



- (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
1-0047330
(51)^{2020.01} **G02B 6/02**; C03C 25/24; C08F 2/48; (13) **B**
C03C 25/1065; C03C 25/47
-

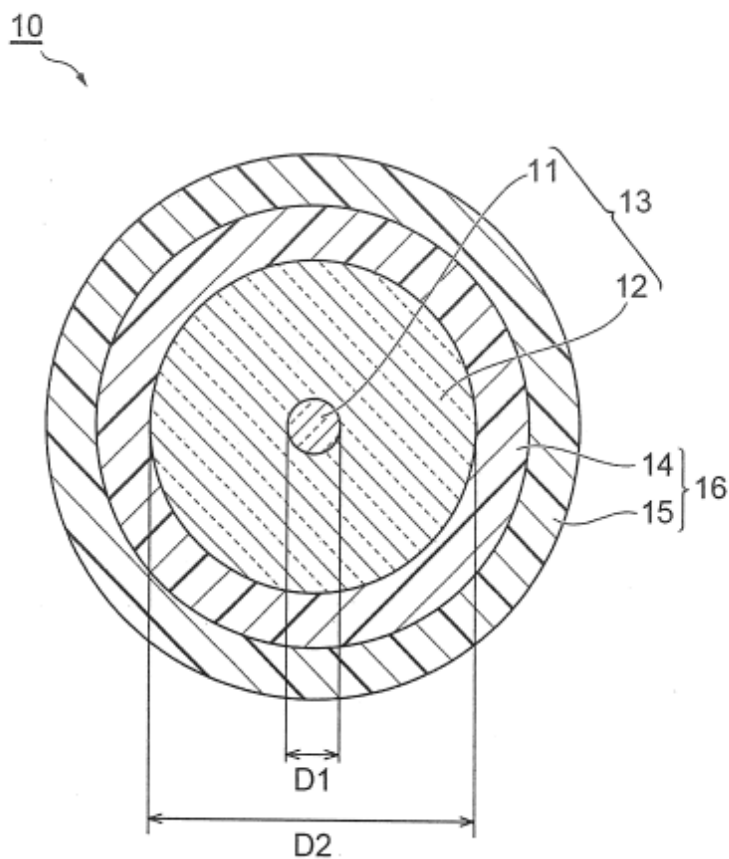
- (21) 1-2022-00110 (22) 30/04/2020
(86) PCT/JP2020/018344 30/04/2020 (87) WO2020/255570 24/12/2020
(30) 2019-112621 18/06/2019 JP
(45) 25/06/2025 447 (43) 25/04/2022 409A
(73) SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. (JP)
5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0041 Japan
(72) HAMAKUBO Katsushi (JP); SOHMA Kazuyuki (JP); KONISHI Tatsuya (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

(54) SỢI QUANG

(21) 1-2022-00110

(57) Sáng chế đề cập đến sợi quang bao gồm sợi thủy tinh bao gồm lõi và lớp bọc, và lớp nhựa vecni bao phủ chu vi bên ngoài của sợi thủy tinh, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính trung bình của lớp nhựa vecni ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng -50°C và nhỏ hơn hoặc bằng 0°C là lớn hơn hoặc bằng $3,3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ và nhỏ hơn $9,0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$.

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 vecni để bảo vệ sợi thủy tinh là môi trường truyền dẫn quang học. Lớp nhựa vecni gồm, chẳng hạn, lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp. Để làm giảm sự tăng tổn thất do truyền dẫn gây ra bởi sự uốn cong vi mô được tạo ra khi áp lực bên được đặt vào sợi quang, sợi quang cần được cải thiện các đặc tính áp lực bên.

Chẳng hạn, tài liệu sáng chế 1 đã nghiên cứu để giảm tổn thất do uốn cong của sợi quang bằng cách tăng mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp (lớp phủ thứ hai).

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2009-510520 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất sợi quang bao gồm sợi thủy tinh bao gồm lõi và lớp bọc, và lớp nhựa vecni bao phủ chu vi bên ngoài của sợi thủy tinh, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính trung bình của lớp nhựa vecni ở nhiệt độ lớn hơn hoặc

bằng -50°C và nhỏ hơn hoặc bằng 0°C là lớn hơn hoặc bằng $3,3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ và nhỏ hơn $9,0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện một 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

Các sợi quang được sử dụng trong các môi trường khác nhau và yêu cầu các độ bền môi trường khác nhau. Đặc biệt là, sợi quang có tổn thất do truyền dẫn nhỏ trong môi trường nhiệt độ thấp, nghĩa là, sợi quang có các đặc tính ở nhiệt độ thấp vượt trội được yêu cầu. Quan trọng là tăng mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp để cải thiện các đặc tính áp lực bên, nhưng khó làm giảm tổn thất do truyền dẫn trong môi trường nhiệt độ thấp chỉ bằng cách tăng mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp.

