóm acryloyl ở cả hai đầu và oligome có nhóm acryloyl ở một đầu được điều chỉnh bằng cách thay đổi tỷ lệ pha trộn của hydroxyetyl acrylat và metanol.

Chế phẩm nhựa

75 phần khối lượng của uretan acrylat oligome a1, a2, hoặc a3, 12 phần khối lượng của nonylphenoxy polyetylen glycol acrylat, 6 phần khối lượng của

N-vinylcaprolactam, 2 phần khối lượng của 1,6-hexandiol diacrylat, 1 phần khối lượng của 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenylphosphin oxit, và 1 phần khối lượng của 3-mercaptopropyltrimetoxysilan được trộn để tạo ra từng chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp.

Sản xuất sợi quang

Trên chu vi ngoài của sợi thủy tinh có đường kính $125\mu\text{m}$ bao gồm lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp với độ dày bằng $35\mu\text{m}$ 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 chu vi ngoài của nó bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa thứ cấp để tạo ra các sợi quang trong các Ví dụ và các Ví dụ so sánh. Tốc độ tuyến tính bằng 1500m/phút .

Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp

Môđun Young của lớp nhựa sơ cấp được đo theo phương pháp môđun kéo (Pullout Modulus, POM) ở 23°C . Hai phần sợi quang được cố định bằng hai cơ cấu kẹp, lớp nhựa bao (lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp) giữa hai cơ cấu kẹp này được tách, và sau đó một cơ cấu kẹp được cố định còn cơ cấu kẹp kia được di chuyển chậm theo hướng ngược với cơ cấu được cố định. Khi chiều dài của phần được kẹp giữa các cơ cấu kẹp để được di chuyển trong sợi quang là L , lượng di chuyển của cơ cấu kẹp là Z , đường kính ngoài của lớp nhựa sơ cấp là D_p , đường kính ngoài của sợi thủy tinh là D_f , tỷ số Poisson của lớp nhựa sơ cấp là n , và tải để di chuyển cơ cấu kẹp là W , môđun Young của lớp nhựa sơ cấp được xác định từ công thức sau đây.

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

Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp

Môđun Young của lớp nhựa thứ cấp được xác định từ giá trị cát tuyến 2,5% bằng cách sử dụng lớp nhựa bao dạng ống (chiều dài: lớn hơn hoặc bằng 50mm) thu được bằng cách lấy ra sợi thủy tinh từ sợi quang để thực hiện thử nghiệm độ căng giãn (khoảng cách giữa các đường đánh dấu: 25mm) trong môi trường $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và $50 \pm 10\% \text{RH}$.

Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp

Để đo nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của lớp nhựa thứ cấp, độ nhớt đàn hồi động học của lớp nhựa bao được đo bằng cách sử dụng lớp nhựa bao dạng ống thu

được bằng cách lấy ra sợi thủy tinh từ sợi quang và bằng cách sử dụng "RSA 3" mua được từ TA Instruments, Inc. trong điều kiện chế độ căng giãn (khoảng cách giữa các đường đánh dấu: 10 mm), tần số 11 Hz, tốc độ gia nhiệt 5°C/phút, và khoảng nhiệt độ trong khoảng từ 30 đến 150°C. Nhiệt độ đỉnh pic của tang δ đo được được xác định là nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh (T_g) của lớp nhựa thứ cấp.

Quan sát các khoảng trống

Sợi quang dài 10m được lưu giữ ở 85°C và độ ẩm 85% trong 120 ngày và sau đó được để ở -40°C trong 16 giờ, và sự có mặt hoặc vắng mặt của các khoảng trống với đường kính lớn hơn hoặc bằng 10 μ m được quan sát bằng kính hiển vi. Trường hợp trong đó số lượng các khoảng trống trên 1m sợi quang mà nhỏ hơn 1 được đánh giá là "A", trường hợp trong đó số lượng các khoảng trống là từ 1 đến 2 được đánh giá là "B", và trường hợp trong đó số lượng các khoảng trống vượt quá 2 được đánh giá là "C". Các kết quả được thể hiện trong các Bảng từ 1 đến 3.