Mục đích của sáng chế là đề xuất sợi quang có các đặc tính ở nhiệt độ thấp vượt trội.

Hiệu quả của sáng chế

Phương án theo sáng chế có thể tạo ra sợi quang có các đặc tính ở nhiệt độ thấp vượt trội.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước tiên, các nội dung của phương án theo 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, và lớp nhựa vecni bao phủ chu vi bên ngoài của sợi thủy tinh, trong đó hệ số giãn nở tuyến tính trung bình của lớp nhựa vecni ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng -50°C và nhỏ hơn hoặc bằng 0°C là lớn hơn hoặc bằng $3,3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ và nhỏ hơn $9,0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$.

Việc điều chỉnh hệ số giãn nở tuyến tính trung bình của lớp nhựa vecni có thể cải thiện các đặc tính ở nhiệt độ thấp của sợi quang.

Lớp nhựa vecni nêu trên có lớp nhựa sơ cấp tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao phủ sợi thủy tinh, và lớp nhựa thứ cấp bao phủ chu vi bên ngoài của lớp nhựa sơ cấp, trong đó lớp nhựa thứ cấp có thể bao gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa oligome bao gồm uretan (met)acrylat, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa, và các hạt oxit vô cơ kỵ nước. Việc có nhựa thứ cấp như vậy làm giảm hệ số giãn nở tuyến tính của lớp nhựa vecni, và dễ dàng cải thiện các đặc tính ở nhiệt độ thấp của sợi quang.

Vì sự hình thành dễ dàng của lớp nhựa thứ cấp có sự cân bằng vượt trội giữa mô đun Young và hệ số giãn nở tuyến tính, hàm lượng của các hạt oxit vô cơ có thể lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn 65% khối lượng dựa trên

tổng lượng của chế phẩm nhựa.

Nhờ các tính chất phân tán vượt trội trong chế phẩm nhựa và dễ điều chỉnh mô đun Young, các hạt oxit vô cơ có thể là các hạt bao gồm ít nhất một loại hạt được chọn từ nhóm gồm có silic dioxit, ziricon dioxit, nhôm oxit, magie oxit, titan oxit, thiếc oxit, và kẽm oxit. Nhờ việc làm giảm dễ dàng hệ số giãn nở tuyến tính của lớp nhựa vecni, các hạt oxit vô cơ có thể có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím. Nhờ sự hình thành dễ dàng lớp nhựa với mô đun Young cao, nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím có thể là nhóm (met)acryloyl.

Chi tiết về 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 dựa vào hình vẽ nếu cần. Sáng chế không bị giới hạn ở các hình vẽ minh họa này mà được chỉ ra bởi các điểm yêu cầu bảo hộ và được dự định để bao gồm các ý nghĩa tương đương với các điểm yêu cầu bảo hộ và tất cả các thay đổi trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Trong phần mô tả dưới đây, các số tham chiếu giống nhau được đưa ra cho các phần tử giống nhau trong phần mô tả của hình vẽ, và các giải thích thừa được bỏ qua.

Sợi quang

Fig.1 là sơ đồ mặt cắt ngang sơ lược thể hiện một ví dụ về sợi quang theo phương án của sáng chế. Sợi quang 10 bao gồm sợi thủy tinh 13 bao gồm lõi 11 và

lớp bọc 12, và lớp nhựa vecni 16 bao gồm lớp nhựa sơ cấp 14 được cung cấp trên chu vi bên 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 như thủy tinh silic oxit, thủy tinh silic oxit được bổ sung gecmani hoặc thủy tinh silic oxit tinh khiết có thể được sử dụng, chẳng hạn, trong lõi 11, và thủy tinh silic oxit tinh khiết hoặc thủy tinh silic oxit được bổ sung flo có thể được sử dụng trong lớp bọc 12.

Trên Fig.1, chẳng hạn, đường kính bên ngoài (D2) của sợi thủy tinh 13 nằm trong khoảng từ 100 μ m đến 125 μ m, và đường kính (D1) của lõi 11 tạo nên sợi thủy tinh 13 nằm trong khoảng từ 7 μ m đến 15 μ m. Chiều dày của lớp nhựa vecni 16 thường nằm trong khoảng từ 22 μ m đến 70 μ m. Chiều dày của mỗi lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể nằm trong khoảng từ 5 μ m đến 50 μ m.

Khi đường kính bên ngoài (D2) của sợi thủy tinh 13 bằng khoảng 125 μ m và chiều dày của lớp nhựa vecni 16 lớn hơn hoặc bằng 60 μ m và nhỏ hơn hoặc bằng 70 μ m, chiều dày của mỗi lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể nằm trong khoảng từ 10 μ m đến 50 μ m, và chẳng hạn, chiều dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể bằng 35 μ m và chiều dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể bằng 25 μ m. Đường kính bên ngoài của sợi quang 10 có thể nằm trong khoảng từ 245 μ m đến 265 μ m.

Khi đường kính bên ngoài (D2) của sợi thủy tinh 13 bằng khoảng 125 μ m

và chiều dày của lớp nhựa vecni 16 lớn hơn hoặc bằng $27\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $48\mu\text{m}$, chiều dày của mỗi lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể nằm trong khoảng từ $10\mu\text{m}$ đến $38\mu\text{m}$, và chẳng hạn, chiều dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể bằng $25\mu\text{m}$ và chiều dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể bằng $10\mu\text{m}$. Đường kính bên ngoài của sợi quang 10 có thể nằm trong khoảng từ $179\mu\text{m}$ đến $221\mu\text{m}$.

Khi đường kính bên ngoài (D_2) của sợi thủy tinh 13 bằng $100\mu\text{m}$ và chiều dày của lớp nhựa vecni 16 lớn hơn hoặc bằng $22\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $37\mu\text{m}$, chiều dày của mỗi lớp nhựa sơ cấp 14 và lớp nhựa thứ cấp 15 có thể nằm trong khoảng từ $5\mu\text{m}$ đến $32\mu\text{m}$, và chẳng hạn, chiều dày của lớp nhựa sơ cấp 14 có thể bằng $25\mu\text{m}$ và chiều dày của lớp nhựa thứ cấp 15 có thể bằng $10\mu\text{m}$. Đường kính bên ngoài của sợi quang 10 có thể nằm trong khoảng từ $144\mu\text{m}$ đến $174\mu\text{m}$.

Nhờ việc cải thiện của các đặc tính ở nhiệt độ thấp của sợi quang, hệ số giãn nở tuyến tính trung bình của lớp nhựa vecni 16 ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng -50°C và nhỏ hơn hoặc bằng 0°C là lớn hơn hoặc bằng $3,3 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ và nhỏ hơn $9,0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $3,3 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $8,9 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $3,4 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $8,5 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$, và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $3,5 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $8,0 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$.

Lớp nhựa thứ cấp

Từ quan điểm giảm hệ số giãn nở tuyến tính của lớp nhựa vecni và cải thiện các đặc tính ở nhiệt độ thấp của sợi quang, lớp nhựa thứ cấp 15 có thể được tạo ra bằng cách hóa rắn chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa oligome bao gồm uretan (met)acrylat, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa, và các hạt oxit vô cơ kỵ nước. Nghĩa là, lớp nhựa thứ cấp 15 có thể bao gồm sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa bao gồm nhựa nền chứa oligome bao gồm uretan (met)acrylat, 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. Giải thích tương tự được áp dụng cho 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 xử lý kỵ nước. Việc xử lý kỵ nước theo phương án của sáng chế là việc 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 khả năng phân tán vượt trội trong chế phẩm nhựa. Nhóm kỵ nước có thể là nhóm phản ứng (nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím) như nhóm (met)acryloyl hoặc nhóm không phản ứng như nhóm hydrocacbon béo (chẳng hạn, nhóm alkyl) hoặc nhóm hydrocacbon thơm (chẳng hạn, nhóm phenyl). Trong trường hợp của các hạt oxit vô cơ có nhóm phản ứng, lớp nhựa có mô đun Young cao dễ dàng tạo ra.

Nhờ sự hình thành dễ dàng lớp nhựa có hệ số giãn nở tuyến tính giảm, các hạt oxit vô cơ theo phương án của sáng chế có thể có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím. Việc xử lý các hạt oxit vô cơ bằng hợp chất silan có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím có thể đưa nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím lên trên bề mặt của các hạt oxit vô cơ.

Các ví dụ về các hợp chất silan có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím bao gồm 3-metacryloxypropyltrimetoxysilan, 3-acryloxypropyltrimetoxysilan, 3-metacryloxypropyltriethoxysilan, 3-acryloxypropyltriethoxysilan, 8-metacryloxyoctyltrimetoxysilan, 8-acryloxyoctyltrimetoxysilan, 7-octenyltrimetoxysilan, vinyltrimetoxysilan, và vinyltriethoxysilan.

Các hạt oxit vô cơ theo phương án của sáng chế được phân tán trong môi trường phân tán. Bằng cách sử dụng các hạt oxit vô cơ được phân tán trong môi trường phân tán cho phép sự phân tán đồng đều của các hạt oxit vô cơ trong chế phẩm nhựa và sau đó cải thiện độ ổn định bảo quản của chế phẩm nhựa. Môi trường phân tán không bị giới hạn cụ thể miễn là bước hóa rắn chế phẩm nhựa không bị cản trở. Môi trường phân tán có thể là môi trường phản ứng hoặc 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 bao gồm 1,6-hexandiol di(met)acrylat, bisphenol A di(met)acrylat cải biến bởi EO,

polyetylen glycol di(met)acrylat, bisphenol A di(met)acrylat cải biến bởi PO, polypropylen glycol di(met)acrylat, polytetrametylen glycol di(met)acrylat, 2-hydroxy-3-phenoxypropyl 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. Các hợp chất (met)acryloyl được lấy ví dụ bởi các monome đã mô tả dưới đây có thể được sử dụng làm môi trường phân tán.