Bảng 1

Ví dụ		1	2	3	4	5	6
Lớp nhựa sơ cấp							
Oligome		a2	a2	a2	a2	a2	a2
Môđun Young (MPa)		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Lớp nhựa thứ cấp							
Oligome (% khối lượng)	UA	47,5	45,5	41,0	35,0	30,0	20,0
	EA	14,3	-	12,3	10,5	9,0	-
Monome (% khối lượng)		33,3	45,5	28,7	24,5	21,0	20,0
Các hạt silic oxit (% khối lượng)		5	5	18	30	40	60
Cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt silic oxit (nm)		10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15
Mức độ co khi hóa rắn (%)		7,0	7,5	6,5	6,0	4,4	2,0
T_g (°C)		80	90	80	80	80	85
Môđun Young (MPa)		1300	1350	1600	1900	2300	2700
Sự tạo ra các khoảng trống		A	A	A	A	A	A

Bảng 2

Ví dụ		7	8	9	10	11	12
Lớp nhựa sơ cấp							
Oligome		a1	a3	a1	a3	a1	a3
Môđun Young (MPa)		0,05	0,8	0,05	0,8	0,05	0,8
Lớp nhựa thứ cấp							
Oligome (% khối lượng)	UA	47,5	47,5	35,0	35,0	20,0	20,0
	EA	14,3	14,3	10,5	10,5	-	-
Monome (% khối lượng)		33,3	33,3	24,5	24,5	20,0	20,0
Các hạt silic oxit (% khối lượng)		5	5	30	30	60	60
Cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt silic oxit (nm)		10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15
Mức độ co khi hóa rắn (%)		7,0	7,0	6,0	6,0	4,4	2,0
T _g (°C)		80	80	80	80	85	85
Môđun Young (MPa)		1300	1300	1900	1900	2700	2700
Sự tạo ra các khoảng trống		A	A	A	A	A	A

Bảng 3

Ví dụ so sánh		1	2	3
Lớp nhựa sơ cấp				
Oligome		a2	a2	a2
Môđun Young (MPa)		0,2	0,2	0,2
Lớp nhựa thứ cấp				
Oligome (% khối lượng)	UA	60,0	30,0	17,5
	EA	5,0	33,0	-
Monome (% khối lượng)		35,0	35,0	17,5
Các hạt silic oxit (% khối lượng)		-	-	65
Cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt silic oxit (nm)		-	-	10-15
Mức độ co khi hóa rắn (%)		8,6	10,0	-*
T _g (°C)		65	115	85
Môđun Young (MPa)		1100	1600	2750
Sự tạo ra các khoảng trống		B	C	-*

*: Sản phẩm hóa rắn bị nứt nên không đánh giá được.

Sáng chế xin hưởng quyền ưu tiên dựa trên đơn đăng ký sáng chế Nhật Bản số 2018-078261 nộp ngày 16.04.2018 và kết hợp toàn bộ nội dung được mô tả trong đơn Nhật Bản này.

Danh mục các ký hiệu chỉ dẫn

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

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

trong đó môđun Young của lớp nhựa sơ cấp là lớn hơn hoặc bằng 0,04MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, và

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 quá trình quang trùng hợp; và các hạt oxit vô cơ kỵ nước, và hàm lượng của các hạt oxit vô cơ là lớn hơn hoặc bằng 8% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng dựa trên tổng lượng chế phẩm nhựa.

2. Sợi quang theo điểm 1, trong đó hạt oxit vô cơ là ít nhất một loại được chọn từ nhóm gồm silic dioxit, ziricon dioxit, nhôm oxit, magie oxit, titan oxit, thiếc oxit, và kẽm oxit.

3. Sợi quang theo điểm 1, trong đó cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 500nm.

4. Sợi quang theo điểm 1, trong đó môđun Young của lớp nhựa thứ cấp là lớn hơn hoặc bằng 1300MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700MPa ở $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

5. Sợi quang theo điểm 1, trong đó 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 .

6. Sợi quang theo điểm 1, trong đó chế phẩm nhựa chứa monome với lượng lớn hơn hoặc bằng 18% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 50% khối lượng dựa trên tổng lượng nhựa nền.

7. Sợi quang theo điểm 2, trong đó cỡ hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 500nm.

Fig.1