Dung môi keton như metyl etyl keton (MEK), dung môi rượu như metanol (MeOH), 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 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.

Các hạt oxit vô cơ được phân tán trong môi trường phân tán còn được phân tán trong lớp nhựa sau khi hóa rắn chế phẩm 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 đưa vào 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 môi trường phân tán bay hơi và biến mất khỏi chế phẩm nhựa, nhưng các hạt oxit vô

cơ còn lại trong chế phẩm nhựa với điều kiện phân tán vẫn còn và cũng có mặt trong lớp nhựa hóa rắn với điều kiện phân tán vẫn còn. Việc quan sát bằng kính hiển vi điện tử cho thấy rằng các hạt oxit vô cơ có mặt trong lớp nhựa trong điều kiện phân tán của hạt sơ cấp.

Nhờ các tính chất phân tán vượt trội trong chế phẩm nhựa và sự hình thành dễ dàng của lớp nhựa bằng phẳng, được ưu tiên là các hạt oxit vô cơ là ít nhất một loại hạt được chọn từ nhóm gồm có silic dioxit (silica), ziricon dioxit (zirconia), nhôm oxit (alumina), magie oxit (magnesia), titan oxit (titania), thiếc oxit, và kẽm oxit. Từ quan điểm tính rẻ vượt trội, quá trình xử lý bề mặt dễ dàng, khả năng thẩm tía tử ngoại, quá trình điều chế lớp nhựa có độ cứng thích hợp dễ dàng, và tương tự, được ưu tiên hơn là các hạt silic oxit kỵ nước được sử dụng làm các hạt oxit vô cơ theo phương án của sáng chế. Được ưu tiên hơn là sử dụng các hạt silic oxit có các nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím.

Từ quan điểm truyền độ dai thích hợp đến lớp nhựa thứ cấp, kích thước hạt sơ cấp trung bình của các hạt oxit vô cơ có thể 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 tăng mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp, kích thước 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 phép 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 có vẻ trong suốt về mặt trực quan khi đường kính của hạt sơ cấp nhỏ. Khi đường kính của hạt sơ cấp 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, mà không quan sát thấy chất kết tủa.

Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng và nhỏ hơn 65% khối lượng, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 3% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 63% 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 của chế phẩm nhựa (tổng lượng của nhựa nền và các hạt oxit vô cơ). Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ lớn hơn hoặc bằng 1,5% khối lượng cho phép dễ dàng làm giảm hệ số giãn nở tuyến tính của lớp nhựa vecni. Hàm lượng của các hạt oxit vô cơ nhỏ hơn 65% khối lượng cho phép cải thiện dễ dàng các đặc tính phủ của chế phẩm nhựa và hình thành lớp nhựa dai. Vì tổng lượng của chế phẩm nhựa khó thay đổi khi hóa rắn, tổng lượng của chế phẩm nhựa có thể được cho là tổng lượng của sản phẩm hóa rắn của chế phẩm nhựa.

Nhựa nền

Nhựa nền theo phương án của sáng chế chứa oligome bao gồm uretan (met)acrylat, monome và chất khơi mào quang polyme hóa.

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

Các ví dụ về hợp chất polyol bao gồm polytetrametylen glycol, polypropylen glycol và diol cộng bisphenol A-etylen oxit. Trọng lượng phân tử trung bình số lượng của hợp chất polyol có thể nằm trong khoảng từ 400 đến 1000. Các ví dụ về hợp chất polyisoxyanat bao gồm 2,4-tolylen diisoxyanat, 2,6-tolylen diisoxyanat, isophoron diisoxyanat, và dicyclohexylmetan 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-hexandiol mono(met)acrylat, pentaerytritol tri(met)acrylat, 2-hydroxypropyl (met)acrylat, và tripropylen glycol mono(met)acrylat.

Để làm chất xúc tác để tổng hợp uretan (met)acrylat, hợp chất thiếc hữu cơ thường được sử dụng. Các ví dụ về hợp chất thiếc hữu cơ bao gồm dibutyl thiếc dilaurat, dibutyl thiếc diacetat, dibutyl thiếc maleat, dibutyl thiếc bis(2-ethylhexyl mercaptoacetat), dibutyl thiếc bis(isooctyl mercaptoacetat), và dibutyl thiếc oxit. Từ quan điểm về khả năng sẵn có hoặc hiệu suất xúc tác, được ưu tiên là dibutyl

thiếc dilaurat hoặc dibutyl thiếc diacetat được sử dụng làm chất xúc tác.

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

Nhựa nền có thể còn bao gồm epoxy (met)acrylat để làm oligome. Oligome thu được bằng cách cho hợp chất có nhóm (met)acryloyl phản ứng với nhựa epoxy có hai hoặc nhiều nhóm glycidyl có thể được sử dụng làm epoxy (met)acrylat.

Ít nhất một loại hạt được chọn từ nhóm gồm có monome đơn chức có một nhóm có thể polyme hóa và monome đa chức có hai hoặc nhiều nhóm có thể polyme hóa có thể được sử dụng làm monome. 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 như methyl (met)acrylat, ethyl (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 acrylat, phenoxydietylen glycol acrylat, phenoxy polyetylen glycol acrylat, 4-tert-butylxyclohexanol acrylat, tetrahydrofurfuryl (met)acrylat, benzyl (met)acrylat, dioxyclopentenyl (met)acrylat, dioxyclopentenyl oxyetyl (met)acrylat, dioxyclopentanyl (met)acrylat, nonylphenol polyetylen glycol (met)acrylat, nonylphenoxy 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; dị vòng chứa các monome như N-(met)acryloyl morpholin, N-vinyl pyrrolidon, N-vinyl caprolactam, N-acryloylpiperidin, N-metacryloylpiperidin, N-(met)acryloylpyrrolidin, 3-(3-pyridin) propyl (met)acrylat, và trimetylolpropan formal acrylat mạch 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-butyl (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-dimetyl aminoetyl (met)acrylat, và tert-butyl aminoetyl (met)acrylat; và các monome succinimit như N-(met)acryloyloxymetylen succinimit, N-(met)acryloyl-6-oxyhexametylen

sucxinimit, và N-(met)acryloyl-8-oxyoctametylen sucxinimit.

Các ví dụ về monome đa chức bao gồm: các monome có hai nhóm có thể polyme hóa như 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, axit hydroxypivalic 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, isopentyldiol di(met)acrylat, 3-etyl-1,8-octandiol di(met)acrylat, và sản phẩm cộng EO của bisphenol A di(met)acrylat; và các monome có ba hoặc nhiều nhóm có thể polyme hóa như trimetylolpropan tri(met)acrylat, trimetyloloctan tri(met)acrylat, trimetylolpropan polyetoxy tri(met)acrylat, trimetylolpropan polypropoxy tri(met)acrylat, trimetylolpropan polyetoxy polypropoxy tri(met)acrylat, tris[(met)acryloyloxyetyl] isoxyanurat, pentaerytritol tri(met)acrylat, pentaerytritol polyetoxy tetra(met)acrylat, pentaerytritol polypropoxy tetra(met)acrylat, pentaerytritol tetra(met)acrylat, ditrimetylolpropan tetra(met)acrylat, dipentaerytritol tetra(met)acrylat, dipentaerytritol penta(met)acrylat, dipentaerytritol hexa(met)acrylat, và tris[(met)acryloyloxyetyl]

isoxyanurat cải biến bởi caprolacton.

Từ quan điểm tăng mô đun Young của lớp nhựa, monome tốt hơn là bao gồm monome đa chức, và tốt hơn nữa là bao gồm monome có hai nhóm có thể polyme hóa.

Chất khơi mào quang polyme hóa có thể được 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 bao gồm 1-hydroxycyclohexyl phenyl keton (Omnirad 184, sản xuất bởi IGM Resins), 2,2-dimethoxy-2-phenylacetophenon, 1-(4-isopropylphenyl)-2-hydroxy-2-methylpropan-1-on, bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylpentylphosphin oxit, 2-methyl-1-[4-(methylthio)phenyl]-2-morpholino-propan-1-on (Omnirad 907 sản xuất bởi IGM Resins), 2,4,6-trimethylbenzoyldiphenylphosphin oxit (Omnirad TPO sản xuất bởi IGM Resins), và bis(2,4,6-trimethylbenzoyl) phenylphosphin oxit (Omnirad 819, sản xuất bởi IGM Resins).

Chế phẩm nhựa có thể chứa thêm chất kết hợp silan, chất làm bằng, chất chống tạo bọt, chất chống oxy hóa, và chất tăng nhậy, và chất tương tự.

Chất kết hợp silan không bị giới hạn cụ thể miễn là nó không ảnh hưởng xấu đến bước hóa rắn chế phẩm nhựa. Các ví dụ về chất kết hợp silan bao gồm tetramethyl silicat, tetraethyl silicat, mercaptopropyl trimetoxysilan, vinyltriclosilan,

vinyltriethoxysilan, vinyltris(β -methoxy-ethoxy)silan, β -(3,4-epoxycyclohexyl)-ethyltriethoxysilan, dimethoxydimethylsilan, diethoxydimethylsilan, 3-acryloxypropyltriethoxysilan, γ -glycidoxypropyltriethoxysilan, γ -glycidoxypropylmethyldiethoxysilan, γ -metacryloxypropyltriethoxysilan, N-(β -aminoethyl)- γ -aminopropyltriethoxysilan, N-(β -aminoethyl)- γ -aminopropyltrimethyldimethoxysilan, N-phenyl- γ -aminopropyltriethoxysilan, γ -clonopropyltriethoxysilan, γ -mercaptopropyltriethoxysilan, γ -aminopropyltriethoxysilan, bis-[3-(triethoxysilyl)propyl]tetrasulfua, bis-[3-(triethoxysilyl)propyl]disulfua, γ -triethoxysilylpropyldimethylthiocarbamyl tetrasulfua, và γ -triethoxysilylpropyl benzothiazyl tetrasulfua.

Mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1200 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2800 MPa ở 23°C, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1250 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2750 MPa, và còn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1300 MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 2700 MPa. Mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp lớn hơn hoặc bằng 1200 MPa dễ dàng cải thiện các đặc tính áp lực bên, và mô đun Young nhỏ hơn hoặc bằng 2800 MPa có thể tạo ra độ dai thích hợp cho lớp nhựa thứ cấp, và do đó có thể dễ dàng cải thiện các đặc tính ở nhiệt độ thấp.

Lớp nhựa sơ cấp

Lớp nhựa sơ cấp 14 có thể được tạo ra bằng cách hóa rắn chế phẩm nhựa

bao gồm oligome bao gồm uretan (met)acrylat, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và chất kết hợp silan. Các kỹ thuật đã biết trong lĩnh vực này có thể được sử dụng cho chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp. Uretan (met)acrylat, monome, chất khơi mào quang polyme hóa và chất kết hợp silan có thể được chọn một cách thích hợp từ các hợp chất được lấy ví dụ trong nhựa nền nêu trên. Chế phẩm nhựa tạo nên lớp nhựa sơ cấp có thành phần khác biệt với nhựa nền tạo ra lớp nhựa thứ cấp.

Từ quan điểm ngăn chặn sự tạo ra các lỗ rỗng trong sợi quang, mô đun 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°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 cho lớp nhựa thứ cấp

Oligome

Để làm oligome, uretan acrylat (UA) thu được bằng cách cho phản ứng

polypropylen glycol có trọng lượng phân tử bằng 600, 2,4-tolylen diisoxyanat, và hydroxyetyl acrylat, và epoxy acrylat (EA) được điều chế.

Monome

Để làm monome, isobornyl acrylat (tên thương mại “IBXA” của Osaka Organic Chemical Industry Co., Ltd.), tripropylen glycol diacrylat (tên thương mại “TPGDA” of 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

Để làm chất khơi mào quang polyme hóa, 1-hydroxycyclohexyl phenyl keton (Omnirad 184) và 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenylphosphin oxit (Omnirad TPO) được điều chế.

Các hạt oxit vô cơ

Dung dịch keo silic oxit có các hạt silic oxit kỵ nước có nhóm metacryloyl và có kích thước hạt sơ cấp trung bình nằm trong khoảng từ 10 đến 15nm, được phân tán trong MEK được điều chế dưới dạng các hạt oxit vô cơ.

Chế phẩm nhựa

Trước tiên, nhựa nền được điều chế bằng cách trộn oligome, monome, và chất khơi mào quang polyme hóa nêu trên. Tiếp theo, dung dịch keo silic oxit được trộn với nhựa nền để có hàm lượng của các hạt silic oxit được thể hiện trong bảng

1 hoặc bảng 2, và sau đó phần lớn MEK dưới dạng môi trường phân tán được loại bỏ dưới áp suất giảm để tạo ra chế phẩm nhựa cho lớp nhựa thứ cấp. Hàm lượng của MEK còn lại trong chế phẩm nhựa là nhỏ hơn hoặc bằng 5% khối lượng.

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

Chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp

Uretan acrylat thu được bằng cách cho phản ứng polypropylen glycol với trọng lượng phân tử bằng 4000, isophoron diisoxyanat, hydroxyetyl acrylat phản ứng, và metanol được điều chế. Uretan acrylat với lượng 75 phần khối lượng, acrylat cải biến bởi nonylphenol EO với lượng 12 phần khối lượng, N-vinylcaprolactam với lượng 6 phần khối lượng, 1,6-hexandiol diacrylat với lượng 2 phần khối lượng, 2,4,6-trimetylbenzoyldiphenylphosphin oxit với lượng 1 phần khối lượng, và 3-mercaptopropyltrimetoxysilan với lượng 1 phần khối lượng được trộn lẫn để thu được chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp.

Sản xuất sợi quang

Trên chu vi bên ngoài của sợi thủy tinh có đường kính 125 μ m được tạo nên bởi lõi và lớp bọc, lớp nhựa sơ cấp với chiều dày 35 μ m được tạo ra bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa dùng cho lớp nhựa sơ cấp, và lớp nhựa thứ cấp với chiều dày

25 μ m được tạo ra thêm nữa trên chu vi bên ngoài của nó bằng cách sử dụng các chế phẩm nhựa của các ví dụ hoặc các ví dụ so sánh để tạo ra các sợi quang. Vận tốc thẳng bằng 1500m/phút.

Mô đun Young của lớp nhựa sơ cấp

Mô đun Young của lớp nhựa sơ cấp được đo bằng phương pháp Pullout Modulus (POM) ở 23°C. Hai phần của sợi quang được cố định bằng hai dụng cụ kẹp, lớp nhựa vecni (lớp nhựa sơ cấp và lớp nhựa thứ cấp) giữa hai dụng cụ kẹp được loại bỏ, và sau đó một dụng cụ kẹp được cố định và một dụng cụ kẹp khác được di chuyển từ từ theo hướng ngược lại của dụng cụ cố định. Khi chiều dài của phần được kẹp giữa các dụng cụ kẹp được di chuyển trong sợi quang là L, lượng di chuyển của dụng cụ kẹp là Z, đường kính ngoài của lớp nhựa sơ cấp là D_p , đường kính ngoài của sợi thủy tinh là D_f , hệ số Poisson của lớp nhựa sơ cấp là n , và tải khi di chuyển dụng cụ kẹp là W, mô đun Young của lớp nhựa sơ cấp được xác định từ công thức dưới đây. Mô đun Young của lớp nhựa sơ cấp bằng 0,2 MPa.

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

Mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp

Mô đun Young của lớp nhựa thứ cấp được xác định từ giá trị cát tuyến 2,5% bằng cách sử dụng lớp nhựa vecni dạng ống (chiều dài: lớn hơn hoặc bằng 50mm) thu được bằng cách tách sợi thủy tinh ra khỏi sợi quang để thực hiện thử nghiệm

độ bền kéo (khoảng cách giữa các đường được đánh dấu: 25mm) trong môi trường $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối (relative humidity, RH) $50 \pm 10\%$.

Hệ số giãn nở tuyến tính

Lớp nhựa vecni dạng ống thu được bằng cách tách sợi thủy tinh ra khỏi sợi quang được sử dụng làm mẫu để đo hệ số giãn nở tuyến tính. Hệ số giãn nở tuyến tính của lớp nhựa vecni được đo trong các điều kiện sau đây bằng cách sử dụng thiết bị phân tích cơ nhiệt (“TMA4000S” sản xuất bởi Bruker AXS GmbH). Các dữ liệu của nhiệt độ $T (^{\circ}\text{C})$ được đo nằm trong khoảng từ $T^{\circ}\text{C}$ đến $T^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C}$ với các số gia 1°C và được tính trung bình để tính các số liệu ở các khoảng cách 10°C , và phép đo được thực hiện trong 3 chu kỳ trong khoảng nhiệt độ sau đây, và hệ số giãn nở tuyến tính trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ -50°C đến 0°C được tính từ các giá trị trung bình trong khoảng nhiệt độ này trong 3 chu kỳ.

Khoảng nhiệt độ: -50°C đến 0°C

Tốc độ gia nhiệt: $5^{\circ}\text{C}/\text{phút}$

Môi trường khí: không khí

Chiều dài đo: khoảng 15mm

Phương thức đo: phương pháp kéo căng

Sức kéo: 0,015N

Sự hình thành lỗ rỗng

Sợi quang dài 10m được lưu trữ 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 không có mặt các lỗ rỗng với đường kính lớn hơn hoặc bằng 10µm được quan sát bằng kính hiển vi. Trường hợp ở đó số lượng của các lỗ rỗng trên mỗi 1m sợi quang nhỏ hơn 1 được đánh giá là “A”, trường hợp ở đó số lượng các lỗ rỗng từ 1 đến 2 được đánh giá là “B”, và trường hợp ở đó số lượng các lỗ rỗng vượt quá 2 được đánh giá là “C”.

Các đặc tính áp lực bên

Tổn thất do truyền dẫn ánh sáng có bước sóng bằng 1550nm khi sợi quang được quấn thành một lớp duy nhất lên trên ống dây với bề mặt của nó được bao phủ bằng giấy ráp và có đường kính bằng 280mm được đo bằng phương pháp sử dụng phản xạ kế miền thời gian quang học (Optical Time Domain Reflectometer, OTDR). Ngoài ra, tổn thất do truyền dẫn ánh sáng có bước sóng bằng 1550nm khi sợi quang được quấn thành một lớp duy nhất trên ống dây có đường kính bằng 280mm mà không có giấy ráp được đo bằng phương pháp OTDR. Thu được mức chênh lệch về tổn thất do truyền dẫn đo được và các đặc tính áp lực bên được đánh giá là “A” khi mức chênh lệch tổn thất do truyền dẫn nhỏ hơn hoặc bằng 0,6 dB/km, và các đặc tính áp lực bên được đánh giá là “B” khi mức chênh lệch tổn thất do truyền dẫn lớn hơn 0,6 dB/km.

Các đặc tính ở nhiệt độ thấp

Sợi quang được quấn xung quanh ống dây thủy tinh với sức căng bằng 50g thành một lớp duy nhất, và các đặc tính truyền dẫn ánh sáng tín hiệu có bước sóng bằng 1550nm được đo trong các điều kiện nhiệt độ tương ứng 23°C và -40°C để xác định tổn thất do truyền dẫn ở 23°C và -40°C. Trường hợp ở đó mức chênh lệch tổn thất do truyền dẫn thu được bằng cách lấy tổn thất do truyền dẫn ở -40°C trừ tổn thất do truyền dẫn ở 23°C nhỏ hơn 0dB được đánh giá là “A”, trường hợp lớn hơn hoặc bằng 0 dB và nhỏ hơn 0,01 dB/km được đánh giá là “B”, và trường hợp lớn hơn hoặc bằng 0,01 dB/km được đánh giá là “C”.

Bảng 1

Ví dụ		1	2	3	4	5
Oligome (% khối lượng)	UA	50	50	50	50	50
	EA	10	10	10	10	10
Monome (% khối lượng)	IBXA	10	10	10	10	10
	TPGDA	13	13	13	13	13
	POA	17	17	17	17	17
Các hạt silic oxit (% khối lượng)		5	18	30	40	60
Mô đun Young (MPa)		1300	1600	1900	1600	2700
Sự tạo ra lỗ rỗng		A	A	A	A	A
Các đặc tính áp lực bên		A	A	A	A	A
Hệ số giãn nở tuyến tính ($\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)		8,8	7,6	6,6	5,7	4,0
Các đặc tính ở nhiệt độ thấp		B	A	A	A	A

Bảng 2

Ví dụ so sánh		1	2	3
Oligome (% khối lượng)	UA	50	30	50
	EA	10	35	10
Monome (% khối lượng)	IBXA	10	8	10
	TPGDA	13	12	13
	POA	17	15	17
Các hạt silic oxit (% khối lượng)		1	-	65
Mô đun Young (MPa)		1150	1600	3000
Sự tạo ra lỗ rỗng		A	C	B
Các đặc tính áp lực bên		A	A	A
Hệ số giãn nở tuyến tính ($\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)		9,2	9,0	3,0
Các đặc tính ở nhiệt độ thấp		C	C	C

Danh sách ký hiệu tham chiếu

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

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Sợi quang, trong đó sợi quang này bao gồm:

sợi thủy tinh bao gồm lõi và lớp bọc; và

lớp nhựa vecni bao phủ chu vi bên ngoài của sợi thủy tinh,

trong đó hệ số giãn nở tuyến tính trung bình của lớp nhựa vecni ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng -50°C và nhỏ hơn hoặc bằng 0°C là lớn hơn hoặc bằng $3,3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ và nhỏ hơn $9,0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$,

trong đó lớp nhựa vecni có lớp nhựa sơ cấp được cho tiếp xúc với sợi thủy tinh và bao phủ sợi thủy tinh và lớp nhựa thứ cấp bao phủ chu vi bên ngoài của lớp nhựa sơ cấp,

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

trong đó hàm lượng của các hạt oxit vô cơ lớn hơn hoặc bằng 3% khối lượng và nhỏ hơn 65% khối lượng trên tổng lượng của chế phẩm nhựa.

2. Sợi quang theo điểm 1, trong đó hàm lượng của các hạt oxit vô cơ lớn hơn hoặc bằng 8% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng trên tổng lượng của chế phẩm nhựa.

3. Sợi quang theo điểm 2, trong đó các hạt oxit vô cơ là ít nhất một loại hạt được

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

4. Sợi quang theo điểm 3, trong đó các hạt oxit vô cơ có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím.

5. Sợi quang theo điểm 4, trong đó nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím là nhóm (met)acryloyl.

6. Sợi quang theo điểm 2, trong đó các hạt oxit vô cơ có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím.

7. Sợi quang theo điểm 6, trong đó nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím là nhóm (met)acryloyl.

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

9. Sợi quang theo điểm 8, trong đó các hạt oxit vô cơ có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím.

10. Sợi quang theo điểm 9, trong đó nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím là nhóm (met)acryloyl.

11. Sợi quang theo điểm 1, trong đó các hạt oxit vô cơ có nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím.

12. Sợi quang theo điểm 11, trong đó nhóm chức có thể hóa rắn bằng tia cực tím là nhóm (met)acryloyl.

1 / 1

Fig.1